

Ingenieurgeologisches Gutachten

Projekt-Nr.:	170417
Bauvorhaben:	Bebauungsplan „Südlich der Alten Ettaler Straße“ 82496 Oberau Fl.-Nr. 298, 298/12 + 332/4, Gemarkung Oberau
Auftraggeber:	Gemeinde Oberau Schmiedeweg 10 82496 Oberau
Umfang:	16 Seiten, 3 Tabellen und 9 Anlagen
Datum:	21.10.2017
Ausführung:	GHB Consult GmbH Dipl.-Geol. N. Kampik Moosstraße 7 82319 Starnberg
Bearbeiter:	T. Brandhoff, M.Sc. Ing.-Geol.
Projektleitung:	N. Kampik, Dipl.-Geol. BDG

Inhaltsverzeichnis

1	Anlass _____	3
2	Untergrundverhältnisse _____	4
2.1	Geologie _____	4
2.2	Schichtenfolge und Lagerungsdichte des Bodens _____	4
2.3	Grund- und Schichtwasser _____	6
2.4	Bodenklassen und Homogenbereiche nach DIN 18 300 alt und neu _____	6
2.5	Bodenkennwerte _____	8
3	Gründungsempfehlungen _____	8
3.1	Baugrube _____	9
3.2	Gründung mit Unterkellerung _____	9
3.3	Gründung ohne Unterkellerung _____	10
3.3.1	Bodenaustausch _____	10
3.3.2	Tiefgründung _____	10
3.4	Weitere bautechnische Hinweise _____	11
4	Straßenaufbau nach Straßenbaurichtlinien _____	12
4.1	Verdichtung des Straßenplanums und der Kiestragschicht _____	13
4.2	Fazit Straßenaufbau _____	13
5	Versickerung von Niederschlagswasser _____	14
6	Zusammenfassung _____	15

Anlagen

1.1	Übersichtslageplan, unmaßstäblich
1.2	Lageplan mit Untersuchungspunkten, M 1:1.000
2.1	Geotechnisches Baugrundprofil A-A', HM 1:50, LM unmaßstäblich
3.1-6	Bodenprofile der Bohrsondierungen BS 1-6, M 1:50
4.1-4	Rammdiagramme der Rammsondierungen DPH 1-4, M 1:50
5.1-3	Siebanalysen nach DIN 18 123
6.1-3	Konsistenzgrenzenbestimmungen nach DIN 18 122
7.1-2	Versickerungsberechnungen
8	Punktuelle Freimessung bezüglich Kampfmittel
9.1-2	Fotodokumentation

Unterlagen

/U1/ Lageplan mit eingetragenen Flächen, Stand unbekannt

1 Anlass

Auf dem Grundstück südlich der Ettaler Straße (Fl.-Nr. 298) in Oberau ist eine neue gewerbliche Baufläche mit 4.888,8 m² geplant. Die Lage des Bauvorhabens ist auf dem Übersichtslageplan der Anlage 1.1 markiert. Wir wurden durch die Gemeinde Oberau mit der Erstellung eines ingenieurgeologischen Baugrundgutachtens für mögliche Neubauten (Fl.-Nr. 298) sowie die öffentliche Verkehrsfläche (Fl.-Nr. 298/4 und 332/4) beauftragt.

Gemäß den eingemessenen Untersuchungspunkten hat das Gelände eine Höhenlage von ca. 678,2 mNN im Südosten bis 683,9 mNN im Nordwesten (Differenz 5,7 m).

Da es sich um eine Untersuchung für den Bebauungsplan handelt, gibt es noch keine Planunterlagen für mögliche Neubauten. Wir behandeln somit die Gründung mit und ohne Unterkellerung sowie den Straßenbau und die Versickerungsmöglichkeiten.

- Baugrunduntersuchung

Zur Baugrunduntersuchung wurden am 16. und 17.05.2017 an den im Lageplan der Anlage 1.2 bezeichneten Stellen insgesamt

- 6 Kleinbohrungen (BS 1-6) bis 3,0 m bzw. 7,0 m unter OK Gelände sowie
- 4 schwere Rammsondierungen (DPH 1-4) bis 2,5 m bzw. 6,1 m unter OK Gelände abgeteuft.

Geböhrt wurde mit Kern-Ø 60-80 mm. Mit der Schappe 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.

Die Aufschlusspunkte wurden vorab wegen möglicher, nicht entdeckter Kampfmittel des 2. Weltkriegs geophysikalisch freigegeben (Anlage 8). Alle Bohransatzpunkte wurden nach Lage und Höhe mit Bezug auf mNN mittels GPS eingemessen.

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 Bodenprofil nach DIN 4023 mit Angabe der Bodenklassen nach DIN 18300 und der Bodengruppen nach DIN 18196 sowie als Rammdiagramm 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 den Anlagen 5 und 6 des Gutachtens dokumentiert.

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

2 Untergrundverhältnisse

2.1 Geologie

Die geologische Auffaltung der Alpen als mehrstufiger Prozess ist heute prägender Teil des Landschaftsbildes in Oberau. Diese Auffaltung begann vor etwa 135 Millionen Jahren an der Wende von der Jura- zur Kreidezeit und fand ihren Abschluss vor etwa 30 bis 35 Millionen Jahren im Tertiär. Die heutige Gebirgsform erhielten die Alpen durch Erosion, vor allem durch die abtragende Tätigkeit der Gletscher während der Eiszeiten.

Die Schichtenfolge im Bereich des Bauvorhabens ist geprägt durch tiefreichende jungholozäne, fluviatile Ablagerungen. Die Sedimente sind durch die stark wechselnden Ablagerungsbedingungen des alternierenden Gießenbaches gekennzeichnet. Je nach Strömungsenergie kam es lokal auch zu stillwasserfaziellen Ablagerungen, die durch Schluff- und Sandlinsen im quartären Kies oder durch Rollkieslagen (äußerst gut durchlässige Kiese mit sehr wenig Feinkorn) dokumentiert werden.

Unterlagert werden die Talfüllungen von Moränenmaterial. Der tiefere Untergrund wird aus Hauptdolomit, wie die umliegenden Berge, aufgebaut.

2.2 Schichtenfolge und Lagerungsdichte des Bodens

Die festgestellte Schichtenfolge ist in dem geotechnischen Baugrundprofil A-A' auf der Anlage 2 dargestellt. Dort sind

- die Bodenprofile 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.

Die Schnittführung ist auf dem Lageplan der Anlage 1.2 eingetragen. Die Schichtgrenzen zwischen den Aufschlüssen sind vermutet.

- Bodenprofil

Im Bereich der geplanten, gewerblichen Baufläche wurde in den Bohrungen BS 1–4 zuoberst ein 20–30 cm starker Oberboden festgestellt (im geotechnischen Profil der Anlage 2: Oberboden = **braun**). Unterhalb des Oberbodens wurde bis zur Endtiefe von 5,9–7,0 m ein sandiger, sehr schwach bis schwach schluffiger, lokal stark schluffiger Kies (**gelb**) erbohrt. Der Kies kann entsprechend der Feldansprache und den bodenmechanischen Laborversuchen der Boden­gruppe GW bis GU_ zugeordnet werden (siehe hierzu die Siebanalysen der Anlage 5.1-3). Erfahrungsgemäß ist in den Bachschutt­ablagerungen des Gießenbachtals mit einem Steinanteil von ca. 20-40 % zu rechnen, der aber bohrbedingt (DN 60-80) nicht in der Schappe bleibt, sondern seitlich weggedrückt oder während des Bohrvorgangs zerkleinert wird. Zudem wurde in der Bohrung BS 3 direkt unter dem Oberboden bis 0,6 m Tiefe und in BS 4 von 0,8–1,3 m Tiefe ein kiesiger bis stark kiesiger, sandiger, toniger Schluff (**grün**) mit lokal organischen Beimengungen aufgeschlossen. Dieser Boden kann den Bodengruppen GU_ bis UL zugeordnet werden und kann als weich bezeichnet werden (siehe hierzu auch die Konsistenzgrenzenbestimmungen der Anlage 6). Es muss ablagerungsbedingt im ganzen Untersuchungsgebiet mit Sand- und Schlufflinsen gerechnet werden.

Die Bohrungen BS 5 und BS 6 wurden in der geplanten, öffentlichen Verkehrsfläche abgeteuft. Hier wurde zuoberst eine Auffüllung aus einem sehr schwach bis stark schluffigen Kies bis 0,5 m bzw. 0,6 m Tiefe vorgefunden. Im aufgefüllten Kies der Bohrung BS 5 wurden zudem schwarze Partikel festgestellt. Darunter folgt in beiden Bohrungen ein vermutlich aufgefüllter, kiesiger, sandiger Schluff mit lokal schwach organischen Beimengungen. Ab 1,5–1,8 m Tiefe und bis zur Bohrendtiefe von 3,0 m folgt in beiden Bohrungen, wie bereits oben beschrieben, ein sandiger, sehr schwach bis schwach schluffiger Kies.

- Lagerungsdichte

Die Rammsondierungen weisen im Oberboden nur sehr geringe Eindringwiderstände von $N_{10} = 1$ auf, was einer weichen Konsistenz entspricht.

Unter dem Oberboden wurden in der Rammsondierung DPH 1 bis 4,6 m und in den Sondierungen DPH 2–4 bis 1,2–1,8 m Tiefe nur geringe Rammwiderstände mit $N_{10} = 1-5$ gemessen. Dies entspricht einem weich- bis steifkonsistenten Schluff. Lokal kann auch ein schluffiger Kies mit einer lockeren Lagerung vorliegen.

Im darunter folgenden, mitteldicht bis sehr dicht gelagerten Kies war nach maximal 1,5 m Sondierstrecke (im Kies) kein Weiterkommen mehr möglich. Die Schlagzahlen schwanken im Kies zwischen 7 und 97 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe.

2.3 Grund- und Schichtwasser

Grund- bzw. Schichtwasser wurde in den Bohrungen nicht angetroffen. In einer direkt südlich gelegen Grundwassermessstelle wurde am 16.05.2017 ein Wasserspiegel bei 27,16 m Tiefe eingemessen. Dies entspricht ca. 653,5 mNN.

Anhand Erfahrungswerten aus der Umgebung muss mit starken Grundwasserschwankungen und einem maximalen Grundwasserstand von etwa 660,0 mNN gerechnet werden.

Das Grundwasser liegt jedoch immer noch ca. 20 m unter OK Gelände und ist für das Bauvorhaben somit nicht relevant.

Eine Abfrage über den Informationsdienst Überschwemmungsgefährdete Gebiete des Landesamts für Umwelt (LfU) erbrachte, dass das Baufeld nicht im Bereich eines extremen Hochwasserereignisses liegt. Die Fläche ist jedoch als wassersensibel ausgewiesen. Diese Standorte werden vom Wasser beeinflusst. Nutzungen können hier beeinträchtigt werden durch zeitweise Oberflächenwasserabfluss bedingt durch bindige Böden (Oberboden). Dieses Phänomen dürfte nach der Bebauung nicht mehr vorhanden sein, da der Oberboden fast überall ausgetauscht wird.

- Bautechnische Folgerungen

Bei der Abdichtung der erdberührten Bauwerksteile ist zu unterscheiden:

eine Abdichtung nach DIN 18195 Teil 4 wäre aus unserer Sicht unter der Voraussetzung möglich, dass im Arbeitsraum fachgerecht eine Drainage nach DIN 4095 verlegt wird und zur Verfüllung der Arbeitsräume ausschließlich Kiessande der Bodengruppe GW verwendet werden. Das gesammelte Drainagewasser ist in einem Sickerschacht, der in die Kiese zu führen ist, einzuleiten.

Bei der Gründung auf einem Bodenaustausch bis in den Kies oder der flächigen Gründung im Kies darf auf eine Drainage verzichtet werden.

2.4 Bodenklassen und Homogenbereiche nach DIN 18 300 alt und neu

Im Jahr 2015 wurde die Umstellung der DIN 18 300 beschlossen. Die neue DIN heißt jetzt DIN 18 300:2015-08, bei der die Böden nach Homogenbereichen eingeteilt werden. Hierbei werden die „alten“ Charakteristika wie Lösen, Laden und Fördern mit den „neuen“ Charakteristika des Behandeln, Einbauens und Verdichtens vereint. In Tabelle 1 werden die Homogenbereiche dargestellt.

Bodenart	Bodenklassen nach DIN 18 300 (alt)	Homogenbereiche für Erdarbeiten nach DIN 18 300:2015-08 (neu)
Oberboden	Oberboden, Klasse 1	A
Schluff , kiesig bis stark kiesig, sandig, tonig, lok. org. Beimengungen	Mittelschwer lösbarer Boden, Klasse 4	B
Kies , sandig, sehr schwach bis schwach schluffig, lokal stark schluffig	Leicht bis mittelschwer lösbarer Boden, Klasse 3-4	C
Dito - mit höchstens 30 Gew.-% Steine von > 63 mm bis 0,01 m ³ Rauminhalt (Kugel von ca. 0,3 Ø)	Mittelschwer lösbarer Boden, Klasse 4	C
Dito - mit mehr als 30 Gew.-% Steine von > 63 mm bis 0,01 m ³ Rauminhalt (Kugel von ca. 0,3 Ø)	Schwer lösbarer Boden, Klasse 5	C

Tab 1. Bodenklassen nach DIN 18 300, Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08

Homogenbereich A: 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.

Falls der Oberboden nicht verwendet werden kann, sollte er als Haufwerk aufgehaldet und nach einer entsprechenden Analytik einer geordneten Verwertung zugeführt werden. In Ausschreibungen zu Erdarbeiten sollten, auf der sicheren Seite liegend, neben den Zuordnungsklassen Z 0 auch die Zuordnungsklassen Z 1.1, Z 1.2 sowie Z 2 nach LVGBT (Leitfaden zur Verfüllung in Gruben, Brüchen und Tagebauen) mit 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.

Homogenbereich B: Schluff muss aufgrund der überwiegend weichen Konsistenz und mangelnden geotechnischen Verwendungsmöglichkeiten entsorgt werden, da der Einsatz im qualifizierten Erdbau nicht möglich ist.

Homogenbereich C: Der Kies liegt entsprechend seiner Genese in gebänderter Lagerung vor, wobei sich die Kornzusammensetzung horizontal abwechselt. Die Lösbarkeit ist entsprechend Bodenklasse 3 als leicht lösbarer bis Bodenklasse 5 als schwer lösbarer Boden zu beurteilen. Erfahrungsgemäß ist in den Bachschuttablagerungen des Gießenbachtals mit einem Steinanteil von ca. 20–40 % zu rechnen. Insgesamt sind die angetroffenen Kiessande aus geotechnischer Sicht zum Wiedereinbau geeignet, wenn der bindige Anteil (Schluff und Ton) bei ≤ 5 Gew.-% liegt, also Frostschutzkiesqualität besitzt. Der wiedereinzubauende Kies sollte vor Witterung geschützt (abgedeckt mit einer Folie) gelagert werden.

