

Ingenieurgeologisches Gutachten

Projekt-Nr.:	190747
Bauvorhaben:	Umbau und Erweiterung Grund- und Mittelschule Wolfratshausen Hammerschmiedweg 8 82515 Wolfratshausen Flur-Nr. 487;487/1, 487/3;590 Gemarkung Wolfratshausen
Auftraggeber:	Stadt Wolfratshausen Marienplatz 1 82515 Wolfratshausen
Untersuchungsziel:	Untergrundverhältnisse, Gründung, Baugrube und Versickerung
Umfang:	19 Seiten, 6 Tabellen und 8 Anlagen
Datum:	16.09.2019
Ausführung:	GHB Consult GmbH Dipl.-Geol. N. Kampik Moosstraße 7 82319 Starnberg
Bearbeiter/in:	F. Fuchs, Msc. Umweltplanung
Projektleiter:	N. Kampik, Dipl.-Geol. BDG

Inhaltsverzeichnis

1	Vorgang	3
2	Untergrundverhältnisse	4
2.1	Geologie	4
2.2	Schichtenfolge und Lagerungsdichte des Bodens	4
2.3	Bodenverunreinigungen	6
2.4	Grundwasser	7
2.5	Bodenklassen und Homogenbereiche nach DIN 18300 alt und neu	8
2.6	Bodenkennwerte	9
3	Gründungsempfehlungen	10
3.1	Baugrund- und Gründungssituation	10
3.2	Baugrube und Wasserhaltung	11
3.3	Unterfangung	13
3.4	Gründung	13
3.5	Abdichtungsmaßnahmen	15
3.6	Weitere bautechnische Hinweise	15
4	Versickerung von Oberflächenwasser	16
5	Thermische Nutzung von Grundwasser	17
6	Zusammenfassung	17

Anlagen

1.1	Übersichtslageplan, unmaßstäblich
1.2	Lageplan mit Untersuchungspunkten, M 1:500
1.3	Vergleich historische und aktuelle Karte, unmaßstäblich
2	Geotechnisches Baugrundprofil A-A' HM 1:50, LM unmaßstäblich
3.1-2	Bohrprofile der Rammkernsondierungen BS 1-6, M 1:50
4.1-2	Rammdiagramme der schweren Rammsondierungen DPH 1-4, M 1:50
5.1-4	Bodenmechanische Laborversuche
6	Chem.-analytische Ergebnisse der Dr. Graner
7	Bericht Kampfmittelfreimessung
8.1-2	Fotodokumentation

Unterlagen

/U1/ Vorentwurf karlundp Gesellschaft von Architekten mbH, München – Grundrisse, Schnitte und Lageplan, M 1:20 vom 02.09.2019

1 Vorgang

Unser Büro wurde von der Stadt Wolfratshausen am 15.07.2019 beauftragt, für den Umbau und die Erweiterung der Grund- und Mittelschule am Hammerschmiedweg 8 in Wolfratshausen eine Baugrunduntersuchung durchzuführen. Das U-förmige Gebäude ist nach Süden zu offen. Der westliche Riegel soll erneuert werden. Im Südteil ist ein Schwimmbad geplant. Im Ostteil wird im Süden angebaut. Die Lage des geplanten Bauvorhabens ist auf dem Übersichtslageplan der Anlage 1.1 dargestellt.

Die Geländeoberfläche des Baugrundstücks liegt gemäß der Bohr- und Sondieransatzpunkte bei ca. 573,9 – 575,2 mNN.

In den uns vorliegenden Unterlagen /U1/ werden folgende Höhenkoten für das Bauvorhaben genannt

• FOK EG	= ± 0,00 m	575,91 mNN
• UK Bodenplatte Zentrale Lüftung BT 3	= - 4,15 m	571,66 mNN
• UK Bodenplatte Technikeller Schwimmbad	= - 8,22 m	567,69 mNN

- Baugrunduntersuchung

Zur Baugrunduntersuchung wurden am 19./20.08.2019 an den im Lageplan der Anlage 1.2 bezeichneten Stellen insgesamt

- 6 Kleinbohrungen (BS 1-6) bis 6,1 m bzw. 7,5 m unter OK Gelände sowie
- 4 schwere Rammsondierungen (DPH 1-4) bis 5,9 m bzw. 7,0 m unter OK Gelände abgeteuft.

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.

Die Aufschlusspunkte wurden vorab wegen möglicher nicht entdeckter Kampfmittel des 2. Weltkriegs geophysikalisch freigegeben (Anlage 7). Alle Bohransatzpunkte wurden nach Lage und Höhe mit Bezug auf mNN mittels GNSS 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 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 den Anlagen 5 des Gutachtens dokumentiert. Ferner wurden Proben auch chemisch-analytisch untersucht (Anlage 6).

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

Das Gelände befindet sich in einem von verschiedenen Eiszeiten überprägten Areal. Der Gletscher schürfte hier im Bereich Wolfratshausen ein tiefes Becken aus, das sich mit Seesedimenten (Riss-See und Spätwürm-See) füllte. Der Seespiegel des Wolfratshausener Sees wurde mit dem Rückzug des Eises kontinuierlich abgesenkt und von Süden her durch die Isar und Loisach mit Schottern und Seetonen aufgefüllt. Der Durchbruch der Isar durch die nördliche Endmoräne des Wolfratshausener Sees zog als Konsequenz das allmähliche Auslaufen dieses Sees mit sich.

Gemäß der geologischen Karte von Bayern (Blatt 8034, M 1:25.000) liegt das Untersuchungsgebiet im Bereich der ältesten Aueablagerungen im Isar- und Loisachtal, welche aus Feinsanden und Schluff bestehen. Die abgelagerten Kiese beinhalten je nach Strömungsenergie auch Sand-, Schluff- und Rollkieslagen. In Ruhewasserzonen können, teils auch erst nachträglich in Rinnen, schluffige bis stark schluffige Kiese oder schluffige Sande abgelagert worden sein. In rezenten oder fossilen Stillwasserbereichen („Altarmen“ oder Rinnen) treten auch lokal organische Böden auf oder es sind massive Baumstämme anzutreffen. Solch ein „Altarm“ ist auch im Norden des Untersuchungsgebietes zu erwarten (s. Anlage 1.3).

Die Basis der quartären Ablagerungen bilden die tertiären Schichten der Vorlandmolasse. Es handelt sich hierbei um obermiozäne Wechsellagerungen von fein- und grobkörnigen Serien der Oberen Süßwassermolasse (OSM). Diese treten als Feinsand oder Tonmergel auf.

2.2 Schichtenfolge und Lagerungsdichte des Bodens

Die festgestellten Bodenverhältnisse sind im geotechnischen Baugrundprofil A-A' auf der Anlage 2 dargestellt. Dort sind

- die Bodenprofile der Bohrungen 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 interpoliert.

Das Baufeld liegt, zumindest im nördlichen Teil, im Umgriff einer verlandeten Schleife eines Seitenarms der Loisach. Diese fluviatilen Böden können sich kleinräumig entsprechend der Strömungsgeschwindigkeit auf kleinstem Raum abwechseln (Schluff und Sand). Aus anderen Bauvorhaben haben wir die Erfahrung gemacht, dass sich innerhalb dieser jüngsten Ablagerungen auch Schwemmgut finden lassen kann, welches jahreszeitenbedingt mit dem Fluss transportiert wurde (wie beispielsweise Baumstämme). Derartiges wurde bei den Bohrungen jedoch nicht angetroffen. Einen Auszug der zeitlichen Entwicklung im untersuchten Areal im Zeitraum von 1869 – 1950 haben wir zur Übersicht Anlage 1.3 beigelegt.

- Bodenprofil

In den Bohrungen BS 1 und BS 2 wurden bis 3,0 m unter Gelände aufgefüllte Böden angetroffen. Dabei handelt es sich um umgelagerte, anstehende Böden mit variierenden Anteilen anthropogener Beimengungen an Bauschutt (Ziegel-, Asche- und Betonreste) und möglicherweise teerhaltiger Bestandteile (BS 1). In den übrigen Bohrungen wurden Auffüllböden geringerer Mächtigkeit aufgefahren. Die Altlastensituation wird im Kapitel 2.3 beschrieben (im geotechnischen Profil der Anlage 2: aufgefüllte Böden = **grau schraffiert**). Die anstehenden Oberböden sind sämtlich künstlich im Rahmen der Landschaftsgestaltung aufgebracht (**braun**). Zu einem großen Teil ist das Baufeld auch mit Schwarz- und Pflasterdecken versiegelt (**kreuz schwarz**).

Zwischen den aufgefüllten Böden und dem Kies kann bis zu 2,0 m Tiefe ein Schluffhorizont eingeschaltet sein (**grün**). Die Konsistenz wurde als weich bis steif angesprochen.

Darunter folgen quartäre Kiese (**gelb**), die als sandig und sehr schwach bis stark schluffig angesprochen wurden. Der Kies ist überwiegend weit abgestuft und kann der Bodengruppe GW bis GU nach DIN 18196 zugeordnet werden. Der Kies zeigt entsprechend der Siebanalysen (Anlage 5.1-3) einen Feinkornanteil von 4,8 – 6,8 Gew.-%. Mit einem gewissen Steinanteil (ca. 5 – 10 %) ist zu rechnen, der aber bohrbedingt (DN 60-80) nicht in der Schappe bleibt, sondern seitlich weggedrückt oder während des Bohrvorgangs zerkleinert wird. Der Schluffanteil im Kies kann wechseln, so dass auch mit schluffigeren Kiesen der Bodengruppe GU₂ zu rechnen ist.

Das Liegende in den Bohrungen bildet im Süden bei den Versuchsansatzpunkten BS 4, BS 5 und BS 6 ein tertiärer Sand sehr dichter Lagerung (**orange**). Der Sand zeigt entsprechend der Siebanalyse (Anlage 5.4) einen Feinkornanteil von 12,4 Gew.-%. In den Bohrungen BS 1 – 3 sind die tertiären Bildungen tiefer zu erwarten und wurden mit den Bohrsondierungen nicht aufgeschlossen. Der Übergang ist aufgrund des Glimmergehalts jedoch unmittelbar zu erwarten.

- Lagerungsdichte / Konsistenz

Die Rammsondierungen zeigen im aufgefüllten Kies Schlagzahlenwerte von $N_{10} = 2 - 13$, was einer lockeren bis mitteldichten Lagerung entspricht. Im organischen Schluff wurden Werte von $N_{10} = 2 - 5$ gemessen, was als weich- bis steifkonsistent gewertet werden kann.

Oberhalb des Grundwassers ist der Kies bei DPH 1 mit Rammwiderstände von $N_{10} = 10 - 24$ als mitteldicht bis dicht einzustufen. Im Übergang zum Grundwasser gibt es bei den Rammsondierungen eine kurze Strecke reduzierter Schlagzahlen, die dann aber wieder ansteigen. Der Kies kann hier als mitteldicht gelagert bewertet werden. Das zuunterst aufgeschlossene Tertiär (Sand oder Tonmergel) zeigt mit steigenden Widerständen von $N_{10} = 10$ auf maximal 100 mindestens dichte Lagerung bzw. halbfeste und feste Konsistenz.

2.3 Bodenverunreinigungen

Ausgewählte Proben wurden zur chem.-analytischen Untersuchung dem Labor Wessling GmbH, Neuried übergeben. Der Parameterumfang orientiert sich an dem derzeit für die Verfüllung von Bodenaushub gültigen Leitfaden zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen aus dem Jahr 2005 (LVGBT) in der Feinfraktion.

Probe/ Teufe	Umfang	Auffälligkeiten Einzelparameter / Bewertung nach dem Leitfaden zu den Eckpunkten (LVGBT,2005)				LVGBT,2005 Bewertung Gesamt
		Parameter	Einheit	Messwert	LVGBT	
MP 1 BS 1 (0,8-1,8 m) BS 1 (1,8 – 3,0 m)	LVGBT, < 2,0 mm zzgl. Eluat	- pH	-	- 9,1	Z 0 Z 1.2 *)	Z 0
BS 1 (3,0 – 3,5 m)	Leitparameter Feststoff > 2,0 mm	BaP PAK	mg/kg mg/kg	0,79 10,65	Z 1.2 Z 1.2	Z 1.2
BS 2 (1,2 – 1,9 m)	LVGBT, < 2,0 mm zzgl. Eluat	BaP PAK Blei Kupfer Blei (Eluat)	mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg µg/l	4,1 52 88 42 23	> Z 2 > Z 2 Z 1.1 Z 1.1 Z 1.1	> Z 2
BS 2 (1,9 – 3,0 m)	Leitparameter Feststoff > 2,0 mm	BaP PAK	mg/kg mg/kg	14 170	>> Z 2 >> Z 2	>> Z 2
BS 3 (1,0 – 1,5 m)	LVGBT < 2,0 mm	-	-	-	Z 0	Z 0

Tab 1. Bewertung der untersuchten Proben

- *) In der Mischprobe MP 1 wurde ein leicht erhöhter pH-Wert festgestellt. Es handelt es sich hier um regionale geogene Hintergrundwerte, die auf den hohen Kalkanteil im kiesigen Boden zurückzuführen sind. Kalk bildet in Wasser gelöst OH-Ionen, die H₃O⁺-Ionen neutralisieren. Je kalkhaltiger ein Boden ist, desto mehr H₃O⁺-Ionen werden neutralisiert und desto alkalischer ist der Boden. Somit kann das Material der Probe gemäß den Anforderungen des Eckpunktepapiers als Z 0-Material eingestuft werden.

Das geförderte Bohrgut weist auf der Nordhälfte des Baufeldes erhebliche organoleptische Auffälligkeiten auf, die sich auch in der chemisch-analytischen Untersuchung widerspiegeln. Es ist hier zu vermuten, dass teerhaltige Bestandteile vorliegen. Das Ergebnis der Laboruntersuchung weist darauf hin, dass die Grenzwerte des Leitfadens lokal deutlich überschritten werden.

In den übrigen Bohrungen wurden keine Auffälligkeiten festgestellt.

Aufgrund der punktuellen Aufschlussweise können Abweichungen von dem Untersuchungsergebnis nicht restlos ausgeschlossen werden, so dass in Ausschreibungen zu Erdarbeiten die Zuordnungsklassen Z 0, Z 1.1, Z 1.2, Z 2 und vorsorglich > Z 2 also Deponieklassen DK 0 - III Berücksichtigung finden sollten. Gerade im Nordteil des Baufelds ist auch mit gefährlichem Abfall zu rechnen (siehe Bohrung BS 2).

2.4 Grundwasser

Grundwasser wurde während der Geländearbeiten am 19./20.08.2019 in einer Tiefe 2,6 – 3,5 m unter GOK aufgeschlossen (entspricht einer Höhenkote von ca. 570,7 – 571,5 mNN). Zur Abschätzung der Wasserstände zum Zeitpunkt der Geländearbeiten haben wir den Grundwasserstand in der Messstelle Wolfratshausen WOL017 (Nr. 25151) des WWA Weilheim, beobachtet seit August 1982, eingesehen. Zum Zeitpunkt der Geländearbeiten herrschten Grundwasserverhältnisse von ca. 0,20 m unter Mittelwasser. Aus den vorliegenden Daten können für das Baugelände folgende Grundwasserstände interpoliert werden:

Grundwasserstände / Bauwerkskoten	Höhenkoten [mNN]
FOK EG (± 0,00)	575,91
Bemessungswasserstand für hochwasserangepasste Bauweise	574,0
HQ 100 Loisach	573,7
Bemessungsgrundwasserstand (HHW + 0,3 m)	573,7
Höchstgrundwasserstand (MW + 1,7 m= HHW)	573,4
Mittlerer höchster Grundwasserstand (MHGW)	572,9
Mittlerer Wasserstand (MW)	571,7
UK Bodenplatte Zentrale Lüftung BT 3 (-4,15 m)	571,66
Grundwasserstand am 19.08.2019	570,7 – 571,5
UK Bodenplatte Technikkeller Schwimmbad (-8,22 m)	567,69

Tab 2. Grundwasserhöhenkoten und Bauwerkskoten

→ Der HQ 100 der Loisach ist in den Hochwasserkarten des WWA Weilheim-Schongau auf Höhe des Grundstücks mit Kote 573,7 mNN anzugeben. Für eine hochwasserangepasste Bauweise inklusive des nötigen Freibords ist daher ein Bemessungswasserstand von 574,0 mNN zu empfehlen.

Auf dem Grundstück befindet sich in der Nordostecke noch eine 2"-Grundwassermessstelle (WOL 004). Das Schichtenverzeichnis ist nicht sehr aussagekräftig (bis 5 m Kies).

2.5 Bodenklassen und Homogenbereiche nach DIN 18300 alt und neu

Im Jahr 2015 wurde die Umstellung der DIN 18300 beschlossen. Die neue DIN heißt jetzt DIN 18300:2015-08, 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 3 werden die Homogenbereiche dargestellt.

Bodenart	Bodenklassen nach DIN 18300 (alt)	Homogenbereiche für Erdarbeiten nach DIN 18300:2015-08 (neu)
Oberboden, aufgefüllt	Oberboden, Klasse 1	A
Auffüllung: Kies und Schluff , sandig mit anthropogenen Beimengungen	Leicht bis mittelschwer lösbarer Boden, Klasse 3-4	B
Schluff , tonig, sandig, feinkiesig, organische Beimengungen, weich bis steif	Mittelschwer lösbarer Boden, Klasse 4	C
Kies , sandig, sehr schwach bis stark schluffig, mitedicht	Leicht bis mittelschwer lösbarer Boden, Klasse 3-4	D
Dito - mit höchstens 30 Gew.-% Steine von > 63 mm bis 0,01 m³ Rauminhalt (Kugel von ca. 0,3 Ø)	Mittelschwer lösbarer Boden, Klasse 4	D
Dito - mit mehr als 30 Gew.-% Steine von > 63 mm bis 0,01 m³ Rauminhalt (Kugel von ca. 0,3 Ø)	Schwer lösbarer Boden, Klasse 5	D
Tertiärer Sand , schwach schluffig, dicht	Leicht lösbarer Boden, Klasse 3	E

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

Homogenbereich A: aufgefüllte Oberboden, der bei der Errichtung und Änderung baulicher Anlagen sowie bei wesentlichen anderen Veränderungen der Erdoberfläche ausgehoben wird, ist möglichst in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung oder Vergeudung zu schützen.

