

21-099 Ingolstadt, Schloßlände: TheAK - Neubau der Kammerspiele

Geotechnische Stellungnahme

Auftraggeber	INKoBau GmbH & Co. KG Ludwigstraße 32 85049 Ingolstadt Herrn Dipl.-Betriebswirt Nicolai Fall Tel: 0841 / 305 46791 E-Mail: nicolai.fall@ingolstadt.de	
Architekt	blauraum Architekten GmbH Waterloohain 9 22769 Hamburg Frau Dipl.-Ing. Architektin Svea Franzke Tel: 040 / 419 1669-54 E-Mail: s.franzke@blauraum.eu	
Tragwerksplaner	Bergmeister Ingenieure GmbH Aschauer Str. 32 81549 München Herrn Dr.-Ing. Josef Taferner Tel: 089 / 78 072 072 E-Mail: josef.taferner@bergmeister.eu	
Ort und Datum	Stuttgart, 27.10.2021	
Verteiler	Digital und 1fach in Papierform an die Beteiligten	
Textseiten; Anlagen	39; 1.1 bis 5 (42 Blatt)	
Bericht-Nr.; Zeichen	791964-01a; St/Sc/Ju	
Projektleiter	Dipl.-Ing. Holger Jud	[D:-30]
Bearbeiter Bautechnik	Dipl.-Ing. Peter Ströhle	[0751 / 767 820 98]
Bearbeiter Baugrund	Dipl.-Geol. Ralph Schleifenheimer	[D:-34]



<u>Inhalt</u>	Seite
1 Bezug und Unterlagen	3
2 Lage und Bauwerksbeschreibung	4
3 Untersuchungsumfang	7
4 Baugrund	7
5 Grundwasser	9
6 Eigenschaften von Böden und Fels	11
6.1 Ergebnisse der Feldversuche	12
6.2 Ergebnisse der Laborversuche	14
6.3 Klassifikation und charakteristische Kennwerte	17
6.4 Homogenbereiche	18
7 Bautechnische Folgerungen	20
7.1 Gründung	20
7.1.1 Gründung der bestehenden Tiefgarage	21
7.1.2 Neugründung auf Einzelfundamenten	22
7.1.3 Bewehrte Mikropfähle	26
7.1.4 Düsenstrahlverfahren	29
7.1.5 Unbewehrte Mikropfähle	31
7.2 Herstellen der Baugrube	31
7.2.1 Wiederverwendbarkeit des Baugrubenaushubs	32
7.2.2 Baugrubenverbau	32
7.2.3 Wasserhaltung	35
7.3 Bauwerk und Grundwasser	36
7.4 Hinterfüllung und Erddruck	36
7.5 Verkehrsflächen und Aufbau unter Bodenplatten	37
8 Mitwirkung bei der Bauplanung und Ausführung	38
 <u>Anlagen</u>	
siehe Anlagenverzeichnis	39

1 Bezug und Unterlagen

Auftrag: Durch die INKoBau GmbH & Co.KG, Herrn Dipl.-Betriebswirt Nicolai Fall, wurden wir am 29.06.21 auf der Grundlage unseres Leistungs- und Honorarvorschlags vom 15.06.21 beauftragt, für den Neubau der Kammerspiele eine Baugrunderkundung zu planen, zu betreiben und durchzuführen sowie einen Geotechnischen Bericht zu erstellen.

Die vorliegende Geotechnische Stellungnahme beinhaltet den Geotechnischen Untersuchungsbericht, Auswertung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse auf Grundlage von Bestandbohrungen beziehungsweise Bestandgutachten und charakteristische Werte sowie bautechnische Folgerungen und erste Gründungsempfehlungen für den Neubau der Kammerspiele. Angaben zum Werkstattanbau sind nicht Teil des vorliegenden Berichts.

An **Unterlagen** für den Neubau der Kammerspiele stehen uns die auf der Projektplattform abgelegten Dokumente zur Verfügung. Diese sind im Wesentlichen:

- Grundlagenbericht Objektplanung, blauraum architekten GmbH, Hamburg, Stand 24.02.21, 73 Blatt und
- Tragwerksplanung – Arbeitsstand Lph 2 Vorplanung, Bergmeister Ingenieure GmbH, München, Stand 17.06.21, 29 Blatt.

Von blauraum architekten GmbH, Hamburg, erhielten wir des Weiteren am 16.07.21 per E-Mail als pdf-Dateien:

- 11 Vorentwurfspläne (M 1:500, 1:100) als Vorabzug, Stand 16.07.21, mit:
 - 1 Lageplan
 - 6 Grundrissen: EG, 1. OG, Dachaufsicht, 1. UG, 2. UG,
 - 4 Schnitten (2 Blatt): A-A und B-B, C-C und D-D
 - 4 Ansichten (2 Blatt): Nord und Süd, Ost und West.

Bei den Ingolstädter Kommunalbetriebe AöR, Abteilung Wasserwirtschaft und Gewässerschutz besorgten wir uns:

- Profile und Grundwasserganglinien der im Nahbereich zum geplanten Baufeld liegenden Grundwassermessstellen:
 - GWM 98,
 - GWM 108,
 - GWM 877,
 - GWM 878,
 - GWM 3633,
 - GWM 4128,
 - GWM 4129,

- Geotechnische Stellungnahme zur Beeinflussung des Grundwassers beim Bau der Tiefgarage Ingolstadt am Theaterplatz, Technische Universität München, Prof. Dr.-Ing. Richard Jelinek, vom 17.03.1977, 10 Blatt und
- Baugrundgutachten zur Tiefgarage Stadttheater Ost, Dipl.-Ing. Bodo Brandenstein, Ingenieurbüro für Baugrunduntersuchungen und Geotechnik, Schrobenhausen, vom 05.05.1990, 67 Blatt.

Bei der Technischen Universität München, Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt, Lehrstuhl und Prüfam t für Grundbau, Bodenmechanik, Felsmechanik und Tunnelbau, besorgten wir uns:

- Baugrundgutachten 7657/16, Technische Universität München, Prof. Dr.-Ing. Richard Jelinek, vom 01.03.1976, 30 Blatt,
- Stellungnahme 7657/15, Technische Universität München, Institut für Grundbau und Bodenmechanik, vom 20.02.76, 40 Seiten.

Vom Planer, Bergmeister Ingenieure GmbH, wurden uns per E-Mail folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- Tragwerksplanung, Arbeitstand LPh 2 Vorplanung, Stand 23.08.21, 27 Blatt,
- Übersicht Baugrube, M 1:200/100, Stand 25.08.21 und
- Lastangaben zur Bühnenunterfahrt, Auszug der statischen Berechnung, E-Mail vom 02.09.21.

2 Lage und Bauwerksbeschreibung

Lage: Das Baufeld liegt übergeordnet am östlichen Rand der historischen Altstadt von Ingolstadt in unmittelbarer Nähe zur Donau, die parallel von Südwest nach Nordost verläuft.

Das Baufeld für den **Neubau der Kammerspiele** liegt zwischen der Schutterstraße im Norden, der Schloßlände beziehungsweise der Donau im Osten, der Donaustraße im Süden und der Tränkterstraße im Westen. Das Baufeld ist derzeit mit Rasen begrünt, mit Bäumen bewachsen und wird als Skulpturengarten, beziehungsweise als Grünzug für konkrete Kunst, genutzt. Fußwege sind zur Erschließung der Fläche angelegt. Unter nahezu dem gesamten Baufeld für den Neubau der Kammerspiele befindet sich eine zweigeschossige Tiefgarage (TG). Die Tiefgarage ist unterhalb des Baufelds in die TG Süd und TG West unterteilt. Die TG ist im Nordwesten des Baufelds, Tränkterstraße, über die Ausfahrt West, und im Osten des Baufelds, Schloßlände, über die Ausfahrt Süd, über Pkw-Rampen zugänglich. Innerhalb des Baufelds ist die Tiefgarage über die Treppenhäuser TR1 bis TR3 und TR5 fußläufig erreichbar.

Als direkte Nachbarbebauung ist das westlich und parallel zum geplanten Neubau von Nord

nach Süd verlaufende längliche Gebäude, die ehemalige Donaukaserne, in dessen heute unter anderem das Museum für Konkrete Kunst beheimatet ist, nennenswert. Im Norden, jenseits der Schutterstraße befindet sich das bestehende Stadttheater.

Die Abmessungen des Baufelds sind in Nord-Süd-Richtung etwa 120 m und in Ost-West-Richtung etwa 90 m. Das Baufeld ist nahezu eben bei rund 368 mNN. Geländeaufnahmen des Vermessers liegen uns nicht vor.

Das Baufeld liegt nach derzeitigem Kenntnisstand im Bereich der ehemaligen Stadtbefestigung von Ingolstadt. Des Weiteren wurde das Baufeld mutmaßlich zeitweise als Militärbahnhof genutzt. Detaillierte Angaben hierzu liegen zum gegenwärtigen Zeitpunkt jedoch nicht vor.

Der geplante Anbau des Stadttheaters, der sogenannte **Werkstattanbau**, befindet sich im Nordosten und Osten des bestehenden Stadttheaters. Das Baufeld wird derzeit als Pkw-Stellfläche genutzt. Flächen östlich und nordöstlich des Stadttheaters und der Stellflächen sind begrünt und mit Bäumen bewachsen.

Bauwerksbeschreibung: Die Beschreibung der durch die Stadt Ingolstadt geplanten neuen Kammerspiele orientiert sich an die uns vorliegenden Unterlagen aus Abschnitt 1, hier insbesondere an den Grundlagenbericht der Objektplanung. Darin sind die aus geotechnischer Sicht maßgebenden Grundsätze der Tragwerkskonzepts, Abschnitt 03.7, beschrieben. Maßgebend ist, dass wesentliche Teile der Gründung, des Abdichtungskonzepts und Teile der Bestandsgeschosse der bestehenden Tiefgarage erhalten und innerhalb des Tragwerkskonzepts wiederverwendet werden sollen. Hierzu soll die bestehende Tiefgarage teilweise beziehungsweise vollständig bis auf die Außenwände und die Bodenplatte abgebrochen werden und in deren Schutze der Neubau errichtet werden.

Von besonderem Interesse sind daher aus geotechnischer Sicht neben der Gründung auch die hydrogeologischen Verhältnisse die im Zusammenhang mit dem geplanten Abdichtungskonzept des Neubaus stehen, da derzeit zum Schutze der Tiefgarage eine permanente Wasserhaltung betrieben wird, die nicht für den Hochwasserfall ausgelegt ist. Geplant ist daher ein dichtes und auftriebssicheres Bauwerk innerhalb der bestehenden Tiefgarage zu integrieren.

Das geplante Bauwerksnull $\pm 0,00$ m der Kammerspiele liegt bei 370,85 mNN und somit rund 3 m über dem umliegenden Gelände.

Beginnend von unten nach oben ist geplant, das zweite Untergeschoss der Kammerspiele auf einer Grundrissfläche von rund 200 m^2 , rund $L \times B = 16 \text{ m} \times 12 \text{ m}$, innerhalb des 2. Untergeschosses der Tiefgarage TG Süd zu integrieren. Diese Räumlichkeit wird für die Unterfahung der Hubpodien des Bühnenraums benötigt. Die Oberkante der Bodenplatte des

zweiten Untergeschosses ist bei 362,9 mNN geplant, die Unterkante dieser Bodenplatte entspricht dem Niveau des zweiten Untergeschosses der Tiefgarage und liegt bei 361,7 mNN. Die Gründungssohle der Einzelfundamente der bestehenden Tiefgarage liegt im Mittel bei 360,9 mNN.

Im ersten Untergeschoss der Kammerspiele, dessen Niveau bei 364,95 mNN um die Mächtigkeit der Bodenplatte über dem Niveau des ersten Untergeschosses der Tiefgarage liegen soll, sind neben der Bühne und Probe im Osten und Westen weitere Räumlichkeiten innerhalb des ersten Untergeschosses der Tiefgarage untergebracht.

Die Kammerspiele im Süden stirnseitig anschließend und außerhalb der TG Süd liegend ist ein Dekorationslager mit einer Grundrissfläche von rund 450 m² geplant. Die Fußbodenhöhe dieses Lagers ist bei - 5,90 m, somit bei 364,95 mNN, geplant. Die gesamte Nord-Süd-Ausdehnung des ersten Untergeschosses beträgt rund 85 m, davon knapp 60 m innerhalb der TG Süd. Die Ausdehnung in Ost-West-Richtung beträgt rund 38 m.

Mit dem Erdgeschoss werden die Untergeschosse nach Norden mit dem Foyer und dem Zugang zu den eigentlichen Kammerspielen sowie nach Osten und Süden mit einem Aufenthaltsbereich überbaut, dessen Niveau bei -1,4 m, somit bei 369,45 mNN, liegt.

Die Fußbodenhöhe des Dachgeschosses liegt bei +3,10 m. Diese Geschossdecke ist im Westen und südlich der Bühne geplant. Die Kammerspiele selbst sowie das Foyer mit dem östlich anschließenden Aufenthaltsbereich sind bis zur Dachfläche nach oben hin offen.

Die maximale Gebäudehöhe liegt bei +9,05 m, somit bei 379,9 mNN und knapp 13 m über dem umliegenden Gelände.

Vom Tragwerksplaner wurden uns zur Dimensionierung der Gründung folgende abgeschätzte charakteristische vertikale Einwirkungen N_k OK Gründung gemacht:

- Stützenlasten Bestand:
 - Fundament 2,6 m x 2,6 m: $N_{k,alt} = 2,25$ MN,
 - Fundament 2,8 m x 2,8 m: $N_{k,alt} = 2,55$ MN,
- Stützenlasten Neubau:
 - Fundament 2,6 m x 2,6 m: $N_{k,neu} = 4,75$ MN und
 - Fundament 2,8 m x 2,8 m: $N_{k,neu} = 5,25$ MN.

Das Bauwerk ist gemäß DIN 1054 in die Geotechnische Kategorie 3 (GK 3) einzuordnen.

Der **Werkstättenanbau** wird aus zeitlichen Gründen in der aktuell vorliegenden Planung nicht weiter vertieft und ist daher auch nicht Inhalt dieser geotechnischen Stellungnahme.

3 Untersuchungsumfang

Die vorliegende geotechnische Stellungnahme wurde ausschließlich auf der Grundlage von Archivunterlagen und vorhandenen Untersuchungsergebnissen erstellt.

Dazu haben wir zum einen eigene Archivunterlagen sowie die in Abschnitt 1 aufgeführten Unterlagen und zum anderen haben wir über die Ingolstädter Kommunalbetriebe AöR, Abteilung Wasserwirtschaft und Gewässerschutz zusätzlich sieben Bohrungen und Ausbauprofile sowie Grundwasserganglinien erhoben, beschafft und ausgewertet. Die geologischen Aufnahmen sind in Anlage 2 dokumentiert.

Auf Grund der Qualität und der umfangreichen Datengrundlage sind aus geotechnischen Gesichtspunkten für die uns derzeit vorliegende Planung keine weiteren Erkundungen erforderlich. Die vorliegenden bautechnischen Folgerungen und Gründungsempfehlungen beruhen auf den Bestandsunterlagen.

4 Baugrund

Aus den Ergebnissen der Bohrungen, die überwiegend in den 70er und 90er Jahren des letzten Jahrhunderts das Bestandsbauwerk sowie für umliegende Bauvorhaben niedergebracht wurden, haben wir ein räumliches Baugrundmodell erarbeitet, das nachfolgend beschrieben und in vier geologischen Geländeschnitten (Anlagen 3.1) und zwei Schichtlagerungskarten (Anlagen 3.2) dargestellt ist. Die angegebenen Höhen in m u. Gel. beziehen sich auf das Gelände von 1975/76; zum heutigen Geländeniveau liegen derzeit keine Angaben vor.

Es zeigt stark vereinfacht einen bis zu dreischichtigem Aufbau aus Auffüllungen, quartären Deckschichten und tertiären Ablagerungen:

- Auf der gesamten Fläche liegt zuoberst künstliche **Auffüllung** die in Zusammenhang mit der heutigen als auch früheren Bebauung des Quartiers steht.

Nach den Bestandsbohrungen B 1 bis B 9 der Erkundung von 1975/76 bestehen diese aus einem Kies-Sand-Schluff-Gemisch mit wechselnden Mengenanteilen und Bauschuttrestmassen, vorwiegend Ziegelbruch. In Bohrung B 7, im Süden des geplanten Baufeldes, wurde unter der Auffüllung bis in 5,0 m u. Gel. ein Holzpfehl durchörtert, welcher als Gründungselement der früheren hier verlaufenden Stadtbefestigung interpretiert wurde. Die Basis der Auffüllungen liegt im Baufeld zwischen 2,3 m und 5,0 m u. Gel. Durch das Bestandsbauwerk dürften die Auffüllungen jedoch bereits vollständig ausgeräumt sein. Die Auffüllungen die nach Errichtung des Rohbaus der Tiefgarage eingebaut wurden, wie zum Beispiel die Arbeitsraumverfüllung oder die Erdüberdeckung, sind uns nicht bekannt.

- Unter der Auffüllung liegen **quartäre Deckschichten**, die in Auelehm, Bachschlick und Schwemmsande sowie den darunter folgenden Alluvialkies unterschieden werden. Zuoberst liegen überwiegend bindige, tlw. auch organische Ablagerungen, die in Auelehm und Bachschlick unterschieden werden. Örtlich liegen auch feinkörnige Schwemmsande. Den tieferen Teil der quartären Deckschichten wird von Alluvialkiesen gebildet. Bei diesen handelt es sich um jüngere Tarrassenschotter der Donau. Sie bestehen überwiegend aus sandigen Kiesen mit im allgemeinen geringem Anteil an Tonen und Schluffen. Die Oberfläche der Kiese und damit der quartären Deckschichten liegt im geplanten Bau- feld rund 5,0 m bis 7,0 m unter Gelände. Die Oberfläche des Quartärs fällt von knapp über 364,5 mNN im Westen auf unter 363 mNN nach Osten ab. Im Norden, in den außerhalb des Baufeldes gelegenen Bohrungen B 1 und B 4 fehlen die Kiese. In der, wenige Meter nördlich des Neubaus liegenden Bohrung B 5 reichen die quartären Ablagerungen bis in Tiefen von etwa 9,8 m u. Gel. (357,55 mNN). Hierbei handelt es mut- maßlich um Ablagerungen der Schutter, einem der Donau zufließenden Bachlaufes. Ur- sprünglich verlief dieser vermutlich in der heutigen Schutterstraße, die nördlich des ge- planten Neubaus zwischen dem geplanten Neubau und dem bestehenden Theaterhaus von West nach Ost verläuft. Die genaue Lage ist jedoch unbekannt. Seit 1875 ist die Schut- ter im Stadtgebiet verdolt. 1972 wurde sie in den Festungsgraben, den sogenannten Künettegraben umgeleitet.
- Unter den quartären Deckschichten folgen im Untersuchungsgebiet die Ablagerungen des **Tertiärs**, eine unregelmäßige Abfolge von mergeligen Tonen, sandigen und tonigen Schluffen, sowie Fein- und Mittelsanden mit wechselndem Schluffanteil, die stratigra- phisch der Oberen Süßwassermolasse zuzuordnen sind. Sie besteht zuoberst aus überwiegend Tonen und Schluffen mit wechselndem Sandgehalt und zwischengelagerten Sandlagen oder -linsen von bis zu 3,8 m Mächtigkeit. Der tiefere Abschnitt, ab etwa 11 m bis 15 m u. Gel., besteht überwiegend aus Sanden mit wenigen, dünnen Ton- und Schlufflagen. Die Oberfläche des Tertiärs liegt etwa 5,0 m bis 7,0 m unter Gelände und fällt im Abschnitt des geplanten Neubaus von knapp über 362 mNN im Osten auf knapp unter 361,5 mNN nach Westen bzw. etwa 360 mNN im Norden ein. Das Tertiär setzt sich noch bis etwa 90 m unter Gelände zur Tiefe hin fort und lagert dort den Schichten des Oberen Weißjura auf, deren Oberfläche nach einer großräumigen Schichtlagerungskarte bei etwa 275 mNN liegen dürfte.

5 Grundwasser

In allen Bohrprofilen der Fremdbohrungen sind Grundwasserzutritte bzw. Grundwasserstände eingetragen.

In den Kernbohrungen wurde ein erstes Grundwasser etwa 4,6 m bis 5,8 m unter Gelände (361,55 mNN bis 362,75 mNN) in den gut durchlässigen quartären Kiesen angetroffen.

Die in dieser Tiefe angetroffenen Wasserstände gehören einem 1. zusammenhängenden Grundwasserkörper an. Grundwasserleiter sind die quartären Kiese. Das Grundwasser ist zumeist frei, kann jedoch auch unter gering durchlässigen Lagen schwach gespannt sein. Der Grundwasserspiegel wird von der unmittelbar südlich der Schloßlände gelegenen Donau bestimmt, die für das Grundwasser den Vorfluter bildet. Die Grundwasserfließrichtung ist nach Ost. Der Pegel Ingolstadt Luitpoldstraße/Donau zeigte am 11.08.21 einen Donauwasserstand bei 362,61 mNN und bestätigt damit die hydraulische Verbindung des obersten Grundwasserleiters mit der Donau.

Weitere Grundwasserzutritte wurden in den Bohrungen im Tertiär bei etwa 7 m bis 9,5 m unter Gelände und ca. 12 m unter Gelände (355,25 mNN bis 360,5 mNN) in sandigen Lagen angetroffen. Das Grundwasser ist unter geringen durchlässigen schluffigen und tonigen Lagen des Tertiärs gespannt. In BK 8 stieg es von 355,75 mNN auf 360,55 mNN an.

Die Auswertung vorliegender Grundwasserganglinien von im Bereich des Baufeldes liegenden Grundwassermessstellen mit einem Ausbau im 1. und 2. Grundwasserleiter hat gezeigt, dass, beide Grundwasserleiter einen direkten Anschluss zur Donau haben und Wasserstandsänderungen direkt an den gemessenen Grundwasserständen erkennbar sind.

Der Grundwasserleiter in den Gesteinen des Weißjuras liegt ca. 90 m unter Gelände und ist für das Bauvorhaben ohne Einfluss.

Der HW₁₀ der Donau am Pegel Ingolstadt Luitpoldstraße/Donau liegt nach dem Hochwassernachrichtendienst Bayern bei 366,95 mNN.

Aus den Abflussdaten der Donau ergeben sich am Pegel Luitpoldstraße/Donau die folgenden Wasserhöhen:

- HQ1: 364,85 mNN,
- HQ2: 365,20 mNN,
- HQ5: 365,65 mNN,
- HQ10: 366,15 mNN und
- HQ20: 366,50 mNN.

Nach dem Informationsdienst für überschwemmungsgefährdete Gebiete des Bayerischen Landesamts für Umwelt liegt das Grundstück außerhalb von Überflutungsflächen.

Aus den Grundwassergleichenkarten der Ingolstädter Kommunalbetriebe AöR kann für das Baufeld ein Mittlerer Grundwasserstand von rund 362,9 mNN und ein mittlerer höchster Grundwasserstand (MHGW) von etwa 363,5 mNN entnommen werden.

Auf Grundlage der beschriebenen hydrogeologischen Verhältnisse, insbesondere der gegebenen hydraulischen Verbindung des 1. und 2. Grundwasserleiters zur Donau und dem nur geringen Abstand zur Donau sind die festzulegenden Bemessungswasserstände aus den genannten Donauwasserständen abzuleiten.