2.5 Bodenkennwerte

Für anstehenden Böden dürfen die mittleren Bodenkennwerte der Tab. 2 abgeschätzt werden:

Bodenkennwerte	Schluff , kiesig bis stark kiesig, sandig, tonig, lok. org. Beimengungen weich- bis steifkonsistent	Kies , sandig, sehr schwach bis schwach schluffig, lokal stark schluffig mitteldicht bis sehr dicht gelagert
Wichte kN/m ³	19	21-22
Reibungswinkel Grad	22,5	37,5-40,0
Kohäsion c' kN/m ²	5	0
Steifezahl Es (Erstbel.) MN/m ²	4-10	80-120
Homogenbereich	B	C
Bodengruppe	UL, TL, GU ₋	GW, GU, GU ₋
Frostempfindlichkeit	F3	F1-F3

Tab 2. Bodenkennwerte

3 Gründungsempfehlungen

Aus den vorliegenden Untersuchungsergebnissen kann die folgende Bestandssituation abgeleitet werden:

- Im betreffenden Gebiet steht tiefreichend Kies an. Bei den Bohrungen wurde Kies mitteldichter bis sehr dichter Lagerung angetroffen.
- Es können Sand- und Schlufflagen zwischengeschaltet sein, die ausgetauscht oder überbrückt werden müssen. Lokal (DPH 1) reichen diese bis 4,6 m Tiefe.
- Der Kies stellt einen gut tragfähigen und wenig setzungsempfindlichen Bau- und Untergrund für die geplanten Bauwerke dar.
- Die Gründungssohle liegt weit über dem angetroffenen Grundwasserstand.
- Bei den vorliegenden Verhältnissen können die Gebäude auf Streifen- bzw. Einzelfundamenten oder auf einer elastisch gebetteten Bodenplatte gegründet werden. Je nach Gründungstiefe und Untergrund kann auch eine Tiefgründung in Frage kommen.

Gemäß DIN 1998-1/NA:2011-01 liegt das Projektgebiet innerhalb der **Erdbebenzone 1**.

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 vorübergehenden Situationen BS-T (Transient Situations) und BS-P (Persistent 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.

3.1 Baugrube

Bei einfach unterkellerten Gebäuden wird die Baugrube ca. 3,5 m tief und kann frei abgeböschet werden. Der Böschungswinkel sollte in den Schluffen und Kiesen bei 45° belassen werden. Zur Erstellung der Baugrube sind DIN 4124 und 4123 zu beachten. Auf ausreichende Mindestabstand von 2 m bei der Lasteinleitung im Bereich der Böschungen (Lagerplatz, Betonmischer, Kranstellplatz) ist zu achten. Ist aus Platzgründen keine Böschung möglich, könnte zur Baugrubensicherung ein Bohlträgerverbau (Berliner Verbau) erfolgen.

3.2 Gründung mit Unterkellerung

Bei einer Gründung mit Unterkellerung sollte der gründungsfähige Kies angetroffen werden. Sollten weiche Bereiche (kiesiger Schluff) anstehen, so sind diese zu entfernen und mit einem sandigen Kies der Bodengruppe GW zu ersetzen. Das Aushubplanum ist gut nachzuverdichten. Wir empfehlen auf dem Baufeld leichte Rammsondierungen oder Baggerschürfe, um sicherzugehen, dass keine schluffigen Einlagerungen unter dem Gründungsplanum vorhanden sind. Die Schürfe müssen nach der Herstellung wieder optimal verdichtet werden. Hier eignet sich am besten ein Baggeranbau rüttler. Auf Gründungssohle ist eine Proctordichte $D_{Pr} > 100\%$ nachzuweisen (z.B. $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$). Bei dem dynamischen Plattendruckversuch sollte ein $E_{vD} \geq 50 \text{ MN/m}^2$ erreicht werden.

Für die Bemessungswerte des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ können folgende Werte angenommen werden:

Fundament-einbin- detiefe	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands kN/m ²					
	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. 3: Bemessungswerte

Für Einzelfundamente mit Seitenabmessungen $a/b < 2$ können die Werte der Tab. 3 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.

- Bodenplatte

Bei der Gründung auf einer elastisch gebetteten Bodenplatte können die mittleren flächigen Bemessungswerte des Sohldruckwiderstands mit $\sigma_{R,d} \leq 200 \text{ kN/m}^2$ und in den randlichen Spitzen mit $\sigma_{R,d} \leq 250 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden.

Für die Bemessung der Bodenplatte nach dem Bettungsmodulverfahren kann die Bettungszahl mit $k_s \approx 35 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden.

- Setzungen

Die Setzungen werden wesentlich von der Beschaffenheit des unter der Gründungssohle anstehenden Bodens sowie der Qualität der Erdarbeiten abhängen. Es muss mit lastabhängigen Setzungsbeträgen von $s \sim 1,0\text{-}1,5 \text{ cm}$ gerechnet werden.

3.3 Gründung ohne Unterkellerung

Bei einer Gründung ohne Unterkellerung kommen zwei Varianten in Frage:

- Bodenaustausch
- Tiefgründung (z.B. Brunnengründung oder duktile Rammpfähle)

3.3.1 Bodenaustausch

Bei einer Gründung auf einem Bodenaustausch müsste der weich- bis steifkonsistente Schluff komplett durchfahren werden. In den meisten Bereichen wurde der Kies nach maximal 1,8 m Tiefe angetroffen. Die Bemessungswerte können beim Bodenaustausch wie in Kap. 3.2 angenommen werden.

Wenn der bindige Boden verbleiben soll, müssten Setzungsberechnungen durchgeführt werden, um festzustellen wie mächtig der Bodenaustausch bei dem Anforderungsprofil (Lasten) mindestens sein muss.

3.3.2 Tiefgründung

Bei den vorliegenden Gegebenheiten wäre, besonders im Bereich der Rammsondierung DPH 1, eine Tiefgründung eine geeignete Gründungsvariante. In Frage käme beispielsweise eine Brunnen- oder eine duktile Rammpfahlgründung.

- Brunnengründung

Bei einer Gründung auf Brunnenringen ist zunächst der Aushub bis auf das jeweilige Niveau der UK Bodenplatte zu führen. Die Gründung kann dann mit Brunnenringen in den dicht gelagerten Kiesen erfolgen. Dazu ist der Aushub im Schutz des Brunnenrings mit einem Mehrschalengreifer bis zu einer lastabhängigen statisch zu bestimmenden Mindesteinbindetiefe von voraussichtlich 0,3 m auszuführen. Der Brunnenring muss dabei fortlaufend mit dem Aushub abgesenkt werden, um den Nachfall zu verhindern und eine kraftschlüssige Einbindung zu ermöglichen. Anschließend sollte der Brunnenring mit Magerbeton verfüllt werden.

Bei Brunnendurchmesser DN 1500 kann ein mittlerer flächige Sohldruckwiderstand von $\sigma_{R,d} \leq 450 \text{ kN/m}^2$ im dicht gelagerten Kies abgetragen werden.

- Rammpfahlgründung

Bei der Rammpfahlgründung werden mit einem Bagger und Anbauhammer Eisenrohre in den Boden geschlagen, bis kein Weiterkommen mehr möglich ist.

Die Druckbelastung von Rammpfählen hängt bei der Vielzahl der möglichen Pfahlarten (Stahlbeton, Stahlrohr, duktile Gussrohre) maßgeblich vom verwendeten Pfahl und von der Einbindung in den tragfähigen Untergrund ab. Fertigpfahlrammsysteme aus duktilem Gusseisen kommen entweder verpresst oder unverpresst mit Durchmessern von 118 bis 170 mm zum Einsatz. Üblicherweise werden die vorgefertigten Elemente in 2–4 Meter Segmenten geliefert und können auf der Baustelle je nach erforderlicher Rammtiefe zusammengesetzt werden. Durch das Zusammenspiel von stumpfen Pfahlschuh und Betonverpressung kann ein Aufstandspfahl, der den Untergrund konsolidiert und den Spitzendruck optimal verstärkt entstehen. Die Verbindung zum Gebäudefundament geschieht über eine Lastaufnahmeplatte.

Als Bruchwert q_{sk} der Pfahlmantelreibung kann bei den dichten Kiesen mit **280 kN/m²** kalkuliert werden. Dieses Verfahren bietet sich gut an, da der gründungsfähige Horizont mittels duktilen Rammpfählen gut verfolgt werden kann.

3.4 Weitere bautechnische Hinweise

- Verfüllung des Arbeitsraums

Zur Verfüllung des Arbeitsraums ist ein gut wasserdurchlässiges, gemischtkörniges Material (Bodengruppe GW) zu verwenden und lagenweise ($d = 30 \text{ cm}$) sorgfältig und fachgerecht einzubauen. Es sollte eine optimale Verdichtung erreicht werden. Als Nachweis der fachgerechten Verdichtung ist ein Verformungsmodul E_{v2} von $\geq 100 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen (bei dynamischen Plattendruckversuchen E_{vD} von $\geq 50 \text{ MN/m}^2$). Der Arbeitsraum kann auch mittels Rammsondierungen überprüft werden ($N_{10} \geq 15$ bei der schweren Rammsonde).

- Kranstandplatz

Die Gründung kann je nach Untergrund auf einem intensiv nachverdichteten Kiesplanum oder auf Brunnenringen bzw. duktilen Rammpfählen erfolgen. Zur Sicherheit sollten leichte Rammsondierungen ausgeführt werden, damit nicht ein Fuß auf einem weichen Lehm steht und der andere auf dichtem Kies.

- 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.
- Falls 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 Straßenaufbau nach Straßenbaurichtlinien

Der Straßenaufbau sollte aus einem frostsicheren Straßenoberbau bestehen, der auf einem ausreichend tragfähigen Straßenplanum aufgebaut werden sollte. Für den Straßenbau sind die Vorgaben und Richtlinien u.a. der RStO 12 und der ZTV E-StB 09 maßgeblich. Als Randbedingungen für die Herstellung des frostsicheren Straßenoberbaus auf einem F1-, F2- oder F3-Untergrund sind hier anzusetzen:

- Die im Niveau des Erdplanums anstehenden, bindigen Böden sind sehr frostempfindliche Böden der Klasse F3 gemäß ZTV E-StB 09.
- Als vorläufige Belastungsklasse nach RStO 12 wird ein Bk1,8 bis Bk100 (Gewerbestraße) angenommen.

Nach Empfehlung der RStO 12 beträgt in der Bk1,8 der Ausgangswert des frostsicheren Straßenoberbaus 60 cm bei F3-Untergrund. Bk100 muss bei der Planung der Ausgangswert des frostsicheren Straßenoberbaus mit 65 cm eingerechnet werden. Aufgrund der Lage der Baustelle in der Frosteinwirkungszone III ist eine Mehrdicke von 15 cm gemäß Tab. 7 RStO 12 zu berücksichtigen, so dass der frostsichere Straßenoberbau

- in der **Bk 1,8** mit **d ≥ 75 cm** bzw.
- in der **Bk 100** mit **d ≥ 80 cm** zu kalkulieren ist.

Die zutreffende Belastungsklasse sowie ggf. weitere Mehr- oder Minderdicken z.B. gemäß Tab. 7 RStO 12 sind vom Straßenplaner aufgrund der spezifischen örtlichen Verhältnisse festzulegen und entsprechend zu berücksichtigen.

4.1 Verdichtung des Straßenplanums und der Kiestragschicht

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 Straßenbaurichtlinien folgende Verdichtungskriterien angesetzt:

- auf dem Erdplanum $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$
- auf OK Frostschutzschicht in der Belastungsklasse Bk 1,8-100 $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$
- auf OK Schotter-/Kiestragschicht in der Belastungsklasse Bk 1,8-100 $E_{v2} \geq 150 \text{ MN/m}^2$

4.2 Fazit Straßenaufbau

Die in den Bohrungen BS 5 und BS 6 (öffentliche Verkehrsfläche) angetroffenen, bindigen Böden sind, aufgrund des hohen Feinkornanteils, nicht für einen frostsicheren Straßenoberbau geeignet. Der aufgefüllte Kies und Schluff muss komplett bis - 1,05 m (- 0,75 m + 0,3 m) bei Bk 1,8 bzw. - 1,10 m (- 0,80 m + 0,3 m) bei Bk 100 ausgehoben werden. Aufgrund des angetroffenen, weichkonsistenten Schluffs im Planum, ist der zusätzliche Bodenaustausch von 30 cm notwendig, damit im Planum überhaupt ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erreicht wird. Der Gesamtaufbau würde damit in diesen Bereichen 1,05 m (Bk 1,8) bzw. 1,10 m (Bk 100) betragen. Um zu kontrollieren, ob im verbesserten Planum eine ausreichende Verdichtung erreicht werden kann, wäre ein Prüffeld angebracht.

Sollte auf OK Planum bereits der anstehende Kies angetroffen werden, ist bei ausreichender Verdichtung kein weiterer Bodenaustausch notwendig.

Zudem muss im Planum ein hochzugfestes Kombigitter (Geogitter mit Vlies > 250 g/m², GRK 5; z.B. Duogrid von Huesker oder Combigridd von Naue) verlegt werden, welches eine zusätzliche Stabilität liefert, ein Eindringen der Kiessande in den weichen Untergrund vermeidet. Das Geogitter hat gegenüber dem Vlies eine höhere Durchstanzfestigkeit und erhöht die Flächenstabilität damit deutlich besser als ein Vlies. Die Bahnen sollten im Planum ausgelegt und jeweils 50 cm überlappt werden. Falls es doch noch zur Verlegung tiefer liegender Leitungen kommen wird, sollte anstatt des Geogitters mit Schroppen (kantige Steine mit Körnung ca. 60/250) gearbeitet werden, die nur mit der Baggerschaufel eingedrückt werden sollten, bis kein Eindringen mehr möglich ist.

Es ist zu beachten, dass der leichtplastische, schluffige Boden stark wasserempfindlich ist und bei Vernässung aufweicht und „matschig“ wird. Erdplanien sind mit Gefälle zur Entwässerung anzulegen. Die Bauarbeiten sind abschnittsweise und nur bei günstiger Witterung auszuführen.

Auf dem Geogitter oder den Schroppen ist gut verdichtbarer Kies (Bodengruppe GW) bis in die Ebene UK frostsicherer Oberbau einzubauen. Die unterste Lage sollte, je nach Untergrund, nur statisch mit einer Walze, die nächsten Lagen am besten mit einer Rüttelplatte verdichtet werden. Die schlagende Verdichtung einer Rüttelplatte ist hier günstiger als die Schub erzeugende Wirkung einer Rüttelwalze.