Falls der Oberboden nicht verwendet werden kann, sollte er als Haufwerk aufgehaldet und nach einer entsprechenden Analytik einer geordneten Verwertung zugeführt werden. In Aus-

schreibungen 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 (**L**eitfaden zur **V**erfüllung in **G**ruben, **B**rüchen und **T**agebauen) 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: künstliche Bodenauffüllungen (Kies und Schluff) 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 - 4 als leicht bis mittelschwer lösbarer Boden zu beurteilen. Für den qualifizierten Erdbau kann nur ein aufgefüllter Kies mit wenig Feinkornanteil (≤ 5 Gew.-%) verwendet werden. Im Falle eines erhöhten Schluffanteiles im Kies ist dieser nicht verdichtungsfähig und es ist nur eine weniger qualifizierte Verwertung (Modellierung in den Randbereichen und im Rahmen der Landschaftsgestaltung) möglich.

Falls die künstliche Auffüllung abgefahren werden muss, sollte das Material als Haufwerk aufgehaldet und nach einer entsprechenden Analytik (LVGBT und bei einer Einstufung $> Z 2$ auch nach Deponieverordnung) einer geordneten Verwertung zugeführt werden.

Homogenbereich C: bindige Böden sind für bautechnische Zwecke nicht geeignet. Entsprechend der Konsistenz ist der organische Schluff als mittelschwer lösbarer Boden (Bodenklasse 4) anzusehen. Ein qualifizierter Erdbau wäre nur in Verbindung mit einer Bodenstabilisierung (Kalk und Zement) möglich.

Homogenbereich D: quartäre, sandige Kiese liegen meist entsprechend ihrer Genese in gebänderter Lagerung vor, wobei sich die Kornzusammensetzung horizontal abwechseln kann (Sand-, Schluff- und Rollkieslagen). Die Lösbarkeit ist entsprechend Bodenklasse 3 - 4 als leicht bis lokal mittelschwer lösbarer Boden zu beurteilen. Insgesamt sind die angetroffenen Kiessande aus geotechnischer Sicht zum Wiedereinbau gut geeignet. Dazu sollte der Aushub vor Witterung geschützt (abgedeckt mit einer Folie) bereitgehalten werden. Der Feinkornanteil (Schluff und Ton) liegt entsprechend der Siebungen bei 2,6 – 6,1 Gew.-%. Wenn die Feinkornanteile bei ≥ 5 Gew.-% liegen, ist ein Einbau schwierig.

Homogenbereich E: tertiäre Sande liegen entsprechend ihrer Genese meist in gebänderter Lagerung vor, wobei sich die Kornzusammensetzung horizontal auch mit Tonmergel abwechseln kann. Die Lösbarkeit ist entsprechend Bodenklasse 3 als leicht Boden zu beurteilen. Beim Tonmergel müsste man die Bodenklasse 5 – 6 anwenden. Eine Wiederverwendung im Rahmen des qualifizierten Erdbaus ist lediglich im Rahmen der Landschaftsgestaltung sinnvoll.

2.6 Bodenkennwerte

Für die angetroffenen Böden können die mittleren Bodenkennwerte abgeschätzt werden:

Bodenkennwerte	Auffüllung: Kies und Schluff , sandig mit anthropogenen Beimengungen	Schluff , tonig, sandig, feinkiesig, organische Beimengungen, weich - steif	Kies , sandig, sehr schwach bis stark schluffig, mitteldicht	Tertiärer Sand , schwach schluffig, dicht
Tiefe in m unter GOK (i.M.)	bis 0,8 m bzw. 3,5 m	von 0,8 – 1,6 m	bis 4,3 m bis > 7,5 m	ab 4,3 m bis > 7,5 m
Wichte kN/m^3	19	19	21	21
Wichte unter Auftrieb kN/m^3	9	9	11	11
Reibungswinkel Grad	22,5	22,5	37,5	37,5
Kohäsion c' kN/m^2	0-4	4	0	0
Undrain. Kohäsion c_u kN/m^2	> 25	> 25	-	-
Wassergehalt w_n in %	5-30	20-30	3-10	7-14
Konsistenzzahl I_c (-)	0,5-1,0	0,5-1,0	-	-
Plastizitätszahl I_p in %	0,05-0,25	0,05-0,25	-	-
Organische Anteil in %	0-10	0-10	0	0
Steifezahl E_s (Erstb.) MN/m^2	5	5	70	100
Bodengruppe	GW, GU, GU*, UL	UL, OU, UM	GW, GU, GU*	SE, SU
Homogenbereich	B	C	D	E
Frostempfindlichkeit	F1-F3	F3	F1-F3	F1-F2

Tab 4. Bodenkennwerte

3 Gründungsempfehlungen

3.1 Baugrund- und Gründungssituation

Aus den vorliegenden Untersuchungsergebnissen kann die folgende Bestandssituation abgeleitet werden:

- Im betreffenden Gebiet steht ab ca. 0,8 m bzw. 3,5 m Tiefe Kies an, der von einem weich-konsistenten Lehmhorizont und/oder künstlichen Bodenauffüllungen überdeckt wird.
- Grundwasser stand am 19.08.2019 ab 2,5 m bis 3,5 m unter Geländeoberkante an (570,7 – 571,5 mNN).
- Der Kies stellt einen gut tragfähigen und wenig setzungsempfindlichen Bau- und Untergrund für die geplanten Bauwerke dar.
- Bei den vorliegenden Verhältnissen können nicht unterkellerte Gebäude nach einem Bodenaustausch entweder auf Einzel- und Streifenfundamenten oder auf einer elastisch gebetteten Bodenplatte gegründet werden.
- Gebäudeteile unterhalb des Bemessungswasserstands (574,0 mNN) sind als druckwasserdichte weiße Wannen in WU-Beton Bauweise zu errichten.

3.2 Baugrube und Wasserhaltung

3.2.1 Baugrube nicht unterkellert Bauteile

In Bereichen ohne Unterkellerung ist lediglich partiell mit einem Bodenaustausch aufgefüllter Böden als auch anstehender weichkonsistenter Schluffe zu rechnen. Die Aushubtiefe beträgt dementsprechend zwischen 1 – 2 m. Soweit dies die Grundstücksgröße zulässt, darf mit $\beta \leq 45^\circ$ im Kies und den weichen Schluffschichten abgeböschet werden. In den Bereichen, in denen aufgrund von Zwängen keine Abböschung möglich ist, muss ein Verbau erfolgen. Wenn ein Verbau benötigt wird, sollte ein Berliner Verbau (Bohlträgerverbau) ausgeführt werden.

3.2.2 Wasserdichter Verbau bei einfacher Unterkellerung

Bei einer einfachen Unterkellerung, wie es zur zentralen Lüftung (bspw. BT 3) vorgesehen ist, ist bereits bei Mittelwasser oder wenigen Zentimetern über Mittelwasser davon auszugehen, dass eine Absenkung des Grundwassers benötigt wird. Wir gehen davon aus, dass auf dem Südteil des Grundstücks eine offene Wasserhaltung mit einem Absenkziel von 0,3 m eventuell sogar 0,5 m möglich ist. Der mögliche bauzeitliche Hochwasserstand sollte dem MHGW gleichgesetzt werden (572,9 mNN).

Jahreszeitlich bedingt können allerdings wesentlich höhere Wasserstände als zum Zeitpunkt unserer Geländearbeiten auftreten. Bei Mittel- oder Hochwasser müsste nach jetzigem Kenntnisstand das Grundwasser um ca. 1,0 – 1,5 m abgesenkt werden. Derartige Absenkmächtigkeiten erfordern eine erhebliche Pumpleistung mit Förderraten von überschlägig bis ca. 200 l/s. Dies ist aus hydrogeologischer Sicht nicht zu empfehlen, so dass wir auf der sicheren Seite liegend bei Unterkellerungen zu einem wasserdichten Verbau raten.

3.2.3 Wasserdichter Verbau

Geht man davon aus, dass die Baugrube wasserdicht umschlossen wird, kommt vorrangig eine Spundwand in Frage. Um die Spundbohlen erschütterungsarm bei der sehr dichten Lagerung des Tertiärs (siehe Rammsondierungen) einzubringen, bieten sich Verfahren wie Vorbohren und Hochfrequenztüttler an. Wir raten das Einrütteln der ersten Dielen mit Erschütterungsmessungen zu begleiten. Ebenfalls sollte eine Beweissicherung durchgeführt werden.

Die Spundwand muss nach statischem Erfordernis zur wasserdichten Umschließung 1,5 m bis 2 m in den dichten Sand, jedoch voraussichtlich mind. > 7-10 m tief unter Geländeoberkante einbinden. Die Spundwand kann komplett oder bereichsweise wieder gezogen werden und stellt somit keine Behinderung des Grundwasserstroms dar. Eine Spundwand ist trotz Auflockerungsbohrungen, die hier notwendig sind, mit Erschütterungen und möglichen Schäden am

Bestand und Nachbarbebauung verbunden. Eine überschnittene Bohrpfahlwand ist erschütterungsfrei und bauwerksverträglich. Wir raten zu einer überschnittenen Bohrpfahlwand im direkten Bestandsbereich. In einem gewissen Abstand vom Verbau (mind. 5 m) kann gespundet werden.

Bei einer Bohrpfahlwand, die weitgehend erschütterungsfrei hergestellt werden kann, kann der Achsabstand der Pfähle entsprechend der Anforderungen eingestellt werden. Eine Bewehrung und Rückverankerung hat nach statischen Erfordernissen zu erfolgen. Die Herstellung der Bohrpfähle darf nach DIN EN 1536 erfolgen und es sollte sich an den Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB) orientieren.

Der Verbau muss statisch bemessen werden. Falls rückverankert werden muss, können Verpressanker verwendet werden:

- bei Verpressstrecken im mitteldicht gelagerten Kies kann, aufgrund von Erfahrungswerten, die Grenzzuglast für Kraffteintragungslängen $l = 5-10 \text{ m}$ mit $T_{M, Gr} \approx 1,0 \text{ MN}$ abgeschätzt werden.

Die tatsächliche Tragkraft der Anker ist generell mit Zugversuchen nachzuweisen.

- Auftriebssicherheit

Die Auftriebssicherheit ist für alle Bauzustände sicherzustellen. Eventuell werden Flutöffnungen notwendig, die später mit Doymadichtungen verschlossen werden.

- Bauwasserhaltung

In der Baugrube sollte über mehrere gebohrte Brunnen das Restwasser abgesenkt werden. Dazu ist vorab zwingend eine wasserrechtliche Erlaubnis mit Aufstauberechnung während der Bauphase und im fertigen Zustand zu beantragen. In diesem Gutachten werden die Brunnen und die Versickerung für das Bauwasser genau berechnet.

Aufgrund der Einbindung in die Sande, wird die Baugrube nie „wasserdicht“, da von unten aus den Sanden immer Wasser nachströmt. Diese Wassermenge bekommt man aber mit den gebohrten Brunnen in den Griff.

- Weitere 3 Großbohrungen

Im Norden taucht der tertiäre Feinsand ab. Hier wurde schon bis 7,5 m Tiefe gebohrt, aber konnte aufgrund der Lagerungsdichte (siehe Rammsondierungen) nicht tiefer bohren. Hier und etwas südlich zwischen BS 1 und BS 5 sollten noch Großbohrungen ausgeführt werden. Ferner

sollte im Zuge dessen auch ganz im Süden auf dem Parkplatz noch eine Bohrung abgeteuft werden.

Die südliche und die nördlichen Bohrungen könnte man in Anbetracht der thermischen Nutzung des Grundwassers gleich als 6 bis 8"-Pegel (je nach gewünschter Wassermenge) ausbauen.

3.3 Unterfangung

Bei den Gebäudeanschlüssen ist entweder eine kraftschlüssige und abschnittsweise Unterfangung im Pilgerschrittverfahren gemäß DIN 4123 oder ein Injektionsverfahren vorzusehen.

Bei der Unterfangung mittels Injektionsverfahren, z.B. HDI (Hochdruckinjektion) oder MDI (Mitteldruckinjektion) wird eine Injektionslanze bis in das erforderliche Unterfangungsniveau eingebracht und anschließend wird beim Ziehen der Lanze ein Zementgemisch injiziert, was mit dem umgebenden Boden eine betonartige Säule bildet. Säule neben Säule erhält man so eine streifenartige Unterfangung des Bestandes. Die Reichweite der Injektion kann eingestellt werden. Hier empfiehlt es sich, einen ca. 1,5 m breiten Streifen zu injizieren. Bei entsprechendem Geräteeinsatz kann die Verpressgrenze recht genau eingestellt werden, so dass beim Aushub ein nur geringer Überstand des verfestigten Bodens abgefräst werden muss.

3.4 Gründung

Die Bodensituation erlaubt bei nicht unterkellerten Bauteilen die Flachgründung auf Streifen- und Einzelfundamenten. Bauteile mit Unterkellerung sind über elastisch gebettete Bodenplatten zu gründen. Auffüllungen als auch anstehender Schluff sind mit lastabtragenden Fundamenten vollständig zu durchfahren.

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. Es dürfen folgende Bemessungswerte des Sohlwiderstands in Ansatz gebracht werden.

Gemäß DIN 1998-1/NA:2011-01 ist Wolfratshausen **keiner Erdbebenzone** zugeordnet.

Die Gründungssohlen aller Bauteile müssen mit schwerer Rüttelplatte nachverdichtet werden. Die Bodenplatte kann auf dem nachverdichteten Kiesplanum aufgelagert werden. Eventuell

wird lokal ein Bodenaustausch von wenigen Dezimetern notwendig sein, wenn inhomogene Verhältnisse vorliegen (z.B. Steinlagen, Schlufflinsen). Als Nachweis der fachgerechten Verdichtung ist eine Proctordichte $D_{Pr} > 100 \%$ 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 $E_{vD} \geq 50 \text{ MN/m}^2$, um die nachfolgend genannten Bemessungswerte uneingeschränkt in Ansatz bringen zu können.

- Gründung auf Streifen- und Einzelfundamenten

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

Fundamenteinbindetiefe	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohldruckwiderstands kN/m^2 in Bezug zur Fundamentbreite					
	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	2,5 m	3,0 m
0,5 m	280	420	560	700	700	700
1,0 m	380	520	660	800	800	800
1,5 m	480	620	760	900	900	900
2,0 m	560	700	840	980	980	980

Tab 5. Bemessungswerte

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 einzuhalten.

Der Abstand zwischen Grundwasserstand und Gründungssohle, muss mindestens so groß sein wie die maßgebende Fundamentbreite. Ist der Abstand zwischen Grundwasserstand und Gründungssohle kleiner als die Fundamentbreite, darf zwischen dem um 40 % abgeminderten Wert und dem nicht dem nicht abgeminderten Bemessungswert geradlinig interpoliert werden (vgl. EC7-A6.10.2.3).

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.

- Gründung auf einer Bodenplatte

Die Bodenplatte kann auf dem nachverdichteten Kiesplanum aufgelagert werden. Die mittleren flächigen Bemessungswerte des Sohldruckwiderstands können unter der Bodenplatte mit $\sigma_{R,d} \leq 230 \text{ kN/m}^2$ und in den randlichen Spitzen mit $\sigma_{R,d} \leq 260 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden.

Für die Bemessung der Bodenplatte nach dem Bettungsmodulverfahren kann die Bettungszahl mit $k_s \approx 40 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden. Wird das Steifezahlverfahren angewendet, kann eine Steifezahl E_s (Erstbel.) von 70 MN/m^2 angesetzt werden.

- Setzungen

Mit den angegebenen Bemessungswerten werden Setzungen der Fundamente erfahrungsgemäß $s = 0,5 - 1,5 \text{ cm}$ nicht übersteigen.

3.5 Abdichtungsmaßnahmen

Erdhinterfüllte Wände über den Koten des Bemessungswasserstands (574,0 mNN) können nach DIN 18533-1 – Wassereinwirkungsklasse W1.1-E (Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden) hergestellt werden.

Die Bauwerkstieftteile sind bis zum Bemessungswasserstand (574,0 mNN) nach DIN 18533-1 – Wassereinwirkungsklasse W2.2-E (hohe Einwirkung von drückendem Wasser > 3 m Wassersäule) bzw. W2.1-E ($\leq 3 \text{ m}$) Wassersäule abzudichten. Es empfiehlt sich eine druckwasserdichte, weiße Wanne in WU-Beton Bauweise zu errichten (siehe WU-Richtlinie des deutschen Ausschusses für Stahlbeton).

3.6 Weitere bautechnische Hinweise

- Verdichtungsanforderungen des Arbeitsraums

Die Arbeitsräume müssen lagenweise verfüllt und verdichtet werden. Der Verdichtungsgrad des eingebauten Kiesel sollte $\geq 100 \% D_{Pr}$ 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 $> 50 \text{ MN/m}^2$ erreicht werden. Noch einfacher wären Kontrollen mittels Rammsondierungen.

Prüfgerät	Verdichtungswert
DPH Schwere Rammsonde DIN 4094	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 $> 50 \text{ MN/m}^2$

Tab 6. Anforderung an die Verdichtungswerte

- Aufstellung des Baukrans

Die Kranfundamente sollten entsprechend der Tabelle 5 in den Kiessanden gegründet werden. Die Sohlen sind intensiv nachzuverdichten. Die Auffüllung und die Lehmlinsen sind zu durchfahren. Wir raten den Kranplatz über Rammsondierungen zu untersuchen.