Hierzu haben die Grundwasserganglinie der Grundwassermessstelle GWM 878 mit den gemessenen Donauwasserständen bei hohen Abflusswerten verglichen:

Datum	Donaupiegel [cm]	Pegel [mNN]	gemessener GW-Stand in GWM 878 [mNN]	Differenz GW- Stand – Donaupegel [m]
24.05.99	748 (>HQ100)	367,83 mNN	367,02 mNN	0,8
25.08.05	632 (~HQ30)	366,67 mNN	366,0 mNN	0,67
07.08.10	505 (~HQ2)	365,40 mNN	364,8 mNN	0,6
04.06.10	489 (~HQ2)	365,23 mNN	364,5 mNN	0,7

Tabelle 1: Donauhochstände (Pegel Luitpoldstraße) und zugehörige Grundwasserstände (GWM 878)

Danach liegen die gemessenen Grundwasserstände unabhängig vom Hochwasserereignis rund 0,6 m bis 0,8 m unterhalb den Donaupegel in der Luitpoldstraße, so dass auf dieser Basis der **Bemessungswasserstand für den Endzustand** zu HWS = 367 mNN und somit nur wenig unter dem aktuellen Gelände vorgeschlagen wird. Die endgültige Festlegung des Bemessungswasserstandes muss im Rahmen eines wasserrechtlichen Verfahrens vorgenommen werden.

Ob Hochwasserschutzmaßnahmen für ein überflutetes Gelände bei HQ_{extrem} , also das Versagen des Hochwasserschutzes in Ingolstadt, baulich zu berücksichtigen sind, sollte unter Berücksichtigung des geringen Eintretensrisikos festgelegt werden. Üblicherweise werden bemessungsrelevante Wasserstände bis HQ100/HW100 für bauliche Maßnahmen berücksichtigt.

Bei der Festlegung eines bauzeitlichen Bemessungswasserstands wird üblicherweise auf Wasserstände in Höhe HW10 zurückgegriffen. Unter dieser Annahme ergibt sich der **bauzeitliche Bemessungswasserstand** für das Bauwerk zu **365,5 mNN**.

Niedrige Bemessungswasserstände können bauzeitlich vereinbart werden, wobei wir empfehlen die daraus resultierenden Risiken wirtschaftlich und aus Sicht der Bauzeit zu bewerten.

Entsprechend den oben beschriebenen Zusammenhänge ergeben sich im Baufeld unter Berücksichtigung einer Eintretenswahrscheinlichkeit folgende Grundwasserstände:

- HW1: 364,25 mNN,
- HW2: 364,60 mNN,
- HW5: 365,00 mNN und
- HW10: 365,50 mNN.

Das Grundwasser kann im Sinne der DIN 4030 bzw. DIN EN 206-1 schwach betonangreifend (XA 1) sein, da durch Oxidation der in den Schichten des Tertiärs enthaltenen Pyritkonkretionen erhöhte Sulfatgehalte auftreten können.

6 Eigenschaften von Böden und Fels

In vorliegenden Unterlagen, siehe Abschnitt 1, wurden am anstehenden Baugrund vor Errichtung der Tiefgaragen umfangreiche Erkundungen und Versuche durchgeführt. Die wesentlichen Versuche sind:

- Feldversuche, siehe Abschnitt 6.1:
 - Sondierungen mit der Schweren Rammsonde: DPH (Dynamic Probing Heavy),
 - Standard-Penetration-Tests (BDP) und
 - Taschenpenetrometer zur In-Situ-Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit oder der undränierten Scherfestigkeit.
- Laborversuche, siehe 6.2:
 - Bestimmungen des natürlichen Wassergehalts,
 - Bestimmungen der Fließ- und Ausrollgrenzen,
 - Bestimmung der Korngrößenverteilung,
 - Bestimmung der Dichte im Feld,
 - Bestimmung der Dichte bei lockerster und dichtester Lagerung,
 - Bestimmung der Korndichte,
 - direkter Scherversuch,
 - einaxialer Druckversuch und

- triaxialer Kompressionsversuch.

Auf Grundlage dieser Versuchsergebnisse und aus Erfahrungen mit bodenmechanisch gleichartigen Böden von benachbarten Bauvorhaben ist der Baugrund in Anlehnung an bautechnische Regelwerke klassifiziert und durch charakteristische Kennwerte für statische Untersuchungen beschrieben, siehe Abschnitt 6.3.

In Abschnitt 6.4 sind die Homogenbereiche des Baugrunds nach den Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) der VOB – Teil C beschrieben.

6.1 Ergebnisse der Feldversuche

Sondierungen geben über den gemessenen Eindringwiderstand q_c (MN/m²) beziehungsweise über die für 10 cm Eindringung gemessenen Schläge N_{10} einen Anhalt über die Lagerungsdichte nichtbindiger Böden sowie über die Konsistenz beziehungsweise undränierete Scherfestigkeit bindiger Böden.

Bei Kenntnis der Kornverteilung der Böden beziehungsweise der Bodengruppen auf Grund von Indexversuchen (Abschnitt 6.2) lassen sich daraus bodenmechanische Kennwerte ableiten.

Zur Ermittlung der undräniereten Scherfestigkeit und der Lagerungsdichte wurden Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) durchgeführt. Fünf vom Institut für Grundbau und Bodenmechanik der Technischen Universität München in 1976 niedergebrachten Rammsondierungen liegen im Nahbereich der geplanten Kammerspiele. Eine Auswertung der Rammsondierungen SRS3 und SRS7 bis SRS10 ergaben:

- In den quartären Kiesen wurden oberhalb des Grundwasserspiegels Schlagzahlen $5 \leq N_{10} \leq 67$, im Mittel bei $N_{10} = 15-20$ aufgenommen. Die Interpretation dieser Ergebnisse in Anlehnung an die Vorgaben in DIN 4094 ergibt, dass die Kiessande überwiegend mit Lagerungsdichten $D \approx 0,35 - 0,65$, also mitteldichter Lagerung anstehen.
- Unterhalb des Grundwasserspiegels wurden in den quartären Kiese Schlagzahlen $5 \leq N_{10} \leq 50$, im Mittel bei $N_{10} = 15-20$ aufgenommen, womit die mitteldichte Lagerung der quartären Kiese bestätigt wurde.
- Die Bandbreite der Schlagzahlen im Tertiär liegt bei $5 \leq N_{10} \leq 70$. Im Mittel wurden Schlagzahlen $N_{10} \approx 20$ gemessen. Aus den festgestellten Schlagzahlen kann für alle Rammsondierungen eine überwiegend sehr dichte Lagerung der nichtbindigen, sandigen, Anteile abgeleitet werden. An Schluffanteilen des Tertiärs kann eine überwiegend halbfeste und feste Konsistenz abgeleitet werden, wobei insbesondere bei erhöhten Tonanteilen die Schlagzahlen durch Mantelreibungseffekte beeinflusst sein kann.

Mit den Korrelationen zwischen Schlagzahl und Steifigkeit des Bodens aus DIN 4094 beziehungsweise DIN EN 1997 ergibt sich der Steifemodul E_S zu $20 \text{ MN/m}^2 \leq E_S \leq 50 \text{ MN/m}^2$.

Die Ergebnisse der schweren Rammsondierungen die nördlich des Theaterhauses ausgeführt wurde und im Baugrundgutachten des Ingenieurbüros Dipl.-Ing. Bodo Brandenstein, dokumentiert sind, ergaben folgende Schlagzahlen:

- $8 \leq N_{10} \leq 20$, im Mittel bei $N_{10} = 15$ in den quartären Kiesen und
- $5 \leq N_{10} \leq 30$ im Tertiär.

In zuletzt genanntem Baugrundgutachten sind auch Bohrlochrammsondierungen, BDP, dokumentiert. In vier Bohrungen (GWM 108 (B 4), B 1 (1354), B 5 (1355) und B 6 (1356)) wurden insgesamt elf Bohrlochrammsondierungen (BDP), Sondierungen mit geschlossener Spitze durchgeführt. Sie erlauben, ähnlich wie die Rammsondierungen, bodenmechanische Kennwerte abzuleiten und punktuell tiefenabhängige Unterschiede im Baugrund zu erkennen. Die Ergebnisse der BDP-Versuche sind links neben den Bohrprofilen der Bohrungen als drei Schlagzahlen N_{15} für je 15 cm Eindringung angegeben. Die Schlagzahl für die Eindringung von 15 cm bis 45 cm heißt N_{30} und ist neben den Bohrprofilen, Anlage 2, in der jeweiligen Tiefenlage des Versuchs angegeben.

- Drei Versuche wurden in den Auffüllungen durchgeführt. Da die Auffüllungen sehr inhomogen sind und für die geplanten Kammerspiele nicht von Bedeutung sind, werden deren Ergebnisse nicht bewertet.
- Ein Versuch wurde in den quartären Kiesen unter Grundwasser durchgeführt. Der Versuch in einer Tiefenlage von rund 360,9 mNN liefert eine Schlagzahl von $N_{30} = 19$. Womit die mitteldichte Lagerung der Donaukiese bestätigt werden kann.
- Alle weiteren Versuche wurden im Tertiär durchgeführt.
 - Die sechs Versuche in den sandigen Bereichen des Tertiärs, Tiefenlage zwischen rund 362,1 mNN und 355,4 mNN liefern Schlagzahlen N_{30} zwischen 22 und 31, im Mittel von etwa 26 und weisen damit auf eine dichte bis sehr dichte Lagerung hin. Mit den Korrelationen zwischen Schlagzahl und Steifigkeit des Bodens aus DIN 4094 bzw. DIN EN 1997 ergibt sich der Steifemodul zu $E_S [\text{MN/m}^2] = 75 \leq E_S \leq 80$.
 - Ein Versuch wurde in den bindigen Bereichen des Tertiärs in einer Tiefe von rund 360,2 mNN durchgeführt. Der Versuch mit einer Schlagzahl N_{30} von >60 weist damit auf undrained Scherfestigkeiten von $c_u \leq 400 \text{ kN/m}^2$ beziehungsweise eine feste Konsistenz hin.

An bergfrischen Bohrkernen des Tertiärs (B 1 bis B 9 der Technischen Universität München) wurde die einaxiale Druckfestigkeit q_u mit dem **Taschenpenetrometer** bestimmt, um die manuelle Konsistenzansprache objektiv zu überprüfen. Das Penetrometer besteht im Wesentlichen aus einem Druckstempel mit Durchmesser 6,3 mm, der mit stetiger Belastung bis zu

einer Markierung langsam von Hand in den Boden eingedrückt wird. Der Eindringwiderstand, als einaxiale Druckfestigkeit $q_u = 2 \cdot c_u$ aufgetragen, wird direkt als Federweg an der Skala des Geräts abgelesen. Der c_u -Wert ist ein Indexwert für die undränierete Scherfestigkeit des Bodens. In 31 von 35 Versuchen wurde der maximale Kohäsionswert des undränierten Bodens c_u von 225 kN/m^2 gemessen. Der gemessene Höchstwert ist dabei kein realer Maximalwert, da versuchsbedingt keine Werte über 225 kN/m^2 ermittelt werden können. Der kleinste gemessene Kohäsionswert lag bei $c_u = 40 \text{ kN/m}^2$.

Die vorliegenden Feldversuche bestätigen damit unsere Erfahrungswerte für:

- mitteldicht gelagerte quartäre Kiese,
- bindiges Tertiär, schluffig tonig, mit halbfester und fester Konsistenz und
- nichtbindiges Tertiär, sandig, mit dichter und sehr dichter Lagerung.

6.2 Ergebnisse der Laborversuche

Nachfolgend sind die Versuchsergebnisse der Technischen Universität München zusammenfassend dargestellt. Die Proben für die Laborversuche wurden den Bohrungen B 1 bis B 9 entnommen. Verglichen werden diese Versuchsergebnisse mit den Ergebnissen aus dem Baugrundgutachten des Ingenieurbüros Dipl.-Ing. Bodo Brandenstein und Ergebnissen von eigenen Versuchen an bodenmechanisch gleichartigen Böden aus der nahen Umgebung.

An 23 Proben des **Tertiärs** wurden von der Technischen Universität München die Zustandsgrenzen bestimmt. Das Tertiär ist als feinkörniger Boden und mit Wassergehalten an der Fließgrenze w_L von etwa 36 % bis 60 % und an der Ausrollgrenze w_P von etwa 20 % bis 32 % überwiegend als mittelplastische und ausgeprägt plastische Tone (TM, TA) zu bezeichnen. Vereinzelt Proben sind auf Grund ihrer organischen Beimengungen als organogene Tone (OT) oder als organogene Schluffe (OU) zu bezeichnen.

Der natürliche Wassergehalt der tertiären Proben lag zwischen 16 % und 29 %. Im Vergleich mit den Fließ- und Ausrollgrenzen hatten damit die Proben überwiegend halbfeste Konsistenz, vereinzelt eine feste Konsistenz und an wenigen Proben eine steife Konsistenz.

Die Zustandsgrenzen des Tertiärs sind im Vergleich mit den Ergebnissen der Technischen Universität München, des Ingenieurbüros Dipl.-Ing. Bodo Brandenstein und eigenen Versuchen vergleichbar. Überwiegend handelt es sich um mittelplastische Tone (TM) mit halbfester Konsistenz.

An fünf Proben aus den tertiären Sanden wurde die Dichte der nichtbindigen Böden bei lockerster und dichtester Lagerung, sowie die Lagerungsdichte bestimmt. Die Dichten bei lockerster Lagerung $\min \rho_d$ liegen zwischen $9,3 \text{ kN/m}^3$ und $11,9 \text{ kN/m}^3$ die der dichtesten Lagerung $\max \rho_d$ zwischen $14,7 \text{ kN/m}^3$ und $16,3 \text{ kN/m}^3$. Die daraus errechneten Lagerungsdichten $D [-]$ lagen zwischen $0,82$ und $1,41$, was wiederum einer dichten bis sehr dichten Lagerung entspricht und sehr gut mit den Bohrlochrammsondierungen (BDP) des Ingenieurbüros Dipl.-Ing. Bodo Brandenstein übereinstimmen.

Vom Institut für Grundbau und Bodenmechanik der Technischen Universität München wurde an 47 Proben des **Tertiärs** aus den Bohrungen B 1 bis B 9 die Korngrößenverteilung bestimmt.

Das Tertiär ist im Baugrundgutachten der Technische Universität München anhand der Korngrößenverteilungen in folgende Bodengruppen eingeteilt werden:

- Die tertiären Tone sind mit Tonanteilen bis zu 47 % als mittel- und ausgeprägt plastische Tone (TM, TA) zu bezeichnen.
- Die sandige Schluffe und tonige Schluffe sind mit Sandanteilen bis zu rund 30 % als mittelplastische Schluffe (UM) zu bezeichnen.
- Die tertiären Sande und Schluffe sind mit Feinanteile zwischen 13 % und rund 50 % als Sand-Schluff-Gemische (SU) zu bezeichnen,
- Untergeordnet kann das Tertiär als sandige Kiese mit Feinanteilen von 2 % (B 3, B 5 und B 9) als weit gestufte Kies-Sand-Gemische (GW) bezeichnet werden.

Zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit des Tertiärs wurde an zwei Proben die Durchlässigkeit bei fallender Druckhöhe bestimmt. Die Ergebnisse sind nachfolgend dokumentiert:

Beschreibung	Bohrung	Entnahmetiefe [mNN]	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]
stark sandige Schluffe	B 3	357,0	$2,1 \cdot 10^{-9}$
schwach schluffige Sande	B 4	362,0	$2,3 \cdot 10^{-6}$

Tabelle 2: Ergebnisse von Wasserdurchlässigkeitsversuche am Tertiär

Eigene Ergebnisse aus durchgeführten hydraulischen Versuchen am Tertiär im Nahfeld des Baufeldes sowie Ermittlungen aus Korngrößenverteilungen zeigen Durchlässigkeitsbeiwerte an schluffigen Sanden (SU) zwischen $k_f = 5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ bis $3 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$, im Mittel bei $k_f = 8 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$.

An neun Proben des Tertiärs wurden die sonst für Gesteinsproben übliche einaxiale Druckfestigkeit mit unbehinderter Seitendehnung bestimmt. Die Versuche wurden an tonigen und schluffigen Proben durchgeführt. Die große Bandbreite der Druckfestigkeiten schwankt zwischen $q_u = 90 \text{ kN/m}^2$ bis 610 kN/m^2 , im Mittel bei 308 kN/m^2 . Eine Grenzziehung von hohen oder niedrigen Werten für das tonige oder schluffige Tertiär ist anhand vorliegender Versuchsergebnisse nicht möglich, was vermutlich auf die Anwendung dieses Versuchs bei bindigen Böden zurückzuführen ist. Rückschlüsse auf die Festigkeit des Tertiärs sind daher nur bedingt möglich.

An vier Proben aus den tertiären Tonen und Schluffen gewonnenen Proben wurde ein Eindimensionaler Kompressionsversuch (Oedometerversuch) durchgeführt, um den Steifemodul E_s zu bestimmen und Aussagen zum Konsolidationsverhalten zu bekommen. Die in den Versuchen ermittelten Steifemoduln E_s aus den maßgeblichen Spannungsbereichen sind in nachfolgender Tabelle 3 dargestellt.

Spannung [kN/m ²]	Erstbelastung Steifemoduln E_s [MN/m ²]			Wiederbelastung Steifemoduln E_s [MN/m ²]		
	min	max	mittel	min	max	mittel
50 - 100	4,7	12,7	7,4	5,0	13,3	9,1
100 - 200	5,5	18,4	10,1	7,3	20,0	13,8
200 - 400	8,1	32,4	17,7	13,0	32,4	22,7
400 - 800	12,7	34,0	23,2	-	-	-

Tabelle 3: Oedometerversuche an tonigen und schluffigen Tertiär-Proben

Im Vergleich mit Zeit-Setzungs-Diagrammen von eigenen Oedometerversuchen an bodenmechanisch vergleichbaren Böden der näheren Umgebung liegen diese Versuche innerhalb der Bandbreite dieser Versuche.

An zwei Proben gestörten Proben wurden von der Technischen Universität München Rahmenscherversuche im direkten Schergerät durchgeführt. Die Scherfestigkeit des Tertiärs ergibt sich zu $\tau = \text{Scherkraft/Scherfläche}$ und die Normalspannung zu $\sigma = \text{Normalkraft/Scherfläche}$. Die Einzelversuche liefern jeweils ein Wertepaar τ und σ für das Scherdiagramm. Aus dem Scherdiagramm können die Parameter Reibungswinkel φ' und Kohäsion c' ermittelt werden. Die Ergebnisse der Versuche sind in nachfolgender Tabelle 4 angegeben:

Beschreibung	Bohrung	Entnahmetiefe [mNN]	Reibungswinkel φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]
tonig feinsandiger Schluff	B 1	360,7	34	16
schluffig stark feinsandiger Ton	B 2	358,0	28	29

Tabelle 4: Ergebnisse von Scherversuche am Tertiär

6.3 Klassifikation und charakteristische Kennwerte

Anhand der vorliegenden Baugrunderkundung, der diskutierten Ergebnisse der Feld- und Laborversuche sowie unseren Erfahrungen mit bodenmechanisch gleichartigen Böden kann der angetroffene Baugrund in Anlehnung an bautechnische Regelwerke klassifiziert und durch charakteristische Kennwerte für statische Untersuchungen beschrieben werden (Tabelle 5).

Das Baugrundstück liegt nach DIN 4149:2005-04, Teil 1, und der vorläufigen Karte der Erdbebenzonen der Bundesrepublik Deutschland in der neuesten Fassung in Erdbebenzone 0. Maßgebend für diese Festlegung ist die Oberste Baubehörde des Bundeslandes Bayern. Das Baufeld liegt danach in der Gemarkung Ingolstadt Stadt, wofür die Untergrundklasse T und die Baugrundklasse C zutreffend sind.

geologische Bezeichnung	Auffüllungen	quartäre Kiese	Tertiär schluffig, tonig	Tertiär sandig
Lagerungsdichte	mitteldicht, dicht	dicht	halbfest	-
Konsistenz (vorherrschend)	weich, steif	-	-	dicht, sehr dicht
Klassifikationen				
Bodengruppe (DIN 18 196)	A [TL, TM, SU, SU*,GW, (X,Y) ¹⁾	GU, GI, GW	TM, TA	SU, SU*, SE, SI, SW
Bodenklasse (DIN 18 300)	3,4,5	3,4	4,5	3,4
Frostempfindlichkeit	mittel, sehr ²⁾	nicht	sehr	mittel, sehr
Klasse nach ZTV E-StB 17	F2, F3 ²⁾	F1	F3	F2, F3
charakteristische Kennwerte				
Wichte γ [kN/m ³]	21/19 ²⁾	21	19-21	19-21
unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	11/9 ²⁾	11	9-11	9-11
Reibungswinkel φ' [°]	35/25 ²⁾	35	25	30/32,5
Kohäsion c' [kN/m ²]	0/5 ²⁾	0	15 (10-25)	0
undrainierte Kohäsion c_u [kN/m ²]	-	-	100-500	-
Steifemodul E_s [MN/m ²] für Setzungsberechnungen Spannungsbereich: 200-400 kN/m ²	-	60 (40-80)	25 ³⁾ (15-40)	40/60 ³⁾ (40-80)

¹⁾ gilt für Bauwerksreste oder dergleichen, die in Auffüllungen nicht auszuschließen sind

²⁾ für schluffige Auffüllungen

³⁾ bei Wiederbelastung darf der 1,5fache Wert angesetzt werden

Tabelle 5: Klassifikationen und charakteristische Kennwerte

6.4 Homogenbereiche

Nach den Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) der VOB/C, Ausgabe 2019, ist der Baugrund in Homogenbereiche einzuteilen. Bei der Definition der Homogenbereiche sind die verfahrens- und gerätespezifischen Besonderheiten für jedes Gewerk zu berücksichtigen.

Nach derzeitigem Kenntnisstand wird für das vorliegende Bauvorhaben mit Homogenbereichen folgender Gewerke des Tiefbaus entsprechend den ATVs gerechnet:

- DIN 18 300, Erdarbeiten,
- DIN 18 301, Bohrarbeiten,
- DIN 18 304, Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten und
- DIN 18 321, Düsenstrahlarbeiten.

Zur Vereinfachung von Ausschreibung, Aufmaß und Abrechnung werden die Homogenbereiche einheitlich für alle erwarteten Bauverfahren festgelegt. Die Homogenbereiche sind in Tabelle 6 anhand der Bandbreite ihrer Kennwerte definiert dargestellt.

Die Homogenbereiche gelten für das Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten von Boden, Fels und sonstigen Stoffen im Zusammenhang mit der DIN 18 300. Die Homogenbereiche nach DIN 18 301 gelten für Bohrungen jeder Art. Die Homogenbereiche nach DIN 18 304 gelten für das Einbringen und Ziehen von Bohlen, Pfählen, Trägern, Rohren, Lanzen und dergleichen durch Rammen, Rütteln oder Pressen. Die Homogenbereiche nach DIN 18 321 gelten für das Dichten oder Verfestigen von Boden, Fels und Auffüllungen durch Düsenstrahlverfahren.

Homogenbereich	A	B1	B2
geologische Bezeichnung	Auffüllung	quartäre Kiese	Tertiär
Bodengruppe (DIN 18 196)	A [TL, TM, SU, SU*,GW, (X,Y) ¹⁾	GU, GU*, GI, GE, GW	TA, TL, TM, SU, SU*, SE, SI, SW
Korngrößenverteilung (DIN 18 123) (T+U / S / G [%])	-	0-10/10-40/50-90	0-90/10-90/0-10
Stein-/ Blockanteile (DIN EN ISO 14 688-2)	<30/<10	<30/<10	<10/<10
Lagerungsdichte (DIN 18 126)	mitteldicht, dicht	mitteldicht – sehr dicht	mitteldicht – sehr dicht
Plastizitätszahl I _p (DIN 18 122-1)	0-15	-	10-30
Konsistenzzahl I _c (DIN 18 122-1)	0,75-1,25	-	0,75 - >1,25
Wassergehalte [%]	15-25	-	10-30
undrainierte Kohäsion c _u [kN/m ²]	-	-	100-500
Dichte ρ [t/m ³]	1,9-2,1	1,8-2,2	1,8-2,2
Abrasivität (NF P94-430-1)	-	erfahrungsgemäß schwach abrasiv	nicht bestimmbar
organische Anteile, Glühverlust [%] (DIN 18 128)	<5	<5	<5
Benennung + Beschreibung organischer Anteil	ggf. Wurzelwerk	ggf. Holzreste	-

1) für Steine und Blöcke im Unterbau oder Fundamentreste

Tabelle 6: Homogenbereiche nach DIN 18 300, DIN 18 301, DIN 18 304 und DIN 18 321

Die Homogenbereiche sind neben oben genannten Kennwerten auch nach deren umweltrelevanten Inhaltsstoffe einzuteilen. Zu den Auffüllungen liegen uns zum Zeitpunkt der Bearbeitung dieses Berichts keine Informationen vor. Aus Ergebnissen von chemischen Analysen von eigenen benachbarten Aufschlüssen des Tertiärs gehen stark erhöhte Arsen Gehalte hervor, die einer Zuordnung in die Einstufungsklasse größer Z 2 entspricht.