Zuoberst ist ein frostsicherer Oberbau nach Straßenbaukriterien herzustellen.

5 Versickerung von Niederschlagswasser

Der Wasserdurchlässigkeitswert (k_f -Wert) des Kieses liegt nach Berechnungen aus der Siebanalyse nach DIN 18 123 bei $k_f = 6,7 \times 10^{-4}$ m/s (Anlage 5.1). Die beiden anderen Siebungen (Anlage 5.2-3) sind zu wasserdurchlässig und zeigen keine Reinigungswirkung mehr. Falls so ein gut durchlässiger, feinkornarmer Kies angetroffen wird, sollte dieser mit etwa 20 % vermengt werden und anschließend sollte eine Siebung durchgeführt werden. Für den Kies der Siebung Anlage 5.1 kann mit dem Reduzierungsfaktor von 0,2 ein Rechenwert von $k_f = 1,3 \times 10^{-4}$ m/s angesetzt werden. Die Gesamtfläche der an eine Versickerungseinrichtung angeschlossenen Dachfläche ist durch einen TGA-Planer zu bestimmen. Für die überschlägige Berechnung möglicher Varianten wurde eine oberirdisch versiegelte Fläche von 500 m² angenommen (Anlage 7).

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 hier alle Versickerungssysteme. Beispielhaft wurde eine Rohrrigolen- und eine Muldenversickerung berechnet.

Bei der Rohrrigolenversickerung (Anlage 7.1) wird das Niederschlagswasser über einen kiesgefüllten Graben geleitet und dort zwischengespeichert und zeitlich verzögert versickert. Vlies und Abstand sind - wie oben beschrieben - zu handhaben. Wollte man das anfallende Wasser einer 500 m² großen Fläche mittels Rohrrigole versickern, wäre die Rigole ca. 11,5 m lang, 2,0 m breit und 2,5 m tief (bei einem Einlauf in 1,0 m Tiefe).

Ferner könnte auch über eine Mulde versickert werden (Anlage 7.2). Für eine 500 m² große angeschlossenen Fläche wird ein Flächenbedarf von 50 m² benötigt. Die oberen 20 cm der

Mulde sollten mit einem Muldensubstrat (stark sandiger Oberboden) ausgekleidet werden. In der Mulde, die geometrisch variabel ist, sollte sich das Wasser nicht höher als 30 cm einstauen. Für Planung, Bau und Betrieb der Versickerungsanlagen sind die Merkblätter DWA-A 138 und M-153 heranzuziehen. Bei den Versickerungseinrichtungen sind sämtliche bindigen Böden aus der Sohle und im Versickerungskegel zu entfernen.

6 Zusammenfassung

Auf dem Grundstück südlich der Ettaler Straße in Oberau ist eine neue gewerbliche Baufläche geplant. Wir wurden durch die Gemeinde Oberau mit der Erstellung eines ingenieurgeologischen Baugrundgutachtens für mögliche Neubauten sowie die öffentliche Verkehrsfläche beauftragt. Gemäß den eingemessenen Untersuchungspunkten hat das Gelände eine Höhenlage von ca. 678,2 mNN im Südosten bis 683,9 mNN im Nordwesten (Differenz 5,7 m).

- *Untergrundverhältnisse*

Unter einer geringmächtigen Oberbodenschicht wurde bis zur maximalen Bohrendtiefe von 7,0 m ein schluffiger Kies angetroffen. Teilweise wird der Kies von einem kiesigen Schluff durchsetzt bzw. überlagert. Lokal (DPH 1) reichen die Lehme bis 4,6 m Tiefe.

- *Grundwasser*

Grund- bzw. Schichtwasser wurde in den Bohrungen nicht angetroffen. In einer direkt südlich gelegenen Grundwassermessstelle wurde am 16.05.2017 ein Wasserspiegel bei 653,53 mNN eingemessen. Anhand Erfahrungswerten aus der Umgebung muss mit starken Grundwasserschwankungen und einem maximalen Grundwasserstand von etwa 660,0 mNN gerechnet werden. Das Grundwasser liegt jedoch immer noch ca. 20 m unter OK Gelände und ist für das Bauvorhaben somit nicht relevant.

- *Baugrube*

Bei einfach unterkellerten Gebäuden wird die Baugrube ca. 3,5 m tief und kann frei abgeböschet werden. Der Böschungswinkel sollte in den Schluffen und Kiesen bei 45° belassen werden. Auf ausreichende Mindestabstand von 2 m bei der Lasteinleitung im Bereich der Böschungen ist zu achten. Ist aus Platzgründen keine Böschung möglich, könnte zur Baugrubensicherung ein Bohlträgerverbau (Berliner Verbau) erfolgen.

- Gründungsempfehlungen

Bei den vorliegenden Verhältnissen können die Gebäude auf Streifen- bzw. Einzelfundamenten oder auf einer elastisch gebetteten Bodenplatte gegründet werden. Je nach Gründungstiefe und Untergrund kann auch eine Tiefgründung in Frage kommen.

- Versickerung

Als Versickerungsmöglichkeiten kommen hier alle Systeme in Frage. Als Rechenwert sollte ein kf-Wert von $1,3 \times 10^{-4}$ m/s verwendet werden.

Für weitere Fragen stehen wir gern zur Verfügung.

Starnberg, den 21.10.2017

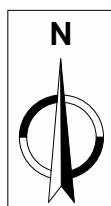


N. Kampik, Dipl.-Geol. BDG

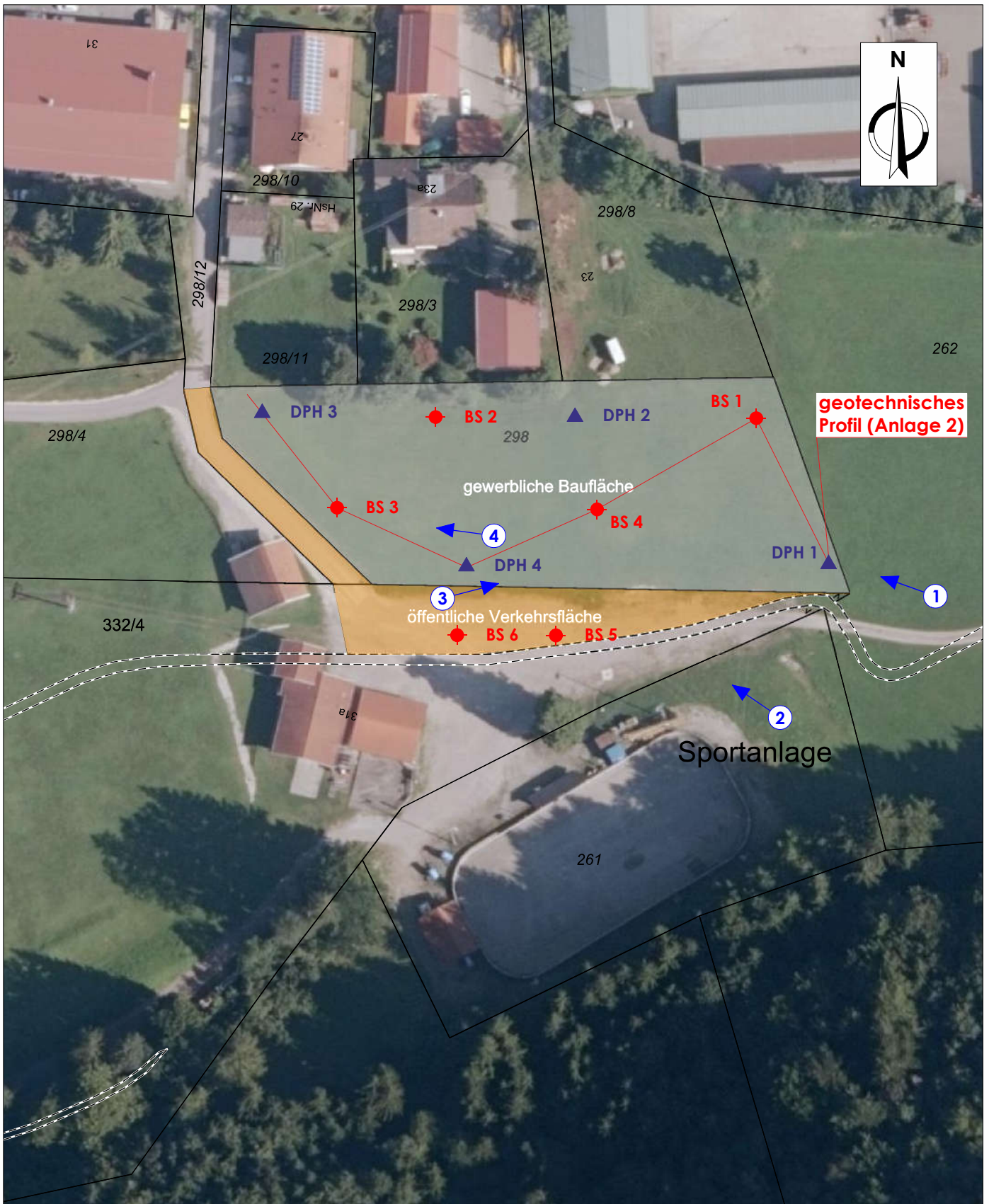
GHB Consult GmbH



Bauvorhaben



Auftraggeber:	Gemeinde Oberau Schmiedeweg 10 82496 Oberau	
Projekt:	BV Bebauungsplan „Südlich der Alten Ettaler Straße“ Fl.-Nr. 298, 298/12 + 332/4, Gemarkung Oberau 82496 Oberau	
Planbezeichnung:	Übersichtslageplan	
Projektnummer:	170417	Maßstab: unmaßstäblich
GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 Fax: 08151 / 656 88 99	GEO HYDRO BAU CONSULT	Bearbeiter: N. Kampik
		Zeichner: T. Brandhoff
		Datum: 19.06.2017
		Anlage: 1.1



Legende:

- **BS 1-6** Sondierbohrungen
- ▲ **DPH 1-4** Rammsondierungen
- ① → Foto-Nr. mit Blickrichtung
- Linienverlauf des geotechnischen Profils

Maßstab 1 : 1.000

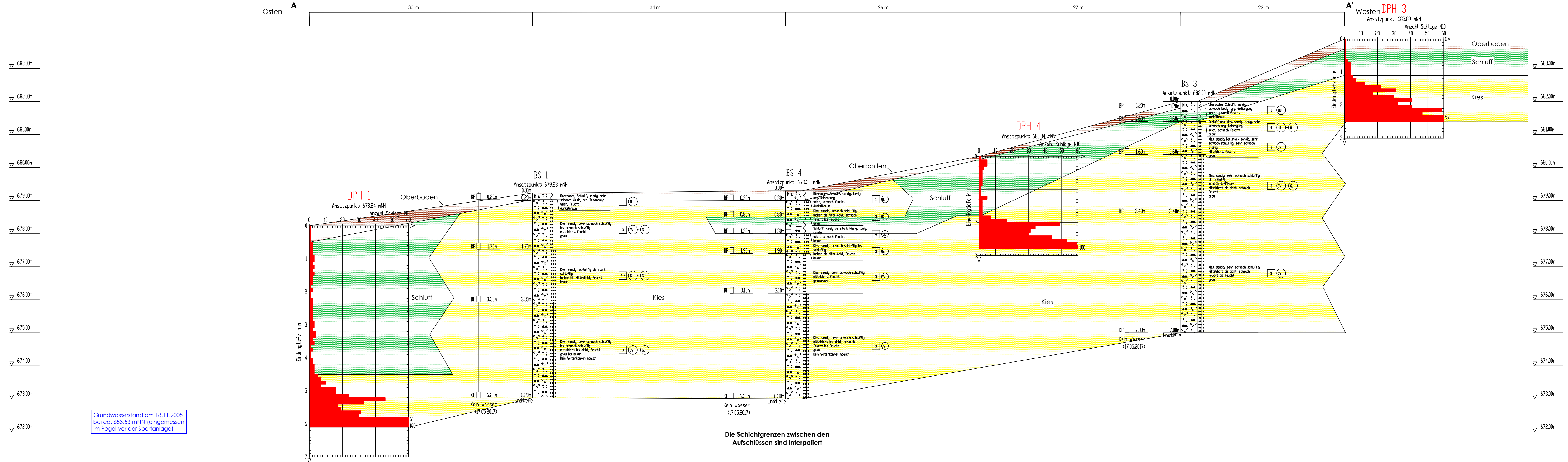


Auftraggeber:	Gemeinde Oberau Schmiedeweg 10 82496 Oberau
Projekt:	BV Bebauungsplan „Südlich der Alten Ettaler Straße“ Fl.-Nr. 298, 298/12 + 332/4, Gemarkung Oberau 82496 Oberau

Planbezeichnung:	Lageplan mit Untersuchungspunkten
------------------	-----------------------------------

Projektnummer:	170417	Maßstab:	ca. 1:1.000
----------------	--------	----------	-------------

GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 Fax: 08151 / 656 88 99	GEO HYDRO BAU CONSULT	Bearbeiter:	N. Kampik
		Zeichner:	T. Brandhoff
		Datum:	19.06.2017
		Anlage:	1.2



Grundwasserstand am 18.11.2005 bei ca. 653,53 mNN (eingemessen im Pegel vor der Sportanlage)

Die Schichtgrenzen zwischen den Aufschlüssen sind interpoliert

Zeichenerklärung nach DIN 4023

Untersuchungsstellen: Bodengruppen / -klassen, z.B.:

	Sch Baggerstich		Bodengruppen nach DIN 18 196
	B Bohrung		Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300
	BS Sondierbohrung		
	DPL		
	DPM Rammsondierung		
	DPH		
	GWM Grundwassermeßstelle		

Probenahme und Grundwasser: Bodenbeschaffenheit:

	Bodenprobe (GP=Glaspr., BP=Becherpr., KP=Kübelpr.)		nas
	Sonderprobe		breilig
	Grundwasser angebohrt		weich
	Grundwasser nach Bohrende		steif
	Ruhewasserspiegel		halbfest
			fest
			kluftig