- Ing.-geol. Bauüberwachung

Bei der geotechnischen Kategorie GK 2 (mittlerer Schwierigkeitsgrad) empfehlen wir eine Bauüberwachung. 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 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.
- 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 Versickerung von Oberflächenwasser

Der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) der anstehenden Kiessande liegt nach Berechnungen aus den Siebanalysen, durchgeführt nach DIN 18123 (Anlage 5), bei rund $k_f = 2,5 \times 10^{-2}$ m/s. Aufgrund des Reduzierungsfaktors bei Siebungen von 0,2 kann ein **Rechenwert** von einem $k_f = 5,0 \times 10^{-3}$ m/s angesetzt werden. Als mittlerer höchster Grundwassertand (**MGHW**) sollte eine Kote von **572,9 mNN** angesetzt werden.

Die Gesamtfläche der Versiegelung ist in der weiteren Planung genauer zu bestimmen. Aufgrund der Größe des geplanten Bauvorhabens ist zwingend ein spezialisiertes Büro für technische Gebäude Ausrüstung (TGA) einzuschalten und ein detailliertes Konzept der Niederschlagswasserbeseitigung zu entwerfen.

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.

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

5 Thermische Nutzung von Grundwasser

Aufgrund der ehemaligen Flussschleife der Loisach, die durch das Projektgebiet zog, liegt ein Kies mit guter bis sehr guter Porendurchlässigkeit vor (siehe Anlage 1.3). In der Umgebung gibt es schon einige Wärmepumpen. Die Fließrichtung kann grob mit Süd-Nord angegeben werden. Der grundwassererfüllte Kies liegt im südlichen Anstrombereich bei einem Mittelwasserstand in einer Mächtigkeit von ca. 2,2 m vor. Bei Niedrigwasser liegt nur noch eine Mächtigkeit von 1,3 m vor.

Der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) der anstehenden Kiessande liegt nach Berechnungen aus den Siebanalysen bei $k_f = 2,5 \times 10^{-2}$ m/s bis $4,4 \times 10^{-3}$ m/s. Es liegt also eine sehr gute Wasserdurchlässigkeit vor. Eine thermische Nutzung des Grundwassers ist mit großer Sicherheit möglich. Hierzu müssen aber noch Daten wie Chemismus, Beeinflussung anderer Anlagen, genaue Fließrichtung, Schluckversuch im Norden sowie Pumpversuch im Süden ermittelt werden, die mit den 3 zusätzlichen Bohrungen durchzuführen ist.

6 Zusammenfassung

Unser Büro wurde von der Stadt Wolfratshausen beauftragt, für den Umbau und die Erweiterung der Grund- und Mittelschule am Hammerschmiedweg 8 in Wolfratshausen eine Baugrunduntersuchung durchzuführen und eine Machbarkeit bezüglich einer thermischen Nutzung zu beschreiben.

- Untergrundverhältnisse

Im betreffenden Gebiet steht ab ca. 0,8 m bzw. 3,5 m Tiefe Kies an, der von einem weichkonsistenten Lehmhorizont und/oder künstlichen Bodenauffüllungen überdeckt wird. Besonders im Norden wurden in den Bohrungen Belastungen festgestellt. Der tiefere Untergrund wird aus Kiessand gebildet, der zumindest im Süden des Grundstücks durch tertiäre Sande ab rund 5 m Tiefe abgelöst wird. Im Norden scheinen die tertiären Böden abzutauchen.

- Grundwasser

Grundwasser wurde während der Geländearbeiten am 19./20.08.2019 in einer Tiefe 2,6 – 3,5 m unter GOK aufgeschlossen. Zur Abschätzung der Wasserstände zum Zeitpunkt der Geländearbeiten haben wir den Grundwasserstand in der Messstelle Wolfratshausen WOL 017 (Nr. 25151) des WWA Weilheim, beobachtet seit August 1982, eingesehen. Aus den vorliegenden Daten können für das Baugelände folgende Grundwasserstände interpoliert werden:

Grundwasserstände / Bauwerkskoten	Höhenkoten [mNN]
FOK EG ($\pm 0,00$)	575,91
Bemessungswasserstand für hochwasserangepasste Bauweise	574,0
HQ 100 Loisach	573,7
Bemessungsgrundwasserstand (HHW + 0,3 m)	573,7
Höchstgrundwasserstand (MW + 1,7 m= HHW)	573,4
Mittlerer höchster Grundwasserstand (MHGW)	572,9
Mittlerer Wasserstand (MW)	571,7
UK Bodenplatte Zentrale Lüftung BT 3 (-4,15 m)	571,66
Grundwasserstand am 19.08.2019	570,7 – 571,5
UK Bodenplatte Technikeller Schwimmbad (-8,22 m)	567,69

→ Der HQ 100 der Loisach ist in den Hochwasserkarten des WWA Weilheim-Schongau auf Höhe des Grundstücks mit Kote 573,7 mNN anzugeben. Für eine hochwasserangepasste Bauweise inklusive des nötigen Freibords ist daher ein Bemessungswasserstand von 574,0 mNN zu empfehlen.

- Baugrube, Wasserhaltung

Nicht unterkellerte Bauwerksbereiche können über Einzel- und Streifenfundamente und einen lokalen Bodenaustausch gegründet werden. Grundwasser stellt hier keine Behinderung dar.

Schon bei einfacher Unterkellerung kann es jedoch bei entsprechenden Grundwasserständen nur mit Mühe gelingen, eine ausreichende Absenkung zu erzielen. Wir empfehlen daher für alle unterkellerten Bauwerksteile einen wasserdichten Verbau. Die Gründung hat über Bodenplatten zu erfolgen.

- Baugrube und Wasserhaltung

Wir raten bei Unterkellerungen zu einem wasserdichten Verbau.

Geht man davon aus, dass die Baugrube wasserdicht umschlossen wird, kommt vorrangig eine Spundwand in Frage. Um die Spundbohlen erschütterungsarm bei der sehr dichten Lagerung des Tertiärs (siehe Rammsondierungen) einzubringen, bieten sich Verfahren wie Vorbohren mittels Hochfrequenzrüttler an. Die Spundwand kann komplett oder bereichsweise wieder gezogen werden und stellt somit keine Behinderung des Grundwasserstroms dar.

Eine Spundwand ist trotz Auflockerungsbohrungen, die hier notwendig sind, mit Erschütterungen und möglichen Schäden am Bestand und Nachbarbebauung verbunden. Eine überschnittene Bohrpfahlwand ist erschütterungsfrei und bauwerksverträglich. Wir raten zu einer überschnittenen Bohrpfahlwand im direkten Bestandsbereich. In einem gewissen Abstand vom Verbau (mind. 5 m) kann gespundet werden.

- Gründung

Die Bodensituation erlaubt bei nicht unterkellerten Bauteilen die Flachgründung auf Streifen- und Einzelfundamenten. Bauteile mit Unterkellerung sind über elastisch gebettete Bodenplatten zu gründen. Auffüllungen als auch anstehender Schluff sind mit lastabtragenden Fundamenten vollständig zu durchfahren.

- Versickerung

Der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) der anstehenden Kiessande liegt nach Berechnungen aus den Siebanalysen, durchgeführt nach DIN 18123 (Anlage 5), bei rund $k_f = 2,5 \times 10^{-2}$ m/s. Aufgrund des Reduzierungsfaktors bei Siebungen von 0,2 kann ein Rechenwert von einem $k_f = 5,0 \times 10^{-3}$ m/s angesetzt werden. Als mittlerer höchster Grundwassertand (MGHW) sollte eine Kote von 572,9 mNN angesetzt werden.

- Thermische Nutzung des Grundwassers

Der Kies besitzt eine gute bis sehr gute Porendurchlässigkeit. Der grundwassererfüllte Kies liegt im südlichen Anstrombereich bei einem Mittelwasserstand in einer Mächtigkeit von ca. 2,2 m vor. Bei Niedrigwasser liegt nur noch eine Mächtigkeit von 1,3 m vor.

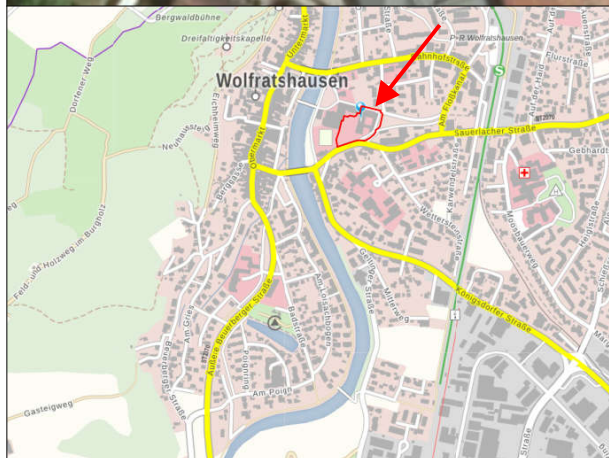
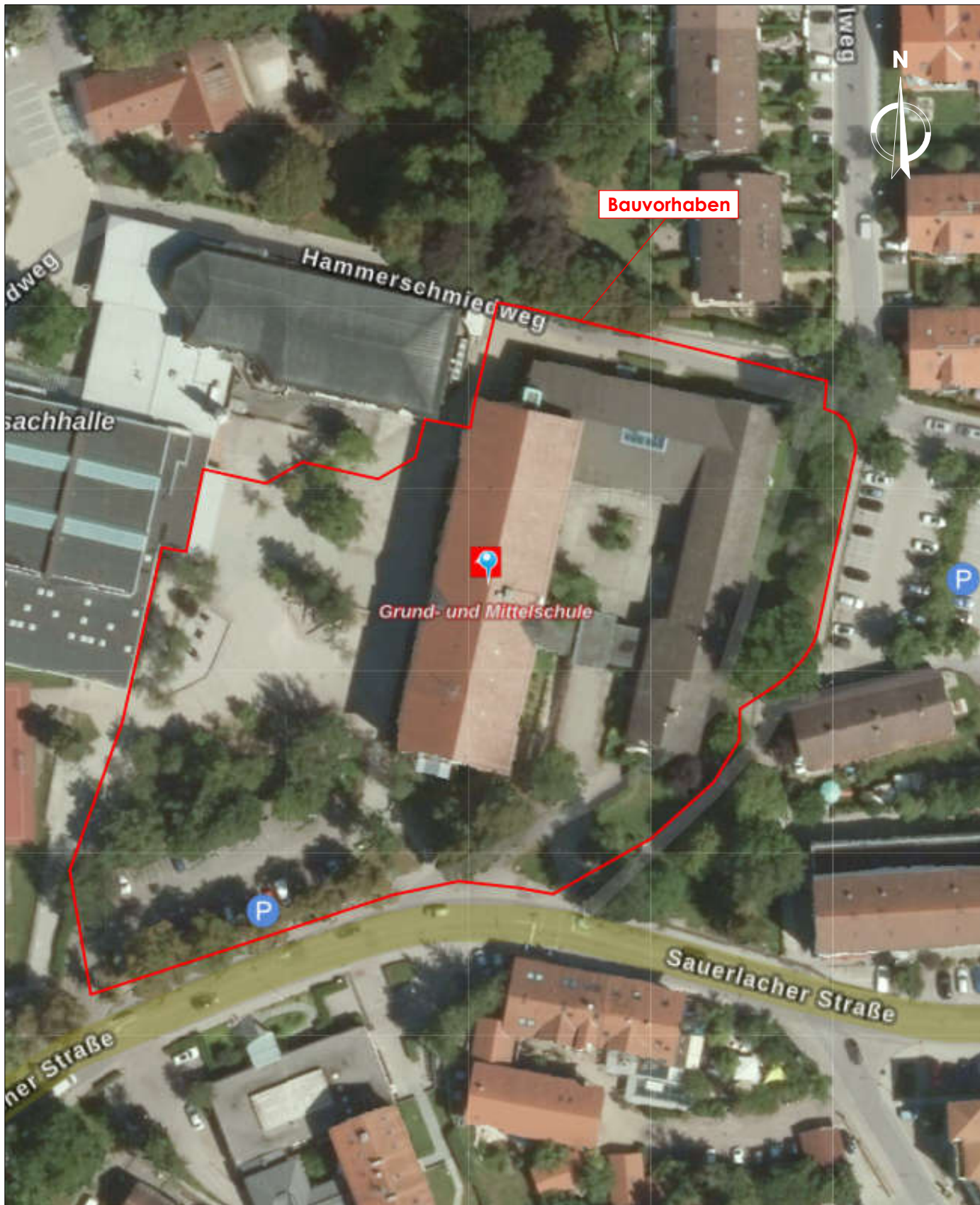
Eine thermische Nutzung des Grundwassers ist mit großer Sicherheit möglich. Hierzu müssen aber noch einige Daten wie Chemismus, Beeinflussung anderer Anlagen, genaue Fließrichtung, Schluckversuch im Norden sowie Pumpversuch im Süden ermittelt werden, die mit den 3 zusätzlichen Bohrungen durchzuführen ist.

Für weitere Fragen stehen wir gern zur Verfügung.

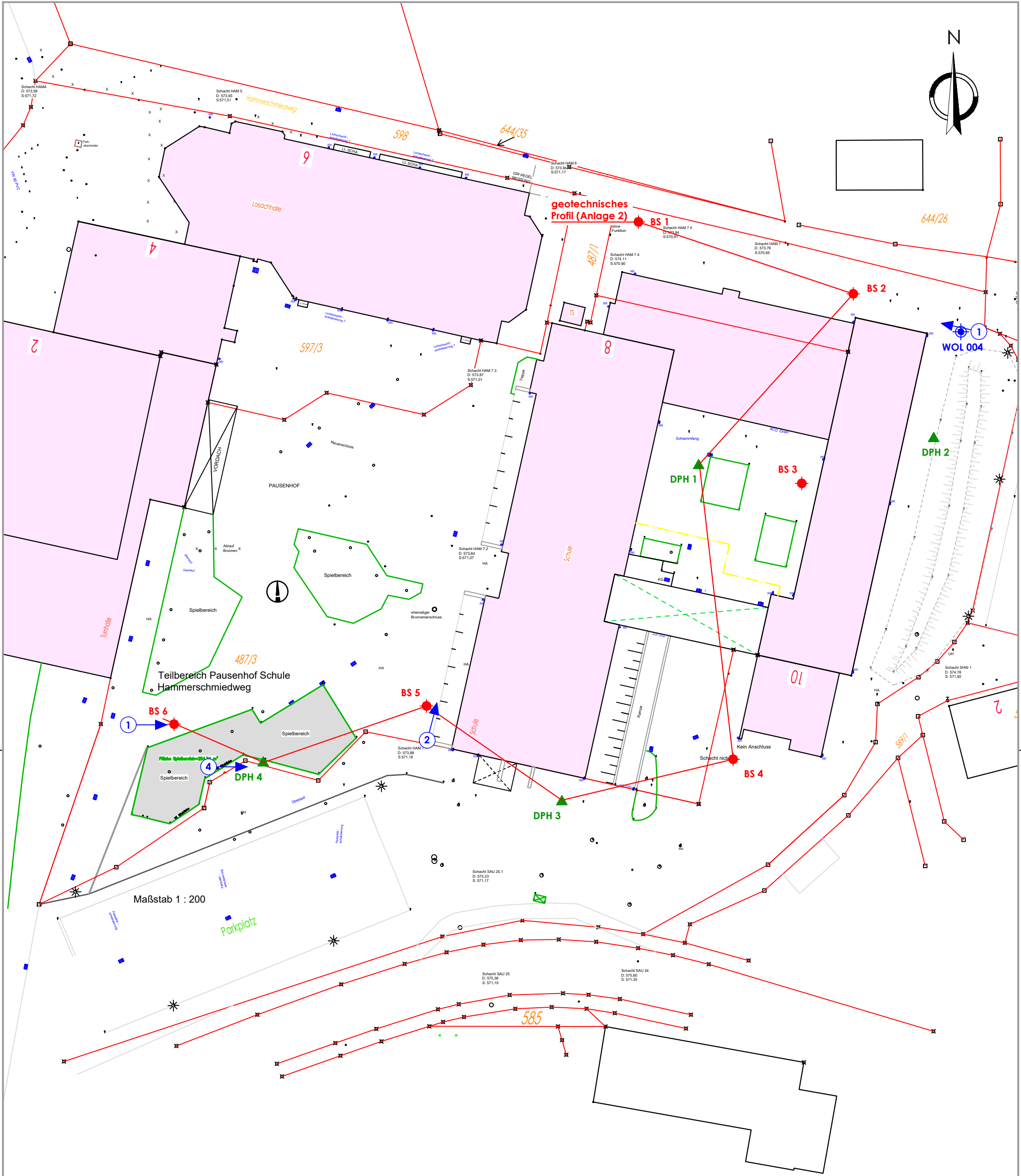
Starnberg, den 16.09.2019

N. Kampik, Dipl.-Geol. BDG

GHB Consult GmbH



Auftraggeber:		Stadt Wolfratshausen Amt 2 – Bauen und Umwelt Marienplatz 1 82515 Wolfratshausen	
Projekt:		Generalsanierung u. Erweiterung Grund- und Mittelschule Hammerschmiedweg 8 Fl.-Nr. 487+487/3, Gmkg. Wolfratshausen 82515 Wolfratshausen	
Planbezeichnung:		Übersichtslageplan	
Projektnummer:		190747	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: E.Grossfurnter
			Datum: 26.08.2019
			Anlage: 1.1