Für die geplanten Erd- und Tiefbauarbeiten wird eine orientierende abfallrechtliche Untersuchung empfohlen.

7 Bautechnische Folgerungen

Für den angetroffenen und beschriebenen Baugrund können zur weiteren Planung und Herstellung des Gebäudes Empfehlungen und Hinweise

- zur Gründung (Abschnitt 7.1),
 - zur Baugrube (Abschnitt 7.2),
 - zu den gegenseitigen Einflüssen von Grundwasser und Bauwerk (Abschnitt 7.3),
 - zu Hinterfüllung und Erddruck (Abschnitt 7.4) und
 - zu Verkehrsflächen und Aufbau unter Bodenplatten (Abschnitt 7.5)
- gemacht werden.

7.1 Gründung

Die Oberkante der Bodenplatte des neuen, zweiten Untergeschosses ist bei 362,9 mNN geplant, die Unterkante dieser Bodenplatte entspricht dem Niveau des zweiten Untergeschosses der Tiefgarage und liegt im Mittel bei 361,7 mNN. Die Gründungssohle der bestehenden Tiefgarage im zweiten Untergeschoss und damit auch die neue Bodenplatte im 2. Untergeschoss liegt im Mittel bei 360,9 mNN im Tertiär.

Die Fußbodenhöhe der südlichen Erweiterung, Dekorationslager, ist bei - 5,90 m, somit bei 364,95 mNN geplant und liegt in den quartären Kiesen.

Aus der Neubebauung sollen die bestehenden Fundamente teils mit höheren Einwirkungen beaufschlagt werden, so dass eine Überprüfung der Tragfähigkeit der Bestandsfundamente erfolgen muss und Nachgründungen bzw. Fundamentverstärkungen zu planen sind.

Die Überprüfung der Tragfähigkeit und die Ermittlung maximal zulässiger Einwirkungen auf die Bestandsfundamente aus geotechnischer Sicht erfolgt in Abschnitt 7.1.1.

Mit Bezug auf mögliche Nachgründungen bzw. Fundamentverstärkungen haben wir unterschiedlichen Varianten unter Berücksichtigung gegebener Einwirkungen, siehe Abschnitt 2, untersucht und machen Angaben zu:

- Neugründung auf Einzelfundamenten, siehe Abschnitt 7.1.2,
- Nachgründung mittels Mikropfählen, siehe Abschnitt 7.1.3,
- Fundamentverstärkung mithilfe des Düsenstrahlverfahrens, siehe Abschnitt 7.1.4 und

- Erhöhung der Grundbruchsicherheit von Einzelfundamenten durch unbewehrte Mikropfähle, siehe Abschnitt 7.1.5.

Unabhängig von der zur Ausführung kommenden Fundamentverstärkung empfehlen wir wegen der Interaktion zwischen Neubau und Bestand, der geplanten Größe der Baumaßnahme und zur Beurteilung der Dauerhaftigkeit der Bauwerke: Tiefgarage und Kammerspiel, die Verformungen an der Gründung während ihrer Herstellung und auch zeitlich danach in ausgewählten Zeitabschnitten zu kontrollieren. Dazu sollte ein detailliertes **Messkonzept** erstellt werden, dessen Konzeption und Umsetzung sich an den Grundlagen der Beobachtungsmethode orientiert. Hierbei können wir Sie gerne unterstützen.

7.1.1 Gründung der bestehenden Tiefgarage

Auf Basis der Angaben im Baugrundgutachten 7657/16 vom 01.03.1976 erfolgte die Dimensionierung der Einzelfundamente für die bestehende Tiefgarage bei einer Gründungssohle in den überwiegend halbfesten, schluffig tonigen Tertiärschichten mit einer mittleren zulässigen Bodenpressung von $\sigma_{zul} = 350 \text{ kN/m}^2$ für die Stützenfundamente, bei der planerisch vorgesehenen Einbindetiefe $\geq 0,9 \text{ m}$ unter Oberkante Bodenplatte. Nach neuer Lesart, DIN 1054, ergibt sich damit der Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ für Einzelfundamente umgerechnet $\sigma_{R,d} = 490 \text{ kN/m}^2$.

Aus den vorliegenden statischen Berechnungen betragen die charakteristischen Einwirkungen aus dem Bestand

- Fundamenttyp 2,6 m x 2,6 m: $N_k = 2,25 \text{ MN}$
- Fundamenttyp 2,8 m x 2,8 m: $N_k = 2,55 \text{ MN}$

Die angegebenen zulässigen Bodenpressungen von $\sigma_{zul} = 350 \text{ kN/m}^2$ wurden damit nahezu vollständig ausgenutzt.

Für Streifenfundamente wurden in die Dimensionierung eine zulässige Bodenpressung $\sigma_{zul} = 300 \text{ kN/m}^2$, nach aktuell gültiger Norm: Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d} = 420 \text{ kN/m}^2$ eingeführt..

Wir haben unter Zugrundelegung der bodenmechanischen Kennwerte aus Tabelle 5 Nachrechnungen zur Bestimmung des Bemessungswerts des Sohlruckwiderstands (Grundbruch), durchgeführt, wobei wir den in Abschnitt 4 beschriebenen Baugrundaufbau angenommen haben. Gegenseitige Beeinflussungen von benachbarten Fundamenten auf die Setzungen ebenso wie Verkantungen haben wir in unserer ersten Näherung außer Acht gelassen.

Des Weiteren haben wir hinsichtlich den Grundwasserverhältnisse angenommen, dass der

Wasserspiegel in etwa auf halber Höhe der Filterschicht ansteht. Aus den uns zur Verfügung gestellten Unterlagen geht hervor, dass die der Bodenplatte unterlagernden Filterschicht mit einer Dicke von $D = 0,4$ m geplant wurde und das Wasser beim Anstieg in dieser Schicht durch eine Pumpe abgepumpt wird.

Bei unseren Berechnungen, Nachweise für die Grenzzustände der Tragfähigkeit GEO-2 (ULS) und der Gebrauchstauglichkeit (SLS) nach EN DIN 1997-1 und DIN 1054:2010-12, wurden der Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{R,v} = 1,4$ (DIN 1054, Tab. A 2.3) für die ständige Bemessungssituation BS-P verwendet.

Der Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ wurde so abgemindert, dass die Setzung auf die oben genannten 2 cm beschränkt wird.

Danach kann für die bestehenden Fundamente mit Abmessungen im Grundriss von 2,8 m x 2,8 m der Bemessungswert des Sohlwiderstands mit $\sigma_{R,d} = 490$ kN/m² bestätigt werden.

Die Standsicherheit der bestehenden Fundamente ist mit gerade ausreichender Sicherheit, Ausnutzungsgrad $\mu = 1,0$ nachgewiesen. Weitere Lasterhöhungen sind ohne zusätzliche Maßnahmen aus Gründen der Standsicherheit nur im Rahmen von einer Lasterhöhung von +10 % zulässig.

Für die Gesamtlast der Fundamente, $N_{k,alt} = 2,25$ MN bis 2,55 MN, siehe Abschnitt 2, und oben genannte Setzung s von rund 2 cm berechnet sich die zugehörige Federsteifigkeit c zu: $c = N_k/s = 100$ MN/m - 150 MN/m. Diese Federsteifigkeit kann zur Ermittlung bestehender Verformungen des Tragwerks herangezogen werden. Sofern im Zuge des Um-/Neubaus bestehende Fundamente ent- und wiederbelastet werden, sind zur Ermittlung zusätzlicher Setzungen im Tragwerk die angegebenen Ersatzfedersteifigkeiten für die Fundamente zu verdoppeln.

Zusammenfassend kann somit festgestellt werden, dass aus geotechnischer Sicht Lasterhöhungen von den Bestandfundamenten aus Sicht der äußeren Tragfähigkeit nicht bzw. nur in sehr geringem Umfang (10 %) aufgenommen werden können. Bei Lasterhöhungen aus dem neuen Tragwerk werden somit Fundamentverstärkungen / Neugründungen erforderlich. Neugründung auf Einzelfundamente.

7.1.2 Neugründung auf Einzelfundamenten

Auf Grund teils erheblichen Lasterhöhungen werden neben den erforderlichen Fundamentverstärkungen umfangreiche Verstärkungsmaßnahmen bzw. der Neubau der Stützen erforderlich. Abhängig von den geplanten Rückbaumaßnahmen und einer damit verbundenen

temporären Teilentlastung der Stützen kann ein Stützenneubau unter temporärere Abstützung aus wirtschaftlichen und technischen Gründen sinnvoll erfolgen.

Bei einer vollständigen Entlastung der Fundamente zum Rückbau der Bestandsstützen kann auch ein Rückbau der Bestandsfundamente und der Neubau eines Fundaments mit erhöhter Tragfähigkeit erfolgen. Eine Erhöhung der Tragfähigkeit kann unter den gegebenen Randbedingungen maßgeblich durch Vergrößerung der Einbindetiefe erreicht werden, da bei einer Vergrößerung der Fundamente maßgeblich in das bestehende, und zu erhaltende Dränsystem unter der Bodenplatte eingegriffen werden muss.

Wie in Abschnitt 7.1.1 beschrieben haben wir zur Bestimmung des Bemessungswerts des Sohldruckwiderstands (Grundbruch), der für den Nachweis des Grenzzustand der Tragfähigkeit GEO-2 (ULS) nach EN DIN 1997-1 und DIN 1054:2010-12 anzusetzen ist, den Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{R,v} = 1,4$ (DIN 1054, Tab. A 2.3) für die ständige Bemessungssituation BS-P verwendet.

Für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS) haben wir angenommen, dass eine Setzung der Fundamente von 2,5 cm für das Bauwerk verträglich ist. Der Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ wurde daher so abgemindert, dass die Setzung auf 2,5 cm beschränkt wurde. Darüber hinaus liegt der Berechnung zugrunde, dass 80 % der charakteristischen Einwirkungen (ständige und veränderliche) setzungswirksam sind.

Die Berechnungsergebnisse für den Grenzzustand der Tragfähigkeit GEO-2 (ULS) und den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS) sind mit dem Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ in Tabelle 7 zusammengefasst. Zwischenwerte können linear interpoliert werden.

Fundament- abmessung, Einzelfundamente	Bemessungswert des Sohldruckwiderstands	Ausnutzungs- grad (ULS)	Setzung	Feder- steifigkeit	aufnehmbare charakteristische Einwirkung
[m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	μ	s [mm]	c [MN/m]	E_k [MN]
<u>T = 1,5 m</u>					
b = 2,5	575	1,0	15 - 20	130 - 170	2,60
b = 3,0	575	1,0	17 - 22	170 - 215	3,70
b = 3,5	560	1,0	17 - 25	200 - 285	4,90
<u>T = 2,0 m</u>					
b = 2,5	610	1,0	15 - 20	135 - 180	2,70
b = 3,0	630	1,0	15 - 25	200 - 270	4,05
b = 3,5	580	0,88	18 - 25	200 - 280	5,05

Tabelle 7: Bemessungswert des Sohldruckwiderstands, Ausnutzungsgrad (ULS) und rechnerische Setzung mit Federsteifigkeit und aufnehmbare charakteristische Einwirkung für Fundamente im Tertiär

Zum Rückbau der Bestandsfundamente und zur Herstellung von neuen Fundamenten geben wir für die Planung und Ausführung erste Empfehlungen und Hinweise:

- Beim Rückbau der Fundamente ist darauf zu achten, dass die die Bodenplatte unterlagernde Filterschicht wasserführend ist. Sobald das Fundament abgebrochen und ausgehoben ist, wird sich die Grube mit Wasser füllen.
Da uns keine Angaben zur laufenden Wasserhaltung, insbesondere der abzupumpenden Wassermenge, der bestehenden Tiefgarage vorliegen empfehlen wir, eine Wassermenge von $Q = 0,5$ l/s anzunehmen. Zur Abdeckung von Unwägbarkeiten, sollte die Wasserhaltung gerätetechnisch auf die doppelte Menge ausgelegt werden.
- Des Weiteren wird der Fundamentgrube Wasser von der Sohle zulaufen.
- Ohne im Vorfeld getroffene Sicherungsmaßnahmen wird neben dem die Grube zufließenden Wasser, auch der Filterkies und bei einer Gründungssohle im Feinsand der Feinsand Tertiärs der Grube zufließen. Anstehender toniger Schluff und schluffiger Ton ist voraussichtlich kurzfristig standsicher
- Damit die Wassermenge bei der Ausführung kontrollierbar ist, der Filterkies unter der Bodenplatte nicht ausgehöhlt wird und die Standsicherheit der Grube auch im Feinsand während der Ausführung gegeben ist, werden baubegleitende Sicherungsmaßnahmen erforderlich. Wir empfehlen folgende Maßnahmen zu treffen:
 - Herstellung einer Wasserhaltung mittels Vakuumverfahren. Die Wasserfassung erfolgt durch eingespülte oder eingerammte Lanzen, die wegen der geringen Reichweite

rund 0,5 m von der Grube anzuordnen sind. Das Absenkziel sollte 0,5 m unter der planerischen Fundamentsohle liegen.

- Zusätzlich kann es abhängig von der Aushubtiefe auch das Vorhalten von Kanaldielen die senkrecht eingebaut werden können sinnvoll sein. Insbesondere bei sandigem Tertiär ist die Standfestigkeit der Fundamentgrube als gering einzustufen. Alternativ können auch unmittelbar nach dem Rückbau der bestehenden Fundamente und nach Aushub auf das planerische Niveau die Grubenwände und –sohle im Schutze der Vakuum-Wasserhaltung mit Spritzbeton versiegelt werden.

Bettungsmodul Platte: Die Bemessung der Bodenplatte des zweiten Untergeschosses, Bühnenunterfahrt, kann mit dem Bettungs- oder mit dem Steifemodulverfahren erfolgen. Wir haben vereinfachte Berechnungen mit dem Steifemodulverfahren durchgeführt und daraus Bettungsmoduln abgeleitet. Die Berechnungen erfolgen auf Basis der charakteristischen Einwirkungen, siehe Abschnitt 2, und den in Abschnitt 6.3 genannten Steifemoduln. Während für das Steifemodulverfahren direkt die in Tabelle 5 angegebenen Steifemoduln verwendet werden können, sind die Bettungsmoduln keine Bodenkennwerte, sondern von den Baugrundsteifigkeiten, den Beanspruchungen sowie der Bauwerkssteifigkeit und Bodenplattengeometrie abhängige Größen, die über Setzungsberechnungen zu ermitteln sind.

Als Ergebnis dieser Berechnungen können der Bemessung der Bodenplatte nach dem Bettungsmodulverfahren folgende Bettungsmoduln zu Grunde gelegt werden (Tabelle 8). Die mittlören Setzungen der Bodenplatte beträgt etwa 1 cm bis 1,5 cm.

Gebäudeteil	Bettungsmodul
	k_s [MN/m ³]
Bodenplatte 2. UG, Bühnenunterfahrt	
Bodenplatte	7,5 - 10
Bodenplattenrandstreifen ¹⁾	15 - 18

1) Breite des Randstreifens entspricht der doppelten Bodenplattendicke

Tabelle 8: Bettungsmoduln der Plattengründung.

Gründung des Dekorationslagers im Süden der bestehenden Tiefgarage: Die Fußbodenhöhe dieses Lagers ist bei - 5,90 m, somit bei 364,95 mNN, geplant. Für diesen Bereich sind Stützenlasten mit rund $1,5 \text{ MN} \leq N_k = 3,7 \text{ MN}$ gegeben.

Bei einer Flachgründung in den quartären Kiesen können folgende Sohldruckwiderstände bei der Dimensionierung der Fundamente angesetzt werden, siehe Tabelle 9. Zwischenwerte können linear interpoliert werden.

Der Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ wurde so abgemindert, dass bei dem zugehörigen charakteristischen Sohlldruck σ_0 die Setzung auf 2 cm beschränkt wurde. Darüber hinaus liegt der Berechnung zugrunde, dass 80 % der charakteristischen Einwirkungen setzungswirksam sind.

Fundament- abmessung, Einzelfundamente	Bemessungswert des Sohldruckwiderstands	Ausnutzungs- grad (ULS)	Setzung	Feder- steifigkeit	aufnehmbare charakteristische Einwirkung
[m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	μ	s [mm]	c [kN/m ²]	E_k [kN]
<u>T = 1,0 m</u>					
b = 1,5	575	1,0	8	110	0,90
b = 2,0	555	1,0	10	190	1,90
b = 2,5	540	1,0	14	170	2,40
b = 3,0	575	1,0	18	200	3,70
<u>T = 1,5 m</u>					
b = 1,5	665	1,0	10	105	1,05
b = 2,0	610	1,0	13	135	1,75
b = 2,5	635	1,0	17	165	2,80
b = 3,0	625	0,96	20	200	4,00

Tabelle 9: Bemessungswert des Sohldruckwiderstands, Ausnutzungsgrad (ULS) und rechnerische Setzung mit Federsteifigkeit und aufnehmbare charakteristische Einwirkung für Fundamente im Kies

7.1.3 Bewehrte Mikropfähle

Zur Verstärkung der bestehenden Fundamente oder zur Gründung des Dekorationslagers können auch verpresste Mikropfähle entsprechend DIN 1054 / DIN EN 1997 und den Vorgaben der Ausführungsnorm für Mikropfähle DIN 14 199:2015-07 hergestellt werden. Für die Vergabe von Bohrarbeiten sollte DIN-VOB 18301 beachtet werden.

Werden die Mikropfähle nachverpresst, wobei wir dabei davon ausgehen, dass die Verpressöffnungen im Abstand von maximal 3 m vom Pfahlfuß bis 5 m unterhalb des Pfahlkopfes angeordnet sind und alle Öffnungen zweimal nachverpresst werden, können die nachfolgend genannten Pfahlmantelreibungswerte $q_{s,k}$ für Pfahldurchmesser zum Ansatz gebracht werden.

geologische Bezeichnung	Tiefenlage [mNN]	Bruchwert der Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m ²]
quartäre Kiese	>362	200
Tertiär, tonig	362-356	120
Tertiär, schluffig, sandig	<356	180

Tabelle 10: Bruchwert der Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ für zweimal nachverpresste Mikropfähle ($D_s \leq 0,30$ m).

Auf dem obersten Meter (unter der Baugrubensohle) sollte keine Mantelreibung angesetzt werden. Um die volle Mantelreibung über die gesamte Pfahllänge ohne Abminderung ansetzen zu können, sollte die Pfahllänge auf 13 m begrenzt werden.

Üblicherweise liegen die Setzungen zur vollen Aktivierung der Mantelreibung bei Mikropfählen unter Gebrauchslast bei etwa 1 cm. Abhängig von der Pfahllänge ergibt sich damit die Federsteifigkeit für die Pfähle. Sind lediglich neue Setzungen oder Zusatzsetzungen zu den bestehenden Fundamenten von 0,5 cm zulässig können nur 2/3 der oben genannten Pfahlmantelreibungen $q_{s,k}$ angesetzt werden.

Exemplarisch ergeben sich folgende charakteristische Einwirkungen N_k und Federsteifigkeiten c für einen Bohrdurchmesser von $D = 152$ mm und einer Pfahllänge von $L = 13$ m:

- Setzung 1,0 cm: $N_k \approx 500$ kN und $c = 50$ MN/m und
- Setzung 0,5 cm: $N_k \approx 350$ kN und $c = 65$ MN/m.

Abstände kleiner 1 m zwischen Pfählen sollte aus herstellungstechnischen Gründen nicht gewählt werden, da dann gesonderte Untersuchungen erforderlich werden.

Die bewehrten Mikropfähle sind statisch mit dem bestehenden Fundament zu verbinden.

Da die Mikropfähle ins Grundwasser einbinden, sind die Arbeiten im Rahmen eines Wasserrechtsverfahrens genehmigungspflichtig. Bei Bedarf können wir Sie bei der Ausarbeitung eines wasserrechtlichen Erläuterungsberichts beraten.

Für die Mikropfahlgründung empfehlen wir, eine geotechnische Fachbauleitung vorzusehen. Auf jeden Fall muss die Herstellung der ersten und stichprobenartig von weiteren Pfählen geotechnisch überwacht werden.

Die Herstellung derartiger Pfähle kann aus dem 2. Untergeschoss oder von der Decke über dem 2. Untergeschoss erfolgen. Die Herstellung aus dem 2. Untergeschoss bedingt auf Grund der stark beschränkten Arbeitshöhe gesondertes Gerät. Auf Grund der anstehenden Baugrund- und Wasserdruckverhältnisse ist die Ausführung mittels Doppelkopfverfahren,

also verrohrter Bohrungen bis zur Endtiefe, oder selbstbohrende Systeme mit Zementspülung. Da eine Nachverpressung bei selbstbohrenden Systemen nicht ausgeführt werden kann, sind die angegebenen Mantelreibungen um 20 % abzumindern.

Wir weisen darauf hin, dass trotz der laufenden Wasserhaltung im 2. UG in tieferliegenden Sandschichten gespannte Grundwasserverhältnisse mit Druckwasserspiegeln oberhalb der Untergeschossohle angeschnitten werden können. Entsprechende Maßnahmen, z.B. schwere Bohrspülungen oder das Spülen der Bohrungen mit Zementsuspension sind in diesem Fall erforderlich, um die Tragfähigkeit der Pfähle nicht nachteilig zu beeinträchtigen. Beeinträchtigungen durch dem Bohrloch zuströmendes Wasser können aus Sandeinspülungen beim Bohren oder durch eine Beschädigung des Zementmantels im Abbindeprozess resultieren.

Das Bohren von der Decke über 2. UG setzt eine temporäre Abstützung der Decke voraus, um die Lasten aus dem Bohrgerät sicher aufnehmen zu können. Vorteilhaft dagegen ist die freie Arbeitshöhe und das sichere Beherrschen von gespannten Grundwasserverhältnissen. Durch Einbau eines Leerrohres zwischen Bohransatzpunkt und Bodenplatte des 2. UG, kann immer ausreichend Wasserauflast sichergestellt werden und der Zustrom von Grundwasser ins Bohrloch vermieden werden. Insbesondere die freie Arbeitshöhe wirkt sich positiv auf Herstellungskosten und -zeit aus, da durch eine freie Arbeitshöhe ein kontinuierlicher Bohrfortschritt sichergestellt werden kann und beim Einbau der Pfahlbewehrung die aufwändige Anordnung von Muffenstößen deutlich reduziert werden.

Weitere im Bestand zur Fundamentertüchtigung herzustellende Pfahlsysteme sind beispielsweise Presspfähle. Presspfähle eignen sich insbesondere bei beengten Platzverhältnissen und bei für Pressverfahren geeigneten Böden. Vorteilhaft für Verpresspfähle ist, dass durch den Pressvorgang der tatsächliche Pfahlwiderstand nachgewiesen werden kann. Nachteilig ist, dass zum Einpressen der Stahlrohre ausreichend Gebäudeeigenwicht als Widerlager für die Presse zur Verfügung stehen muss. Bei der gegebenen Gebäudesituation wird das als aufwändig eingeschätzt. Zudem muss davon ausgegangen werden, dass zum Erreichen einer Mindesteinbindetiefe von 3 m solcher Pfähle vermutlich zusätzliche Maßnahmen, z.B. in Form von Ausbohren der Stahlrohre, erforderlich werden, da der anstehende Boden zu hohe Widerstände beim Einpressen erwarten lässt.