Rammsondierungen nach DIN EN ISO 22476-2

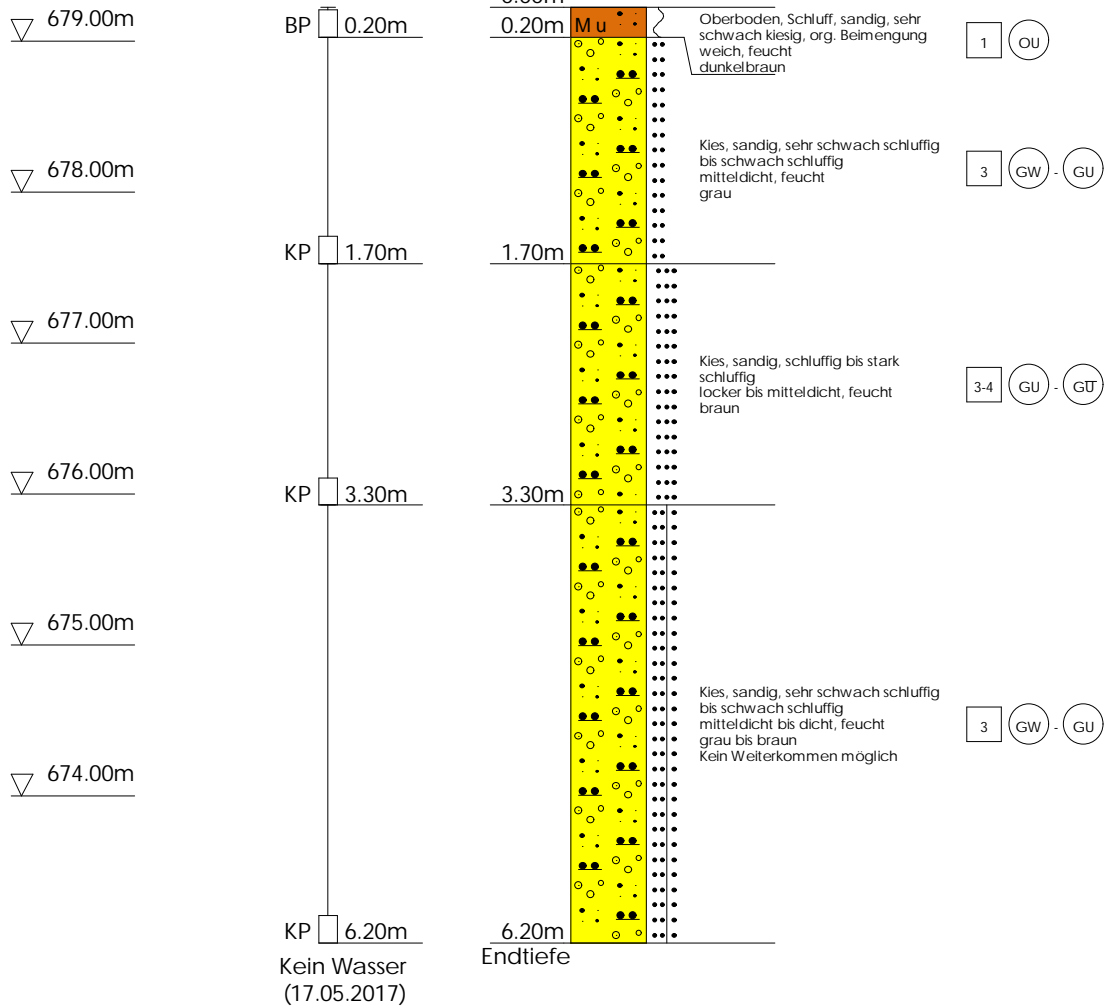
	DPL	DPM	DPH
Spitzendurchmesser	3,5 cm	3,5 cm	4,4 cm
Spitzenquerschnitt	10,0 cm²	10,0 cm²	15,0 cm²
Gestängerdurchmesser	2,2 cm	3,2 cm	3,2 cm
Rammbürgewicht	10,0 kg	30,0 kg	50,0 kg
Fallhöhe	50,0 cm	50,0 cm	50,0 cm

Index	Änderung	Bearbeiter	Geprüft	Datum
Auftraggeber:	Gemeinde Oberau			
	Schmiedeweg 10			
	82496 Oberau			
Projekt:	BV Bebauungsplan „Südlich der Alten Ettaler Straße“			
	Fl.-Nr. 298, 298/12 + 332/4, Gemarkung Oberau			
	82496 Oberau			
Planbezeichnung:	Geotechnisches Baugrundprofil A-A'			
Projektnummer:	170417	Maßstab:	Höhe: 1:50	
			Länge: unmaßstäblich	
GHB Consult GmbH	GEO HYDRO BAU CONSULT	Bearbeiter:	N. Kampik	
Dipl.-Geol. N. Kampik		Zeichner:	T. Brandhoff	
Moosstraße 7		Datum:	19.06.2017	
82319 Starnberg		Anlage:	2	
Tel.: 08151 / 656 88-0				
Fax: 08151 / 656 88-99				

GHB Consult GmbH	Projekt : Gem. Oberau, Bebauungsplan "Südlich der Alten Ettaler
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 170417 Straße / Ried" in Oberau
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.1
Tel: 08151/ 656 88 - 0, Fax: - 99	Maßstab : 1: 50
Bohrprofil DIN 4023 DIN 4023	

BS 1

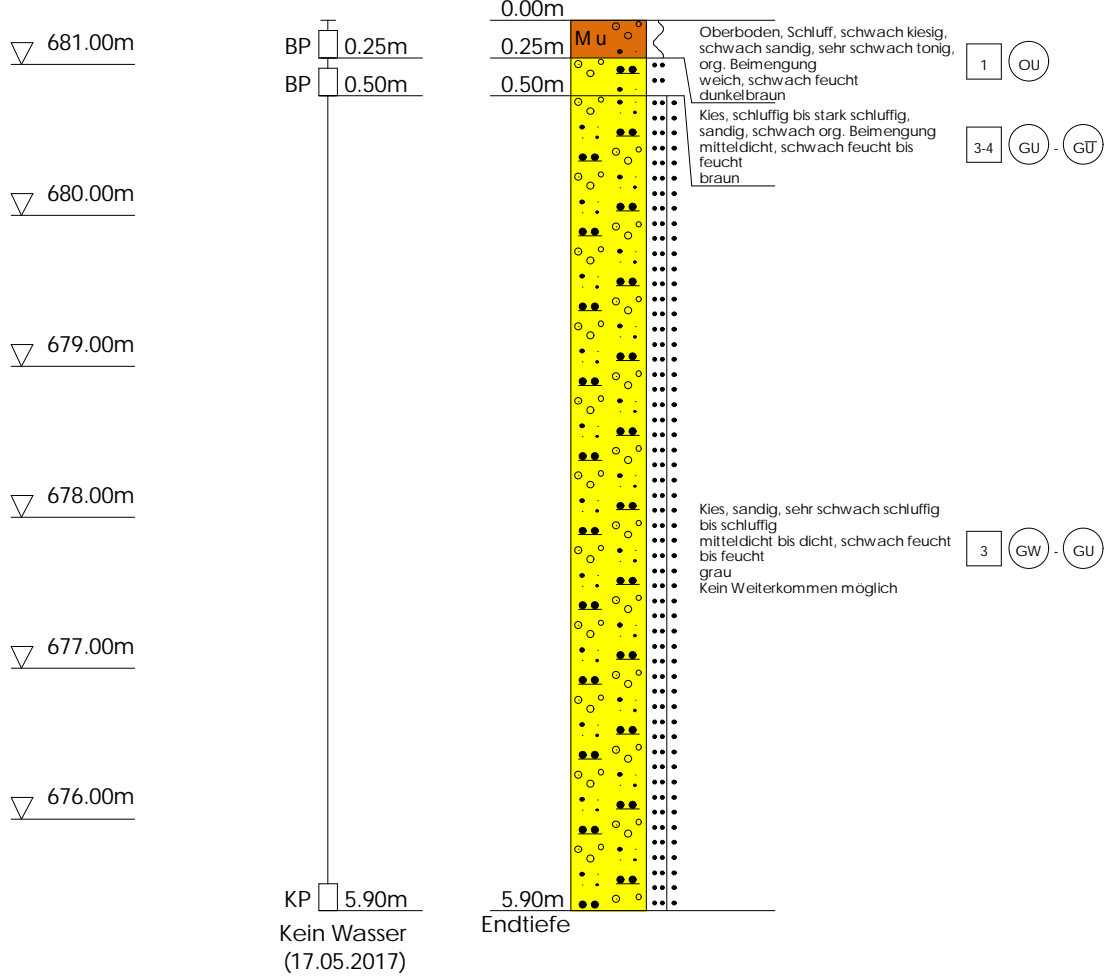
Ansatzpunkt: 679.23 mNN



GHB Consult GmbH	Projekt : Gem. Oberau, Bebauungsplan "Südlich der Alten Ettaler
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 170417 Straße / Ried" in Oberau
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.2
Tel: 08151/ 656 88 - 0, Fax: - 99	Maßstab : 1: 50
Bohrprofil DIN 4023 DIN 4023	

BS 2

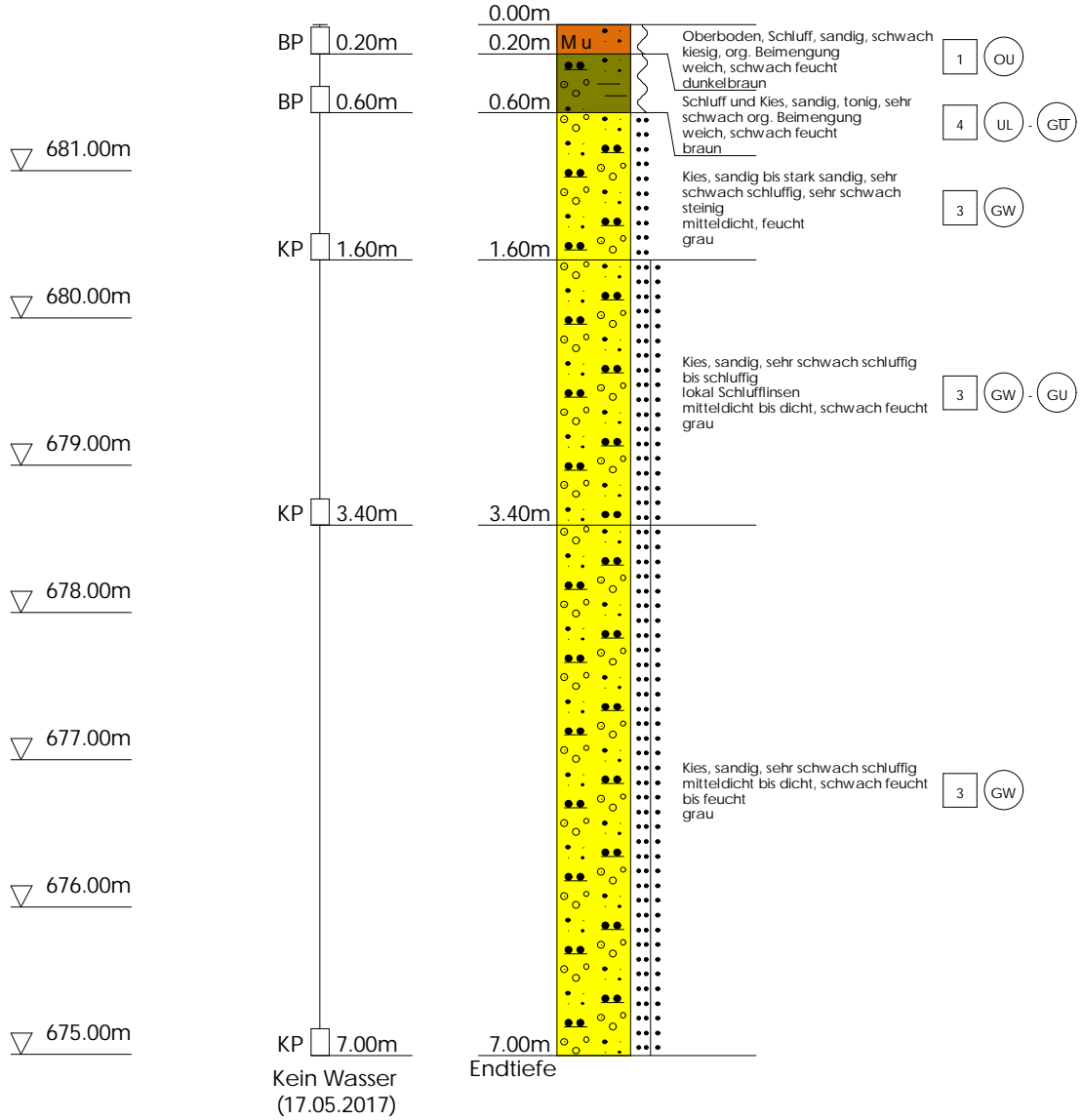
Ansatzpunkt: 681.30 mNN



GHB Consult GmbH	Projekt : Gem. Oberau, Bebauungsplan "Südlich der Alten Ettaler
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 170417 Straße / Ried" in Oberau
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.3
Tel: 08151/ 656 88 - 0, Fax: - 99	Maßstab : 1: 50
Bohrprofil DIN 4023 DIN 4023	

BS 3

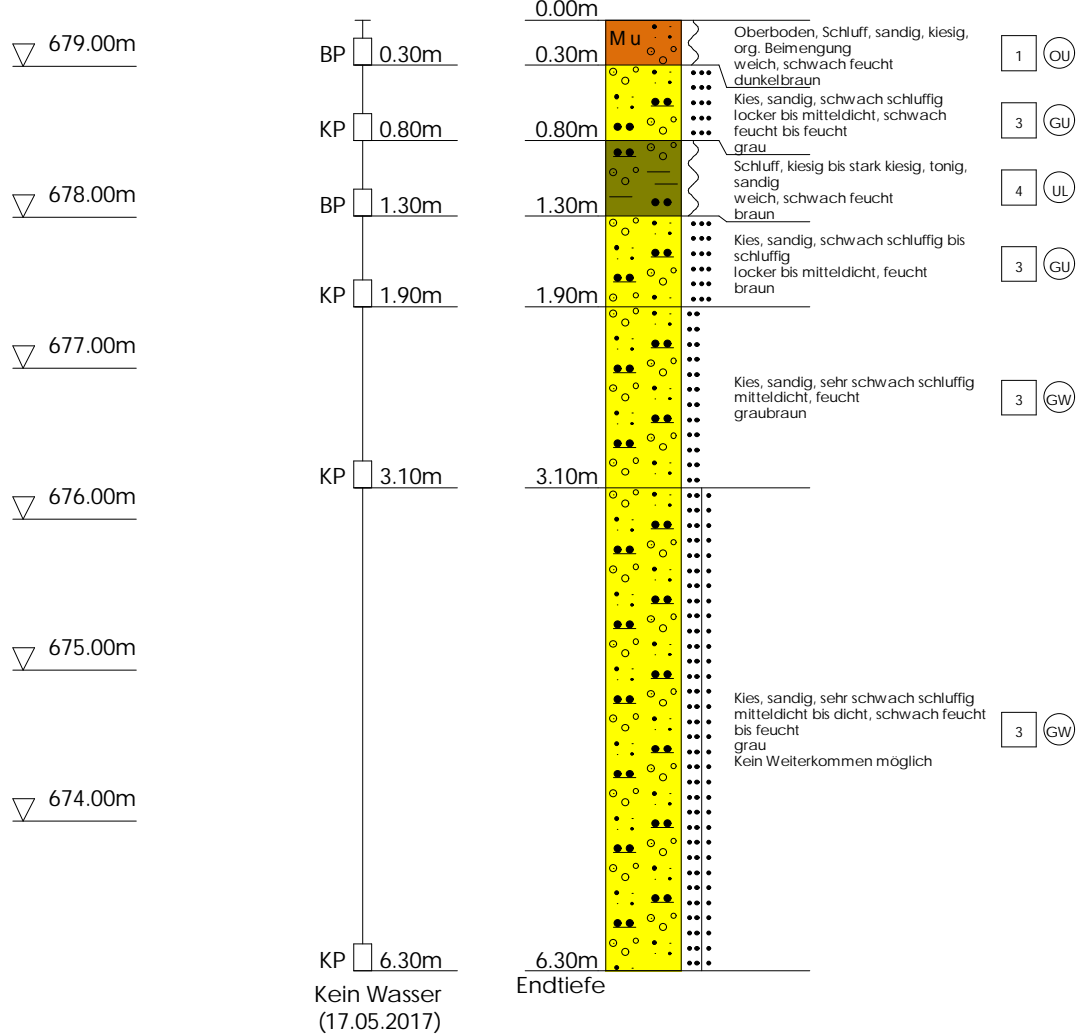
Ansatzpunkt: 682.00 mNN



GHB Consult GmbH	Projekt : Gem. Oberau, Bebauungsplan "Südlich der Alten Ettaler
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 170417 Straße / Ried" in Oberau
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.4
Tel: 08151/ 656 88 - 0, Fax: - 99	Maßstab : 1: 50
Bohrprofil DIN 4023 DIN 4023	