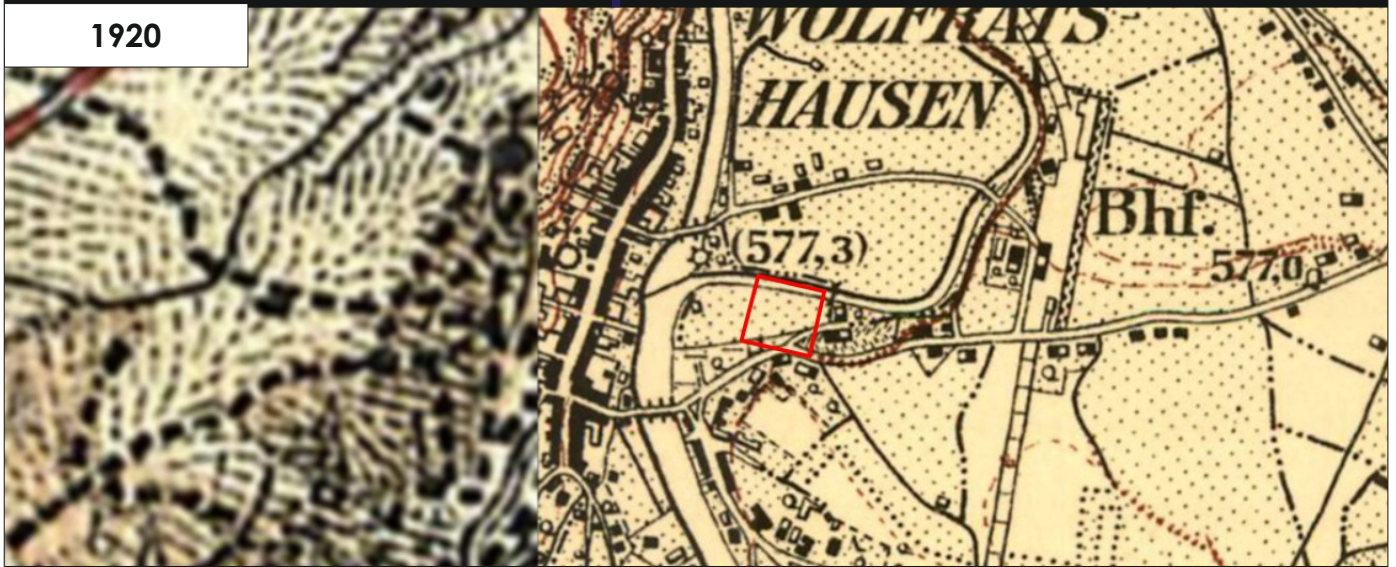


Legende:		Auftraggeber: Stadt Wolftratshausen Amt 2 – Bauen und Umwelt Marienplatz 1 82515 Wolftratshausen	
● BS 1-6 Sondierbohrungen		Projekt: Generalsanierung u. Erweiterung Grund-/Mittelschule Hammerschmiedweg 8 Fl.-Nr. 487+487/3, Gmkg. Wolftratshausen 82515 Wolftratshausen	
▲ DPH 1-4 Rammsondierungen		Planbezeichnung: Lageplan mit Untersuchungspunkten	
⊙ WOL 004 Grundwassermessstelle		Projektnummer: 190747	Maßstab: 1:500
① Foto-Nr. mit Blickrichtung		GHB Consult GmbH Dipl.-Geol. N. Kampik Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88-0 Fax: 08151 / 656 88-99	
— Linienverlauf des geotechnischen Profils		GEO HYDRO BAU CONSULT	
1 : 500		Bearbeiter: N. Kampik	
0 5 10 15 20 25m		Zeichner: J. Selmayr	
		Datum: 26.08.2019	
		Anlage: 1.2	

1869



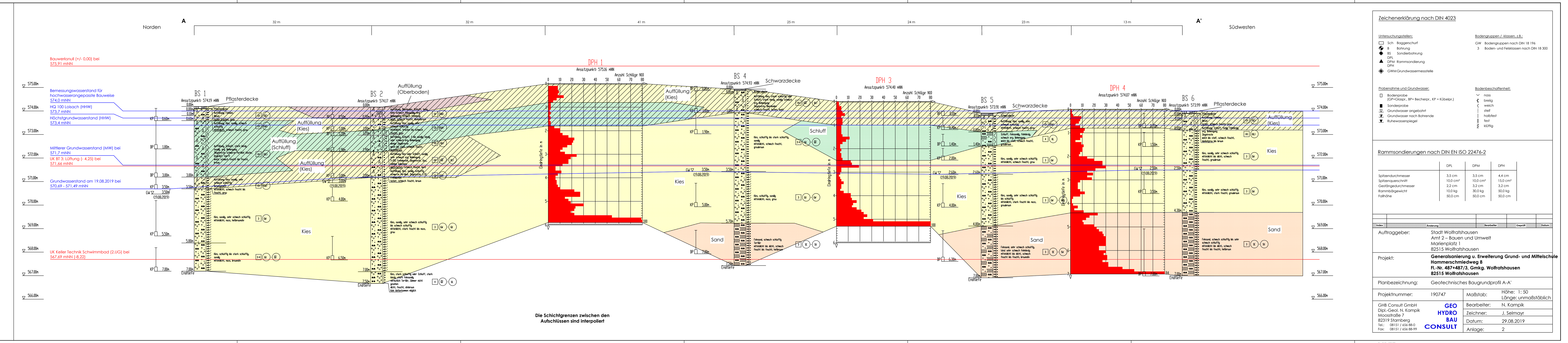
1920



1950



Auftraggeber:	Stadt Wolfratshausen Amt 2 – Bauen und Umwelt Marienplatz 1 82515 Wolfratshausen		
Projekt:	Generalsanierung u. Erweiterung Grund- und Mittelschule Hammerschmiedweg 8 Fl.-Nr. 487+487/3, Gmkg. Wolfratshausen 82515 Wolfratshausen		
Planbezeichnung:	Historische Karten		
Projektnummer:	190747	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:	J. Selmayr
		Datum:	26.08.2019
		Anlage:	1.3



Zeichenerklärung nach DIN 4023

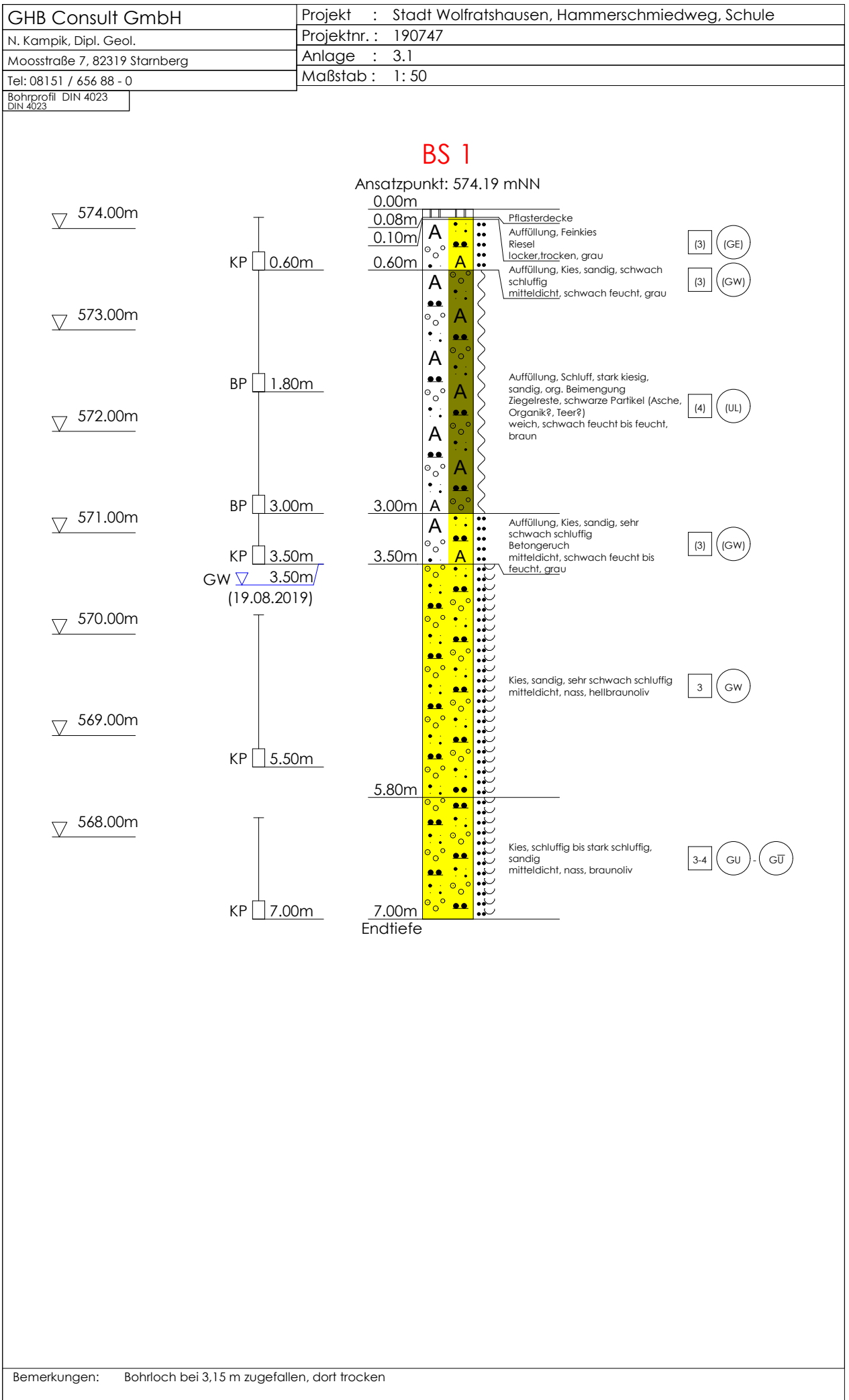
- Untersuchungsstellen:
- Sch Baggerschurf
 - B Bohrung
 - BS Sondierbohrung
 - DPL
 - DPM Rammsondierung
 - DPH
 - GWM Grundwassermessstelle
- Bodengruppen / -klassen, z.B.:
- GW Bodengruppen nach DIN 18 196
 - 3 Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300

- Probenahme und Grundwasser:
- Bodenprobe (GP=Glasp., BP=Becherpr., KP=Kübelpr.)
 - Sonderprobe
 - Grundwasser angebohrt
 - Grundwasser nach Bohrende
 - Ruhewasserspiegel
- Bodenbeschaffenheit:
- nass
 - breiig
 - weich
 - steif
 - halbfest
 - fest
 - klüffig

Rammsondierungen nach DIN EN ISO 22476-2

	DPL	DPM	DPH
Spitzendurchmesser	3,5 cm	3,5 cm	4,4 cm
Spitzengrundschnitt	10,0 cm²	10,0 cm²	15,0 cm²
Gestängedurchmesser	2,2 cm	3,2 cm	3,2 cm
Rammbärgewicht	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: Stadt Wolfratshausen Amt 2 - Bauen und Umwelt Marienplatz 1 82515 Wolfratshausen				
Projekt: Generalsanierung u. Erweiterung Grund- und Mittelschule Hammerschmiedweg 8 Fl.-Nr. 487+487/3, Gmkg. Wolfratshausen 82515 Wolfratshausen				
Planbezeichnung: Geotechnisches Baugrundprofil A-A'				
Projektnummer:	190747	Maßstab:	Höhe: 1:50 Länge: unmaßstäblich	
GHB Consult GmbH Dipl.-Geol. N. Kampik Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88-0 Fax: 08151 / 656 88-99	GEO HYDRO BAU CONSULT	Bearbeiter:	N. Kampik	
		Zeichner:	J. Selmayr	
		Datum:	29.08.2019	
		Anlage:	2	

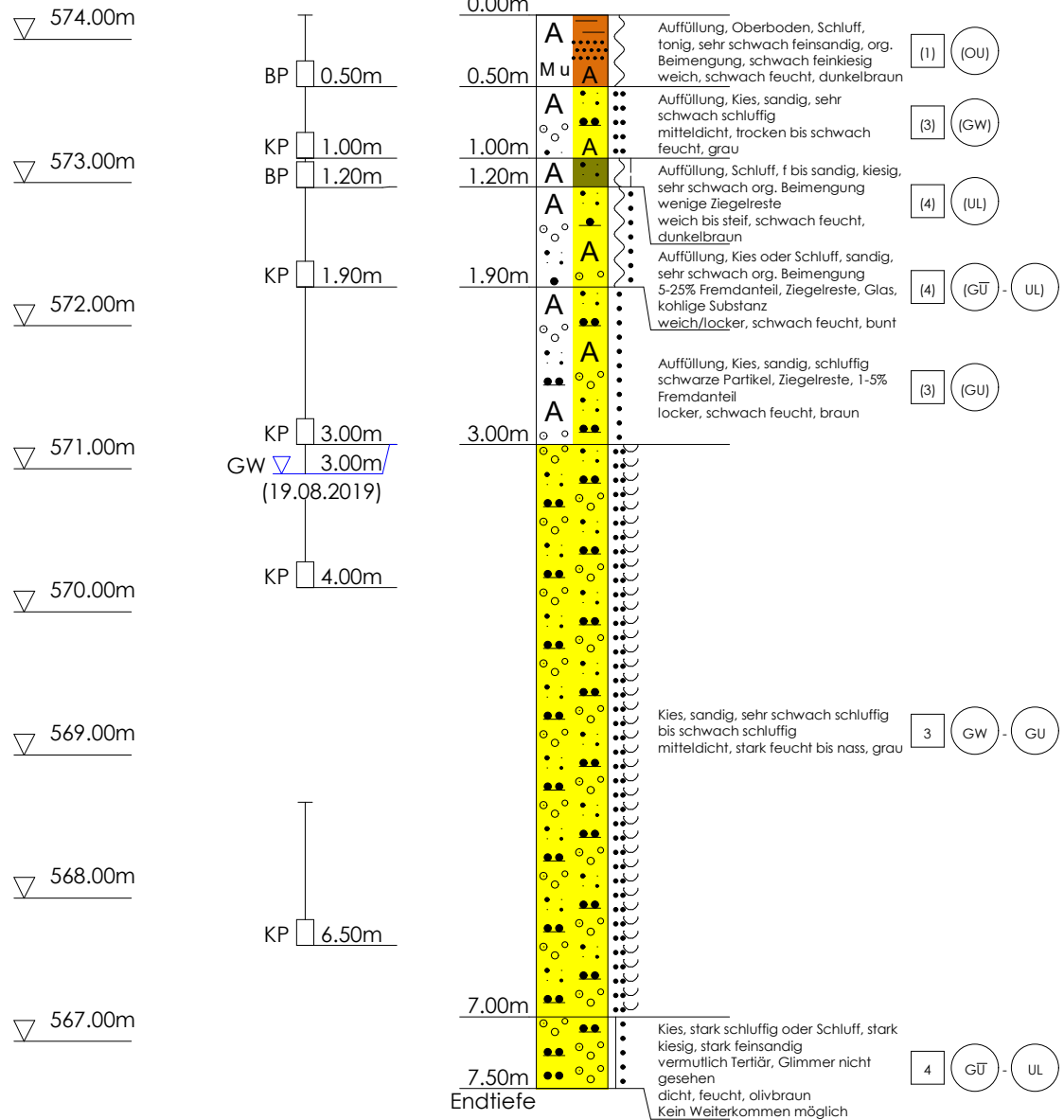


GHB Consult GmbH	Projekt : Stadt Wolfratshausen, Hammerschmiedweg, Schule
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr. : 190747
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.2
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Maßstab : 1: 50

Bohrprofil DIN 4023
DIN 4023

BS 2

Ansatzpunkt: 574.17 mNN



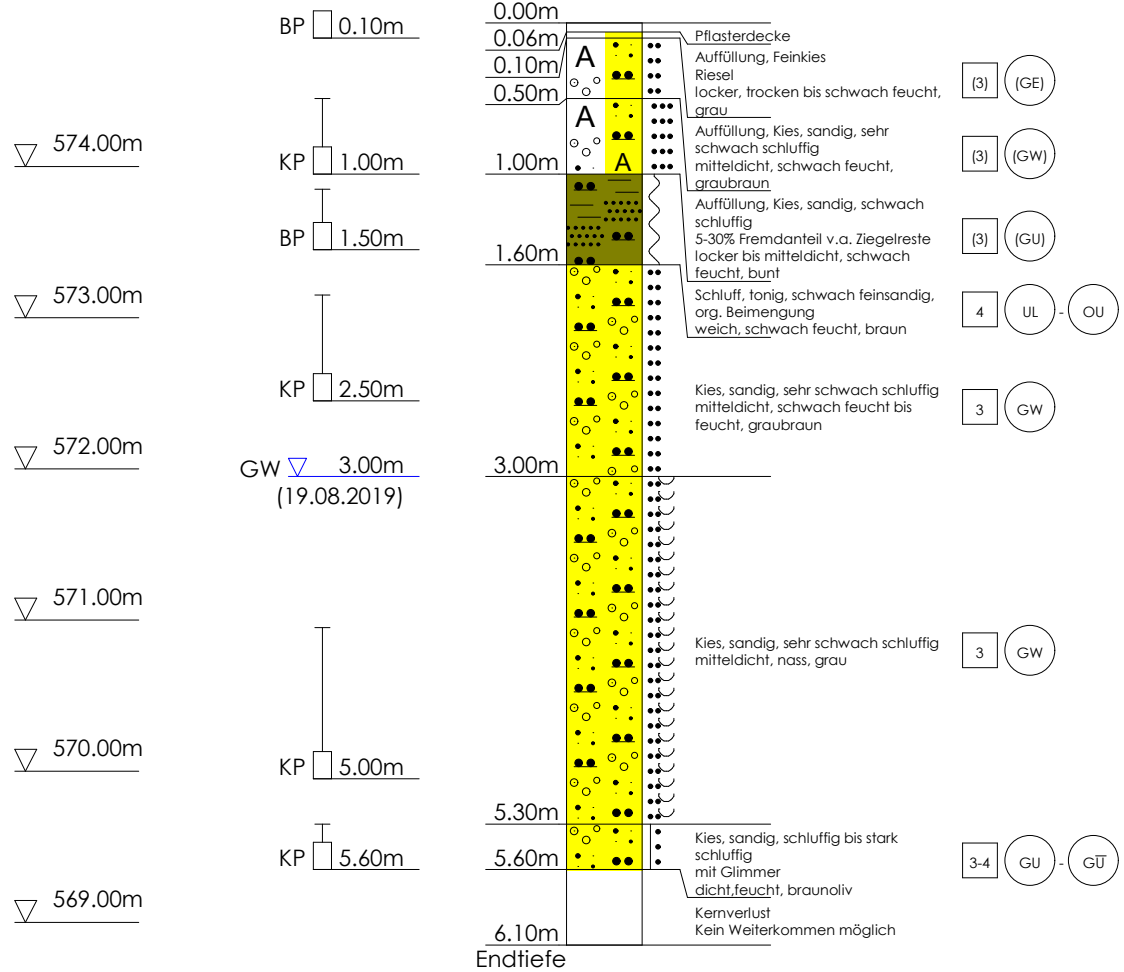
Bemerkungen: Bohrloch bei 2,0 m zugefallen, dort trocken