Die charakteristische Einwirkung bei derartigem Pfahlssystem sollte aus Gründen der Press-technik und der Widerlager auf $E_k = 300 \text{ kN}$ beschränkt bleiben.

7.1.4 Düsenstrahlverfahren

Eine Erhöhung der Grundbruchsicherheit beziehungsweise eine Erhöhung des Bemessungswerts des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ von bestehenden Fundamenten kann durch eine Unterfangung beziehungsweise einer Verstärkung mit dem Düsenstrahlverfahren erfolgen.

Bei der Bemessung von Düsenstrahlkörpern sind die Vorgaben der DIN 4093, Bemessung von verfestigten Bodenkörpern – Hergestellt mit Düsenstrahl-, Deep-Mixing- oder Injektions-Verfahren, zu beachten.

Die Herstellung von Düsenstrahlkörpern ist zudem in bautechnischen Zulassungen der jeweiligen Firmen und in DIN 12716 geregelt. Bei der Ausschreibung ist zusätzlich die DIN-VOB 18321 zu beachten

Für die Fundamentunterfangung beziehungsweise Fundamentverstärkung wurden folgende rechnerischen Annahmen zu Grunde gelegt:

- Erforderliche Tiefe des Düsenstrahlkörpers von $T = 2,0$ m, somit einer Gesamteinbindetiefe des Fundaments von $T = 3,0$ m,
- Angenommene Lastausbreitung im DSV-Körper 3:1, wobei die maximale zulässige Lastausbreitung zu 2:1 angenommen werden darf. Die rechnerischen Fundamentabmessungen betragen auf UK DSV-Körper damit $4,1$ m x $4,1$ m bzw. $3,9$ m x $3,9$ m
- Zulässige Gesamtsetzung von $s = 2,5$ cm und
- Zulässige Zusatzsetzung aus der Lastdifferenz zwischen Bestandslast und neuer Gesamtlast: $\Delta s_{\max} \leq 0,5$ cm.

Danach kann bei einer Fundamentunterfangung im Tertiär mit dem Düsenstrahlverfahren folgender Sohlruckwiderstand bei der Dimensionierung angesetzt werden:

- Fundamentabmessungen $a/b \leq 4,5$ m: $\sigma_{R,d} = 800$ kN/m².

Für die Gesamtlast der Fundamente, $N_{k,neu} = 4,75$ MN bis $5,25$ MN, siehe Abschnitt 2, und oben genannter Setzung von $s = 2,5$ cm berechnet sich die zugehörige Federsteifigkeit c zu:
 $c = N_{k,neu}/s = 175$ MN/m - 250 MN/m.

Aus der Differenzlast, $N_{k,neu} - N_{k,alt}$, Zusatzsetzung $\Delta s_{\max} \leq 0,5$ cm, berechnet sich die zugehörige Federsteifigkeit Δc zu:

$$\Delta c = (N_{k,neu} - N_{k,alt}) / \Delta s_{\max} = 500 \text{ MN/m} - 1250 \text{ MN/m}.$$

In oben genannten Federsteifigkeiten c und Δc sind Zusatzsetzungen aus dem Baubetrieb beziehungsweise der Herstellung der Düsenstrahlkörper nicht berücksichtigt. Die herstellungsbedingten Zusatzsetzungen können abhängig von der Belastung des Fundaments zum Zeitpunkt der Herstellung des Düsenstrahlkörpers und den Aufwendungen zu Setzungsminimierung bis etwa $s_{\text{Baubetrieb}} = 1$ cm betragen.

Die Ausführung von Düsenstrahlkörpern kann unter entsprechenden Zusatzaufwendungen ebenfalls unter der im Untergeschoss gegebenen, beschränkten Arbeitshöhe erfolgen.

Bereits bei der Planung und bei der Ausführung sind zusätzliche Maßnahmen zur Sicherung der Standsicherheit bei Unterfangungsarbeiten von unter Last stehenden Fundamenten und zur Sicherung der Filterschicht unter den Bodenplatten erforderlich. Die Filterschicht, als maßgebliches Element der zu erhaltenden, dauerhaften Wasserhaltung darf durch die Herstellung von Düsenstrahlkörpern, insbesondere durch eine Verschmutzung mit Zementsuspension in ihrer Funktion nicht beeinträchtigt werden.

Zur Planung und Herstellung können unter diesen Gesichtspunkten folgende Empfehlungen und Hinweise gemacht werden:

- Vor Herstellung der Düsenstrahlkörper ist im Nahbereich des Fundaments der Kiesfilter durch eine Kunstharzinjektion vor unkontrollierbarem Eintreten von Zementsuspension aus der Herstellung des Düsenstrahlkörpers zu schützen. Wir empfehlen einen um das Fundament umlaufenden Schutzstreifen mit Kunstharz von 1 m Breite.
- Zur Fundamentsicherung sind sogenannte Düsenstrahl-Lamellen unter dem Fundament herzustellen. Die im Grundriss kreuzförmig herzustellenden Lamellen sollen verhindern, dass bei der Herstellung von Düsenstrahlkörpern der benachbarte noch nicht vollständig erhärtete Körper aufgeschnitten wird und somit das Fundament grundlos wird. Dadurch entstehen unter einem Fundament vier voneinander getrennt zu düsende Quadranten.
- Durch die Beschränkung des Säulendurchmessers auf planmäßig $D \approx 1,2$ m ist eine geringere Energie beim Düsen erforderlich als bei der Herstellung von größeren Säulendurchmessern. Von Vorteil ist dies hinsichtlich dem unkontrollierten Ausweichen von Zementsuspension in die bestehende Filterschicht zur Wasserhaltung der Tiefgarage.
- Die Herstellung von Düsenstrahlkörpern kann dem Stand der Technik entsprechend nach vier Verfahren hergestellt werden. Wir empfehlen das Verfahren 2: Hochdruck-Schneiden mit Wasser und Verfüllen mit Bindemittelsuspension.
- Für einen kontrollierten Rückfluss und zum Schutz des Kiesfilters empfehlen wir in die Rückflussöffnungen Kunststoffrohre mit einem Außendurchmesser entsprechend der Öffnung einzustellen. Der Bohrdurchmesser ist zu maximieren, um das Risiko möglicher Stopfer im Rückfluss weitgehend zu minimieren.
- Eine Arbeitsanweisung und einen Qualitätssicherungsplan wird insbesondere für die Ausschreibung und Herstellung der Düsenstrahlarbeiten empfohlen. Beides empfehlen wir vom ausführenden Unternehmen aufstellen zu lassen. Für eine Bewertung empfehlen wir uns die Unterlagen vor Beginn der Ausführung zur Verfügung zu stellen.
- Für die Düsenstrahlarbeiten empfehlen wir eine geotechnische Fachbauleitung vorzusehen.

- Die Herstellparameter und die erreichten Abmessungen und Eigenschaften der Düsenstrahlkörper sind an einem Probefeld zu bestimmen.

7.1.5 Unbewehrte Mikropfähle

Eine weitere Möglichkeit die neuen Lasten $N_{k,neu}$ der Kammerspiele auf die bestehende Gründung der Tiefgarage zu übertragen, ist die Erhöhung der Grundbruchsicherheit der Fundamente durch unbewehrte Mikropfähle. Dies kann durch eine Anordnung von Zementsäulen am Fundamentrand erfolgen, so dass ein Eingriff in das Bestandsfundament nicht erfolgen muss. Durch die Zementsäulen, kann die Scherfestigkeit des anstehenden Baugrundes soweit erhöht werden, dass die Fundamentdimensionierung mit erhöhten Bemessungswerten des Sohldruckwiderstandes durchgeführt werden können.

Die Herstellung von derartiger unbewehrten Pfählen erfolgt analog zur Herstellung von bewehrten Mikropfählen, siehe Abschnitt 7.1.3, eine Bewehrung ist in diesem Fall nicht erforderlich. Die Anordnung der Pfähle und das Tragverhalten kann wie folgt beschrieben werden:

- Durch die das Fundament umlaufend angeordneten Pfähle wird die Gleitfläche des Grundbruchs in die Tiefe gezwungen, wodurch eine höhere Grundbruchsicherheit erzielt werden kann.
- Zur Erhöhung der Grundbruchsicherheit sollen Pfähle im Abstand von 0,5 m am Fundamentrand umlaufend angeordnet werden.
- Der Bohrdurchmesser D sollte zwischen 178 mm und 200 mm betragen.
- Zum Erreichen der nachfolgend genannten Bemessungswerte des Sohlwiderstandes sind Pfahllängen von $L = 7$ m erforderlich.

Limitiert durch die zusätzlichen Setzungen aus den neuen Einwirkungen $N_{k,neu}$ können damit folgende Gesamtlasten durch die Herstellung von unbewehrten Mikropfählen vom Fundament aufgenommen werden:

- $\Delta s = 1,0$ cm: $N_{k,max} = 4,3$ MN, Federsteifigkeit $c = 130-170$ MN/m und
- $\Delta s = 0,5$ cm: $N_{k,max} = 3,7$ MN, Federsteifigkeit $c = 130-170$ MN/m.

Im Gegensatz zu den bewehrten Mikropfählen, müssen die unbewehrten Pfähle statisch nicht mit dem bestehenden Fundament verbunden werden.

7.2 Herstellen der Baugrube

Die Baugrubensohle für das Dekorationslager im Süden der bestehenden Tiefgarage wird unter Berücksichtigung von Bodenplattenstärke und Unterbau etwa bei 363,8 mNN liegen.

Die Baugrube bindet damit etwa knapp über 4 m ins Gelände ein und liegt rund 1,5 m unterhalb des temporären Bemessungswasserstandes (365,5 mNN). Die Baugrubensohle des Lagers liegt nahezu vollflächig in den quartären Kiesen und bei "Normalwasserständen" wenig oberhalb des Grundwasserspiegels, siehe Anlagen 3.

Das Herstellen der Baugrube ist wie folgt gegliedert:

- Die Wiederverwendbarkeit des Baugrubenaushubs wird in Abschnitt 7.2.1 behandelt.
- Zur Ausbildung des Verbaus nehmen wir im Abschnitt 7.2.2 Stellung.
- Auf die erforderliche Wasserhaltung gehen wir in Abschnitt 7.2.3 ein.

7.2.1 Wiederverwendbarkeit des Baugrubenaushubs

Die Bodenklassen der zu lösenden Böden sind in Tabelle 5 genannt, die Klassifizierung für die Beschreibung der Homogenbereiche sind in Tabelle 6 genannt.

Die Beschreibung des Homogenbereichs A bezieht sich auf die Erkundungsergebnisse vor Herstellung der Tiefgarage. Die Baugrundbeschreibung mit Stand 1976 und jünger wurde um eigene Erfahrung von Auffüllungen ergänzt. Die tatsächlichen Auffüllungen, Arbeitsraumverfüllung der Tiefgarage und die Erdüberdeckung der Tiefgarage, können daher nicht eindeutig beschrieben werden. Wir empfehlen die orientierende abfallrechtliche Untersuchung zu nutzen, um neben umweltrelevanten Inhaltsstoffen auch die bodenmechanischen Eigenschaften der Auffüllungen zu erkunden. Bei Bedarf könne wir Sie gerne beraten.

Die auszuhebenden quartären Kiese, Homogenbereich B1, sind für eine Wiederverwendung im Erdbau geeignet, wenn diese durch Lagerung ausreichend entwässert sind. Wir weisen jedoch darauf hin, dass vor einer Wiederverwendung in technischen Bauwerken die umwelttechnischen Gesichtspunkte zu beachten sind.

7.2.2 Baugrubenverbau

Zur Herstellung des Dekorationslagers wird bei den anstehenden Böden, dem vorhandenen Grundwasserspiegel und der hohen Wasserdurchlässigkeit der Donaukiese erforderlich werden, die Baugrube im Schutze eines technisch wasserundurchlässigen Verbaus herzustellen. Parallel zur westlichen und östlichen Außenwand der bestehenden Tiefgarage sind weitere Spundwände im Plan "Übersicht Baugrube" eingezeichnet. Diese werden erforderlich, da der vorgeschlagene temporäre Bemessungswasserstand oberhalb des Kopfes der bestehenden Schlitzwandkopfes liegt und der Neubau den Rückbau des Bestandes bis auf die Oberkante der Schlitzwand vorsieht.

Unter den gegebenen wasserrechtlichen und hydraulischen Randbedingungen empfehlen wir die Herstellung eines Spundwandverbau, der für die erforderliche Grundwasserumlaufbarkeit im Endzustand wieder gezogen werden kann. Oberhalb des Bemessungswasserstandes kann es aus wirtschaftlichen Gründen sinnvoll sein eine Kopfböschung auszubilden. Wir empfehlen jedoch zu prüfen, ob nach Voraushub ausreichend Platz zum Herstellen der Spundwand vorhanden ist und ob das Herstellen eines tragfähigen Arbeitsplanums und die Entsorgung des Mehraushubes durch die Vorböschung die Mehrkosten für die Spundwand nicht übersteigt. Durch die Vorböschung kann jedoch unter Umständen auf eine Verankerung verzichtet werden.

Bei hohen Grundwasserständen wird der seitliche Grundwasserzufluss durch die gut durchlässigen quartären Kiese hierbei durch das Einbringen einer "dichten" Spundwand verhindert. Der Grundwasserzufluss über die Baugrubensohle wird dabei durch das natürlich anstehende bindige Tertiär direkt unterhalb der Baugrubensohle verhindert beziehungsweise auf ein verträgliches Maß reduziert.

Eine ausreichend abdichtende Wirkung in Kombination mit einer Restwasserhaltung kann bei einer Mindesteinbindetiefe von $t \geq 1$ m ins Tertiär angenommen werden. Dieser letzte Meter darf nicht vorgebohrt werden.

Entlang der Tränktorkaserne reicht die vorhandene lichte Breite von etwa 7 m zwischen der Tränktorkaserne und der bestehenden Tiefgarage vermutlich nicht aus, um eine Spundwand mit Großgerät einzubringen. Alternativ kann es hier daher sinnvoll sein die Spundwände einzupressen oder alternativ dem Abbruch vorausgehend einen Graben hinter der Schlitzwand aufzugraben und bis zum Bemessungswasserstand mit Beton zu verfüllen. Der Betonbalken könnte auch bei einer statischen Anbindung an die Schlitzwand zu deren temporären Abstützung mittels Anker genutzt werden.

Für die Spundwandarbeiten im Bereich des bestehenden Mischwasserkanals DN 1600 empfehlen wir,

- im Detail zu prüfen ob Leitungen oder bestehende Bauwerksteile innerhalb oder im Nahbereich der geplanten Spundwandachse verlaufen,
- vor Einbau der Spundwände eine Beweissicherung des Kanals vorzunehmen, da durch die Erschütterungen beim Einbringen der Spundwanddielen Schäden am bestehenden Bauwerk nicht ausgeschlossen werden können,
- Proberammungen auszuschreiben und durchzuführen,
- gegebenenfalls in Spundwandachse vorzubohren, womit das Einbringen der Dielen erleichtert wird und
- im Rahmen der Proberammungen die Erschütterungen am Bauwerk zu messen.

Für den Verbau wird eine statische Berechnung erforderlich, die mit den bodenmechanischen Kennwerten aus Tabelle 5 und dem in Abschnitt 4 dargestellten Schichtenverlauf aufzustellen ist. Die Wahl des Erddruckansatzes richtet sich normalerweise nach den möglichen Verformungen in der Nachbarschaft des Verbaus. Wir empfehlen zumindest für die Bereiche, die später durch die Bodenplatte überbaut werden, bei der Verbaubemessung einen erhöhten aktiven Erddruck, den Mittelwert zwischen aktivem Erddruck und Erdruhedruck zum Ansatz zu bringen. Damit können die Verbauverformungen einerseits und mögliche Auflockerungen des anstehenden Baugrunds andererseits, die sich negativ auf die Gründung der Bodenplatte auswirken könnten, verringert werden.

Als Erddruckneigungswinkel δ kann bei der Erddruckermittlung für den aktiven Erddruckanteil bei einer Spundwand $\delta = 2/3 \cdot \varphi'$ angesetzt werden.

Infolge Wandreibung und geneigten Ankern (siehe unten) müssen durch den Verbau auch Vertikalkräfte abgetragen werden. Für den Einbindebereich kann eine charakteristische Mantelreibung mit $q_{s,k} = 100 \text{ kN/m}^2$ und ein charakteristischer Spitzendruck mit $q_{b,k} = 2.000 \text{ kN/m}^2$ im Tertiär Anwendung finden. Die Mantelreibung sollte bis in eine Tiefe von 2,5 m unterhalb der Baugrubensohle nur auf der Baugrubenseite und darunter dann beidseitig angesetzt werden.

Die Ermittlung der ansetzbaren Aufstandsfläche A_b von wellenförmigen Spundwandprofilen kann gemäß den Empfehlungen nach Weißenbach nach $A_b = X \cdot h$ mit der Profilhöhe h und dem vom Öffnungswinkel des Profils abhängigen Abminderungsfaktor X erfolgen.

Ohne Vorböschung ist auf Grund der Verbauhöhe von rund 4 m bei den geplanten Abmessungen eine Verankerung der Baugrubenerschließung vermutlich wirtschaftlicher als eine Aussteifung gegen die bestehende Tiefgarage.

Die Verpressanker sind gemäß DIN EN 1997-1 und DIN 1054 zu dimensionieren und nach DIN EN 1537 beziehungsweise DIN SPEC 18 537 herzustellen und zu prüfen. Für die Anker sind Eignungsprüfungen an mindestens drei Ankern durchzuführen. Die Prüflast beträgt $P_p = 1,1 E_d$. Auf diese kann verzichtet werden, wenn entsprechende Prüfergebnisse für unter gleichartigen Ausführungsbedingungen hergestellten Anker in gleichartigen Böden vorliegen.

Ebenso müssen für alle Anker Abnahmeprüfungen mit $P_p = 1,1 E_d$ durchgeführt werden. Bei der Bemessung der Anker sind unter anderem die für die Prüfungen festgelegten Grenzen zu den Stahlspannungen gemäß DIN EN 1997-1 zu beachten.

Über Ankerkräfte (Ankerwiderstände) machen wir keine vertragsrelevanten Angaben, da sie

im Wesentlichen von Bohrverfahren, Bohrdurchmesser, Länge des Verpresskörpers, Verpressdruck und der Anzahl der Nachverpressungen abhängen. Wir gehen davon aus, dass mit Verpresslängen von 5 m im Kies nachfolgender charakteristischer Herausziehwiderstände erreichbar ist, wobei wir in eine Verpressung über die Verrohrung mindestens zwei Nachverpressungen voraussetzen. (Anmerkung: Die Erstverpressung im Zuge der Ankerherstellung bleibt dabei unberücksichtigt.)

- quartäre Kiese: $R_{a,k}$ bis 800 kN.

Bei Ausnutzung der genannten Herausziehwiderstände können, abhängig vom Bohrverfahren, Herstellverfahren, Anordnung der Verpressschläuche, zuzüglich zur Erstverpressung, in den Nachverpressvorgängen bis zu 350 kg Zement je Anker vom Baugrund aufgenommen werden. Wir empfehlen deshalb, in der Ausschreibung bereits Mehrmengen zu berücksichtigen und schon in den Hauptpositionen der Verankerungen 150 kg Zement je Anker für Nachverpressarbeiten mit aufzunehmen.

Alternativ kann für das Herstellen des Lagers im Schutze eines Spundverbau auch eine Bohrpfahlwand als Baugrubenverbau, welche gleichzeitig als Teil der späteren Untergeschossaußenwand genutzt werden kann, empfohlen werden.

7.2.3 Wasserhaltung

Für die Herstellung des Dekorationslagers mit einer Untergeschossfläche von rund 450 m² kommt die Aushubsohle bei etwa 364,0 mNN, rund 4 m unter dem derzeitigen Geländeniveau und damit etwa 1,5 m unter dem bauzeitlichen Bemessungswasserspiegel jedoch rund 0,5 m über dem mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW), siehe Abschnitt 5, zu liegen. Die Aushubsohle liegt in Höhe der quartären Kiese.

Innerhalb der durch den Spundwandverbau umschlossenen Baugrube, siehe Abschnitt 7.2.2, wird bei hohen Grundwasserständen kurzzeitig eine offene Wasserhaltung erforderlich, mit der zunächst das im Porenraum vorhandene Wasser und später nachströmendes Wasser durch unvermeidliche Undichtigkeiten der Spundwand gefasst und abgeleitet wird. Das Wasser kann mit Hilfe weniger Pumpensämpfe erfasst werden.

Bei der Planung der Wasserhaltung empfehlen wir, eine Wassermenge von $Q = 1$ l/s anzunehmen. Zur Abdeckung von Unwägbarkeiten, sollte die Wasserhaltung gerätetechnisch auf die doppelte Menge ausgelegt werden.

Bevor das geförderte Wasser in eine Vorflut eingeleitet werden kann, werden zur Sedimentation eventueller Feinteile ausreichend dimensionierte Absetzbecken erforderlich.

Wir weisen darauf hin, dass für alle Maßnahmen im Grundwasser, also die temporäre

Grundwasserentnahme und die permanente Einbindung von Gebäudeteilen ins Grundwasser ein Wasserrechtsverfahren erforderlich wird.

7.3 Bauwerk und Grundwasser

Aus den Grundwassergleichenkarten der Ingolstädter Kommunalbetriebe AöR kann für das Baufeld ein Mittlerer Grundwasserstand von rund 362,9 mNN und ein mittlerer höchster Grundwasserstand (MHGW) von etwa 363,5 mNN entnommen werden.

Für die Kammerspiele innerhalb der bestehenden Tiefgarage liegen unter der Annahme, dass die bestehende Wasserhaltung der Tiefgarage nicht zugleich die Wasserhaltung für die Kammerspiele erfüllen soll, folgende Wassereinwirkungsklassen vor beziehungsweise sind folgende Abdichtungen gemäß DIN 18 533-1:2017-07 erforderlich:

W2.2-E: hohe Einwirkung von drückendem Wasser, > 3 m Eintauchtiefe; erfordert Abdichtung nach Abschnitt 8.6.2 der Norm (für Bauteile mit Einbindung > 3 m unter die niedrigste endgültige Geländeoberkante im Bauwerksbereich, ohne Dränung).

Wie bereits in Abschnitt 5 beschrieben schlagen wir einen Bemessungswasserstand für das Bauwerk von 367,0 mNN vor.

Durch die Integration der Kammerspiele innerhalb der bestehenden Tiefgarage wird der Grundwasserleiter durch die Baumaßnahme nicht abgesperrt.

Unterhalb dieses Bemessungswasserstandes sind alle Bauteile wasserundurchlässig und sicher gegen Aufschwimmen herzustellen und für einen Wasserstand von 367,0 mNN zu bemessen. Gemäß DIN 1997-1 und DIN 1054, A 10.1.1, ist jedoch als Bemessungssituation A der Grenzzustandsnachweis UPL (Aufschwimmen) für den Fall zu führen, dass die Einrichtung zur Wasserdruckbegrenzung versagt.

7.4 Hinterfüllung und Erddruck

Für Hinterfüllungen von Bauwerken (Verfüllung von Baugruben) werden hinsichtlich Materialwahl und Verdichtungsanforderungen in Deutschland bei Hoch- und Industriebauten die Regeln des Erdbaus im Straßenbau beachtet. Grundregelwerk ist dabei die ZTV E-StB 17¹. Unsere Empfehlungen beruhen ebenfalls darauf.