BS 4

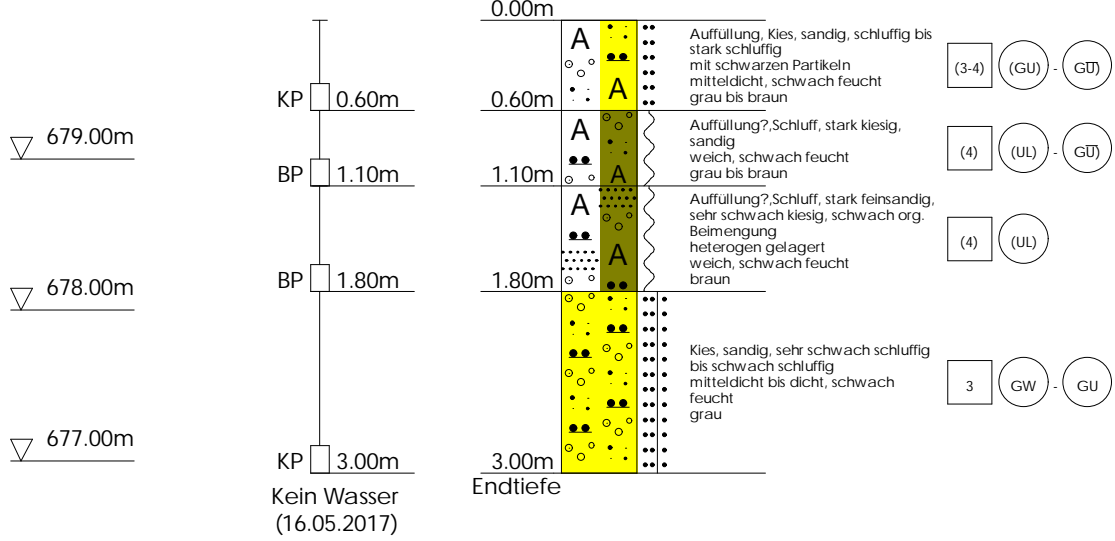
Ansatzpunkt: 679.30 mNN



GHB Consult GmbH	Projekt : Gem. Oberau, Bebauungsplan "Südlich der Alten Ettaler
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 170417 Straße / Ried" in Oberau
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.5
Tel: 08151/ 656 88 - 0, Fax: - 99	Maßstab : 1: 50
Bohrprofil DIN 4023 DIN 4023	

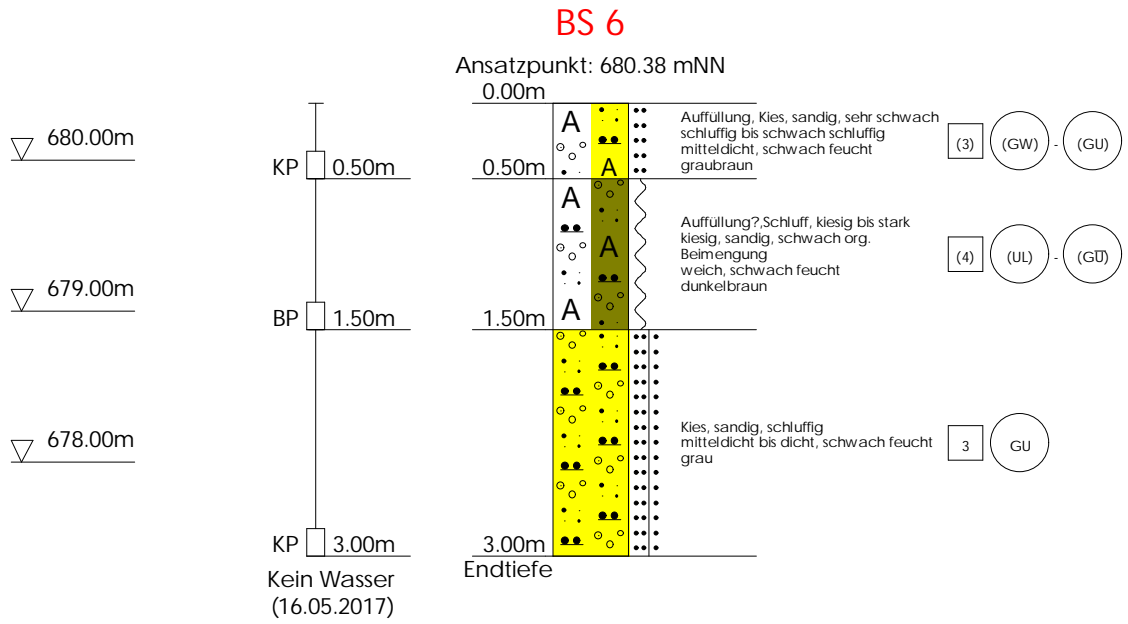
BS 5

Ansatzpunkt: 679.92 mNN



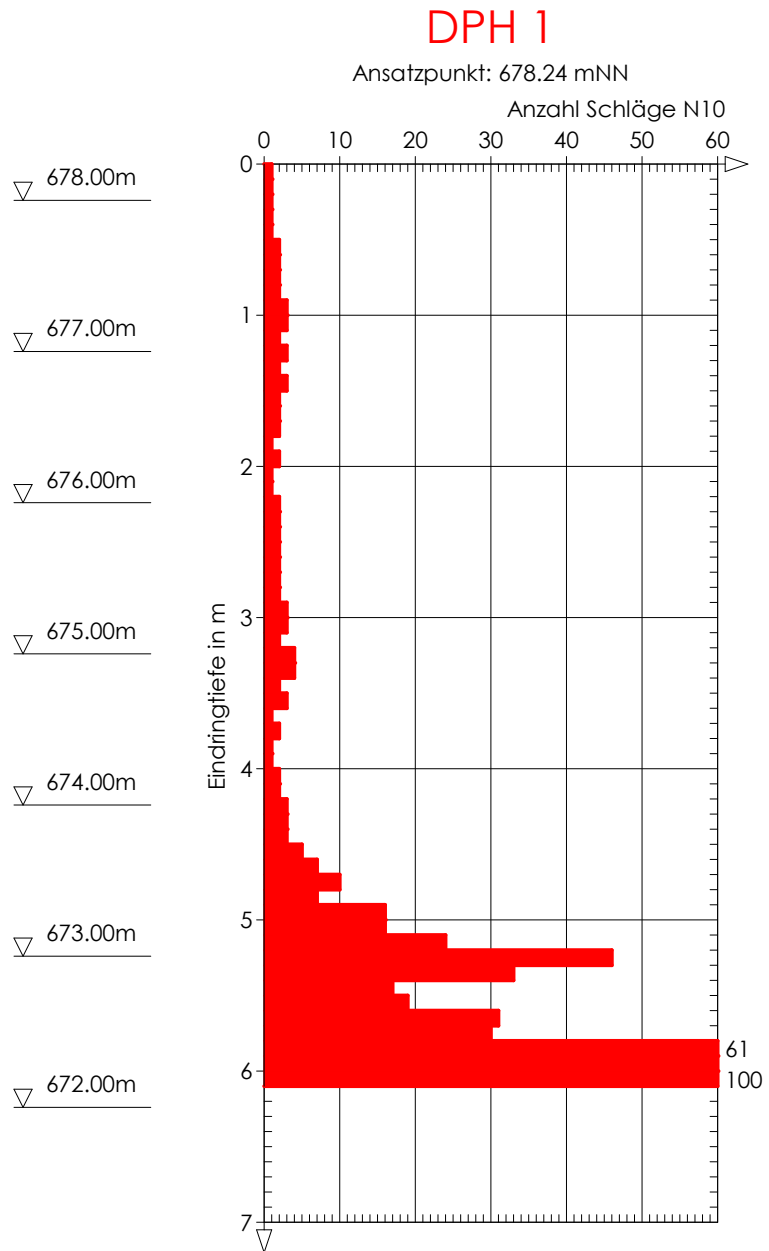
GHB Consult GmbH	Projekt : Gem. Oberau, Bebauungsplan "Südlich der Alten Ettaler
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 170417 Straße / Ried" in Oberau
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.6
Tel: 08151/ 656 88 - 0, Fax: - 99	Maßstab : 1: 50

Bohrprofil DIN 4023
DIN 4023



GHB Consult GmbH	Projekt : Gem. Oberau, Bebauungsplan "Südlich der Alten Ettaler
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr.: 170417 Straße / Ried" in Oberau
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 4.1
Tel: 08151 / 656 88 - 0, Fax: - 99	Datum: 16.05.2017
Rammsondierung EN ISO 22476-2 EN ISO 22476-2	Maßstab : 1: 50

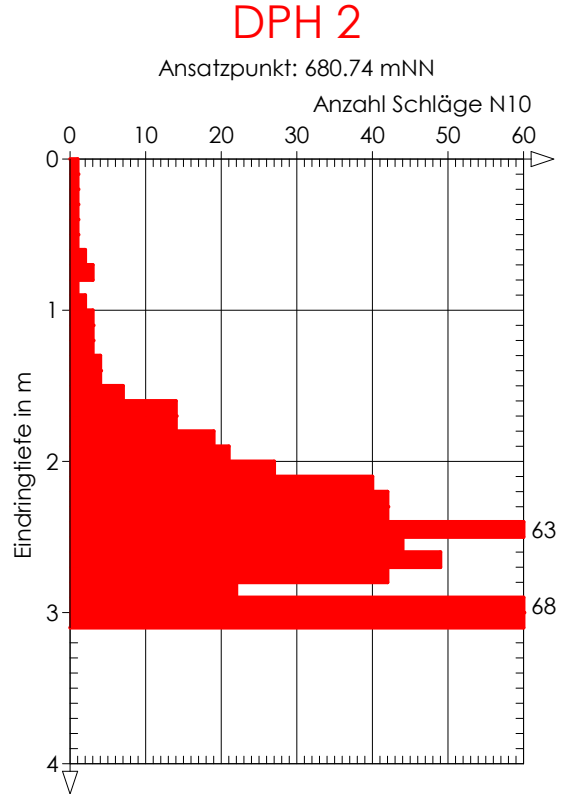
Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	1	6.10	100
0.20	1		
0.30	1		
0.40	1		
0.50	1		
0.60	2		
0.70	2		
0.80	2		
0.90	2		
1.00	3		
1.10	3		
1.20	2		
1.30	3		
1.40	2		
1.50	3		
1.60	2		
1.70	2		
1.80	2		
1.90	1		
2.00	2		
2.10	1		
2.20	1		
2.30	2		
2.40	2		
2.50	2		
2.60	2		
2.70	2		
2.80	2		
2.90	2		
3.00	3		
3.10	3		
3.20	2		
3.30	4		
3.40	4		
3.50	2		
3.60	3		
3.70	1		
3.80	2		
3.90	1		
4.00	1		
4.10	2		
4.20	2		
4.30	3		
4.40	3		
4.50	3		
4.60	5		
4.70	7		
4.80	10		
4.90	7		
5.00	16		
5.10	16		
5.20	24		
5.30	46		
5.40	33		
5.50	17		
5.60	19		
5.70	31		
5.80	30		
5.90	61		
6.00	97		



GHB Consult GmbH	Projekt : Gem. Oberau, Bebauungsplan "Südlich der Alten Ettaler
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr.: 170417 Straße / Ried" in Oberau
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 4.2
Tel: 08151 / 656 88 - 0, Fax: - 99	Datum: 16.05.2017
Rammsondierung EN ISO 22476-2 FN ISO 22476-2	Maßstab : 1: 50

Tiefe	N10
0.10	1
0.20	1
0.30	1
0.40	1
0.50	1
0.60	1
0.70	2
0.80	3
0.90	1
1.00	2
1.10	3
1.20	3
1.30	3
1.40	4
1.50	4
1.60	7
1.70	14
1.80	14
1.90	19
2.00	21
2.10	27
2.20	40
2.30	42
2.40	42
2.50	63
2.60	44
2.70	49
2.80	42
2.90	22
3.00	68
3.10	100

▽ 680.00m
▽ 679.00m
▽ 678.00m
▽ 677.00m



GHB Consult GmbH	Projekt : Gem. Oberau, Bebauungsplan "Südlich der Alten Ettaler
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr.: 170417 Straße / Ried" in Oberau
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 4.3
Tel: 08151 / 656 88 - 0, Fax: - 99	Datum: 16.05.2017
Rammsondierung EN ISO 22476-2 EN ISO 22476-2	Maßstab : 1: 50

Tiefe	N ₁₀
0.10	1
0.20	1
0.30	1
0.40	1
0.50	1
0.60	1
0.70	2
0.80	4
0.90	4
1.00	4
1.10	4
1.20	5
1.30	7
1.40	12
1.50	22
1.60	31
1.70	17
1.80	30
1.90	41
2.00	32
2.10	41
2.20	59
2.30	47
2.40	97
2.50	100