GHB Consult GmbH	Projekt : Stadt Wolfratshausen, Hammerschmiedweg, Schule
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr. : 190747
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.3
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Maßstab : 1: 50

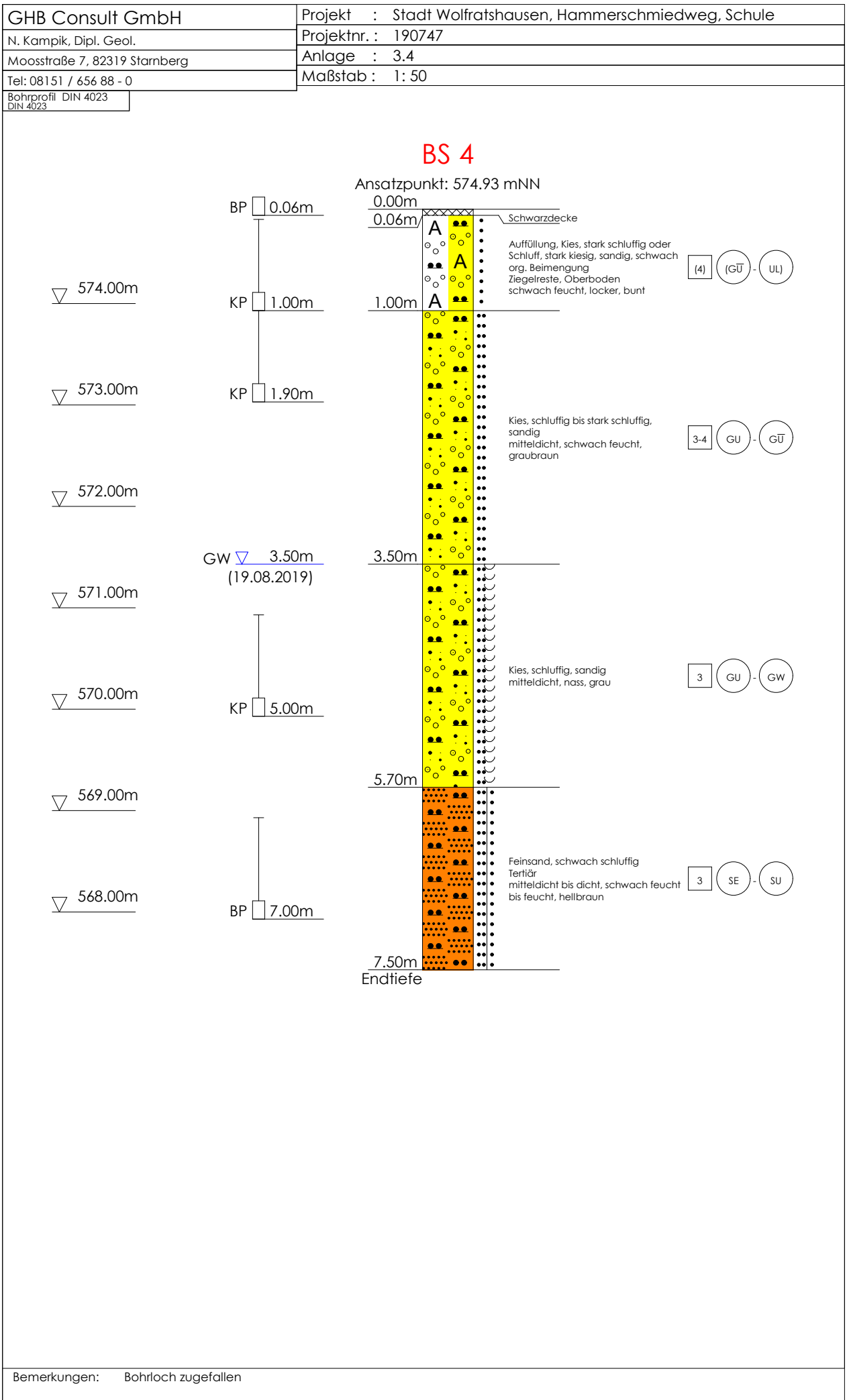
Bohrprofil DIN 4023
DIN 4023

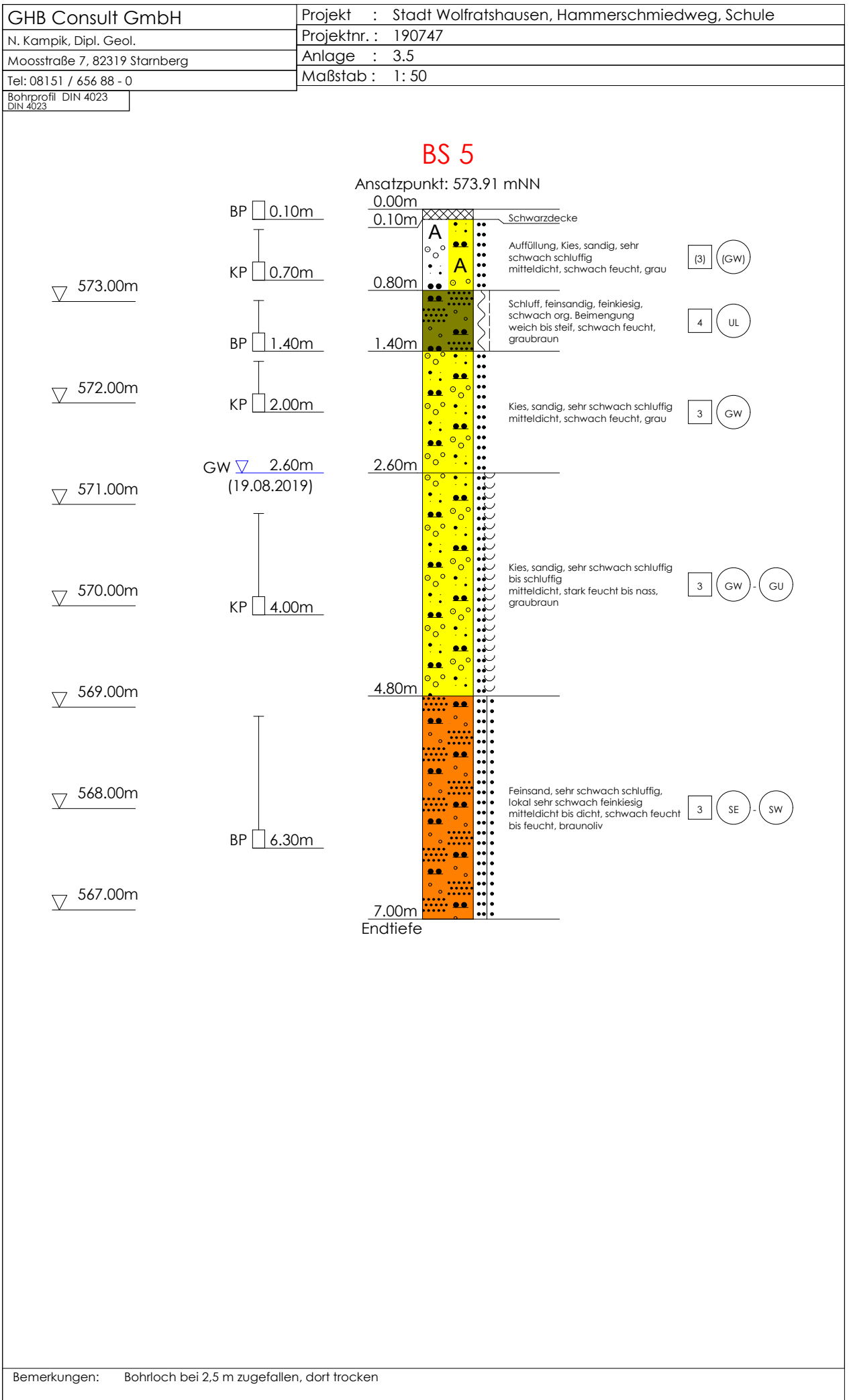
BS 3

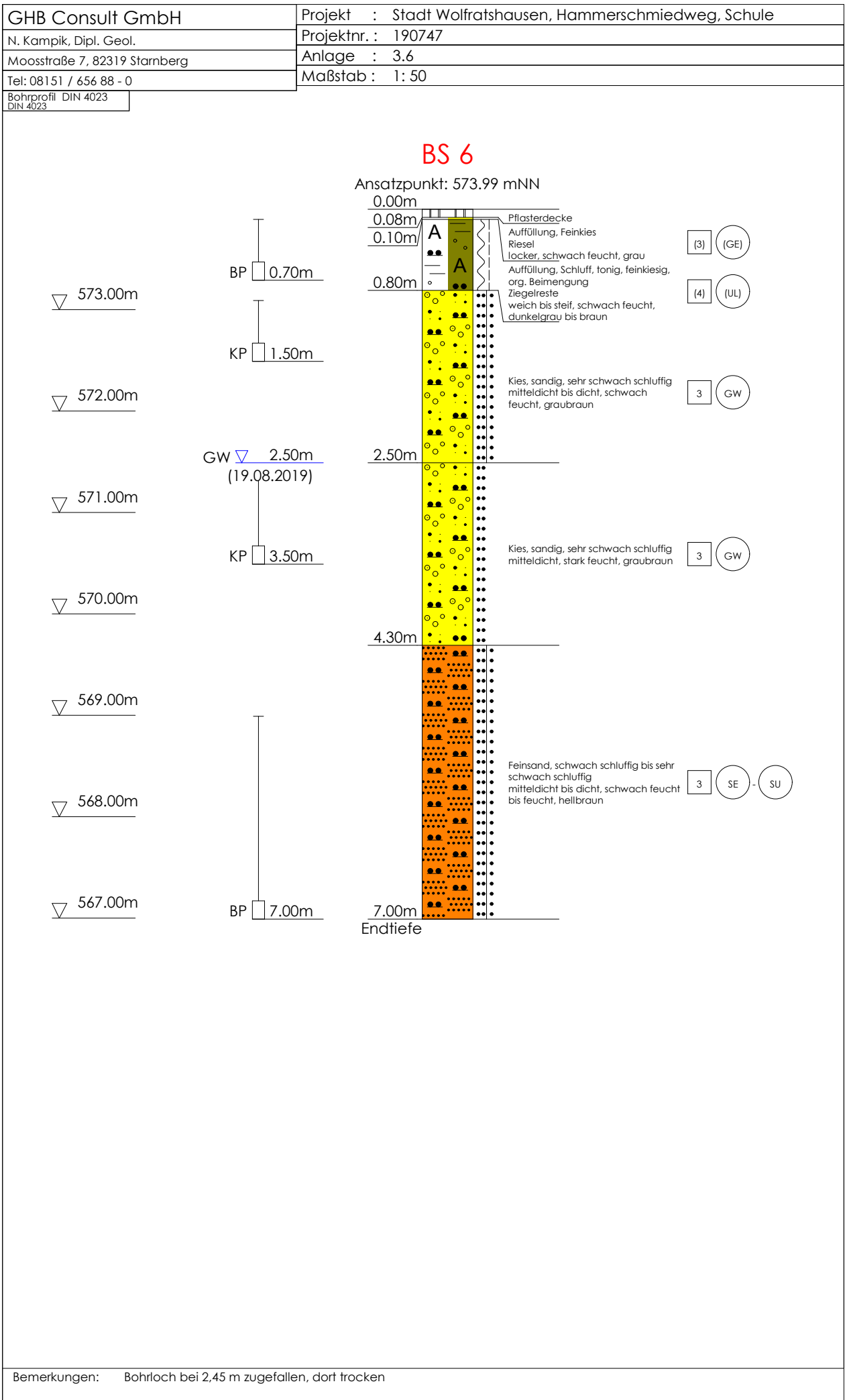
Ansatzpunkt: 574.95 mNN



Bemerkungen:







GHB Consult GmbH	Projekt : Stadt Wolfratshausen, Hammerschmiedweg, Schule
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr.: 190747
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 4.1
Tel: 08151 / 656 88 - 0, Fax: - 99	Datum: 20.08.2019
Rammsondierung EN ISO 22476-2	Maßstab : 1: 50

Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	0	5.10	19
0.20	8	5.20	30
0.30	8	5.30	23
0.40	9	5.40	22
0.50	8	5.50	19
0.60	13	5.60	22
0.70	7	5.70	54
0.80	4	5.80	79
0.90	2	5.90	100
1.00	2		
1.10	2		
1.20	1		
1.30	2		
1.40	1		
1.50	2		
1.60	1		
1.70	2		
1.80	2		
1.90	5		
2.00	10		
2.10	10		
2.20	12		
2.30	17		
2.40	22		
2.50	21		
2.60	20		
2.70	16		
2.80	12		
2.90	10		
3.00	14		
3.10	24		
3.20	19		
3.30	17		
3.40	17		
3.50	12		
3.60	6		
3.70	6		
3.80	11		
3.90	8		
4.00	6		
4.10	6		
4.20	7		
4.30	7		
4.40	8		
4.50	10		
4.60	22		
4.70	27		
4.80	27		
4.90	14		
5.00	17		

▽ 575.00m

▽ 574.00m

▽ 573.00m

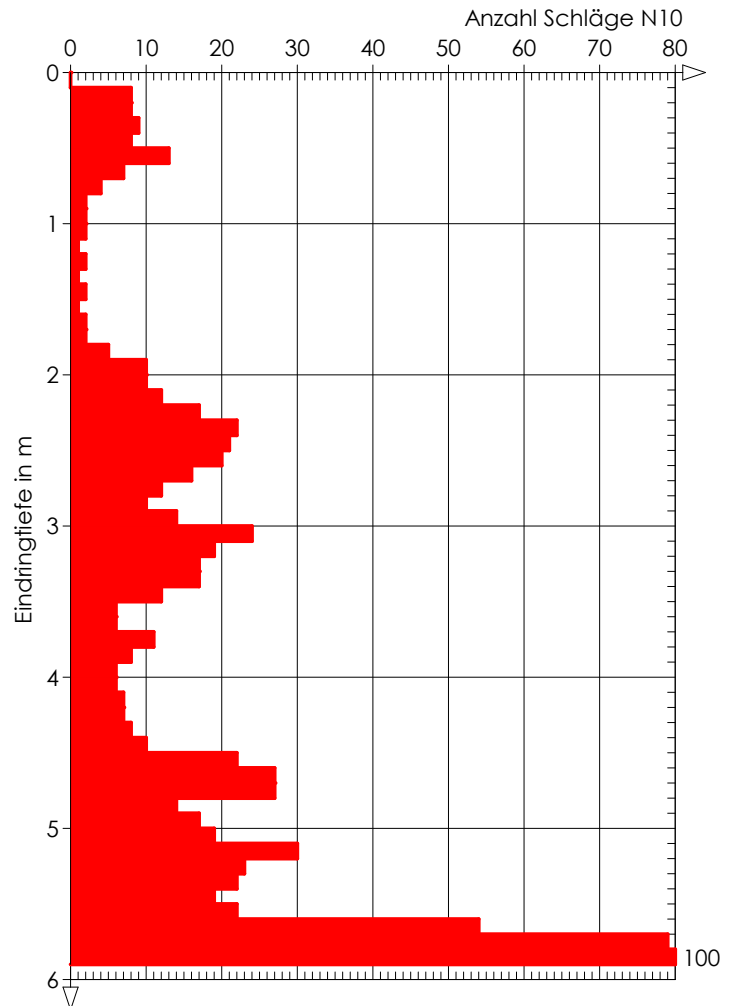
▽ 572.00m

▽ 571.00m

▽ 570.00m

DPH 1

Ansatzpunkt: 575.16 mNN



Bemerkungen:

GHB Consult GmbH	Projekt : Stadt Wolfratshausen, Hammerschmiedweg, Schule
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr.: 190747
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 4.2
Tel: 08151 / 656 88 - 0, Fax: - 99	Datum: 20.08.2019
Rammsondierung EN ISO 22476-2	Maßstab : 1: 50

Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	1	5.10	14
0.20	2	5.20	16
0.30	3	5.30	14
0.40	3	5.40	17
0.50	3	5.50	22
0.60	4	5.60	17
0.70	4	5.70	29
0.80	4	5.80	37
0.90	3	5.90	30
1.00	2	6.00	37
1.10	3	6.10	42
1.20	3	6.20	52
1.30	2	6.30	66
1.40	3	6.40	87
1.50	3	6.50	99
1.60	6		
1.70	7		
1.80	9		
1.90	9		
2.00	10		
2.10	14		
2.20	18		
2.30	18		
2.40	16		
2.50	9		
2.60	10		
2.70	8		
2.80	7		
2.90	3		
3.00	3		
3.10	3		
3.20	3		
3.30	4		
3.40	5		
3.50	7		
3.60	7		
3.70	10		
3.80	10		
3.90	10		
4.00	17		
4.10	14		
4.20	17		
4.30	16		
4.40	11		
4.50	7		
4.60	3		
4.70	9		
4.80	14		
4.90	11		
5.00	17		