¹ Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2017; Hrsg. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FSGV), Köln

Wegen den unmittelbar anschließenden Verkehrsflächen mit vergleichsweise hohen Anforderungen an die Tragfähigkeit und zur Reduzierung von Sackungen sind die Arbeitsräume, unter anderem des Dekorationslagers, mit grobkörnigen, gut verdichtbarem und gut abgestuftem Material zu verfüllen, das lagenweise eingebaut und auf einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100$ % der einfachen Proctordichte verdichtet wird. Die Kontrolle der erzielten Verdichtungsqualität sollte in Anlehnung an die Methode M 3 für das Prüfen der Bodenverdichtung nach der ZTV E-StB 17 erfolgen.

Als Verfüllmaterial für Arbeitsräume kommen in Frage:

- Grobkörniger Aushubboden von der Baustelle, vorzugsweise die quartären Kiese, Homogenbereich B1, oder als Fremdmaterial.
- Grobkörniges Fremdmaterial
 - Vorsieb-Material 0/45 mm, Feinanteil ≤ 15 % oder
 - Korn-/Breckkorngemische der Lieferkörnung 0/32 mm bzw. 0/56 mm.

Auf unverschiebliche Außenwände ist nach DIN 4085 ein erhöhter aktiver Erddruck beziehungsweise der Erdruchdruck anzusetzen. Unter Berücksichtigung der natürlich anstehenden Böden und des empfohlenen Materials zur Arbeitsraumverfüllung kann ein Erddruckbeiwert von $K_{mh} = 0,4$ angesetzt werden. Im oberflächennahen Bereich muss zur Berücksichtigung der horizontalen Verspannung infolge der Verdichtung in engen Arbeitsräumen ein Mindesterdruddruck von $e_v = 25 \text{ kN/m}^2$ berücksichtigt werden.

Für die Hinterfüllung ist besonders darauf zu achten, dass das Erdmaterial im Hinterfüllbereich gleichmäßig in Lagen von höchstens 30 cm einzubauen und zu verdichten ist.

7.5 Verkehrsflächen und Aufbau unter Bodenplatten

Der Aufbau von Verkehrsflächen orientiert sich an den "Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen", Ausgabe 2012 (RStO 12). Für die hier vorgesehenen Verkehrsflächen ist eine Zuordnung zu Belastungsklasse Bk 1,0 möglich. Wir empfehlen jedoch die nächst höhere Belastungsklasse BK 1,8. Entsprechend Bk 1,8 ist auf der Oberfläche einer kombinierten Frostschutz- und Tragschicht (KFT) ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 150 \text{ MN/m}^2$ zu fordern. Zusätzlich ist die Verdichtung der KFT über einen Verhältnisswert $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$ im Plattendruckversuch nachzuweisen.

Da Ingolstadt nach den RStO 12 in Frosteinwirkungszone II liegt, ist eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von 65 cm (Bk 1,8) einzuhalten.

8 Mitwirkung bei der Bauplanung und Ausführung

Sollten zu unseren Ausführungen und Vorschlägen **Fragen** bestehen, sind wir gerne bereit, unseren Bericht zu erläutern und unsere Vorschläge zu begründen.

Das **geologische Modell des Baugrunds**, das Grundlage unserer bautechnischen Empfehlungen ist, resultiert aus punktuellen Aufschlüssen. Es kann den Baugrund daher nicht exakt beschreiben, und Abweichungen - vor allem hinsichtlich der Schichtgrenzen - zwischen den Erkundungspunkten sind möglich. Eine **Baugrundüberprüfung** während der Erdarbeiten ist daher zwingend erforderlich:

- Abweichungen von der beschriebenen Schichtung und Beschaffenheit des Untergrunds und von den angegebenen Grundwasserverhältnissen sind uns sofort mitzuteilen.
- Die ersten Gründungssohlen sind von uns abnehmen zu lassen. Wir bitten, uns rechtzeitig zu benachrichtigen.

Die Angaben zur **Gründung** beruhen außer dem Baugrundmodell auch auf den uns vorliegenden Bauwerksunterlagen und Lastangaben. **Planerische oder konstruktive Änderungen** gegenüber den in Abschnitt 2 beschriebenen Abmessungen, Lasten und Einflüssen, die auf das Gründungskonzept Einfluss haben könnten, sind uns daher mitzuteilen.

Im Rahmen der **weiteren Bauplanung und Bauausführung** werden weitere Arbeiten erforderlich, bei denen wir fachlich beraten und kontrollierend tätig werden können:

- Entwurf, Planung und erdstatische Berechnung von Gründungsmaßnahmen, Stützbauwerken und Baugrubenverbau und
- Bauüberwachung, fachliche Bauberatung.

Vor Ausführung sind die geplanten Maßnahmen im Grundwasser wasserrechtlich anzuzeigen und genehmigen zu lassen. Hierbei unterstützen wir Sie gerne.

Bei Bedarf bitten wir um frühzeitige Benachrichtigung.

Für die Pfahlgründung und die Düsenstrahlarbeiten empfehlen wir, eine **geotechnische Fachbauleitung** vorzusehen. Auf jeden Fall muss die Herstellung der ersten und stichprobenartig von weiteren Pfähle und Düsenstrahlkörpern geotechnisch überwacht werden.

Anlagen

Anlage

Lagepläne der geplanten Kammerspiele

- Übersichtslageplan (M 1:25 000) 1.1
- Lageplan (M 1:750) der Erkundungspunkte 1.2
- Lageplan (M 1:750) der Erkundungspunkte und Verlauf der geologischen Schnitte (Anlage 3) 1.3

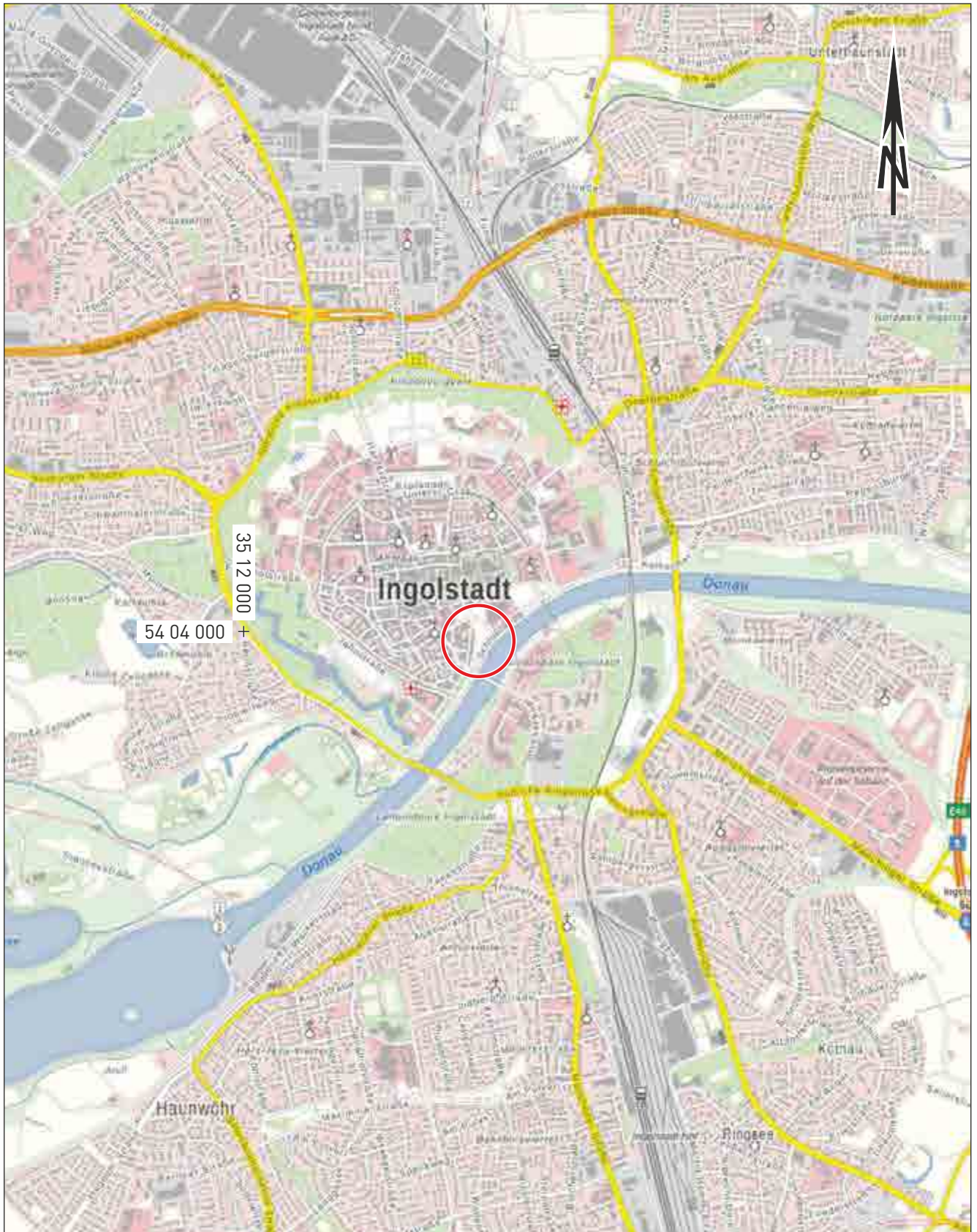
Schichtenfolgen und Rammdiagramme der Fremdaufschlüsse (32 Blatt)

2

- B 1 und S 6
- B 2
- B 3
- B 4 und S 5
- B 5
- B 6 und S 3
- B 7 und S 8
- B 8 und S 9
- B 9
- GWM 98 (B 3) und SRS 4
- GWM 108 (B 4)
- GWM 877 (KB 1)
- GWM 878 (KB 2)
- GWM 3633 (GWM 3/12 (2))
- GWM 4128 (GWM 1)
- GWM 4129 (GWM 2)
- B 1 (1354)
- B 2a (1350)
- B 3 (1353)
- B 5 (1355)
- B 6 (1356)

Geländemodell

- Geologische Geländeschnitte (M 1:500/100)
 - N-S-Schnitt 1: Bestand 3.1.1
 - W-O-Schnitt 2: Bestand 3.1.2
 - N-S-Schnitt 1: Planung 3.1.3
 - W-O-Schnitt 2: Planung 3.1.4
- Schichtlagerungskarte (M 1:750) mit Höhenlage der
 - Basis der Auffüllungen / Oberfläche der quartären Deckschichten 3.2.1
 - Basis der quartären Deckschichten / Oberfläche des Tertiärs 3.2.2



<https://v.bayern.de/DPL3j>

© Bayerische Vermessungsverwaltung 2021, EuroGeographics

0 250 500 750 1000m

Übersichtslageplan mit
Lage des geplanten Bauvorhabens

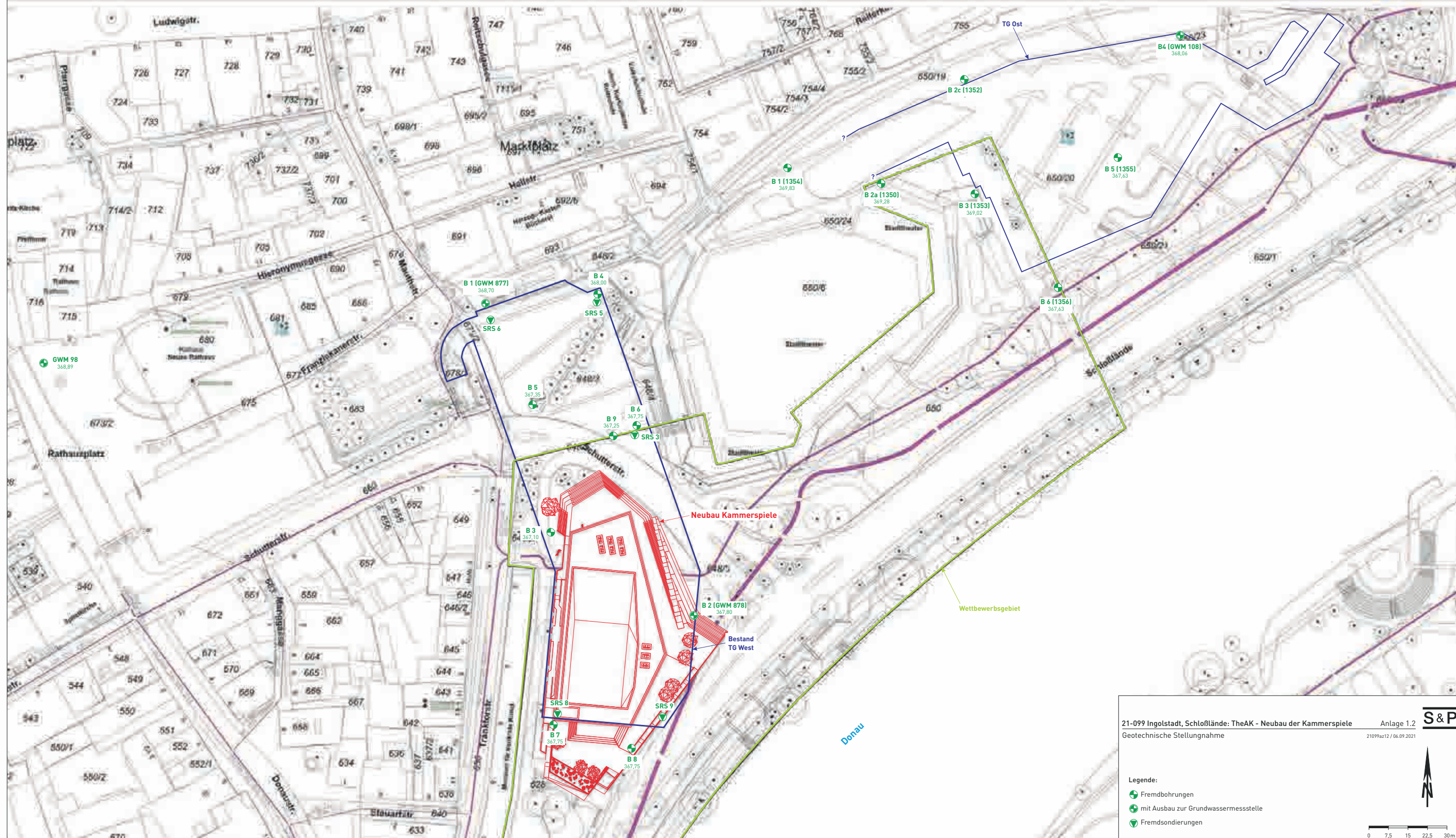
gez. me
gepr. Sc

Maßstab
1:25 000

GWM 4128
370,77

GWM 4129
368,56

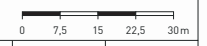
GWM 3633
70 m östlich



21-099 Ingolstadt, Schloßlände: TheAK - Neubau der Kammerspiele Anlage 1.2
 Geotechnische Stellungnahme 21099a12 / 04.09.2021

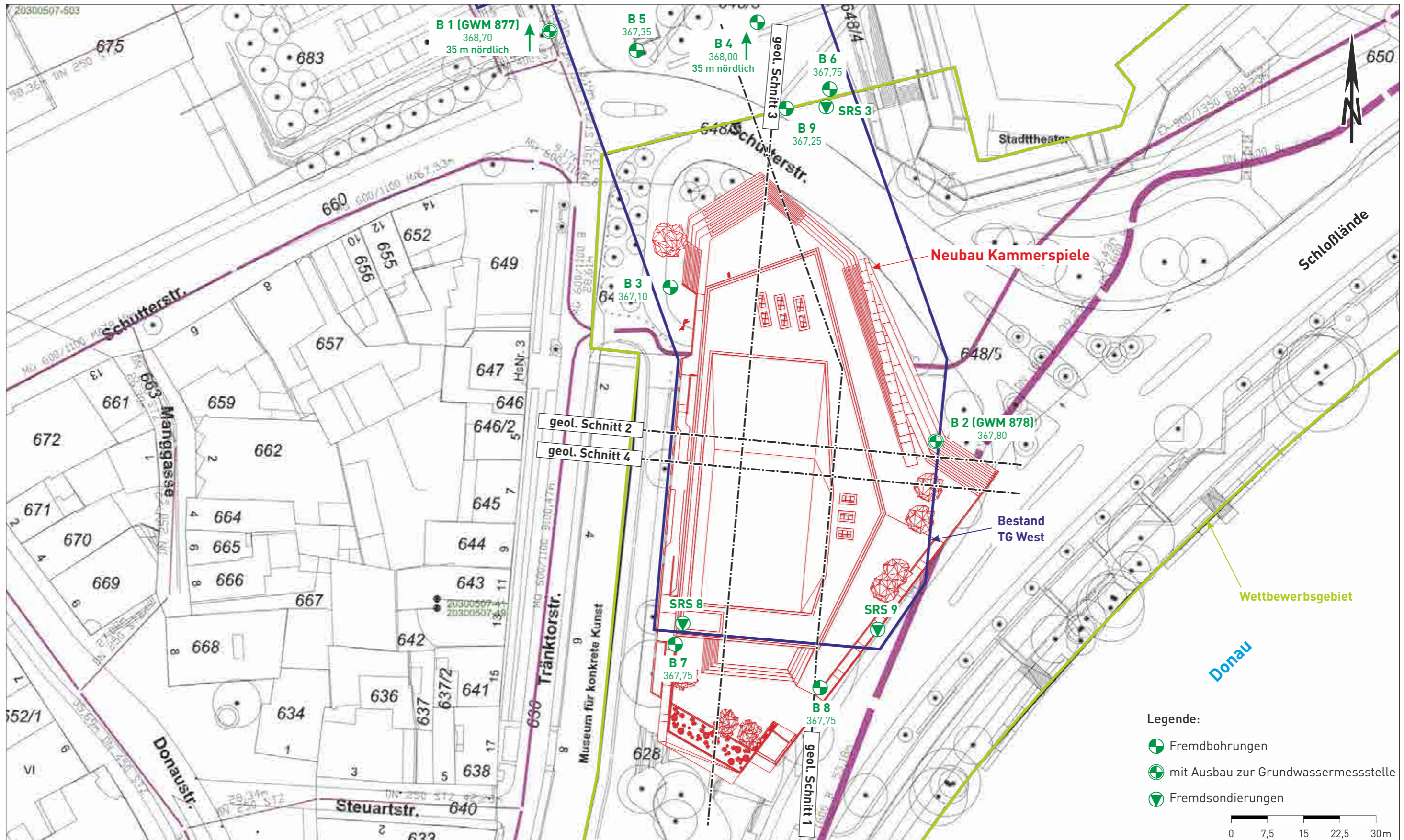


- Legende:
- Fremdborungen
 - mit Ausbau zur Grundwassermessstelle
 - Fremdsondierungen



Lageplan mit Lage der Erkundungspunkte

gez. me	Maßstab
gepr. Sc	ohne



Lageplan mit Lage der Erkundungspunkte und Verlauf der geologischen Schnitte

gez. me	Maßstab
gepr. Sc	1:750

Schichtenfolgen und Rammdiagramme der Fremdaufschlüsse

- B 1 und S 6
 - B 2
 - B 3
- B 4 und S 5
 - B 5
- B 6 und S 3
- B 7 und S 8
- B 8 und S 9
 - B 9
- GWM 98 (B 3) und SRS 4
 - GWM 108 (B 4)
 - GWM 877 (KB 1)
 - GWM 878 (KB 2)
- GWM 3633 (GWM 3/12 (2))
 - GWM 4128 (GWM 1)
 - GWM 4129 (GWM 2)
 - B 1 (1354)
 - B 2a (1350)
 - B 3 (1353)
 - B 5 (1355)
 - B 6 (1356)

(32 Blatt)

TIEFBARAGE INGOLSTADT THEATERPLATZ
SCHAFERDORF UND SCHNITZLHOFEN

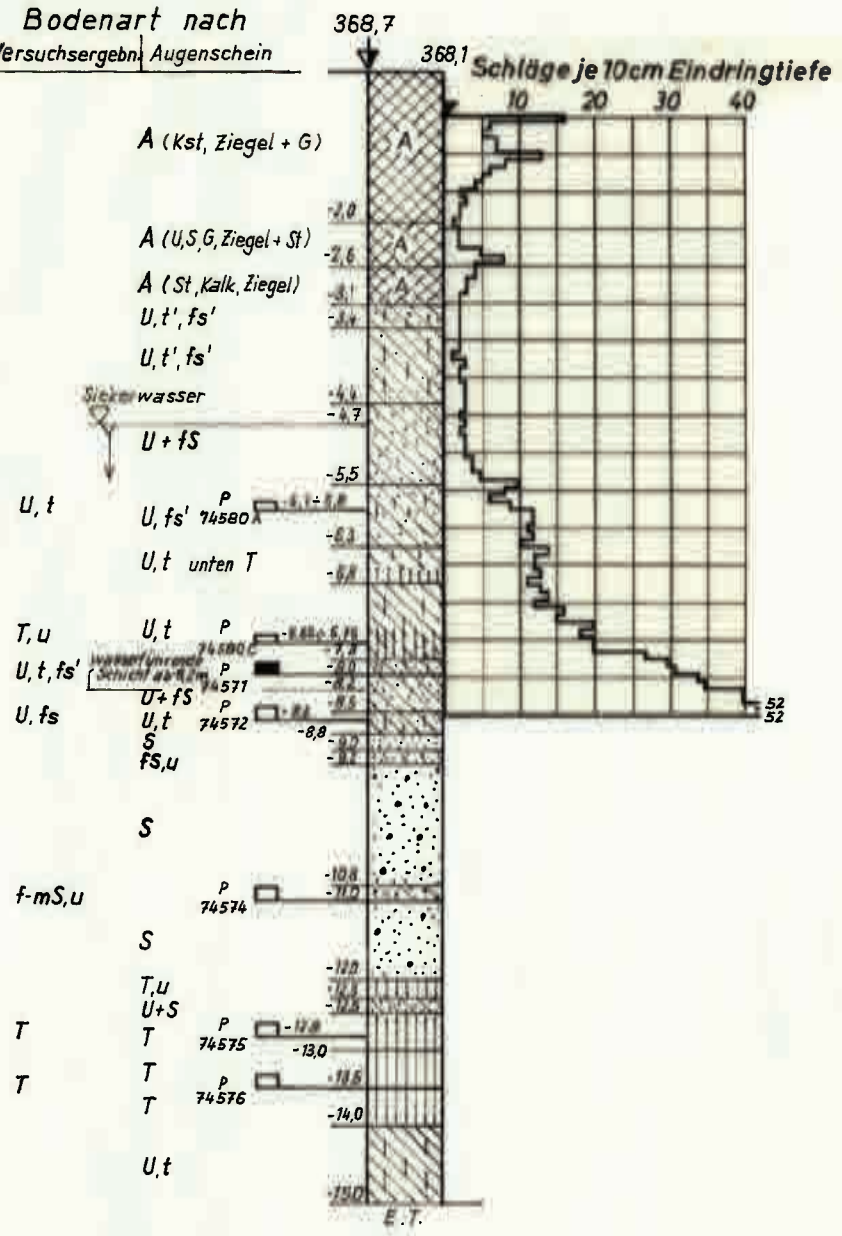
B1

S6

Bodenart nach
Versuchsergebnis Augenschein



(%)		(kp/cm ²)		(Alt-Grad)	
w _L	I _p	I _c	q _u	φ'	c'
46,2	16,7	0,8			
42,9	22,2	0,32			
40,2	13,2	1,42	1,9	34	0,16



München, den 23.2.1976
[Signature]
(o. Prof.)