▽ 683.00m

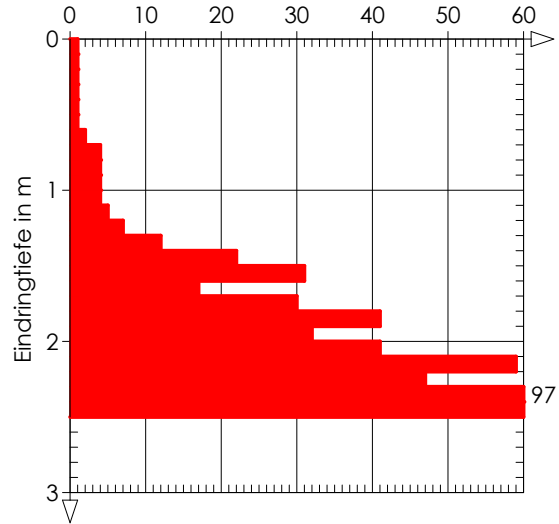
▽ 682.00m

▽ 681.00m

DPH 3

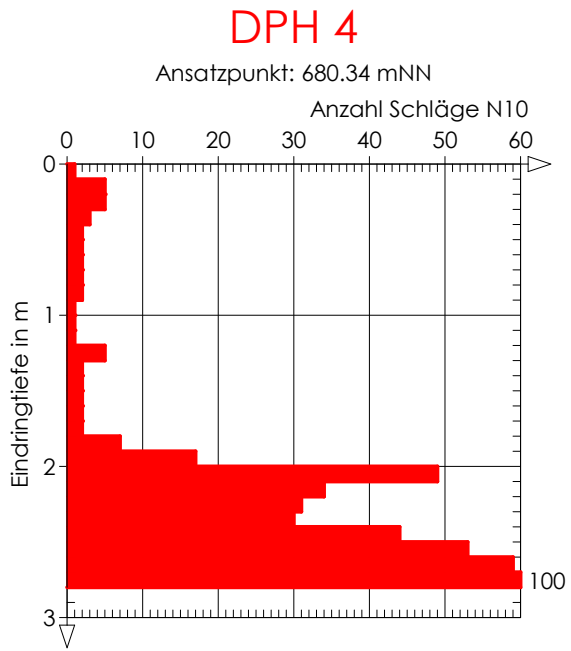
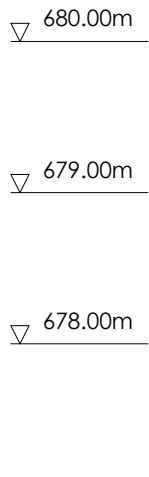
Ansatzpunkt: 683.89 mNN

Anzahl Schläge N10

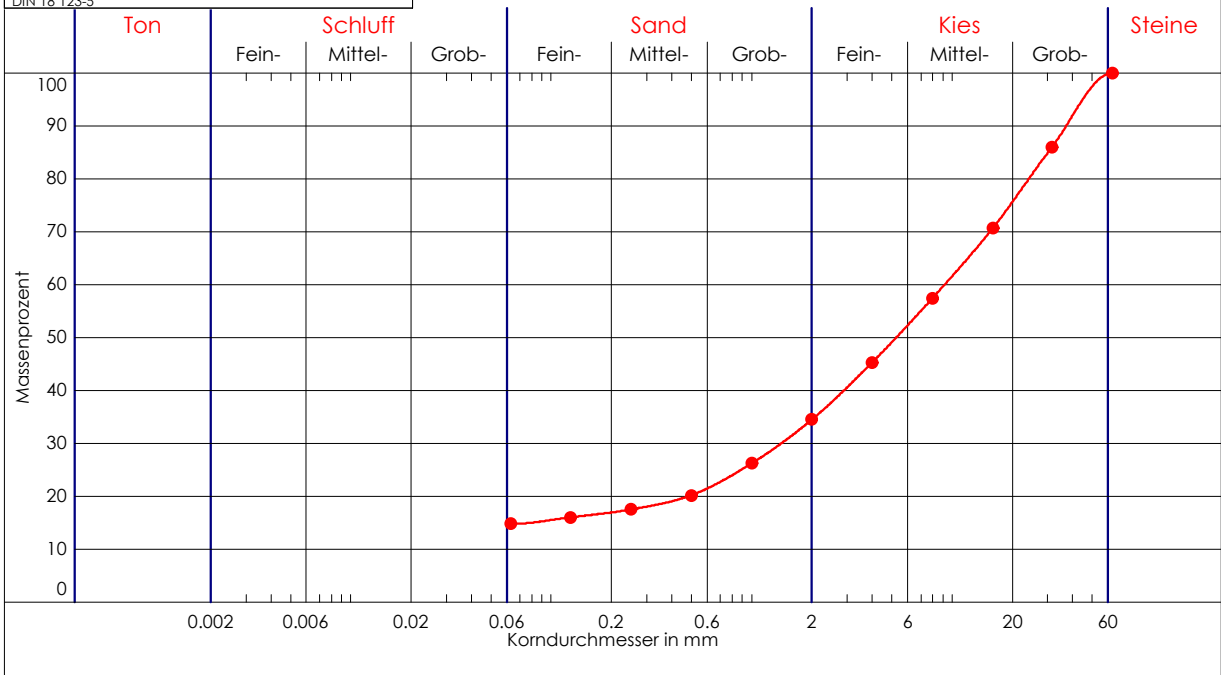


GHB Consult GmbH	Projekt :	Gem. Oberau, Bebauungsplan "Südlich der Alten Ettaler
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr.:	170417 Straße / Ried" in Oberau
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage :	4.4
Tel: 08151 / 656 88 - 0, Fax: - 99	Datum:	16.05.2017
Rammsondierung EN ISO 22476-2 FN ISO 22476-2	Maßstab :	1: 50

Tiefe	N ₁₀
0.10	1
0.20	5
0.30	5
0.40	3
0.50	2
0.60	2
0.70	2
0.80	2
0.90	2
1.00	1
1.10	1
1.20	1
1.30	5
1.40	2
1.50	2
1.60	2
1.70	2
1.80	2
1.90	7
2.00	17
2.10	49
2.20	34
2.30	31
2.40	30
2.50	44
2.60	53
2.70	59
2.80	100

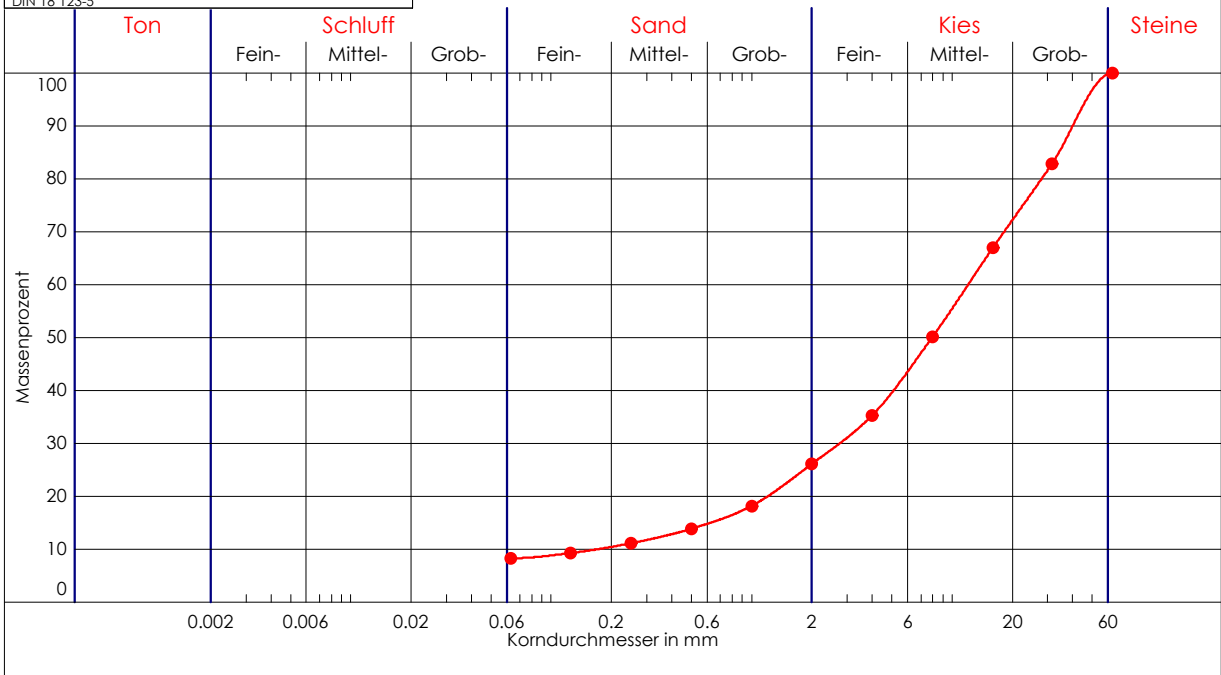


GHB Consult GmbH	Projekt : Gem. Oberau, Bebauungsplan "Südlich der Alten Ettaler
N.Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr.: 170417 Straße / Ried" in Oberau
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage: 5.1
Tel: 08151 / 656 88-0, Fax: 08151 / 656 88-99	Datum : 25.05.2017
Kornverteilung DIN 18 123-5	



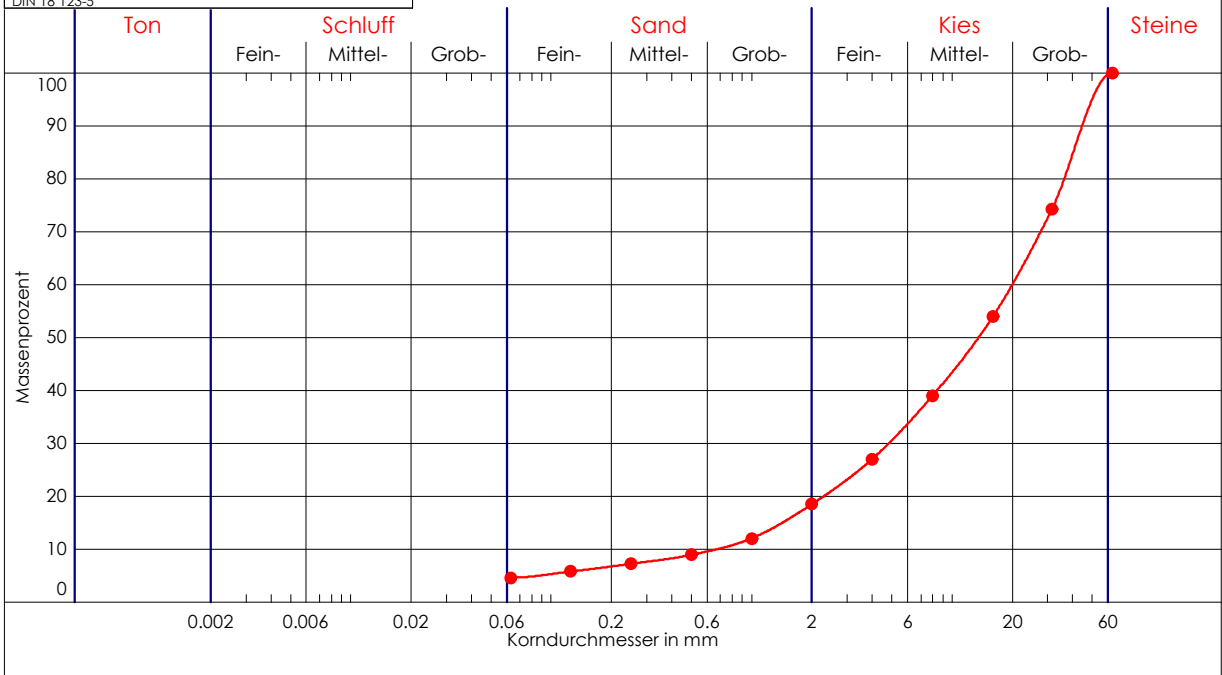
Entnahmestelle	BS 1			
Entnahmetiefe	1,7 - 3,3 m			
Labornummer	—●— BS 1			
Ungleichförm. U	-			
Krümmungszahl	-			
d10 / d60	- /9.178 mm			
Anteil <0.063 mm	14.8 %			
Frostempfindl.kl.	F2			
Kornkennzahl	0127			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/14.8/19.7/65.5 %			
Bodenart	G,u,gs'			
Bodengruppe	GU			
Bodenklasse	3			
kf nach Beyer	-			
kf nach Kaubisch	5.6E-006 m/s			
kf nach Hazen	-			
kf nach Seiler	-			
kf nach USBR	6.7E-004 m/s			

GHB Consult GmbH	Projekt : Gem. Oberau, Bebauungsplan "Südlich der Alten Ettaler
N.Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr.: 170417 Straße / Ried" in Oberau
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage: 5.2
Tel: 08151 / 656 88-0, Fax: 08151 / 656 88-99	Datum : 25.05.2017
Kornverteilung DIN 18 123-5	



Entnahmestelle	BS 3			
Entnahmetiefe	1,6 - 3,4 m			
Labornummer	—●— BS 3			
Ungleichförm. U	70.9			
Krümmungszahl	3.7			
d10 / d60	0.170/12.033 mm			
Anteil <0.063 mm	8.3 %			
Frostempfindl.kl.	F2			
Kornkennzahl	0127			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/8.3/17.8/73.9 %			
Bodenart	G _{gs',u'}			
Bodengruppe	GU			
Bodenklasse	3			
kf nach Beyer	- (Cu > 30)			
kf nach Kaubisch	- (0.063 ≤ 10%)			
kf nach Hazen	- (Cu > 5)			
kf nach Seiler	1.1E-002 m/s			
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)			

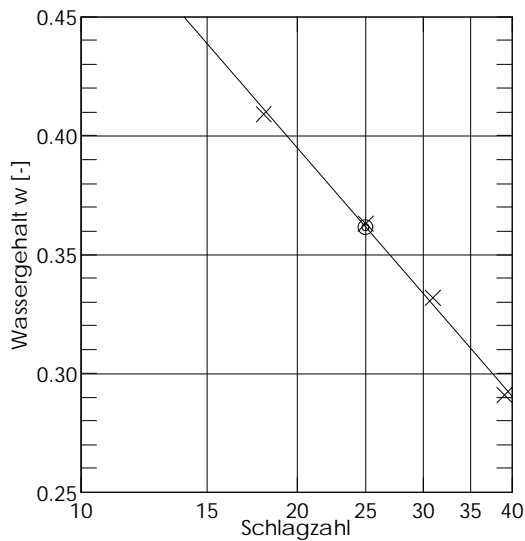
GHB Consult GmbH	Projekt : Gem. Oberau, Bebauungsplan "Südlich der Alten Ettaler
N.Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr.: 170417 Straße / Ried" in Oberau
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage: 5.3
Tel: 08151 / 656 88-0, Fax: 08151 / 656 88-99	Datum : 25.05.2017
Kornverteilung DIN 18 123-5	