▽ 574.00m

▽ 573.00m

▽ 572.00m

▽ 571.00m

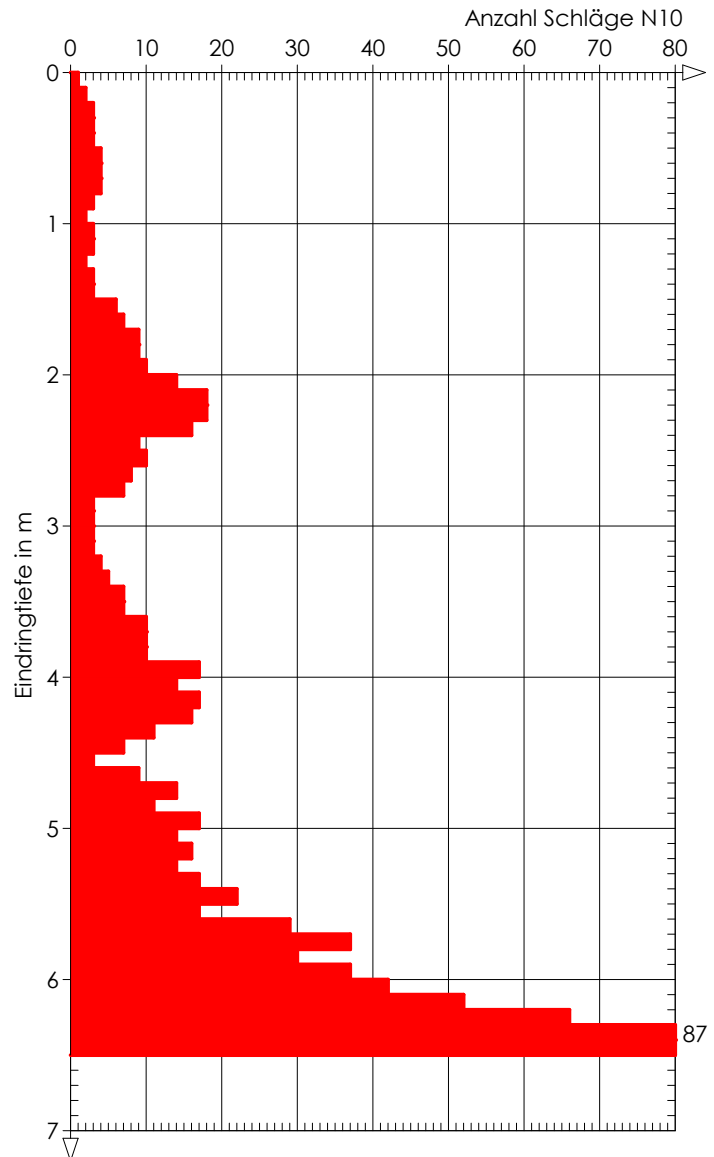
▽ 570.00m

▽ 569.00m

▽ 568.00m

DPH 2

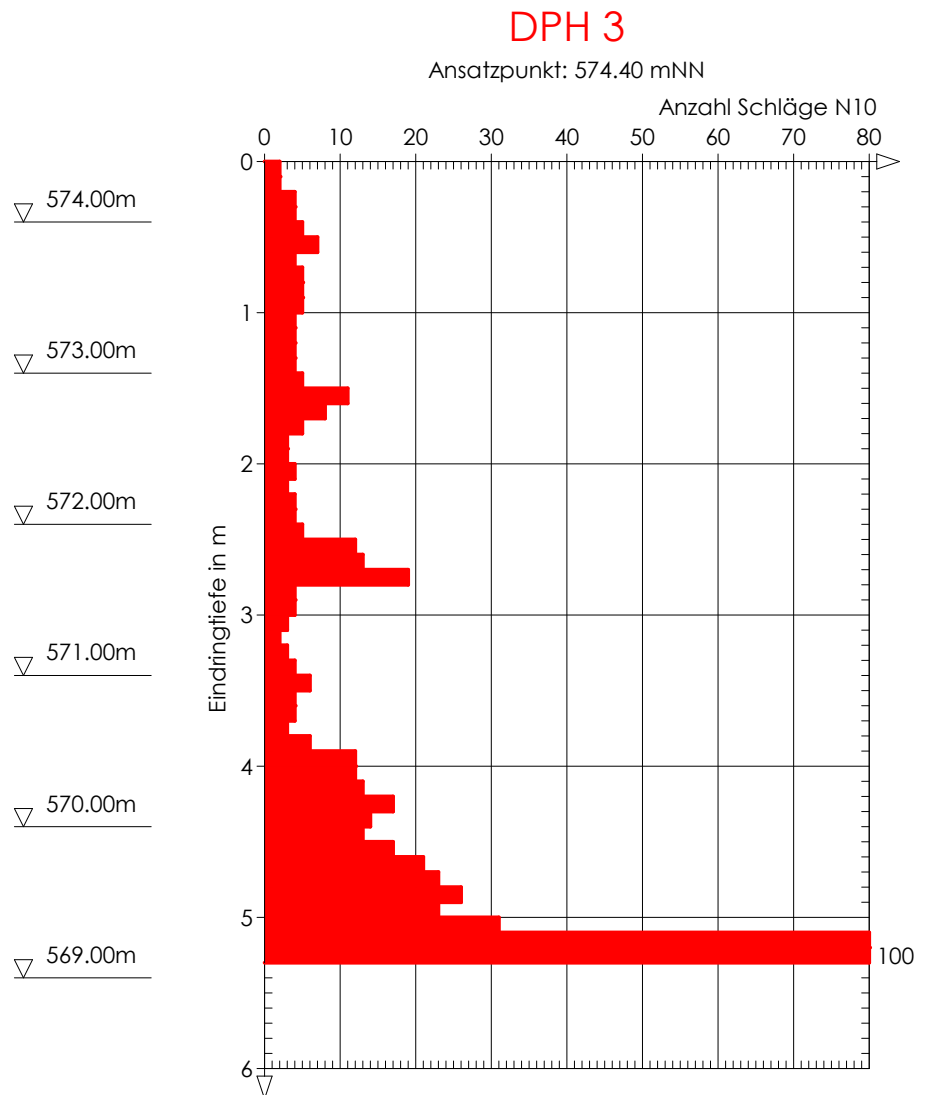
Ansatzpunkt: 574.40 mNN



Bemerkungen:

GHB Consult GmbH	Projekt : Stadt Wolfratshausen, Hammerschmiedweg, Schule
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr.: 190747
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 4.3
Tel: 08151 / 656 88 - 0, Fax: - 99	Datum: 20.08.2019
Rammsondierung EN ISO 22476-2	Maßstab : 1: 50

Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	2	5.10	31
0.20	2	5.20	80
0.30	4	5.30	100
0.40	4		
0.50	5		
0.60	7		
0.70	4		
0.80	5		
0.90	5		
1.00	5		
1.10	4		
1.20	4		
1.30	4		
1.40	4		
1.50	5		
1.60	11		
1.70	8		
1.80	5		
1.90	3		
2.00	3		
2.10	4		
2.20	3		
2.30	4		
2.40	4		
2.50	5		
2.60	12		
2.70	13		
2.80	19		
2.90	4		
3.00	4		
3.10	3		
3.20	2		
3.30	3		
3.40	4		
3.50	6		
3.60	4		
3.70	4		
3.80	3		
3.90	6		
4.00	12		
4.10	12		
4.20	13		
4.30	17		
4.40	14		
4.50	13		
4.60	17		
4.70	21		
4.80	23		
4.90	26		
5.00	23		



Bemerkungen:

GHB Consult GmbH	Projekt : Stadt Wolfratshausen, Hammerschmiedweg, Schule
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr.: 190747
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 4.4
Tel: 08151 / 656 88 - 0, Fax: - 99	Datum: 20.08.2019
Rammsondierung EN ISO 22476-2	Maßstab : 1: 50

Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	1	5.10	22
0.20	1	5.20	24
0.30	2	5.30	27
0.40	9	5.40	28
0.50	8	5.50	30
0.60	7	5.60	30
0.70	4	5.70	30
0.80	8	5.80	30
0.90	12	5.90	24
1.00	11	6.00	24
1.10	8	6.10	30
1.20	10	6.20	28
1.30	8	6.30	31
1.40	4	6.40	31
1.50	9	6.50	27
1.60	11	6.60	32
1.70	10	6.70	32
1.80	10	6.80	44
1.90	8	6.90	54
2.00	7	7.00	84
2.10	14		
2.20	20		
2.30	27		
2.40	27		
2.50	30		
2.60	21		
2.70	14		
2.80	19		
2.90	14		
3.00	18		
3.10	8		
3.20	6		
3.30	6		
3.40	6		
3.50	8		
3.60	12		
3.70	8		
3.80	2		
3.90	1		
4.00	1		
4.10	2		
4.20	6		
4.30	3		
4.40	11		
4.50	23		
4.60	16		
4.70	13		
4.80	10		
4.90	11		
5.00	20		