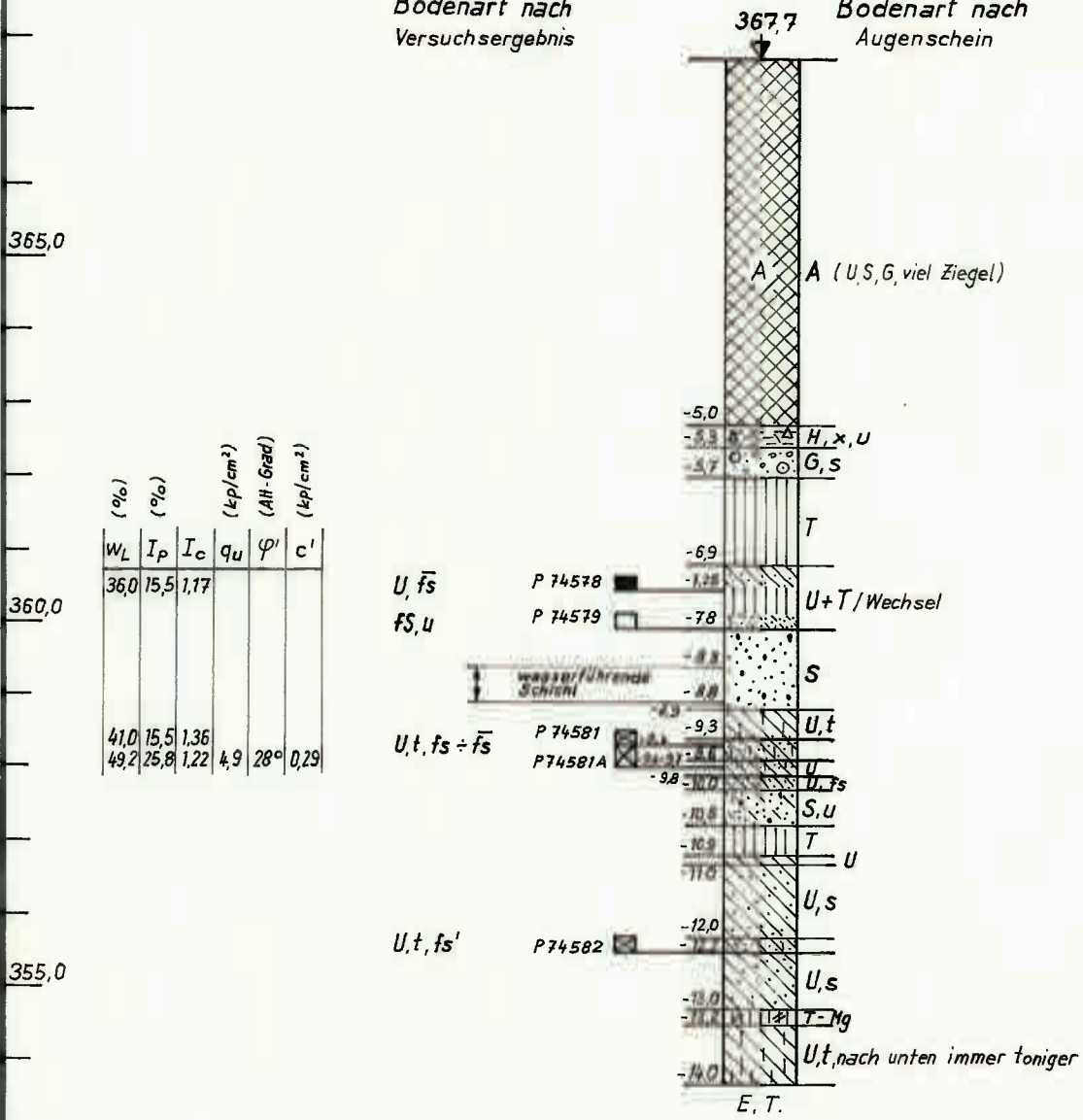
TIEFGARAGE INGOLSTADT THEATERPLATZ

BOHRUNG

B 2

Bodenart nach Versuchsergebnis

Bodenart nach Augenschein



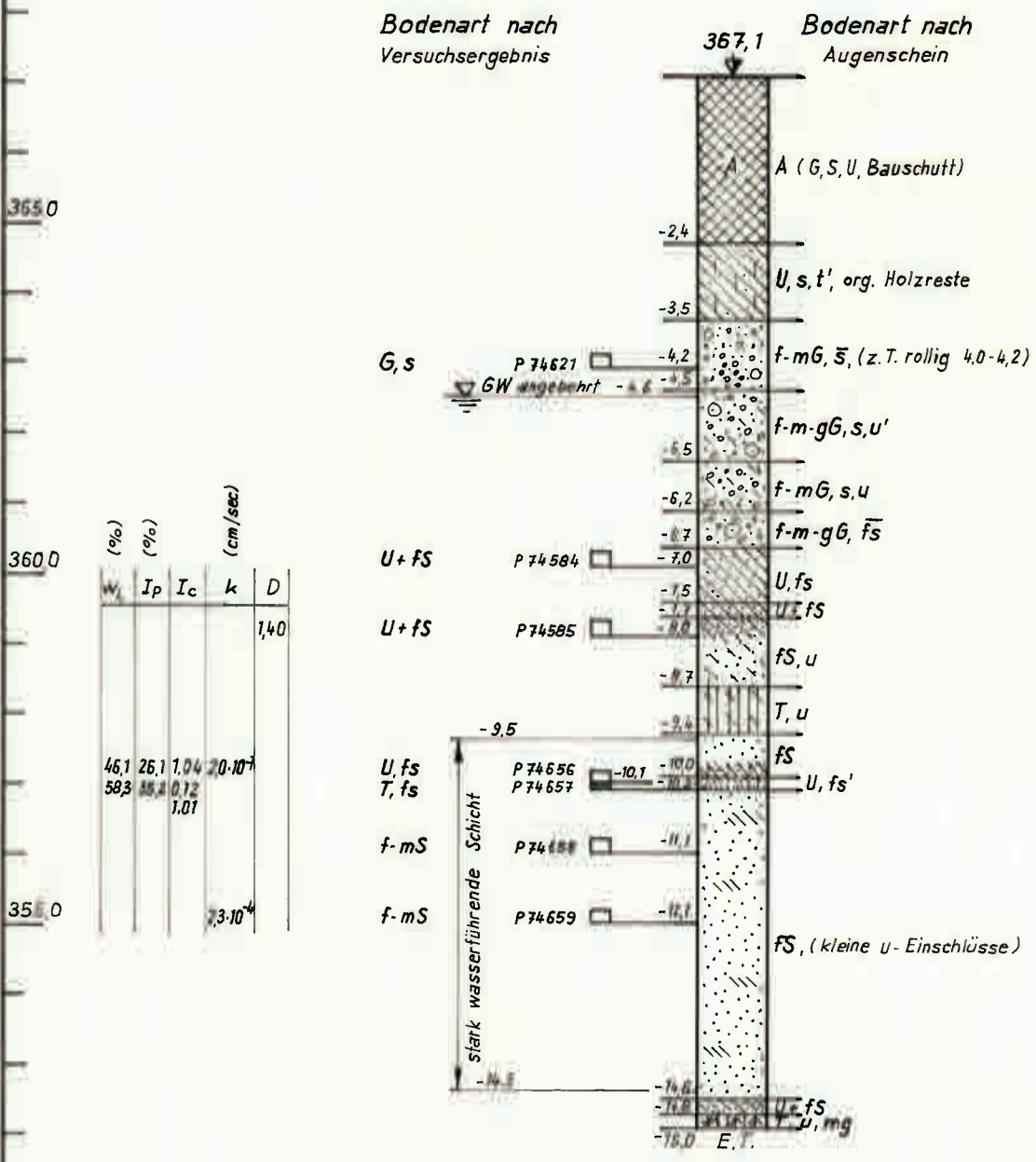
	(%)	(%)	(kp/cm ²)	(AH-Grad)	(kp/cm ²)	
	w_L	I_p	I_c	q_u	φ'	c'
	36,0	15,5	1,17			
	41,0	15,5	1,36			
	49,2	25,8	1,22	4,9	28°	0,29

München, den 23.2.1974

Kelme
(o. Prof.)

TIEFGARAGE INDUSTRYPARK THEATERPLATZ
BOHRUNG

B3



München, den 23.2.1976

 (o.Prof.)

TIEFGARAGE INGOLSTADT THEATERPLATZ

Bohrung und Sondierung

B4

S5

Bodenart nach

Vergleichsartgenau Augenschein

368,0

367,8

Schläge je 10cm Eindringtiefe

10 20 30 40

365,0

A (unten \bar{u}
oben G+S+Ziegel)

(%)		(%)		(kp/cm ²)
w _L	I _p	I _c	q _u	
43,4	15,5	1,4	2,2	
63,8	33,8	1,04	0,63	
42,1	17,9	1,38		

Au₁lehm, \bar{s}

Ruhewasserspiegel

S

U, fs

U, t

u

U+S

6Wangebohrt

S, U''

fs, u

S

U+fs

U, t, s

T

T

T+U, Mg

T+U

T+U

-15,0

E. T.

360,0

355,0

München, den 23.2.1976

[Handwritten Signature]
(o. Prof.)

TIEFENKARTE INGOLSTADT THEATERPLATZ

Bohrung

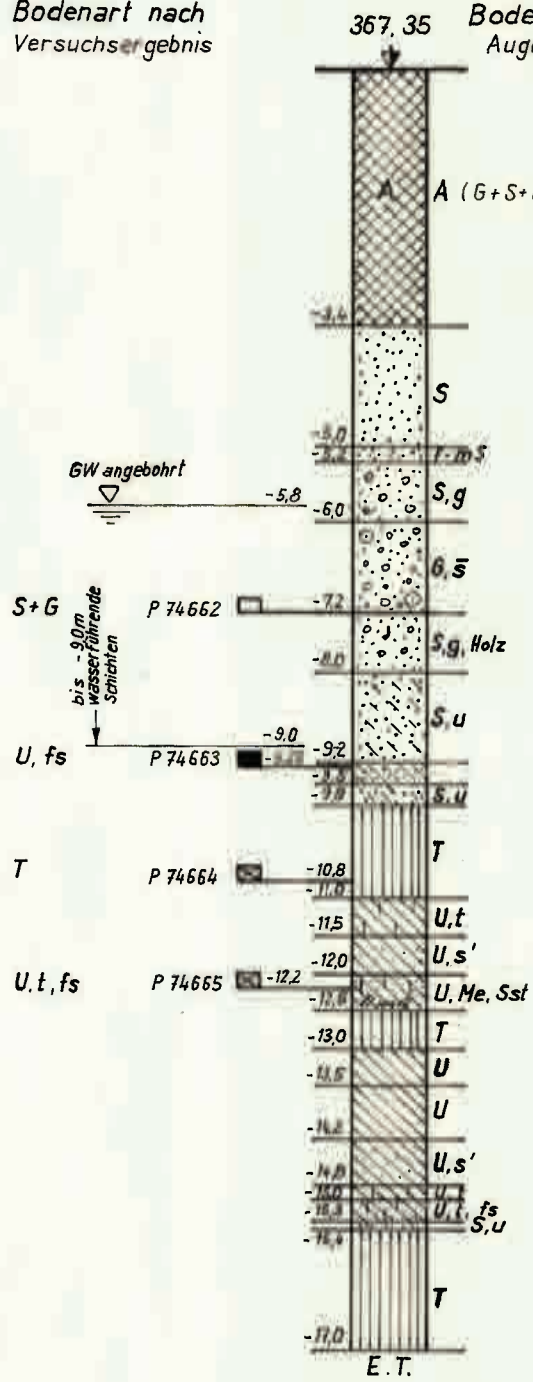
B 5

Bodenart nach Versuchsergebnis

Bodenart nach Augenschein



(%)		(%)		(kp/cm ²)	
w _L	I _p	I _c	q _u	D	
60,3	37,3	1,05	5,6		1,24
39,3	10,8	1,42			

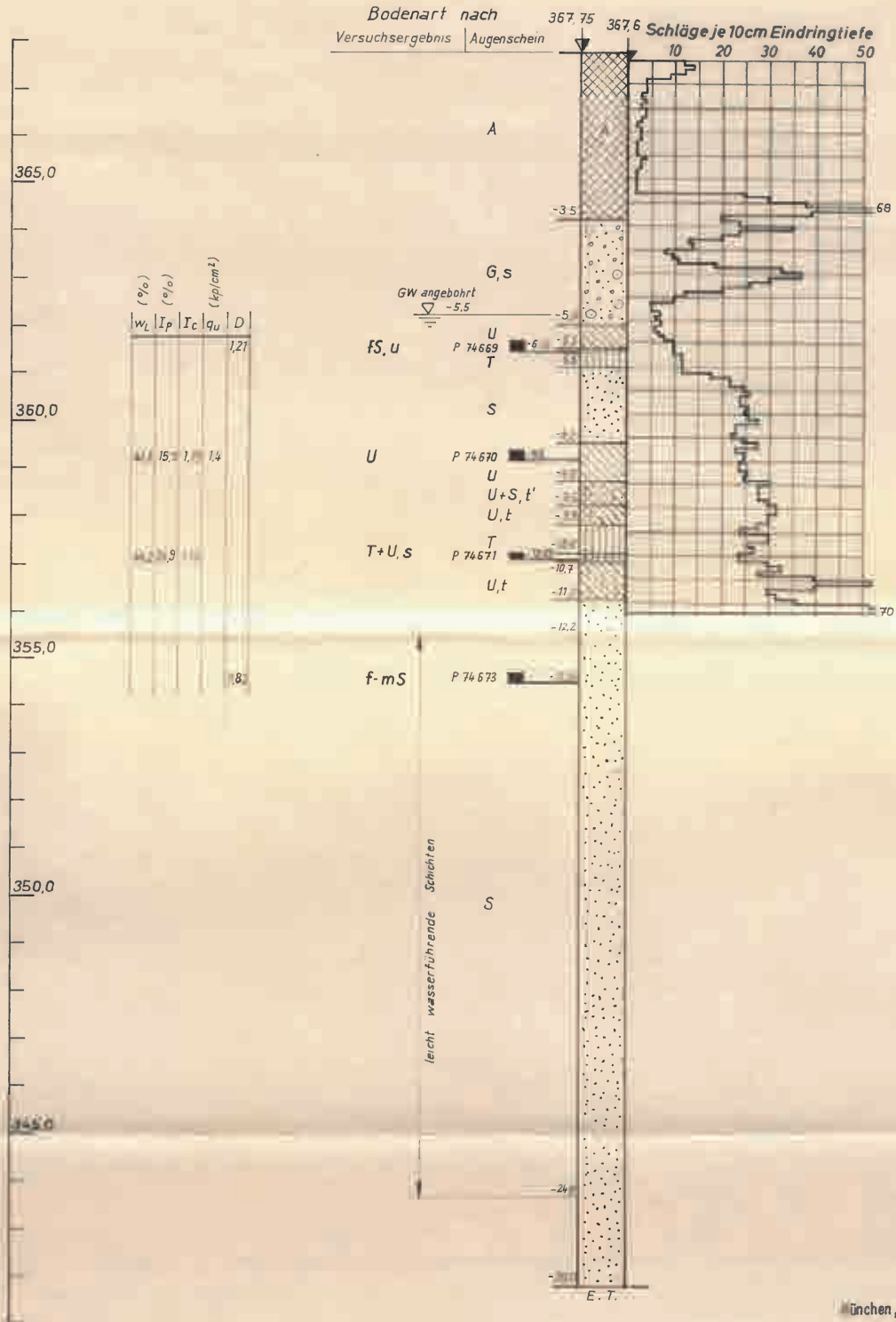


München, 23.2.1976

 (a. Prof.)

TIEFGARAGE INGOLSTADT THEATERPLATZ
Bohrung und Sondierung

B6 S3



München, den 23.2.1976

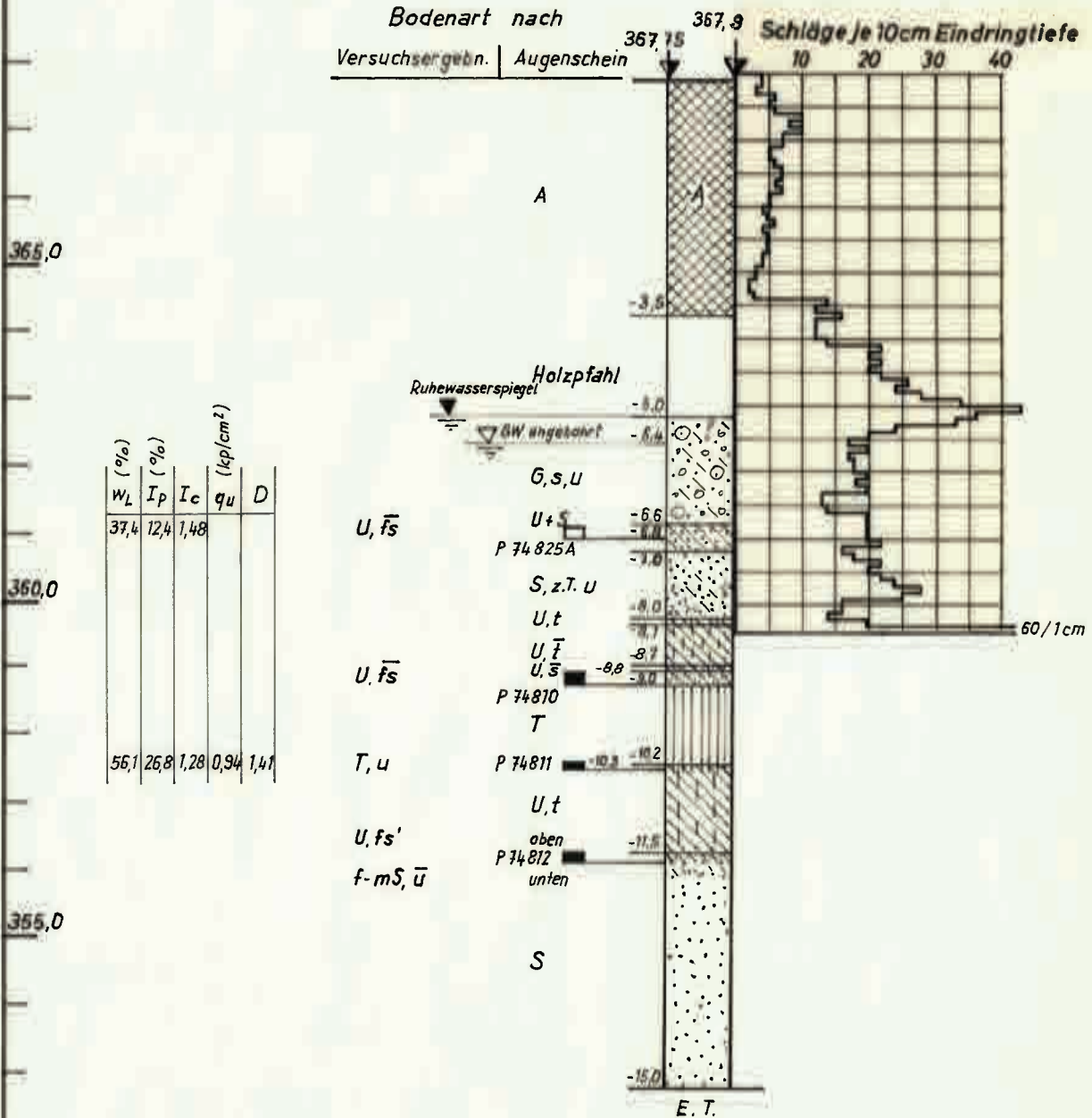
[Signature]
 (o.Prof.)

TIEFBAUWERK IN DOLLSTADT THEATERPLATZ

Baugrub und Sondierung

B 7

S 8



München, den 23.2.1976

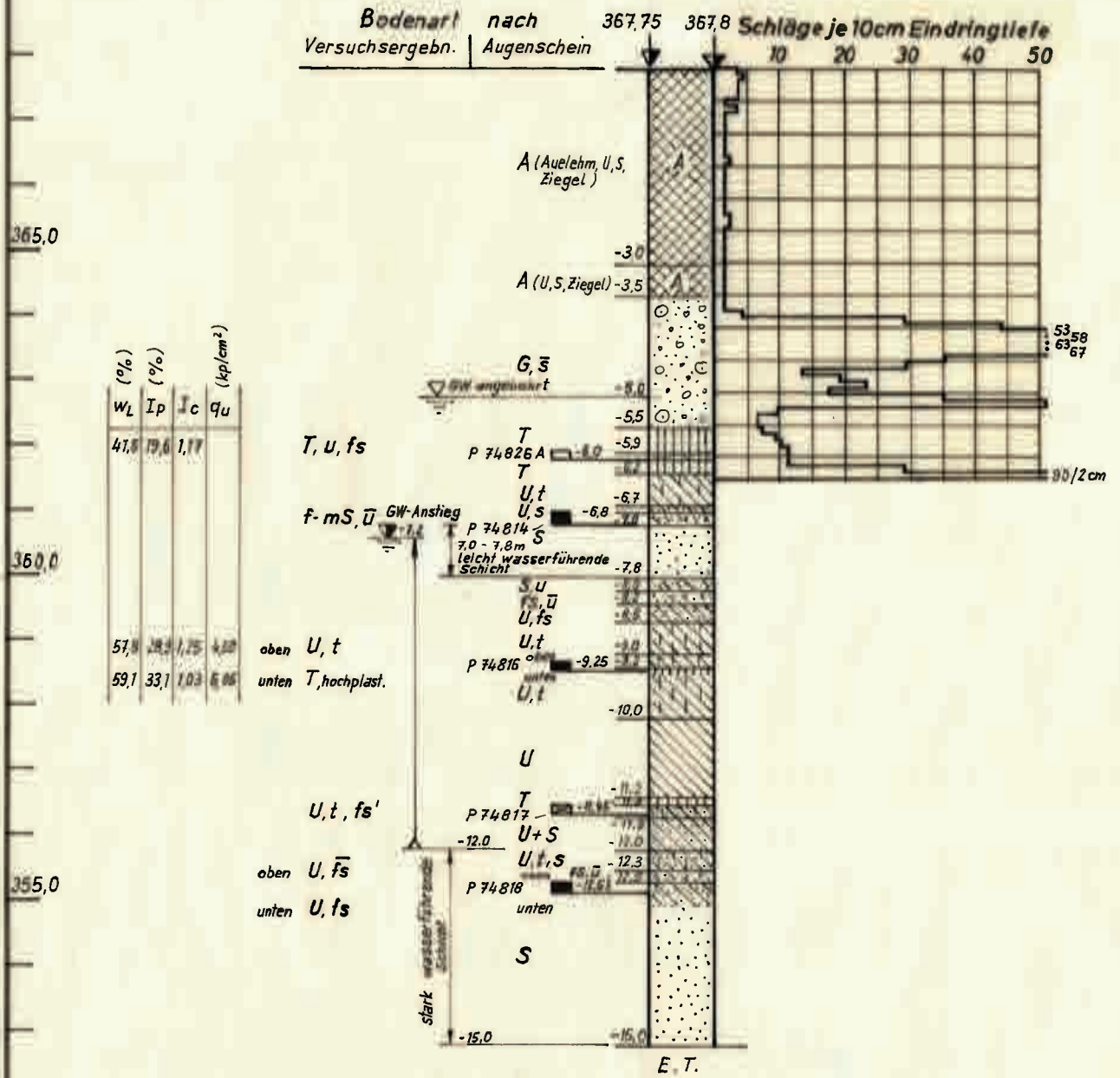
W. H. ...
(o. Prof.)

THEATERPLATZ MÜNCHEN THEATERPLATZ

Bohrung und Sondierung

B 8

S 9



München, den 23.2.1971

[Signature]
(o. Prof.)