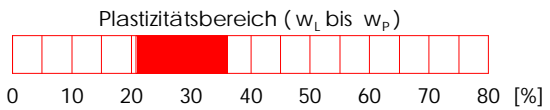
Entnahmestelle	BS 4			
Entnahmetiefe	1,9 - 3,1 m			
Labornummer	—●— BS 4			
Ungleichförm. U	29.8			
Krümmungszahl	1.7			
d10 / d60	0.671/19.991 mm			
Anteil <math><0.063\text{ mm}</math>	4.6 %			
Frostempfindl.kl.	F1			
Kornkennzahl	0118			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/4.6/13.9/81.5 %			
Bodenart	G _{gs} '			
Bodengruppe	GW			
Bodenklasse	3			
kf nach Beyer	4.1E-003 m/s			
kf nach Kaubisch	- (0.063 \leq 10%)			
kf nach Hazen	- (C _u > 5)			
kf nach Seiler	1.3E-002 m/s			
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)			

GHB Consult GmbH	Projekt	: Gem. Oberau, Bebauungsplan "Südlich der Alten Ettaler
N.Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr.	: 170417 Straße / Ried" in Oberau
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage	: 6.1
Tel:(08151) 656 88-0, Fax: 656 88-99	Datum	: 24.05.2017
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Labornummer	: BS 4
	Tiefe	: 0,8 - 1,3 m
Entnahmestelle : BS 4	Bodengruppe	: TL
Ausgef. durch : Seebauer	Art der Entrn.	: gestört
	Entn. am	: 17.05.2017

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
	18	25	31	39				
Zahl der Schläge	18	25	31	39				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_b$ [g]	142.08	135.62	139.38	133.27	125.91	130.14	122.31	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_b$ [g]	116.63	113.84	118.07	115.52	113.37	117.58	110.15	
Behälter m_b [g]	54.33	53.86	53.96	54.52	53.62	54.29	54.19	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	25.45	21.78	21.31	17.75	12.54	12.56	12.16	
Trockene Probe m_t [g]	62.30	59.98	64.11	61.00	59.75	63.29	55.96	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [-]	0.409	0.363	0.332	0.291	0.210	0.198	0.217	0.208



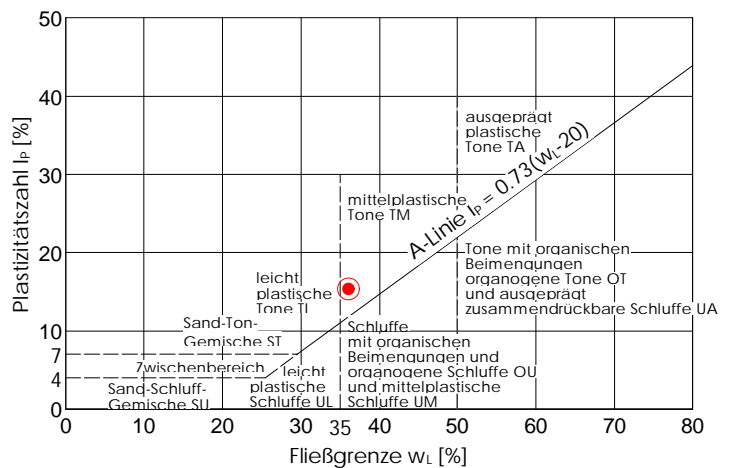
Wassergehalt $w_N = 0.264$
 Fließgrenze $w_L = 0.361$
 Ausrollgrenze $w_p = 0.208$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_p = 0.153$

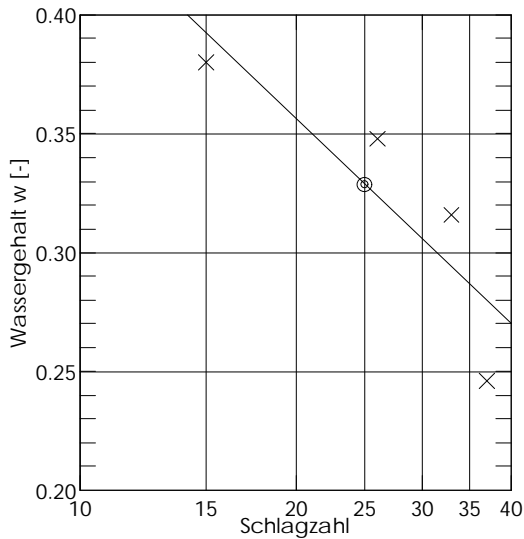
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_p}{I_p} = 0.366$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.634$

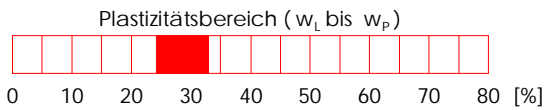


GHB Consult GmbH	Projekt : Gem. Oberau, Bebauungsplan "Südlich der Alten Ettaler
N.Kampik, Dipl.-Geol.	ProjektNr. : 170417 Straße / Ried" in Oberau
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 6.2
Tel:(08151) 656 88-0, Fax: 656 88-99	Datum : 24.05.2017
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Labornummer : BS 5
Entnahmestelle : BS 5	Tiefe : 0,6 - 1,1 m
Ausgef. durch : Seebauer	Bodengruppe : UL
	Art der Entn. : gestört
	Entn. am : 16.05.2017

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
	15	26	33	37				
Zahl der Schläge	15	26	33	37				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_b$ [g]	128.39	141.25	132.36	127.28	120.08	129.64	124.81	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_b$ [g]	108.07	118.62	113.58	112.83	107.03	114.55	111.71	
Behälter m_b [g]	54.61	53.52	54.22	53.98	54.42	54.07	54.20	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	20.32	22.63	18.78	14.45	13.05	15.09	13.10	
Trockene Probe m_t [g]	53.46	65.10	59.36	58.85	52.61	60.48	57.51	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [-]	0.380	0.348	0.316	0.246	0.248	0.250	0.228	0.242



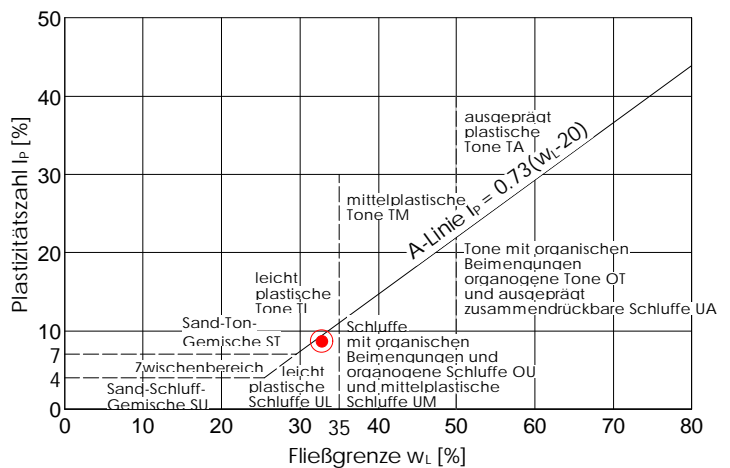
Wassergehalt $w_N = 0.273$
 Fließgrenze $w_L = 0.329$
 Ausrollgrenze $w_p = 0.242$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_p = 0.087$

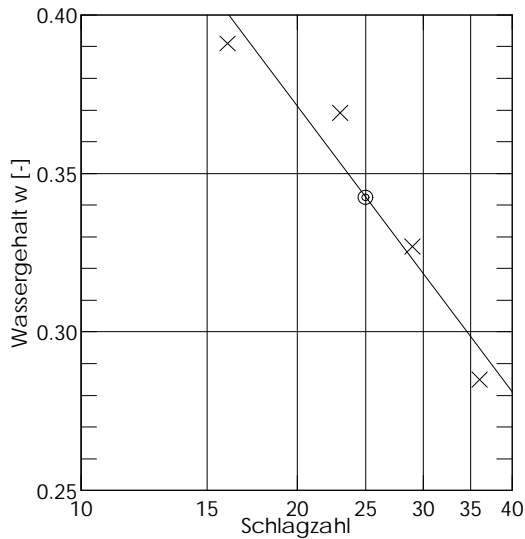
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_p}{I_p} = 0.356$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.644$

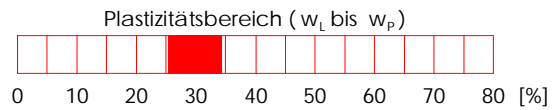


GHB Consult GmbH	Projekt	: Gem. Oberau, Bebauungsplan "Südlich der Alten Ettaler
N.Kampik, Dipl.-Geol.	ProjektNr.	: 170417 Straße / Ried" in Oberau
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage	: 6.3
Tel:(08151) 656 88-0, Fax: 656 88-99	Datum	: 24.05.2017
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Labornummer	: BS 6
	Tiefe	: 0,5 - 1,5 m
Entnahmestelle : BS 6	Bodengruppe	: UL
Ausgef. durch : Seebauer	Art der Entn.	: gestört
	Entn. am	: 16.05.2017

	Fließgrenze				Ausrollgrenze				
	16	23	29	36					
Behälter-Nr.									
Zahl der Schläge	16	23	29	36					
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_b$ [g]	136.31	133.62	125.28	138.05	131.27	124.73	125.39		
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_b$ [g]	113.28	112.08	107.69	119.42	115.56	110.02	111.50		
Behälter m_b [g]	54.45	53.69	53.86	54.16	54.21	54.33	53.78		
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	23.03	21.54	17.59	18.63	15.71	14.71	13.89		
Trockene Probe m_t [g]	58.83	58.39	53.83	65.26	61.35	55.69	57.72	Mittel	
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [-]	0.391	0.369	0.327	0.285	0.256	0.264	0.241	0.254	



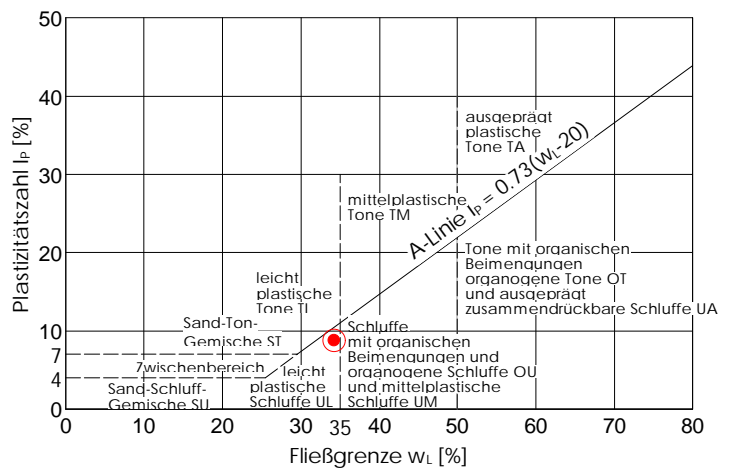
Wassergehalt $w_N = 0.287$
 Fließgrenze $w_L = 0.342$
 Ausrollgrenze $w_p = 0.254$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_p = 0.088$

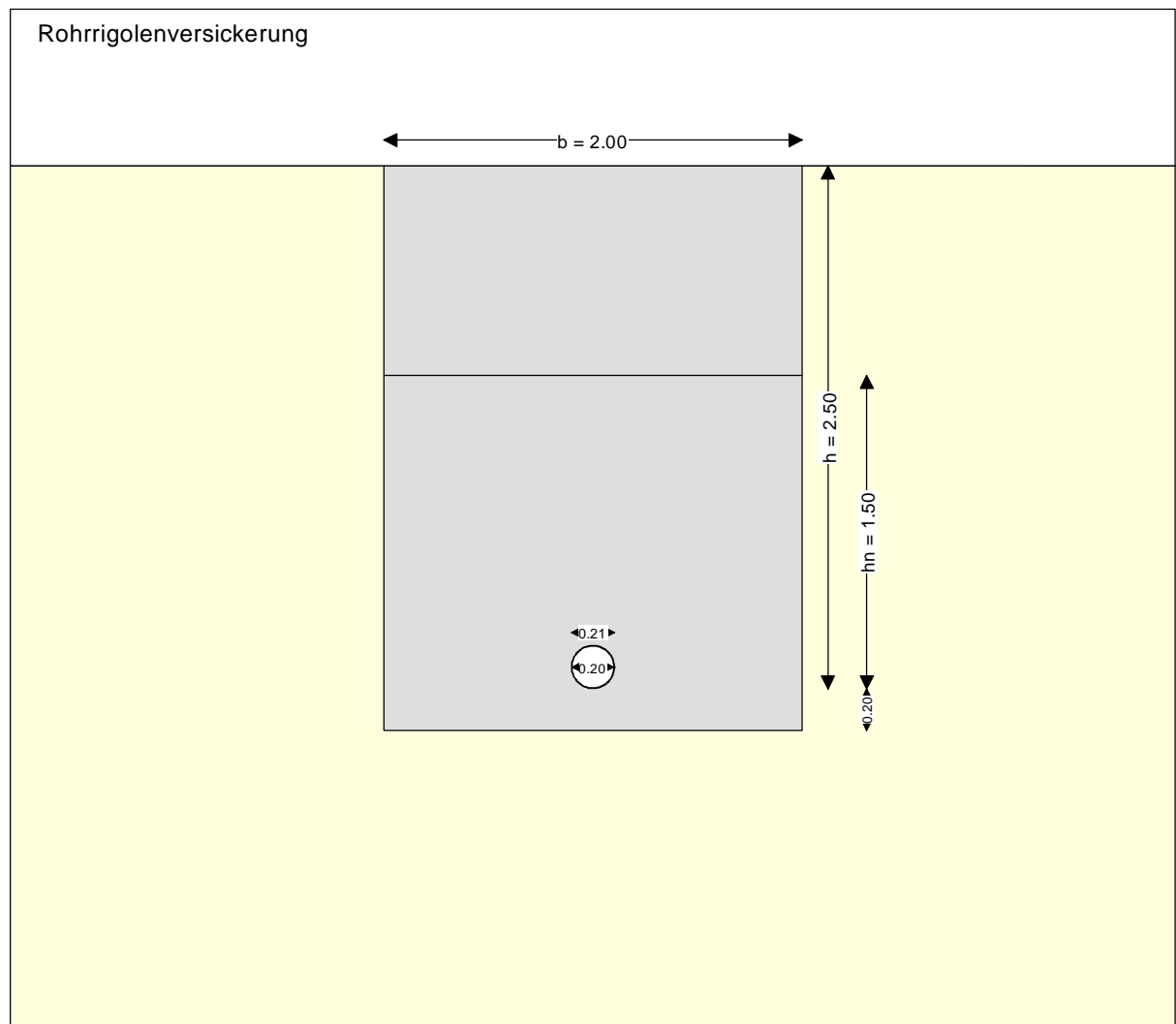
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_p}{I_p} = 0.375$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.625$



Versickerung nach ATV A-138 (Januar 2002)