▽ 574.00m

▽ 573.00m

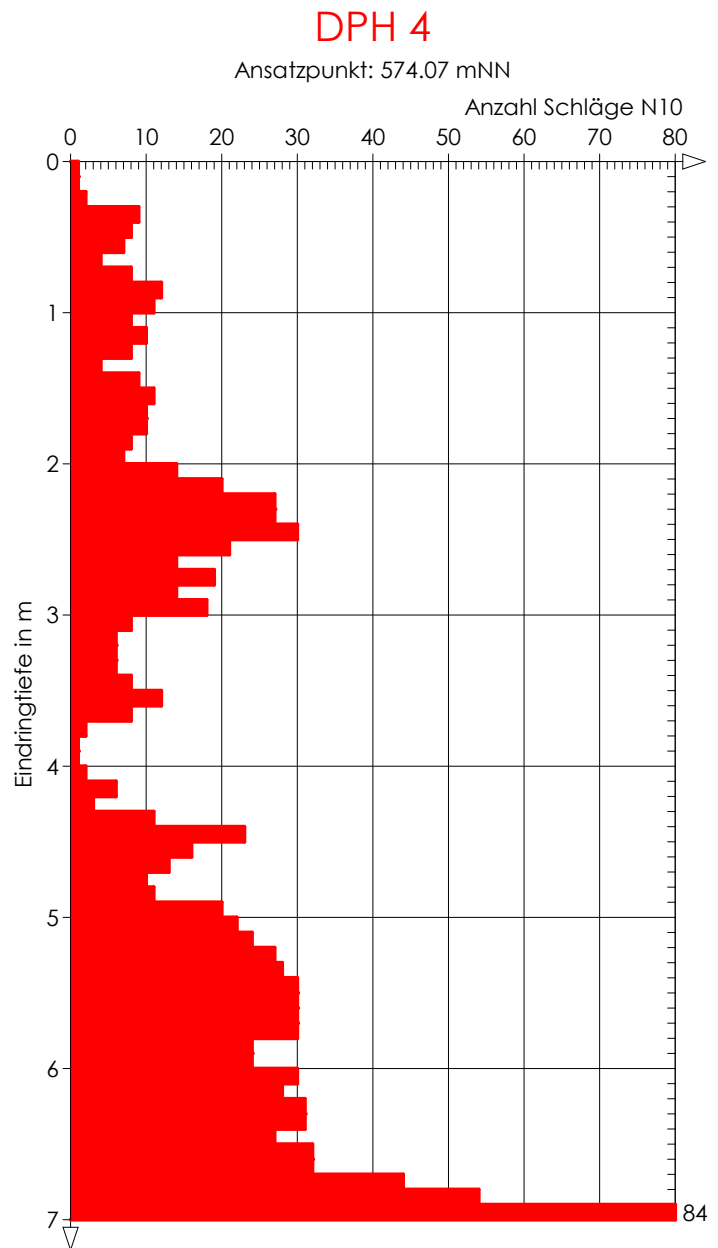
▽ 572.00m

▽ 571.00m

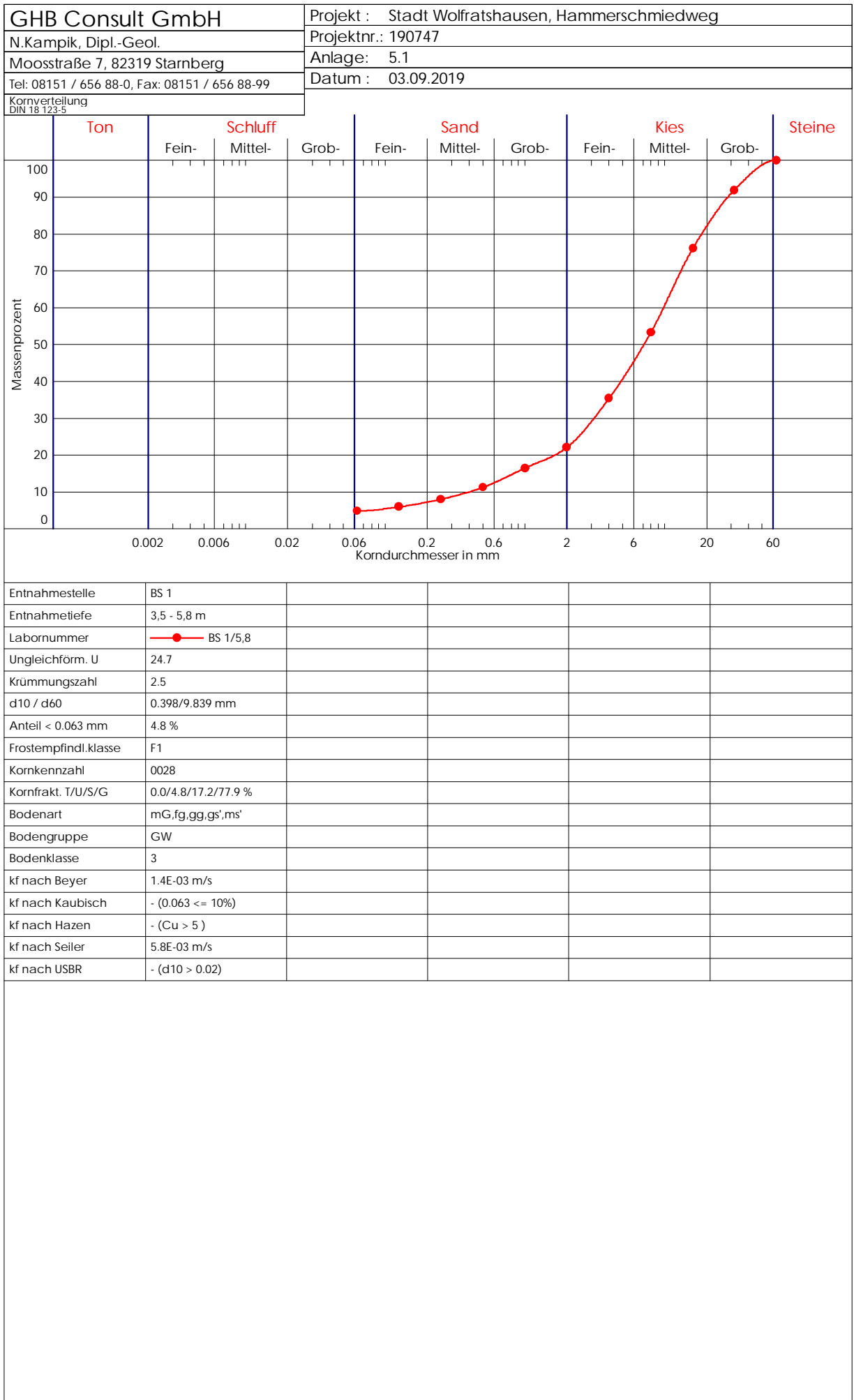
▽ 570.00m

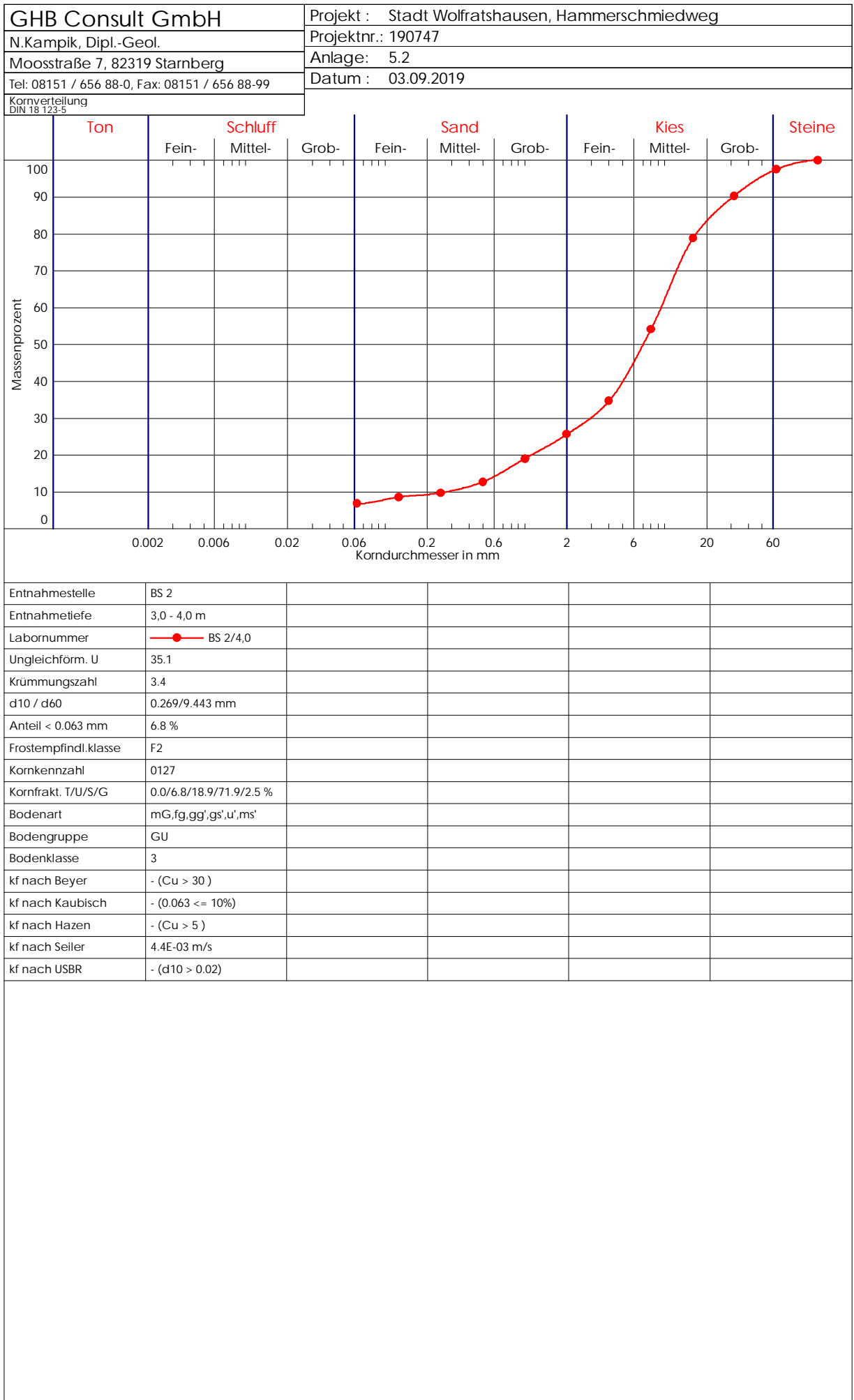
▽ 569.00m

▽ 568.00m

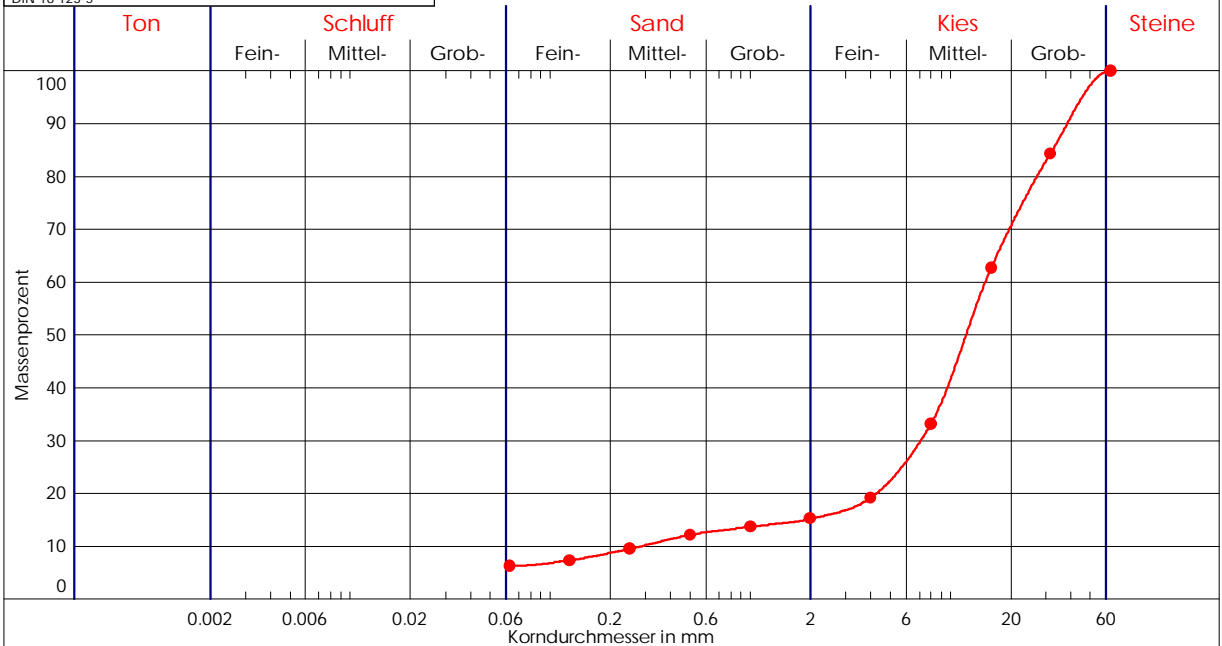


Bemerkungen:

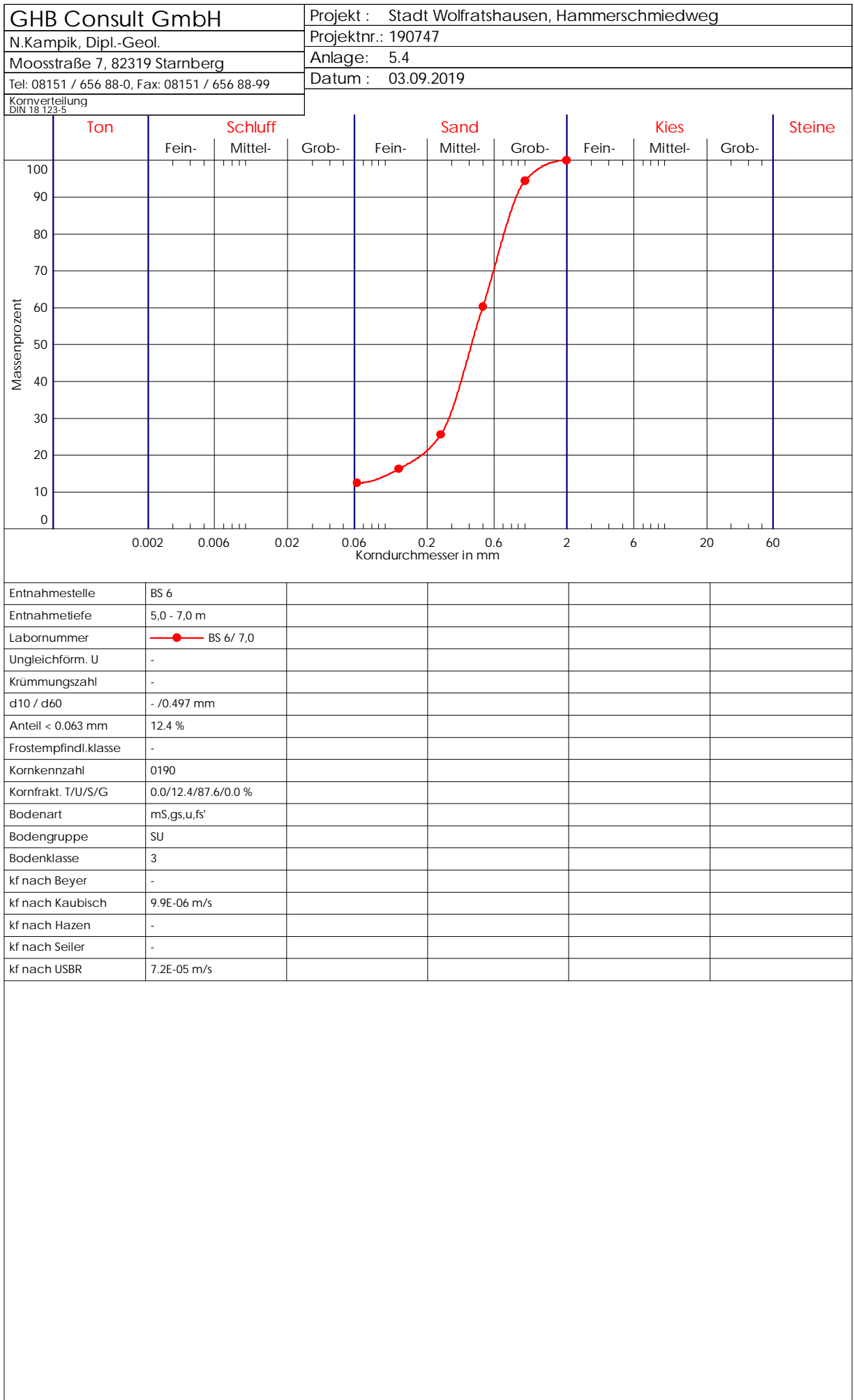




GHB Consult GmbH	Projekt : Stadt Wolfratshausen, Hammerschmiedweg
N.Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr.: 190747
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage: 5.3
Tel: 08151 / 656 88-0, Fax: 08151 / 656 88-99	Datum : 03.09.2019
Kornverteilung DIN 18 123-5	



Entnahmestelle	BS 5			
Entnahmetiefe	3,0 - 4,0 m			
Labornummer	—●— BS 5/ 4,0			
Ungleichförm. U	52.5			
Krümmungszahl	11.9			
d ₁₀ / d ₆₀	0.284/14.906 mm			
Anteil < 0.063 mm	6.2 %			
Frostempfindl.klasse	F2			
Kornkennzahl	0118			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/6.2/9.0/84.8 %			
Bodenart	mG,gg,fg',s',u'			
Bodengruppe	GU			
Bodenklasse	3			
k _f nach Beyer	- (Cu > 30)			
k _f nach Kaubisch	- (0.063 ≤ 10%)			
k _f nach Hazen	- (Cu > 5)			
k _f nach Seiler	6.5E-02 m/s			
k _f nach USBR	- (d ₁₀ > 0.02)			



Dr. Graner & Partner GmbH, Lochhausener Str. 205, 81249 München

GHB-Consult GmbH
Moosstraße 7

82319 Starnberg

München, 30.08.2019

Prüfbericht 1955071

Auftraggeber: GHB-Consult GmbH
Projektleiter: Herr Selmayr
Auftragsnummer:
Auftraggeberprojekt: Hammerschmiedweg, Wolfratshausen
Probenahmedatum: 19.08.2019
Probenahmeort:
Probenahme durch: Herr Reimer
Probengefäße: Kunststoffbecher
Eingang am: 27.08.2019
Zeitraum der Prüfung: 27.08.2019 - 30.08.2019
Prüfauftrag:

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Die in den zitierten Normen und Richtlinien angegebenen Messunsicherheiten werden eingehalten. Die aktuellen Ausgabestände der verwendeten Prüfverfahren können auf unserer Homepage (<https://www.labor-graner.de/qualitaetssicherung.html>) eingesehen werden. Unsachgemäße Probengefäße können zu Verfälschungen der Messwerte führen. Prüfergebnisse von Mischproben die unterhalb des Grenzwertes liegen, können trotzdem zu Grenzwertüberschreitungen von einer oder mehreren Teilproben führen. Um die Überprüfung des Grenzwertes sicher zu gewährleisten, wird angeraten, gemäß Prüfvorschrift die Einzelproben zu untersuchen. Mikrobiologisches Untersuchungsmaterial wird nach der Auswertung sofort vernichtet. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes ist nur mit schriftlicher Genehmigung der Prüflaborleitung erlaubt.

Akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO 17025 · D-PL-18601-01-00

Arzneimittel, Lebensmittel, Kosmetika, Bedarfsgegenstände, Wasser, Boden, Luft, Medizinprodukte
Analytik, Entwicklung, Qualitätskontrolle, Beratung, Sachverständigengutachten, amtliche Gegenproben,
Mikrobiologie, Arzneimittelzulassung, Abgrenzungsfragen AMG/LFGB
Amtsgericht München Nr. 84402, Geschäftsführer: Dr. Manfred Holz
Bankverbindung: Genossenschaftsbank Aubing eG (BLZ 701 694 64) Kto.-Nr. 69922
BIC: GENODEFIM07, IBAN: DE30 7016 9464 0000 0699 22

Prüfbericht:

1955071

30.08.2019

Probenbezeichnung:	BS 1 3,0-3,5			
Probenahmedatum:	19.08.2019			
Labornummer:	1955071-001			
Material:	Feststoff, Fraktion < 2 mm			
	Gehalt	Einheit	Best.gr.	Verfahren
Anteil >2mm	83,7	%		
Anteil <2mm	16,3	%		
Trockenrückstand	90	%		DIN EN 14346
Arsen	5,3	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 11885
Blei	2,4	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Cadmium	0,12	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 11885
Chrom	4,3	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Kupfer	5,0	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Nickel	5,4	mg/kg TS	0,5	DIN EN ISO 11885
Quecksilber	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 12846
Thallium	u.d.B.	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Zink	46	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Kohlenwasserstoffe	u.d.B.	mg/kg TS	50	DIN EN 14039
Naphthalin	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287
Acenaphthylen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Acenaphthen	0,11	mg/kg TS	0,01	
Fluoren	0,054	mg/kg TS	0,01	
Phenanthren	1,1	mg/kg TS	0,01	
Anthracen	0,094	mg/kg TS	0,01	
Fluoranthren	2,1	mg/kg TS	0,01	
Pyren	1,7	mg/kg TS	0,01	
Benz(a)anthracen	0,99	mg/kg TS	0,01	
Chrysen	1,1	mg/kg TS	0,01	
Benzo(b)fluoranthren	0,75	mg/kg TS	0,01	
Benzo(k)fluoranthren	0,75	mg/kg TS	0,01	
Benzo(a)pyren	0,79	mg/kg TS	0,01	
Indeno(123-cd)pyren	0,46	mg/kg TS	0,01	
Dibenz(ah)anthracen	0,15	mg/kg TS	0,01	
Benzo(ghi)perylene	0,51	mg/kg TS	0,01	
Summe der 16 PAK nach EPA	10,658	mg/kg TS		
Summe der 15 PAK ohne Naphthalin	10,658	mg/kg TS		

Prüfbericht: 1955071

30.08.2019

Probenbezeichnung:	BS 2 1,9-3,0			
Probenahmedatum:	19.08.2019			
Labornummer:	1955071-002			
Material:	Feststoff, Fraktion < 2 mm			
	Gehalt	Einheit	Best.gr.	Verfahren
Anteil >2mm	75,7	%		
Anteil <2mm	24,3	%		
Trockenrückstand	87	%		DIN EN 14346
Arsen	8,9	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 11885
Blei	33	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Cadmium	0,97	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 11885
Chrom	7,5	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Kupfer	23	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Nickel	10	mg/kg TS	0,5	DIN EN ISO 11885
Quecksilber	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 12846
Thallium	u.d.B.	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Zink	48	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Kohlenwasserstoffe	u.d.B.	mg/kg TS	50	DIN EN 14039
Naphthalin	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287
Acenaphthylen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Acenaphthen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Fluoren	0,061	mg/kg TS	0,01	
Phenanthren	5,1	mg/kg TS	0,01	
Anthracen	1,9	mg/kg TS	0,01	
Fluoranthren	30	mg/kg TS	0,01	
Pyren	26	mg/kg TS	0,01	
Benz(a)anthracen	25	mg/kg TS	0,01	
Chrysen	21	mg/kg TS	0,01	
Benzo(b)fluoranthren	12	mg/kg TS	0,01	
Benzo(k)fluoranthren	14	mg/kg TS	0,01	
Benzo(a)pyren	14	mg/kg TS	0,01	
Indeno(123-cd)pyren	8,5	mg/kg TS	0,01	
Dibenz(ah)anthracen	4,2	mg/kg TS	0,01	
Benzo(ghi)perylene	8,3	mg/kg TS	0,01	
Summe der 16 PAK nach EPA	170,061	mg/kg TS		
Summe der 15 PAK ohne Naphthalin	170,061	mg/kg TS		

Prüfbericht:

1955071

30.08.2019

Probenbezeichnung:	BS 3 1,0-1,5			
Probenahmedatum:	19.08.2019			
Labornummer:	1955071-003			
Material:	Feststoff, Fraktion < 2 mm			
	Gehalt	Einheit	Best.gr.	Verfahren
Anteil >2mm	0,8	%		
Anteil <2mm	99,2	%		
Trockenrückstand	83	%		DIN EN 14346
Arsen	5,8	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 11885
Blei	6,6	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Cadmium	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 11885
Chrom	8,3	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Kupfer	15	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Nickel	11	mg/kg TS	0,5	DIN EN ISO 11885
Quecksilber	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 12846
Thallium	u.d.B.	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Zink	37	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Kohlenwasserstoffe	u.d.B.	mg/kg TS	50	DIN EN 14039
Naphthalin	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287
Acenaphthylen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Acenaphthen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Fluoren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Phenanthren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Anthracen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Fluoranthren	0,028	mg/kg TS	0,01	
Pyren	0,035	mg/kg TS	0,01	
Benz(a)anthracen	0,017	mg/kg TS	0,01	
Chrysen	0,017	mg/kg TS	0,01	
Benzo(b)fluoranthren	0,018	mg/kg TS	0,01	
Benzo(k)fluoranthren	0,017	mg/kg TS	0,01	
Benzo(a)pyren	0,022	mg/kg TS	0,01	
Indeno(123-cd)pyren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Dibenz(ah)anthracen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Benzo(ghi)perylene	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Summe der 16 PAK nach EPA	0,154	mg/kg TS		
Summe der 15 PAK ohne Naphthalin	0,154	mg/kg TS		

D. Kasper

Erläuterungen zu Abkürzungen:

KbE: Koloniebildende Einheiten
 n.n.: nicht nachweisbar
 u.d.B.: unter der Bestimmungsgrenze
 Best.gr.: Bestimmungsgrenze
 n.b.: nicht bestimmt

Dr. Graner & Partner GmbH, Lochhausener Str. 205, 81249 München

GHB-Consult GmbH
Moosstraße 7

82319 Starnberg

München, 30.08.2019

Prüfbericht 1955073

Auftraggeber: GHB-Consult GmbH
Projektleiter: Herr Selmayr
Auftragsnummer:
Auftraggeberprojekt: Hammerschmiedweg, Wolfratshausen
Probenahmedatum: 19.08.2019
Probenahmeort:
Probenahme durch: Herr Reimer
Probengefäße: Eimer + Kunststoffbecher
Eingang am: 27.08.2019
Zeitraum der Prüfung: 27.08.2019 - 30.08.2019
Prüfauftrag:

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Die in den zitierten Normen und Richtlinien angegebenen Messunsicherheiten werden eingehalten. Die aktuellen Ausgabestände der verwendeten Prüfverfahren können auf unserer Homepage (<https://www.labor-graner.de/qualitaetssicherung.html>) eingesehen werden. Unsachgemäße Probengefäße können zu Verfälschungen der Messwerte führen. Prüfergebnisse von Mischproben die unterhalb des Grenzwertes liegen, können trotzdem zu Grenzwertüberschreitungen von einer oder mehreren Teilproben führen. Um die Überprüfung des Grenzwertes sicher zu gewährleisten, wird angeraten, gemäß Prüfvorschrift die Einzelproben zu untersuchen. Mikrobiologisches Untersuchungsmaterial wird nach der Auswertung sofort vernichtet. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes ist nur mit schriftlicher Genehmigung der Prüflaborleitung erlaubt.

Akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO 17025 · D-PL-18601-01-00

Arzneimittel, Lebensmittel, Kosmetika, Bedarfsgegenstände, Wasser, Boden, Luft, Medizinprodukte
Analytik, Entwicklung, Qualitätskontrolle, Beratung, Sachverständigengutachten, amtliche Gegenproben,
Mikrobiologie, Arzneimittelzulassung, Abgrenzungsfragen AMG/LFGB
Amtsgericht München Nr. 84402, Geschäftsführer: Dr. Manfred Holz
Bankverbindung: Genossenschaftsbank Aubing eG (BLZ 701 694 64) Kto.-Nr. 69922
BIC: GENODEFIM07, IBAN: DE30 7016 9464 0000 0699 22

Prüfbericht:

1955073

30.08.2019

Probenbezeichnung:	MP1			
Probenahmedatum:	19.08.2019			
Labornummer:	1955073-001a			
Material:	Feststoff, Fraktion < 2 mm			
	Gehalt	Einheit	Best.gr.	Verfahren
Anteil >2mm	51,5	%		
Anteil <2mm	48,5	%		
Trockenrückstand	84	%		DIN EN 14346
Cyanid gesamt	u.d.B.	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 17380
Arsen	4,3	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 11885
Blei	16	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Cadmium	0,19	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 11885
Chrom	5,7	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Kupfer	12	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Nickel	6,0	mg/kg TS	0,5	DIN EN ISO 11885
Quecksilber	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 12846
Zink	54	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
EOX	u.d.B.	mg/kg TS	0,5	DIN 38414-17
Kohlenwasserstoffe	u.d.B.	mg/kg TS	50	DIN EN 14039
Naphthalin	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287
Acenaphthylen	0,023	mg/kg TS	0,01	
Acenaphthen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Fluoren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Phenanthren	0,085	mg/kg TS	0,01	
Anthracen	0,067	mg/kg TS	0,01	
Fluoranthren	0,31	mg/kg TS	0,01	
Pyren	0,27	mg/kg TS	0,01	
Benz(a)anthracen	0,16	mg/kg TS	0,01	
Chrysen	0,16	mg/kg TS	0,01	
Benzo(b)fluoranthren	0,26	mg/kg TS	0,01	
Benzo(k)fluoranthren	0,089	mg/kg TS	0,01	
Benzo(a)pyren	0,17	mg/kg TS	0,01	
Indeno(123-cd)pyren	0,13	mg/kg TS	0,01	
Dibenz(ah)anthracen	0,040	mg/kg TS	0,01	
Benzo(ghi)perylene	0,14	mg/kg TS	0,01	
Summe der 16 PAK nach EPA	1,904	mg/kg TS		
Summe der 15 PAK ohne Naphthalin	1,904	mg/kg TS		
PCB Nr. 28	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308
PCB Nr. 52	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	
PCB Nr. 101	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	
PCB Nr. 153	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	
PCB Nr. 138	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	
PCB Nr. 180	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	
Summe der bestimmten PCB	0	mg/kg TS		

Prüfbericht: 1955073

30.08.2019

Probenbezeichnung:	MP1			
Probenahmedatum:	19.08.2019			
Labornummer:	1955073-001b			
Material:	Feststoff, Gesamtfraktion			
	Gehalt	Einheit	Best.gr.	Verfahren
Bestimmungen im Eluat - (DIN EN 12457-4)				
pH-Wert	9,1			DIN 38404-5
Elektrische Leitfähigkeit	92	µS/cm		DIN EN 27888
Chlorid	6,2	mg/l	1	DIN EN ISO 10304-1
Sulfat	u.d.B.	mg/l	2	DIN EN ISO 10304-1
Cyanid gesamt	u.d.B.	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403
Arsen	3,8	µg/l	2,5	DIN EN ISO 17294-2
Blei	u.d.B.	µg/l	2,5	DIN EN ISO 17294-2
Cadmium	u.d.B.	µg/l	0,5	DIN EN ISO 17294-2
Chrom	u.d.B.	µg/l	5	DIN EN ISO 17294-2
Kupfer	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2
Nickel	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2
Quecksilber	u.d.B.	µg/l	0,05	DIN EN ISO 12846
Zink	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2
Phenolindex	u.d.B.	mg/l	0,008	DIN EN ISO 14402

D. Kasper

Dr. D. Kasper, (stellv. Laborleitung)

Erläuterungen zu Abkürzungen:

KbE: Koloniebildende Einheiten
 n.n.: nicht nachweisbar
 u.d.B.: unter der Bestimmungsgrenze
 Best.gr.: Bestimmungsgrenze
 n.b.: nicht bestimmt

Dr. Graner & Partner GmbH, Lochhausener Str. 205, 81249 München

GHB-Consult GmbH
Moosstraße 7

82319 Starnberg

München, 30.08.2019

Prüfbericht 1955074

Auftraggeber: GHB-Consult GmbH
Projektleiter: Herr Selmayr
Auftragsnummer:
Auftraggeberprojekt: Hammerschmiedweg, Wolfratshausen
Probenahmedatum: 19.08.2019
Probenahmeort:
Probenahme durch: Herr Reimer
Probengefäße: Eimer + Kunststoffbecher
Eingang am: 27.08.2019
Zeitraum der Prüfung: 27.08.2019 - 30.08.2019
Prüfauftrag:

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Die in den zitierten Normen und Richtlinien angegebenen Messunsicherheiten werden eingehalten. Die aktuellen Ausgabestände der verwendeten Prüfverfahren können auf unserer Homepage (<https://www.labor-graner.de/qualitaetssicherung.html>) eingesehen werden. Unsachgemäße Probengefäße können zu Verfälschungen der Messwerte führen. Prüfergebnisse von Mischproben die unterhalb des Grenzwertes liegen, können trotzdem zu Grenzwertüberschreitungen von einer oder mehreren Teilproben führen. Um die Überprüfung des Grenzwertes sicher zu gewährleisten, wird angeraten, gemäß Prüfvorschrift die Einzelproben zu untersuchen. Mikrobiologisches Untersuchungsmaterial wird nach der Auswertung sofort vernichtet. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes ist nur mit schriftlicher Genehmigung der Prüflaborleitung erlaubt.

Akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO 17025 · D-PL-18601-01-00

Arzneimittel, Lebensmittel, Kosmetika, Bedarfsgegenstände, Wasser, Boden, Luft, Medizinprodukte
Analytik, Entwicklung, Qualitätskontrolle, Beratung, Sachverständigengutachten, amtliche Gegenproben,
Mikrobiologie, Arzneimittelzulassung, Abgrenzungsfragen AMG/LFGB
Amtsgericht München Nr. 84402, Geschäftsführer: Dr. Manfred Holz
Bankverbindung: Genossenschaftsbank Aubing eG (BLZ 701 694 64) Kto.-Nr. 69922
BIC: GENODEFIM07, IBAN: DE30 7016 9464 0000 0699 22

Prüfbericht: 1955074

30.08.2019

Probenbezeichnung:	BS 2 1,2-1,9			
Probenahmedatum:	19.08.2019			
Labornummer:	1955074-001a			
Material:	Feststoff, Fraktion < 2 mm			
	Gehalt	Einheit	Best.gr.	Verfahren
Anteil >2mm	47,4	%		
Anteil <2mm	52,6	%		
Trockenrückstand	73	%		DIN EN 14346
Cyanid gesamt	u.d.B.	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 17380
Arsen	12	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 11885
Blei	88	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Cadmium	0,29	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 11885
Chrom	9,1	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Kupfer	42	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Nickel	10,0	mg/kg TS	0,5	DIN EN ISO 11885
Quecksilber	0,29	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 12846
Zink	170	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
EOX	u.d.B.	mg/kg TS	0,5	DIN 38414-17
Kohlenwasserstoffe	u.d.B.	mg/kg TS	50	DIN EN 14039
Naphthalin	0,015	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287
Acenaphthylen	0,12	mg/kg TS	0,01	
Acenaphthen	0,015	mg/kg TS	0,01	
Fluoren	0,041	mg/kg TS	0,01	
Phenanthren	2,3	mg/kg TS	0,01	
Anthracen	1,0	mg/kg TS	0,01	
Fluoranthren	10	mg/kg TS	0,01	
Pyren	8,5	mg/kg TS	0,01	
Benz(a)anthracen	7,0	mg/kg TS	0,01	
Chrysen	5,6	mg/kg TS	0,01	
Benzo(b)fluoranthren	5,9	mg/kg TS	0,01	
Benzo(k)fluoranthren	2,2	mg/kg TS	0,01	
Benzo(a)pyren	4,1	mg/kg TS	0,01	
Indeno(123-cd)pyren	2,5	mg/kg TS	0,01	
Dibenz(ah)anthracen	1,0	mg/kg TS	0,01	
Benzo(ghi)perylene	2,4	mg/kg TS	0,01	
Summe der 16 PAK nach EPA	52,691	mg/kg TS		
Summe der 15 PAK ohne Naphthalin	52,676	mg/kg TS		
PCB Nr. 28	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308
PCB Nr. 52	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	
PCB Nr. 101	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	
PCB Nr. 153	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	
PCB Nr. 138	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	
PCB Nr. 180	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	
Summe der bestimmten PCB	0	mg/kg TS		

Prüfbericht: 1955074

30.08.2019

Probenbezeichnung:	BS 2 1,2-1,9			
Probenahmedatum:	19.08.2019			
Labornummer:	1955074-001b			
Material:	Feststoff, Gesamtfraktion			
	Gehalt	Einheit	Best.gr.	Verfahren
Bestimmungen im Eluat - (DIN EN 12457-4)				
pH-Wert	8,5			DIN 38404-5
Elektrische Leitfähigkeit	85	µS/cm		DIN EN 27888
Chlorid	u.d.B.	mg/l	1	DIN EN ISO 10304-1
Sulfat	u.d.B.	mg/l	2	DIN EN ISO 10304-1
Cyanid gesamt	u.d.B.	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403
Arsen	4,9	µg/l	2,5	DIN EN ISO 17294-2
Blei	23	µg/l	2,5	DIN EN ISO 17294-2
Cadmium	u.d.B.	µg/l	0,5	DIN EN ISO 17294-2
Chrom	7,4	µg/l	5	DIN EN ISO 17294-2
Kupfer	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2
Nickel	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2
Quecksilber	u.d.B.	µg/l	0,05	DIN EN ISO 12846
Zink	42	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2
Phenolindex	u.d.B.	mg/l	0,008	DIN EN ISO 14402

D. Kasper

Dr. D. Kasper, (stellv. Laborleitung)

Erläuterungen zu Abkürzungen:

KbE: Koloniebildende Einheiten
 n.n.: nicht nachweisbar
 u.d.B.: unter der Bestimmungsgrenze
 Best.gr.: Bestimmungsgrenze
 n.b.: nicht bestimmt

Untersuchungsbericht

zur

***Kampfmitteluntersuchung von Ansatzpunkte
BV Generalsanierung Grund- u Mittelschule Hammerschmiedweg 8,
82515 Wolfratshausen***

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> Wolfratshausen	Datum: 14.08.2019

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
Angewandte Messverfahren:	3
Untersuchungen mittels Georadar:	3
Anlage 1 – Fotodokumentation 14.08.2019.....	4

Im Auftrag der GHB Consult GmbH wurden zum Bauvorhaben BV Generalsanierung Grund- u Mittelschule Hammerschmiedweg 8 in Wolfrasthausen Ansatzpunkte für Baugrunduntersuchungen mit dem Georadar-Verfahren untersucht.

Die Messungen fanden am 14.08.2019 statt. Die Lage der zu erkundenden Ansatzpunkte wurden uns über Pläne mitgeteilt und von uns vor Ort gekennzeichnet. Die Messungen dienten der Detektion möglicher Kampfmittel im Vorfeld der Eingriffe in den Untergrund. Die Sondierung umfasste:

- 10 Ansatzpunkte für Baugrunduntersuchungen
- Der Alternativpunkt für die Bohrung BS1 konnte nicht freigegeben werden, da sich dort zahlreiche Einbauten o.ä. befanden und kein Punkt festgelegt werden konnte.

Die Bereiche wurden mit Sprühfarbe im Gelände markiert. Nach Auswertung der Messergebnisse (i.d.R. Untersuchung mittels Georadar) sowie gegebenenfalls unter Einbezug ergänzender Untersuchungen mit weiteren Messverfahren (i.d.R. Geomagnetik) konnten an den Bereichen keine kampfmittelrelevanten Indikationen festgestellt werden.

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

Für weitere Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung.

Starnberg, den 14.08.2019



Johannes Wirsching

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.

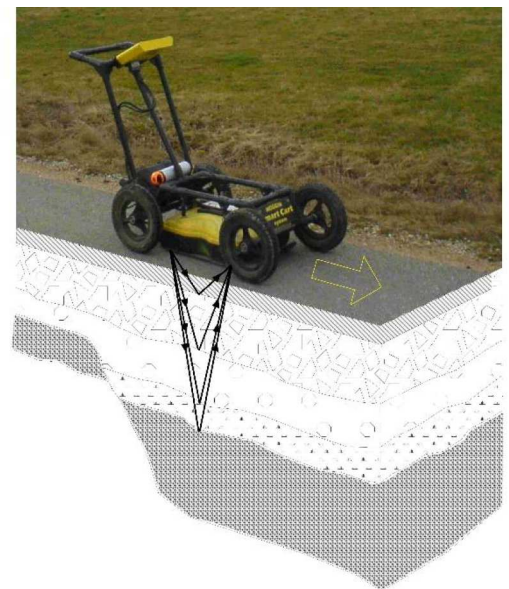


Abbildung 1: Bodenradargerät für kontinuierliche Messungen entlang von Profilen. Eingesetzte Antenne 250 MHz.

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 14.08.2019

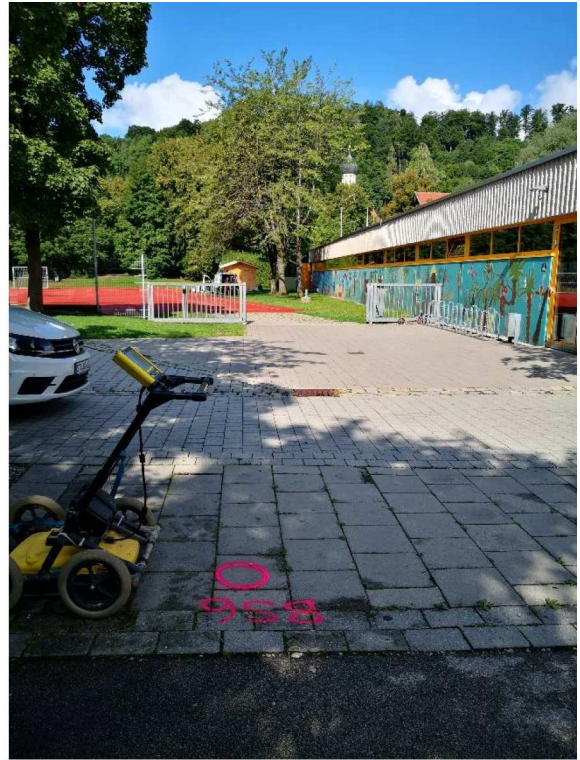
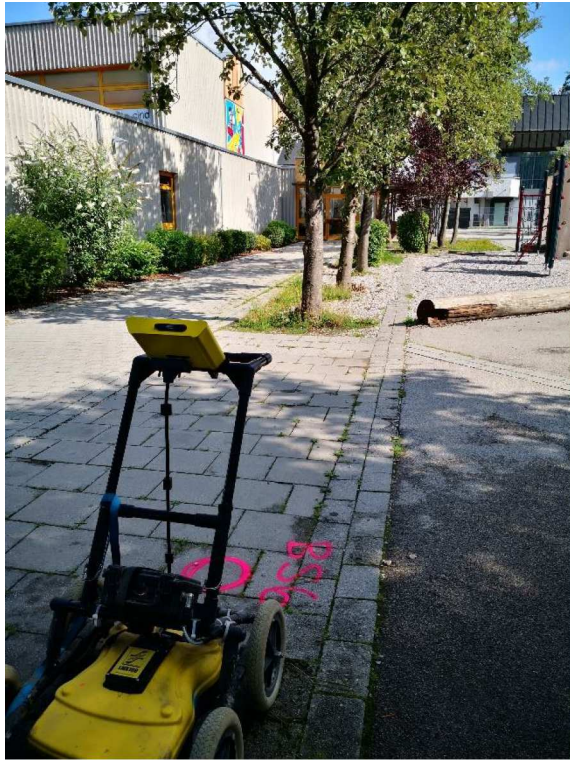
Untersuchung der Ansatzpunkte



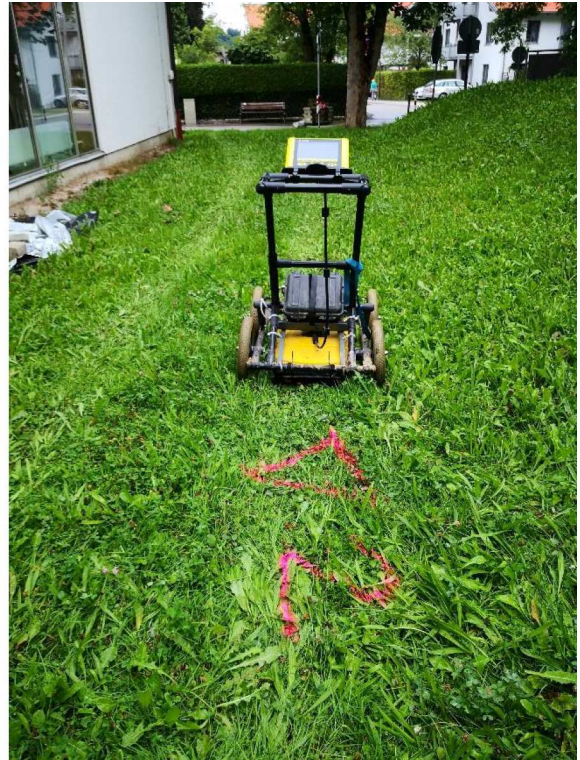
Kampfmitteluntersuchung von Ansatzpunkten
BV Wolfrasthausen



Kampfmitteluntersuchung von Ansatzpunkten
BV Wolfrasthausen



Kampfmitteluntersuchung von Ansatzpunkten
BV Wolfrasthausen



Projekt:	BV Stadt Wolfratshausen, Umbau Schule Hammerschiedweg	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:	8.1		
Projektnr.:	190747		



Foto 1



Foto 2

Projekt:	BV Stadt Wolfratshausen, Umbau Schule Hammerschiedweg	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:	8.2		
Projektnr.:	190747		



Foto 3



Foto 4