TIEFENRAGE INSOLSTADT THEATERPLATZ

BOHRUNG

B 9

365,0
360,0
355,0

Bodenart nach
Versuchsergebnis

367,25 Bodenart nach
Augenschein

	(%)	
	w_L	I_p
	41,4	15,7
		I_c
	59,1	1,28
	40,6	1,74

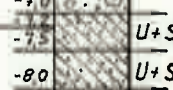
G, s

P 74 820



U, fs

P 74 827 A



f-mS, u

P 74 821



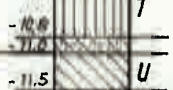
T

P 74 822



U, s

P 74 823



ab - 12,0m
wasserführende
Schichten



E. T.

München, den 23.2.1976

W. Helm
(o. Prof.)

2. Kol. G. Bauteil

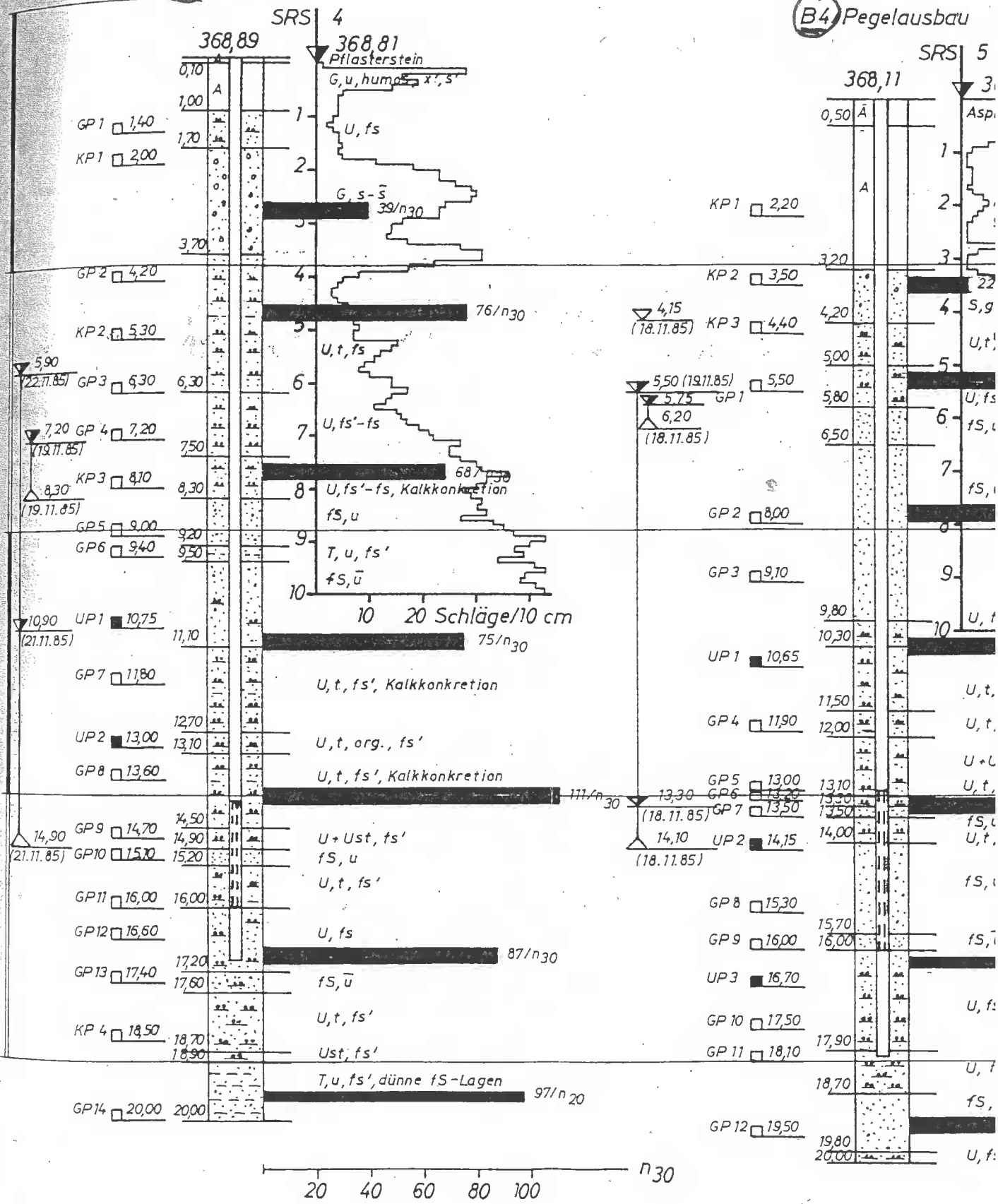
08 171 / 17805

(98)

(99)

B3) Pegelausbau

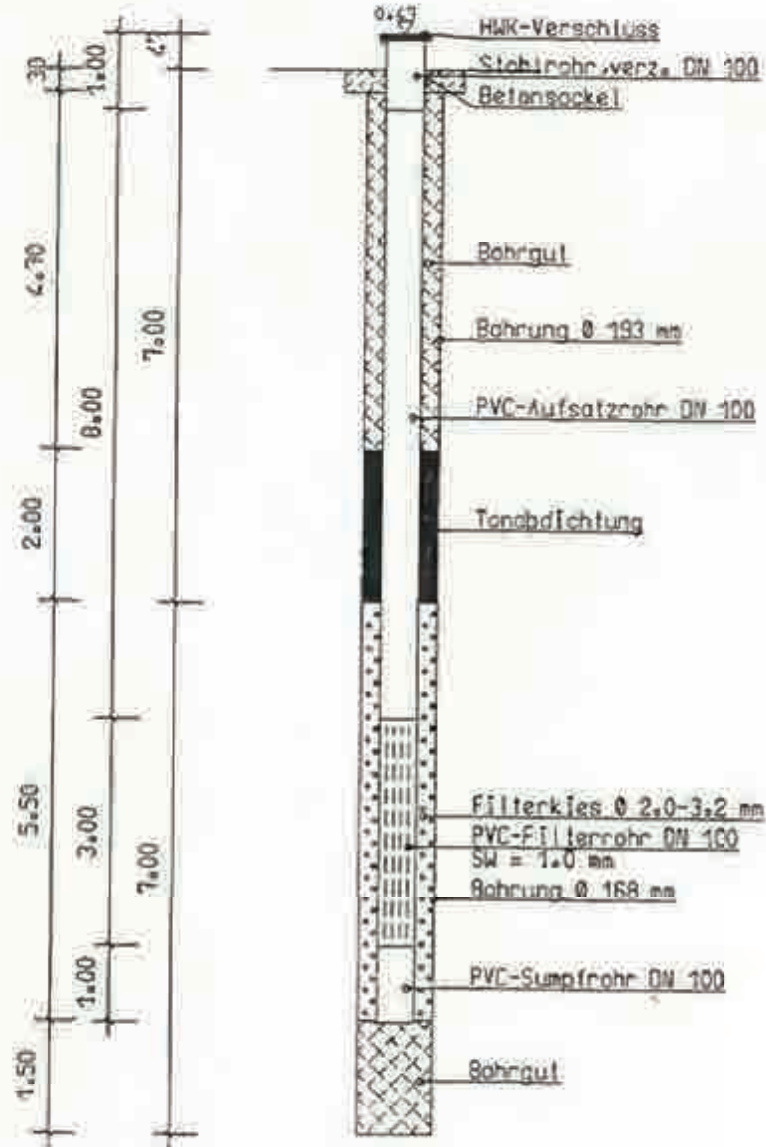
B4) Pegelausbau



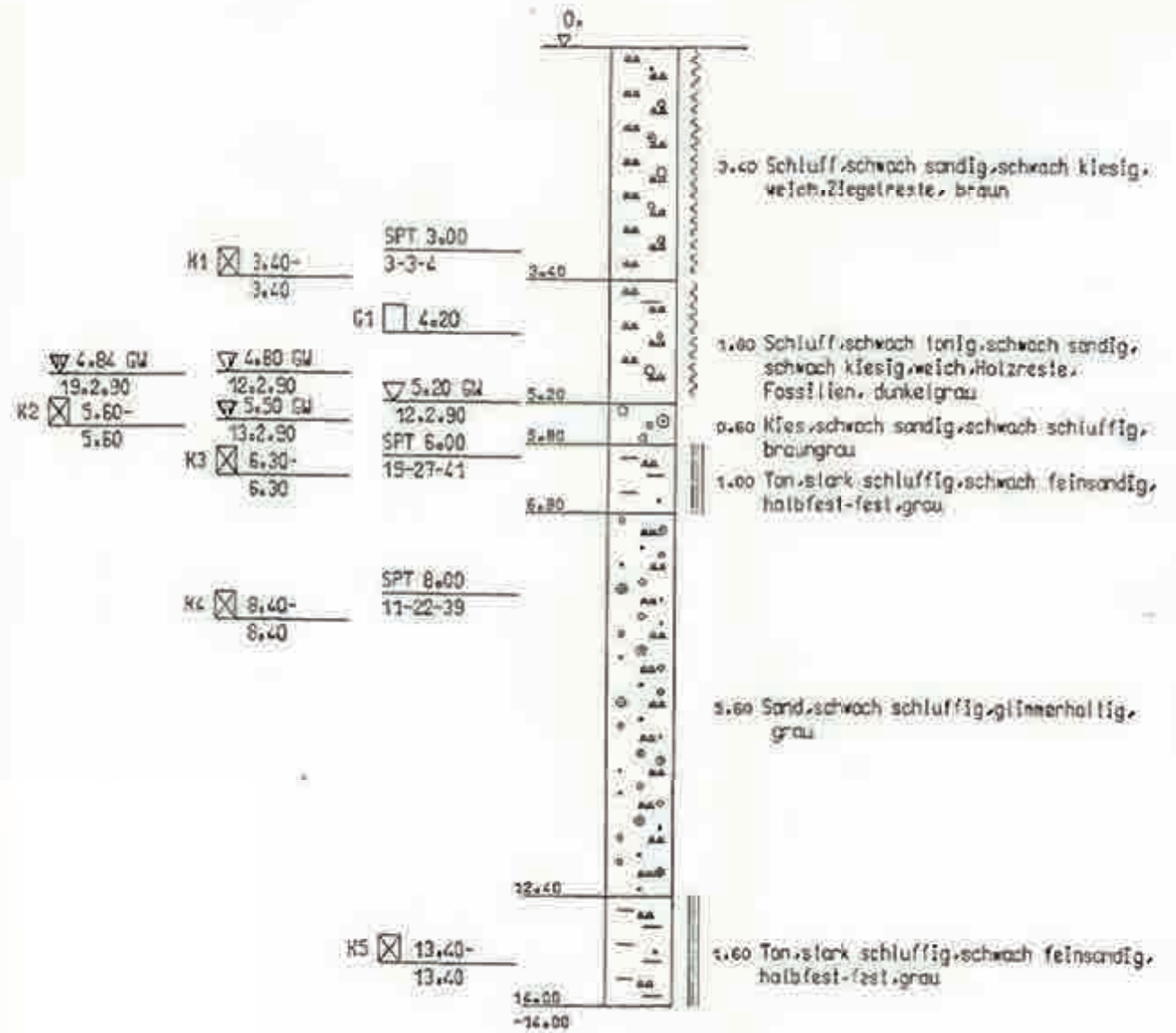
20 40 60 80 100 n30

20

B 4
 NN 368.53 m



B 4 (108)
 NN 368.06 m



59/90

Industrie-Förderungs-Gesellschaft Ingolstadt mbH
 Tiefgarage Theater-Ost in Ingolstadt

Bodenprofil und Pegleinbauskitze

M.d.H.: 1:100

12.-13.2.90

TERRASOND GmbH
 POSTFACH 1513 ST.-ULRICH-STR. 12-16
 TEL. 0 82 21/906-0 FAX 906-40
 8870 GÜNZBURG-DEFFINGEN

KARL BAUER KG
SPEZIALTIEFBAU
8898 Schrobenhausen
Wittefsbacherstraße 5



897

Anlage zum Gutachten
Nr. vom 197

Schichtenverzeichnis

Auftraggeber: Stadt Ingolstadt
Ort: Ingolstadt Kreis: R: 4457994
Bohrung / Nr. KB 1 Gitterweite: H: 5403009
Schürf
Bohrverfahren und Remmkernbohrung Ø 168 mm
Geräteleiter: Reppe
Spezielle Angaben: Sickerwasser bei 4,0 m

Objekt: Tiefgarage Ingolstadt
Meßtischblatt: 7234
Ansatzpunkt NN + m: 368,70
Zeit: 18.12.75 - 8.1.1976
Sachbearbeiter: Maurer
Penalstände: 15.1. 6,05 m
16.1. 6,05 m
19.1. 6,05 m

Mächtigkeit in m	übliche Benennung	Konsistenz, Lagerungsdichte oder Festigkeit	Bemerkungen über Wasserführung und Feststellungen beim Bohren u. a.	Wasserproben Bodenproben von bis m unter Ansatzpunkt
Bis m unter Ansatzpunkt	Hauptbodenart Beimengungen Farbe	Besondere Merkmale Geolog. Kennzeichnung		
0,10		hart		
1	Pflasterstein			
	0,10 grau			
1,80		locker		
2	Auffüllung Steine Kies, Sand, Schluff			
	1,90 grau, braun			
0,70		steif		
3	Auffüllung Schluff	trocken		
	2,60 h, s dunkelbraun			
0,50		locker		
4	Auffüllung Kies, Steine, Schluff			
	3,10 grau			
3,00	Flinz	halbfest		
5	Schluff, Glimmer	erdfeucht	Sickerwasser: bei 4,70 m	
	6,10 grünlich			
0,30		etwas fest gelagert		
6	Feinsand			
	6,40 grünlich			

GP 1: 4,00 m
GP 2: 5,10 m

2,50		etwas fest	GW-Eintritt: bei 8,20 m	GP 3: 8,60 m UP 1: 8,00 m
	Schluff			
	fs			
8,90	grau-grün			
3,10		etwas fest gelagert		GP 4: 11,00 m UP 2: 9,30 m
	Fein- u. Mittelsand	erdfeucht		
	u			
12,00	grau			
3,00		fest - sehr fest		GP 5: 12,80 m GP 6: 13,40 m GP 7: 15,20 m
	Schluff	erdfeucht		
	t, fs			
15,00	grau			
			Endteufe: 15,00 m 7 gestörte Proben 2 ungestörte Proben Sicherwasser bei: 4,70 m GW-Eintritt bei: 8,20 m 5 Kernkisten	
			Pegelausbau: 2" PVC-Rohre	
			1 m Sumpf	
			6 m Filter (SW 0,5)	
			4 m Vollrohr	
			0,5 m Stahlrohr (verzinkt)	
			1 Saba-Kappe	
			1 Hydrantenkappe	
			Filterkies 1-3 m	
			Verrohrung: Ø 200 - 12,00 m Ø 168 - 14,00 m	
				/H.

00
53

Bohrtag	vom		bis		Probenanzahl	Höhe d. Probe	Dosen	Filter	Glasr	ung. Pr.	WR	V.GWE/▼ Rwsid	Pentrometerwert	*) Nähere Angaben siehe Schichtenverzeichn. 877 9 Bohrungen im Altkernbau des Eingangs im Post H. Altkernbau am 15.1.76 durchgeführt.
	Ansatzpunkt													
	0KG	zu NN		m										
	± 0,00													
		A	A	210										hart, grau
		A	A	190										locker, grau, braun
		A	A	260										steil, trocken, dunkelbraun
		A	A	310										locker, grau
				400										
				510										
				610										halbfest, sandig, grau, steil
				640										fest, gelagert, grau, steil
				800										
				840										
				890										stinst, grau, grünlich
				930										
				1100										
				1200										fest, gelagert, sandig, grau
				1280										
				1340										
				1500										fest, sehr fest, sandig, grau
				1520										

13. FEB. 1976
Erl. zmt

100	1500 m	12,7	5 Kernkisten 21x200
Höhenmaßstab	Endteile	Gesamt	" 6 2x100 m
Boose	4quarer		
Geräteleiter	Sachbearbeiter		

Auftraggeber: Stadt Ingoistadt
 Bauwerk: Tiefgarage
 Ort: Ingoistadt

1974 gezeichnet
 2.2.76

Bohrung: KB-1

Auftrag: B- 575

KARL SAUER KG
 SPEZIAL
 BEF. 1000
 WILHELMSTR. 107 8000

KARL BAUER KG
SPEZIALTIEFBAU
 8898 Schrobenhausen
 Wittelsbacherstraße 5

Anlage _____ zum Gutachten _____
 Nr. _____ vom _____ 197 _____

Schichtenverzeichnis

Auftraggeber: Stadt Ingolstadt Objekt: Tiefgarage:
 Ort: Ingolstadt Kreis: _____ Meßtischblatt: 7234
 Bohrung / Nr: KB 2 Gitterwert: R: 4453070
 Schicht: _____ Ansatzpunkt NN + m: 367,198
 Bohrverfahren und Rammkernbohrung \varnothing 200-168 mm Zeit: 7.1. - 8.1.1976
 Geräteführer: Maurer Sachbearbeiter: _____ Maurer

Spezielle Angaben: Wasser: 8,30 - 8,80 m Pegel-Wasserstand: _____
 Wasserführende Schicht Pegel 2: 4,50 m 15.1.76
 GW-Ruhestand am 9.1.76 4,48 m 16.1.76
5,55 m 4,48 m 19.1.76
4,48 m 20.1.76

Mächtgk. in m	übliche Benennung	Konsistenz, Lagerungsdichte oder Festigkeit	Bemerkungen über Wasserführung und Feststellungen beim Bohren u. a.	Wassersproben Bodenproben von bis: m unter Ansatzpunkt
1	0,80	Humus	locker	\varnothing 200
		Hauptbodenart	Besondere Merkmale	
		Bemerkungen:	Geolog. Kennzeichnung	
	fb			
	0,80	braun		
2	4,20		fest	\varnothing 200
		Aufschüttung Bauschutt	schwer bohrbar	
		Ziegel Mauerwerk		
	5,00	rotbraun		
3	0,30		mitteldicht	\varnothing 200
		Torf	mittel bohrbar	
		x, u	stark feucht	
	5,30	schwarz-braun		
4	0,50		mitteldicht	\varnothing 200
		Grobkies	mittel bohrbar	
		mg-fg, gs		
	5,80	grau		
5	1,90		fest	\varnothing 200
		Ton - Mergel	schwer bohrbar	
	7,70	blau - grau		1 UP: 7,00 - 7,25 m 1 Do: 7,70 - 7,80 m
6	1,10		mitteldicht	\varnothing 200
		Schluff	mittel bohrbar	
		fb	stark feucht	

7	0,40		fest	Ø 140	
		Ton	schwer bohrbar		
	9,20	braun-schwarz			
8	0,80		fest	Ø 140	1) W: 9,20 - 9,40 m
		Ton-Mergel	schwer bohrbar		
	10,00	blau-grau			
9	0,50		mitteldicht	Ø 140	
		Schluff	mittel bohrbar		
	10,50	fs, glimmerhaltig			
10	0,50		fest	Ø 140	
		Ton-Mergel	schwer bohrbar		
	11,00	blau-schwarz			
11	1,30		mitteldicht	Ø 140	2) W: 12,00 - 12,20 m
		Schluff	mittel bohrbar		
	12,30	fs grau-bläulich			
12	1,60		fest	Ø 140	3) W: 13,00 - 13,20 m
		Ton-Mergel	schwer bohrbar		
	13,90	blau-grau			
13	0,10		fest	Ø 140	
		Sandstein	schwer bohrbar		
	14,00	grau			
					Endteufe: 14,00 m 1 ungestörte Probe 1 Dose 3 Wechskerne GW-Eintritt: 8,30 - 8,80 m GW-Ruhestand: 5,55 am 9.1.76
			Verrohrung: Ø 200 - 10,00 m Ø 155 - 13,50 m		Pegel-Ausbau 2" PVC-Rohre: 1 m Sumpfrohr 4 m Filterrohr (SIU Ø,5mm) 6 m Vollrohr Ø 5 m Stahlrohr versetzt
					1 Seba-Kappe 1 Hydranten-Kappe Filterkies 1 - 3 m 5 Kernkisten
					Ai.

Bohrart φ mm	Verrohrung	Bohrtag		Probenentnahme	Höhe d. Probe	Dosen cm	Ermer #	Glaser #	ung. Pr. #	W.K. #	V. GWE/▼ Rwsid	Pen from eterwer.	*) Nähere Angaben siehe Schichtenverzeichnis!
		vom	bis										
		Ansatzpunkt											
		OKG	zu NN										
		± 0,00 m	m										
Kammerbohrung - 168 + 200													
		4,6		290									locker, gelbbraun
			A										
			A										
			A										
			A										
			A										
		4	A	500									fest, gelbbraun
		4, x, u		530	555								mitteldicht, schwarz-braun
		ab, mfg, gs		580									mitteldicht, grau
					725				1				
		T		770	780	1							fest, blau-grau
		4, 2, 6		880									mitteldicht, grau-blau
		T		920	910				1				fest, braun-schwarz
		T		1000									fest, blau-grau
		4, 2, 6		1050									mitteldicht
		T		1100									fest, blau-schwarz
		4, 2, 6		1230	1220				2				mitteldicht, grau-bläulich
					1320				3				
		T		1390									fest, blau-grau
		Set		1400									fest, grau



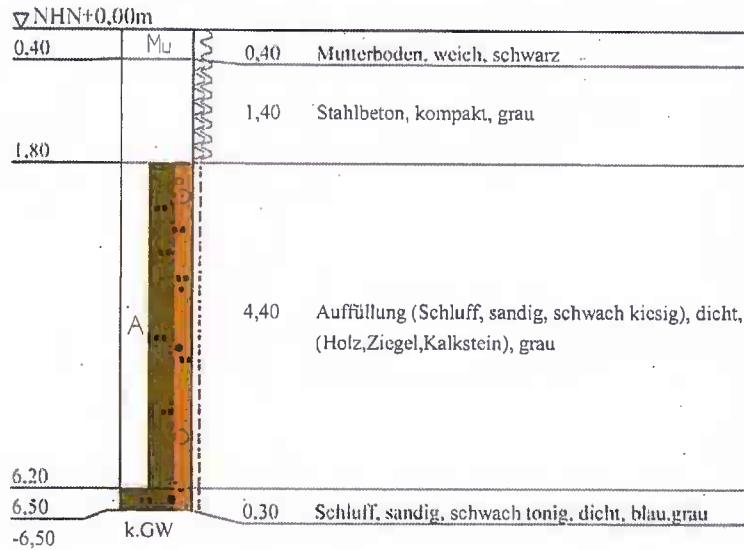
100	1400 m	1	13	Kernkisten 1x1,00 m
Höhermaßstab	Endteufe	Gesamt		" 3x1,00 m
Hauerer	Hauerer			
Geräteführer	Sachbearbeiter			

Auftraggeber: Stadt Ingolstadt
 Bauwerk: Tiefgarage
 Ort: Ingolstadt

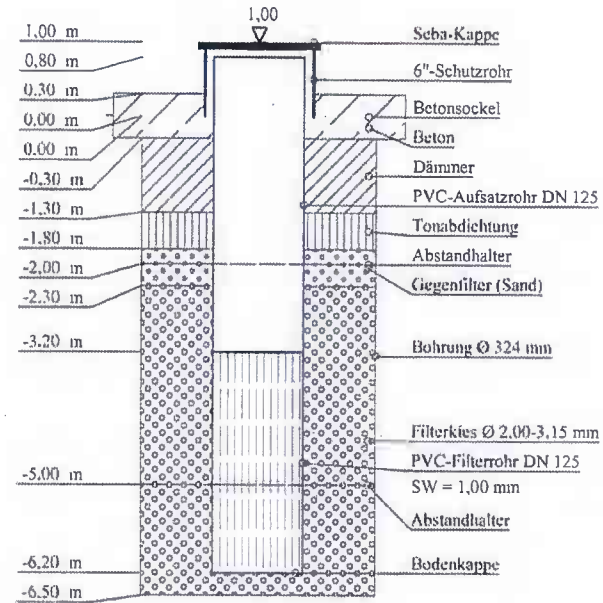
KARL BAL - KG
 SPEZIALTIEFBOHRUNG
 8890 Schrobenthal - a
 Wittelsbacherstraße