Gem. Oberau "südl. Alte Ettaler Straße"	$A(u) = 500.0 \text{ m}^2$	Nutzbare Höhe der Rigole $h_n = 1.50 \text{ m}$
Rohrrigolenversickerung	Zulässiger Abstand UK Anlage - GW = 1.00 m	Speicherkoefizient $s = 0.300$
Durchlässigkeit = $1.300 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$	Lichte Weite des Rohres = 0.20 m	Speicherkoef. (umgerechnet) = 0.307
Grundwasserflurabstand = 15.00 m	Dicke des Rohres = 0.003 m	Versickerung nur über Sohle
Zuschlagsfaktor = 1.20	Sohlbreite der Rigole $b = 2.00 \text{ m}$	
Häufigkeit $n [1/a] = 0.200$	Höhe der Rigole $h = 2.50 \text{ m}$	
5-jährige Überschreitungshäufigkeit	Max. Wasserstand Rigole = 1.00 m	



Ergebnis
 Erforderliche Rohrrigolenlänge = 11.49 m
 Erforderliches Speichervolumen = 10.58 m³
 Maßgebende Regendauer = 45.0 Minuten
 Regenspende = 95.2 Liter/(sec-ha)

Oberau, Loisach		
D	$f_{(0,2)}$ [l/(s-ha)]	L [m]
5 min	291.6	5.42
10 min	221.3	7.85
15 min	182.5	9.28
20 min	156.7	10.18
30 min	123.6	11.11
45 min	95.2	11.49
60 min	78.2	11.39
90 min	60.4	11.10
2 h	50.3	10.63
3 h	38.8	9.65
4 h	32.3	8.81
6 h	25.0	7.55
9 h	19.3	6.28
12 h	16.1	5.45
18 h	12.7	4.48
24 h	11.0	3.96
48 h	7.7	2.86
72 h	5.2	1.96

GHB Consult GmbH
 Moosstr. 7
 82319 Starnberg
 Tel.: 08151 / 656 88-0

Gem. Oberau, Bebauungsplan
 südl. der Alten Ettaler Straße

Bericht Nr. 170417

Anlage Nr. 7.2

Versickerung nach ATV A-138 (Januar 2002)

Gem. Oberau "südl. Alte Ettaler Straße" $A(u) = 500.0 \text{ m}^2$
 Muldenversickerung Zulässiger Abstand UK Anlage - GW = 1.00 m
 Durchlässigkeit = $5.000 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ Vorh. Versickerungsfläche = 50.0 m^2
 Grundwasserflurabstand = 15.00 m
 Zuschlagsfaktor = 1.20
 Häufigkeit $n [1/a] = 0.200$
 5-jährige Überschreitungshäufigkeit

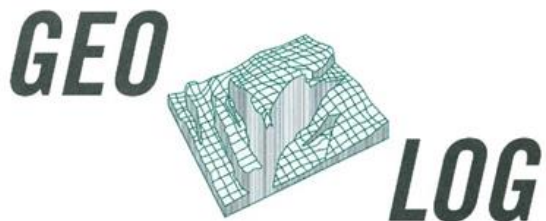
Muldenversickerung

$A(\text{Mulde}) = 50.00 \text{ m}^2$

$t = 0.27 \text{ m}$

Ergebnis
 Erforderliche Muldentiefe = 0.27 m
 Erforderliches Speichervolumen = 13.43 m^3
 Maßgebende Regendauer = 90.0 Minuten
 Regenspende = 60.4 Liter/(sec-ha)

Oberau, Loisach		
D	$f_{(0,2)}$ [l/(s-ha)]	V [m ³]
5 min	291.6	5.32
10 min	221.3	7.86
15 min	182.5	9.49
20 min	156.7	10.61
30 min	123.6	11.98
45 min	95.2	12.91
60 min	78.2	13.18
90 min	60.4	13.43
2 h	50.3	13.10
3 h	38.8	11.46
4 h	32.3	9.10
6 h	25.0	3.24
9 h	19.3	-7.33
12 h	16.1	-18.90
18 h	12.7	-42.88
24 h	11.0	-66.87
48 h	7.7	-171.38
72 h	5.2	-299.84



Ingenieurbüro für Geophysik und Geologie

- Kampfmittelerkundung
- Bauwerksuntersuchung
- Erschütterungsmessung
- Geophysikalische Messungen
 - Archäologie
 - Lagerstättenprospektion
 - Grundwassererschließung
 - Leitungsortung

GEOLOG Fuß-Hepp GbR Glatzer Straße 5a D-82319 Starnberg

**GHB Consult GmbH
Zu Hd.Herr Kampik
Moosstraße 7
82319 Starnberg**

Ihre Zeichen

Ihre Nachricht vom

Ihre Tel.:

Ihre Fax.:

*Durchwahl
08151/28070*

*Unser Zeichen
kw*

Starnberg, den 19.05.2017

Kampfmitteluntersuchung von Bohransatzpunkten BV Alte Ettaler Straße, Oberau

Sehr geehrter Herr Kampik,

anbei der Bericht zu oben genanntem Bauvorhaben.

Für Rückfragen stehen wir jederzeit zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Katrin Wirsching-Hepp
M.Sc. Geologie

Untersuchungsbericht

zur

***Kampfmitteluntersuchung von Bohransatzpunkten
BV Alte Ettaler Straße, Oberau***

Auftrag	Bearbeitung
<u>Auftraggeber</u> GHB Consult GmbH Herr Kampik Moosstraße 7 82319 Starnberg	K. Wirsching-Hepp Waldschmidtstraße 8b 82319 Starnberg Tel.: 0177 4649777 E-Mail: katrin.hepp@web.de
<u>Bauvorhaben</u> BV Alte Ettaler Straße, Oberau	Datum: 19.05.2017

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
Angewandte Messverfahren:.....	3
Untersuchungen mittels Georadar:	3
Anlage 1 – Fotodokumentation.....	4

Im Auftrag der GHB Consult GmbH (Hr. Kampik) wurden zum Bauvorhaben Hauptstraße 12 in Starnberg Bohransatzpunkte mit Georadar Verfahren untersucht.

Die Messungen fanden am 12.05.2017 statt. Die Lage der zu erkundenden Bohransatzpunkte wurde vor Ort von Herrn Reimer (GHB Consult) festgelegt und gekennzeichnet. Die Messungen dienten der Detektion möglicher Kampfmittel im Vorfeld der Eingriffe in den Untergrund. Die Sondierung umfasste:

- 10 Bohransatzpunkte (6 x BS und 4 x DPH)

In Bereichen, in welchen durch die Messungen der Kampfmittelverdacht nicht restlos ausgeräumt werden konnte, wurden einzelne Bohransatzpunkte in Absprache mit den Vertretern der GHB Consult vor Ort verlegt. Die für die Bohrungen festgelegten Ansatzpunkte wurden mit Farbspray im Gelände markiert.

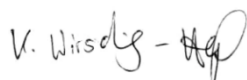
Die Kampfmittelfreigabe kann somit für die im Feld festgelegten Bohransatzpunkte erteilt werden.

Lage der Bohransatzpunkte

Die eingemessene Lage der Bohransatzpunkte ist in folgender Tabelle wiedergegeben. Die Bezeichnung der Punkte richtet sich nach Ihren Vorgaben (siehe Foto, Übersicht).

Job:Oberau,Version:2.50,Units:Metres (ID,RW,HW)			
BS 5,	5269134.754,	4434105.129,	679.922
BS 6,	5269135.596,	4434086.467,	680.378
DPH 4,	5269148.435,	4434088.305,	680.341
BS 3,	5269159.206,	4434063.896,	681.995
DPH 3,	5269177.203,	4434050.114,	683.893
BS 2,	5269176.336,	4434082.530,	681.295
DPH 2,	5269176.277,	4434108.475,	680.006
BS 1,	5269176.066,	4434142.238,	679.227
DPH 1,	5269148.805,	4434155.733,	678.238
BS 4,	5269158.954,	4434112.589,	679.304

Für Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung.
Starnberg, den 19.05.2017



Katrin Wirsching-Hepp
M.Sc. Geologie

Angewandte Messverfahren: Untersuchungen mittels Georadar:

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

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

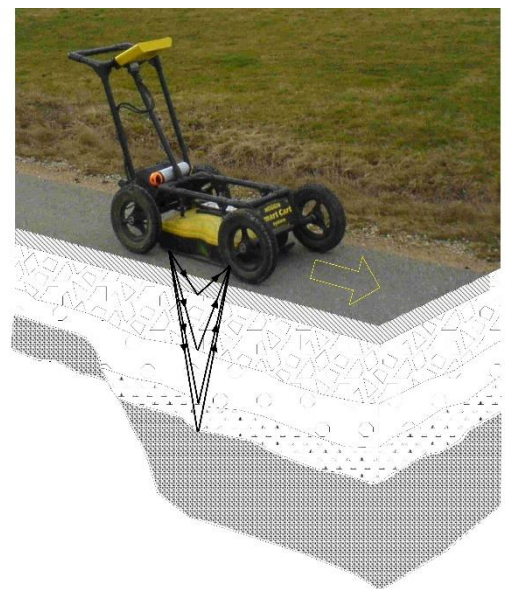
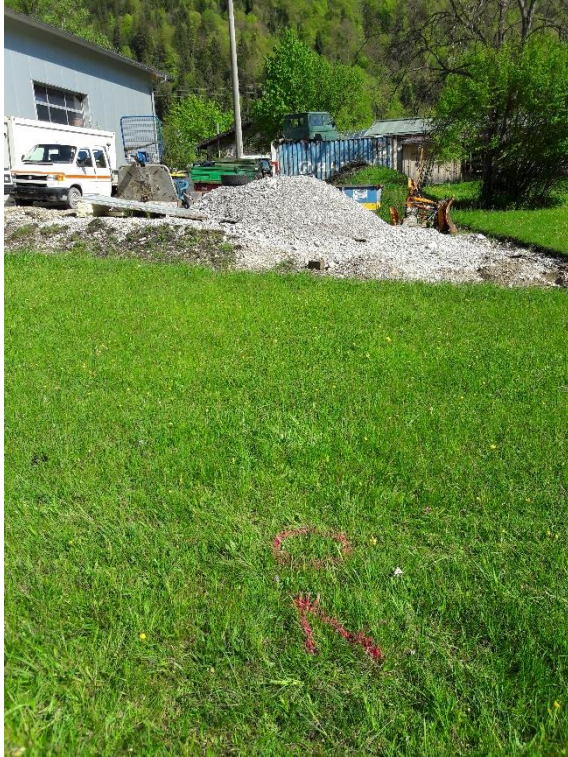


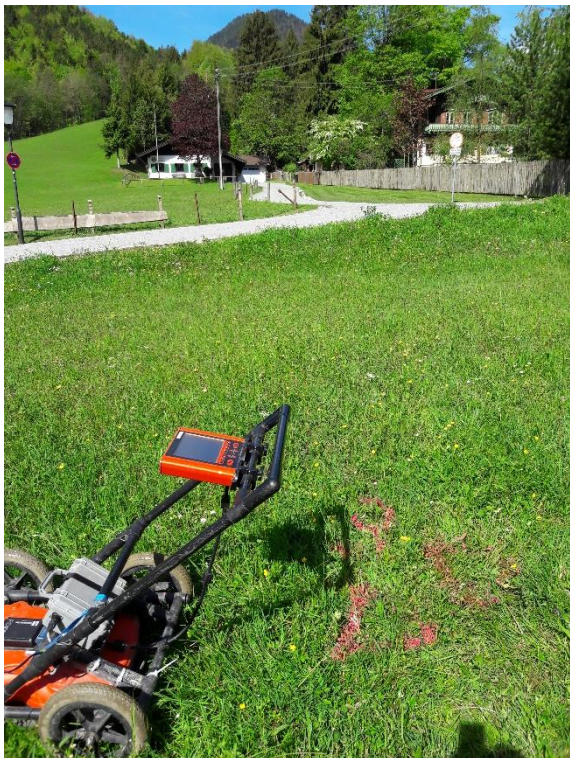
Abbildung 1: Bodenradargerät für kontinuierliche Messungen entlang von Profilen. Eingesetzte Antenne 250 MHz.

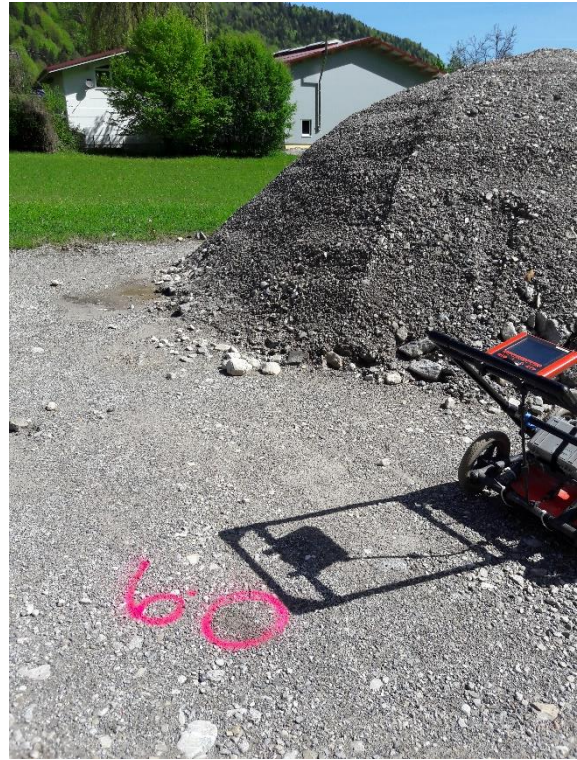
Je nach Aufgabenstellung verwenden wir Antennen in verschiedenen Frequenzbereichen zwischen 50 MHz und 1,2 GHz. Frequenzen zwischen 25 MHz und 200 MHz erreichen je nach physikalischer Beschaffenheit des durchstrahlten Mediums Eindringtiefen bis 10 m, bieten aber relativ schlechte Auflösung im oberflächennahen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

Anlage 1 – Fotodokumentation 16.05.2017

Untersuchung der Bohransatzpunkte mittels Georadar







Übersicht der mit GPS eingemessenen Punkte



Projekt:	Gem. Oberau, Bebauungsplan „Südlich der Alten Ettaler Straße / Ried“ in Oberau	GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 Fax: 08151 / 656 88 99	GEO HYDRO BAU CONSULT
Anlage:	9.1		
Projektnr.:	170417		



Foto 1



Foto 2

Projekt:	Gem. Oberau, Bebauungsplan „Südlich der Alten Ettaler Straße / Ried“ in Oberau	GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 Fax: 08151 / 656 88 99	GEO HYDRO BAU CONSULT
Anlage:	9.2		
Projektnr.:	170417		



Foto 3



Foto 4