1976 gezeichnet	Bohrung: KB-2	Auftrag: B-575
-----------------	---------------	----------------

GWM 3/12 (2) (3033)



GWM 3/12 (2)
5" - Pegelausbau



TERRASOND

Gesellschaft für
Baugrunduntersuchungen GmbH & Co KG
St.-Ulrich-Straße 12 - 16
89312 Günzburg-Deffingen
Tel.: 0 82 21/9 06-0
Fax: 0 82 21/9 06-40

Bauvorhaben:

Ingolstadt, Entwicklung ehem. Gießereigelände

Planbezeichnung:

Bohrprofil und Pegelausbaukizze

Plan-Nr:

Projekt-Nr: 2011-2127

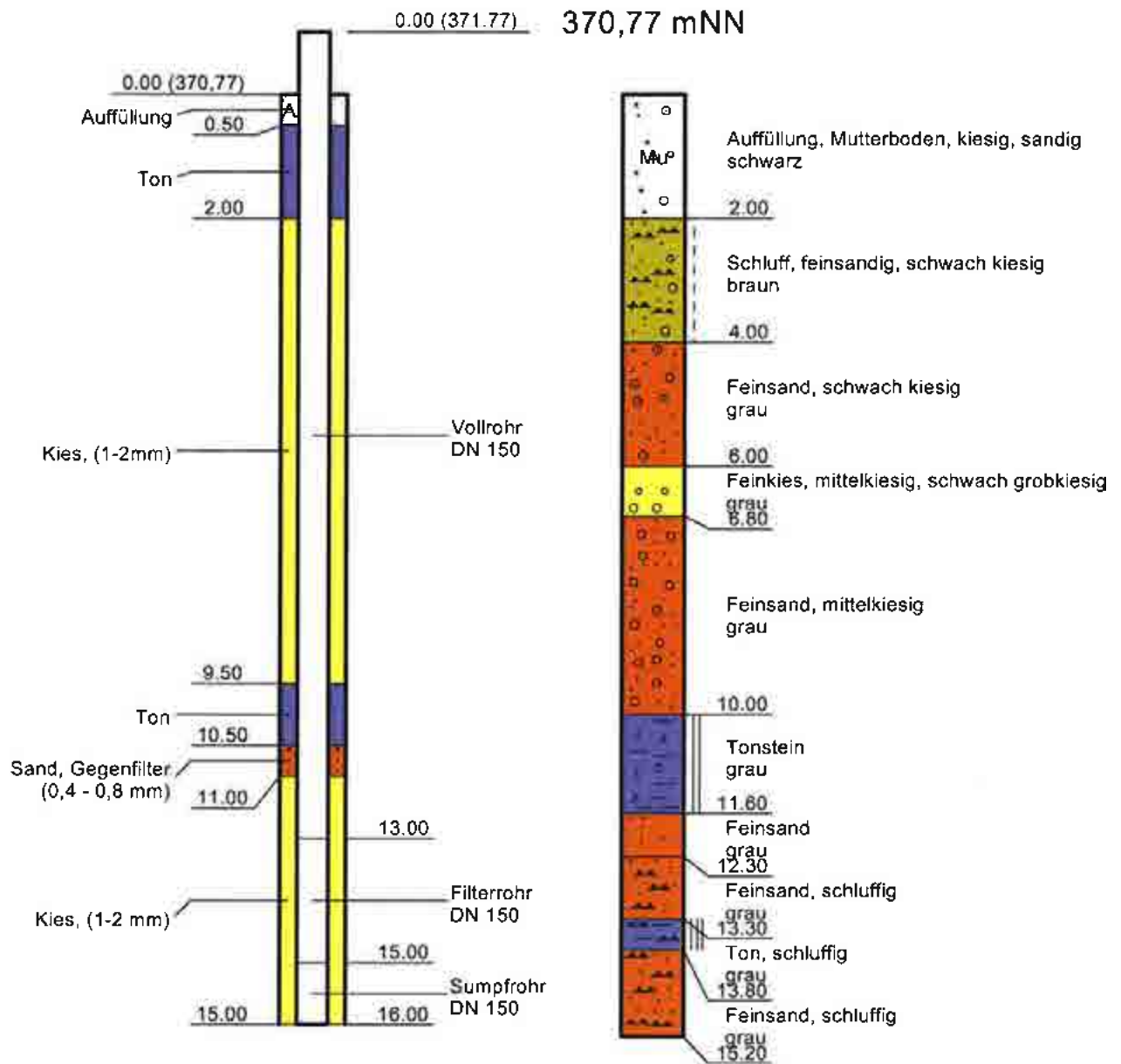
Datum: 23.02.2012

Maßstab: 1:100

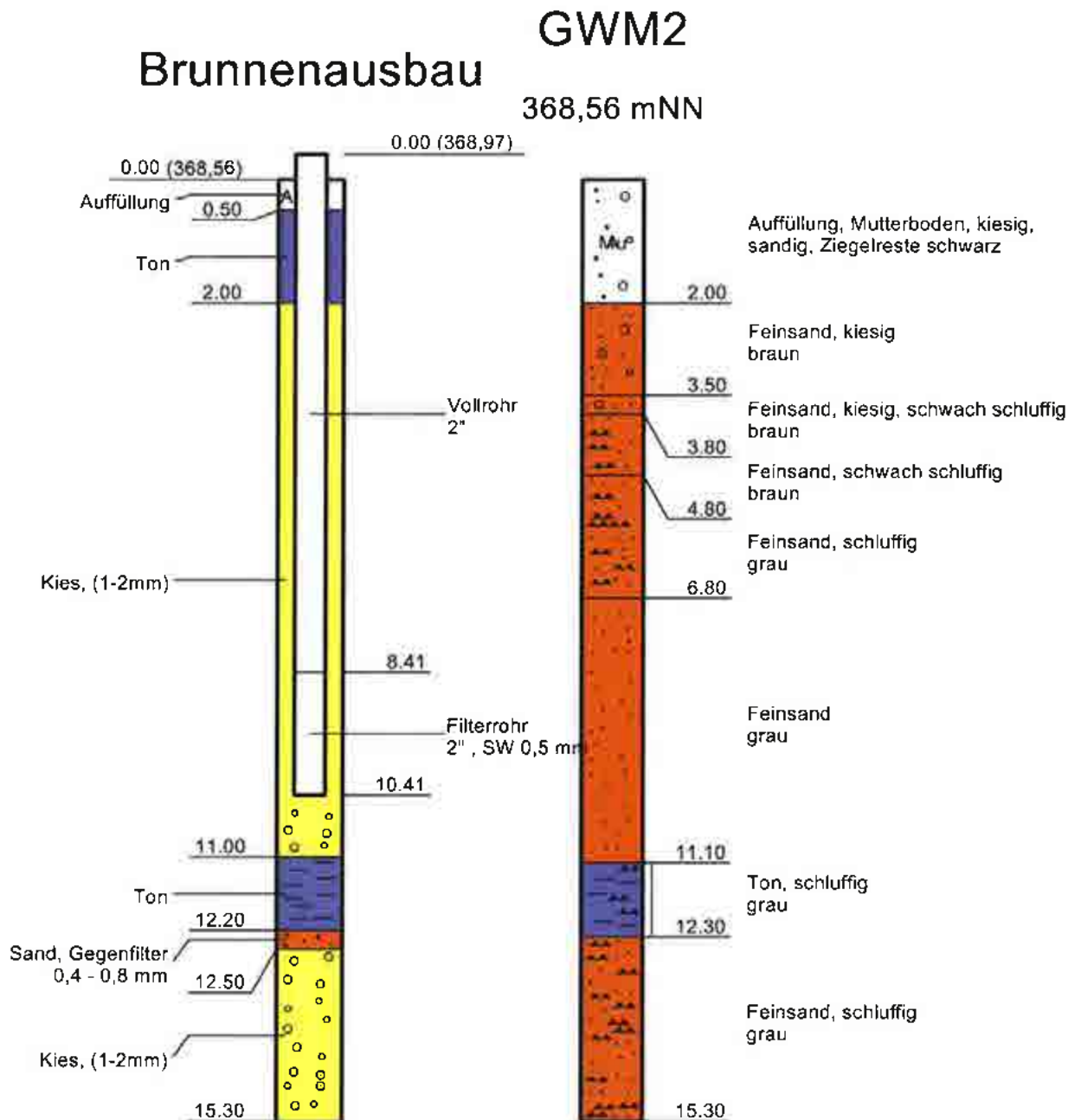
Bearbeiter: Herr Hunsdorfer

Ausbauprofil GWM 1 im Tertiär

Brunnenausbau **GWM1** Roßmühlstraße



Ausbauprofil GWM2 im Quartär





TERRASOND GMBH
BAUGRUND-GRUNDWASSERBOHRUNGEN
8670 GONZBURG · TELEFON (08231) 906-0

Auftr.-Nr. 59/90 Bohrmeister: Stephan Blatt: 1

Projekt: Industrie-Förderungs-Gesellschaft Ingolstadt
Tiefgarage Theater-Ost in Ingolstadt

Bohrung Nr. 1 Rammkernbohrung bis 15,00 m Verrohrt bis 15,00 m Ø 168 mm
Durchführungszeit: 8.-9.2.1990 Rotationskernbohrung bis _____ m Verrohrt bis 8,00 m Ø 193 mm
EK-DK-S Ø _____ mm Verrohrt bis _____ m Ø _____ mm

Höhe des Ansatzpunktes zu NN/Vergleichshöhe: 369,05 m; bezogen auf: HP 27, Tränktorstraße l=367,3m NN
Gitterwerte des Bohransatzes: Rechts: Hoch: Einmessung durch: Terrasond GmbH

Grundwasserstände	Datum	Uhrzeit	Tiefe m	UK Verrohrg.	Bohrtiefe m
erreicht	8.2.90	8.30	8.80	8.50	9,00
eingespiegelt	8.2.90	8.40	7.65	8.50	9,00
im Pegel	9.2.90	10.30	6.60		
"	19.2.90		4,81		

Pegellohr 4" Ø, ROK = 0,78 m, über/unter Pegel = 369,83 m NN/Vergleichshöhe Passavant-/Ferngas-/
Sumpfrohr 1 m, Filterrohr 3 m, Vollrohr PVC 10 m, Vollrohr Stahl 1 m, Seba/kyd-Kp./Betonsockel
Filterkies von 15,0 bis 9,0 m, Tondichtung von 9,0 bis 7,0 m, Zem.-Bent. von _____ bis _____ m
Bohrgut von 7,0-1,1 m 1,1 0,3

a) Bis _____ m unter Ansatzpunkt	Benennung und Beschreibung der Schicht					Feststellungen beim Bohren: Wasserführung; Bohrwerkzeuge; SPT-Test Sonstiges	Entnommene Proben				
	Ergänzende Bemerkung *)						Art	Nr.	Tiefe in m (Unterkannte)		
d) Mächtigkeit in m	b) Beschaffenheit gemäß Bohrgut	c) Beschaffenheit gemäß Bohrvorgang	d) Farbe		f) Ortsübliche Bezeichnung	g) Geologische Bezeichnung *)				h) Gruppe *)	e) Kalkgehalt
	1	2					3	4	5		
a) 0,50	a) Schluff, schwach sandig, schwach kiesig					Feucht Schappe					
	a) 0,20 m Mutterboden										
b) 0,50	b) weich	c) leicht	d) braun		f)	g)	h)	e)	4	5	6
a) 1,10	a) Kies, schwach schluffig, schwach sandig										
b) 0,60		c) mittel	d) braungrau		f)	g)	h)	e)	4	5	6
a) 2,60	a) Magerbeton										
b) 1,50		c) mittel-schwer	d) grau		f)	g)	h)	e)	4	5	6
a) 3,00	a) Schluff, schwach tonig, schwach sandig										
	a) schwach kiesig, Ziegelreste										
b) 0,40	b) weich	c) leicht	d) grünbraun		f)	g)	h)	e)	4	5	6

*) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Bodenpr./Versuche: GP 5 KP 2 SP 1 WP _____ Ki/m (l/v) _____ BKB/m (l/v) 4 SPT
Bodenproben übergeben am 9.2.90 an Büro Brandenstein, Schrobenhausen



Bohrung Nr.:

I

durchgeführt am: 8.2.

bis: 9.2.1990

a) Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht				Feststellungen beim Bohren: Wasserführung; Bohrwerkzeuge; SPT-Test Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kant)
b) Mäch- tigkeit in m	b) Beschaffenheit gemäß Bohrgut	c) Beschaffenheit gemäß Bohrvorgang	d) Farbe		4			
	f) Ortsübliche Bezeichnung	g) Geologische Bezeichnung ¹⁾	h) Gruppe ¹⁾	e) Kalk- gehalt				
1	2				3	4	5	6
a) 3,60	a) Schluff, stark sandig, schwach kiesig				feucht Schappe SPT 1/3,0-3,25 1/3/3	KP	1	3,
	a)							
b) 0,60	b) weich	c) leicht	d) hellbraun					
	f)	g)	h)	e)				
a) 4,60	a) Sand, schwach schluffig				feucht- stark feucht Schappe			
	a)							
b) 1,00		c) mittel	d) gelblichgrau					
	f)	g)	h)	e)				
a) 6,00	a) Schluff, schwach sandig, schwach kiesig				feucht- stark feucht Schappe			
	a)							
b) 1,40	b) breiig	c) leicht	d) braun					
	f)	g)	h)	e)				
a) 6,40	a) Ton, stark schluffig, schwach feinsandig				feucht Schappe SPT 2/6,0-6,4 31/49/56	KP	2	6,4
	a)							
b) 0,40	b) fest-hart	c) schwer	d) hellgrau					
	f)	g)	h)	e)				
a) 7,30	a) Ton, stark schluffig, schwach feinsandig				feucht Schappe	KP	3	7,3
	a)							
b) 0,90	b) halbfest- fest	c) schwer	d) hellgrau					
	f)	g)	h)	e)				
a) 8,20	a) Ton, stark schluffig, schwach feinsandig				feucht Schappe			
	a)							
b) 0,90	b) halbfest- fest	c) schwer	d) dunkelgrau					
	f)	g)	h)	e)				

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.



TERRASOND GMBH
 BAUGRUND-GRUNDWASSERBOHRUNGEN
 8870 GÜNZBURG · TELEFON (08221) 908-0

Auftr.-Nr.: 59/90

Blatt: 3

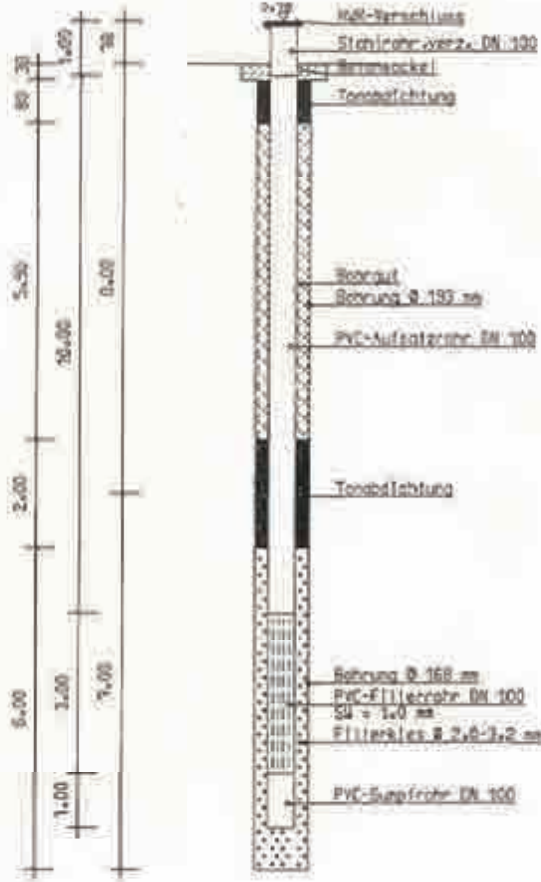
Projekt: Industrie-Förderungs-Gesellschaft Ingolstadt
 Tiefgarage Theater-Ost in Ingolstadt

Bohrung Nr.: 1 durchgeführt am: 8.2. bis: 9.2.1990

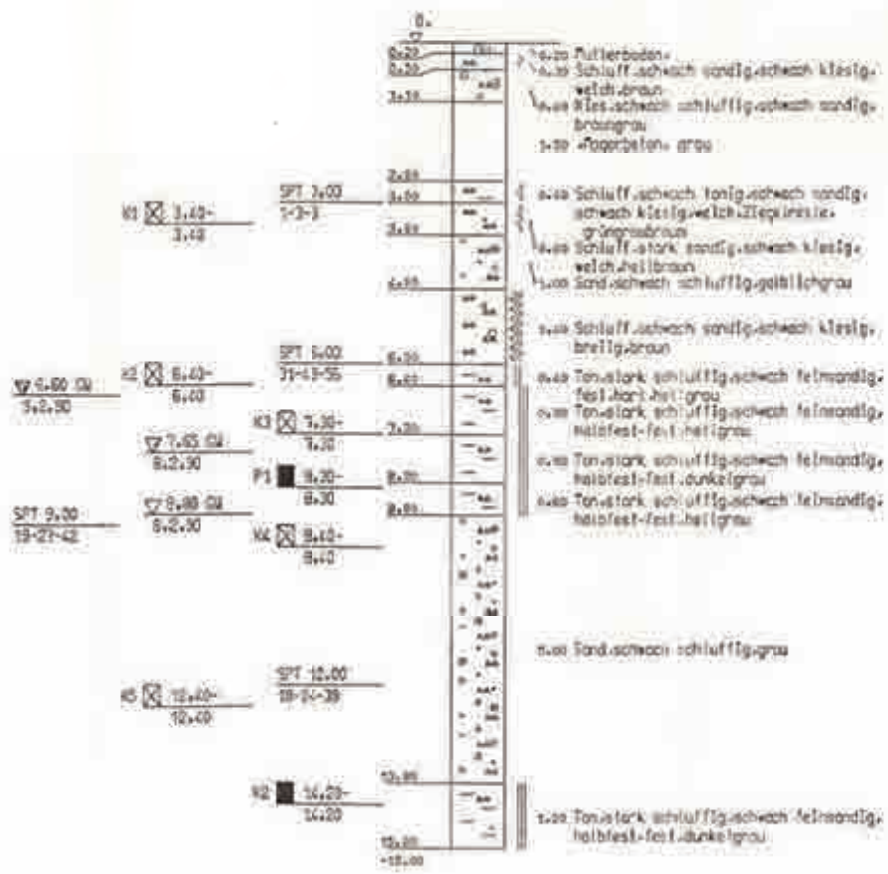
a) Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht				Feststellungen beim Bohren: Wasserführung; Bohrwerkzeuge; SPT-Test Sonstiges	Entnommene Proben		
	a) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
b) Mächti- gkeit in m	b) Beschaffenheit gemäß Bohrgut	c) Beschaffenheit gemäß Bohrvorgang	d) Farbe		3	4	5	6
	f) Ortsübliche Bezeichnung	g) Geologische Bezeichnung ¹⁾	h) Gruppe ¹⁾	e) Kalk- gehalt				
1	2				3	4	5	6
a) 8.80	a) Ton, stark schluffig, schwach feinsandig				feucht Schappe	SP	1	8.3
	a)							
b) 0.60	b) halbfest- fest	c) schwer	d) hellgrau					
	f)	g)	h)	e)				
a) 13.80	a) Sand, schwach schluffig				Schappe SPT 3/9,0-9,4; 19/27/42	KP KP	4 5	9,4 12,4
	a)							
b) 5.00	b)	c) schwer	d) grau		SPT 4/12,0-12,45 18/24/39			
	f)	g)	h)	e)				
a) 15.00	a) Ton, stark schluffig, schwach feinsandig				feucht Schappe	SP	2	14,7
	a)							
b) 1.20	b) halbfest- fest	c) schwer	d) dunkelgrau					
	f)	g)	h)	e)				
a)	a)							
	a)							
b)	b)	c)	d)					
	f)	g)	h)	e)				
a)	a)							
	a)							
b)	b)	c)	d)					
	f)	g)	h)	e)				

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

B 1
 NN 369.83 m



B 1 = 1354
 NN 369.05 m



59/90

Industrie-Förderungs-Gesellschaft Ingolstadt mbH
 Tiefgarage Theater-Ost in Ingolstadt

Bodenprofil und Pegelbauwerkskizze

M.d.H.: 1:100

8.-9.2.90

TERRASOND GmbH
 POSTFACH 1513 ST.-ULRICH-STR. 12-16
 TEL. 082 21/906-0 FAX 906-40
 8870 GÜNZBURG-DEFFINGEN



TERRASOND GMBH
BAUGRUND-GRUNDWASSERBOHRUNGEN
8870 GÜNZBURG · TELEFON (08221) 906-0

Auftr.-Nr. 59/90 Bohrmeister: Stephan Blatt: I

Projekt: Industrie-Förderungs-Gesellschaft Ingolstadt
Tiefgarage Theater-Ost in Ingolstadt

Bohrung Nr. 2, a Rammkernbohrung bis 4,00 m Verrohrt bis 4,00 m Ø 168 mm
Durchführungszeit: 7.2.1990 Rotationskernbohrung bis _____ m Verrohrt bis _____ m Ø _____ mm
EK-DK-S Ø _____ mm Verrohrt bis _____ m Ø _____ mm

Höhe des Ansatzpunktes zu NN/Vergr. ~~369,28~~ m; bezogen auf: HP 27, Tränktorstraße I=367,3 m
Gitterwerte des Bohransatzes: Rechts: Hoch: Einmessung durch: Terrasond GmbH

Grundwasserstände	Datum	Uhrzeit	Tiefe m	UK Verrohrg.	Bohrtiefe m
erreicht	7.2.90	10.00	3,75	3,70	3,80
eingespiegelt	7.2.90	10.10	3,48	3,70	3,80

Pegelrohr: Ø, ROK = _____ m, über/unter Gel. = _____ m NN/Vergl.-Höhe Passavant-/Ferngas-/
Sumpfrohr m, Filterrohr m, Vollrohr PVC m, Vollrohr Stahl m, Seba./H/d.-Kp./Betonsockel

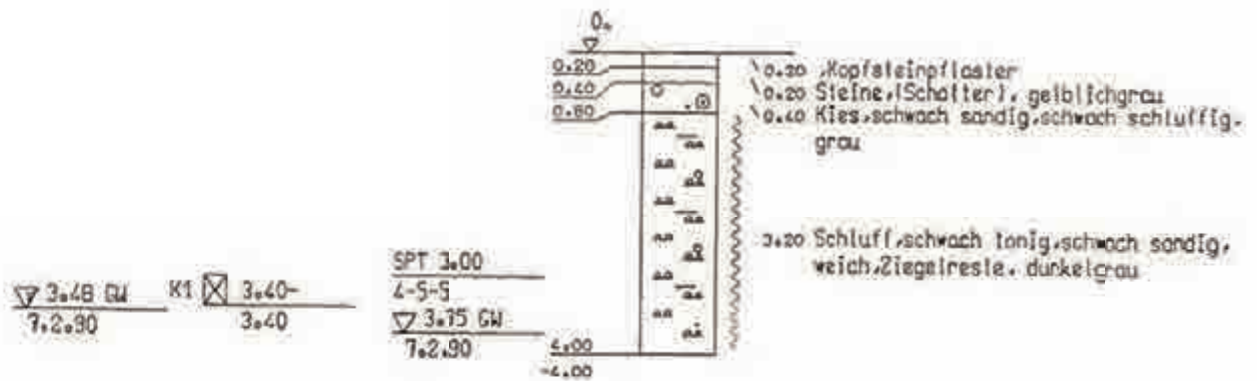
Filterkies von _____ bis _____ m, Tondichtung von _____ bis _____ m, Zem.-Bent. von _____ bis _____ m
Bohrgut von 4,0 - 0,0 m

a) Bis _____ m unter Ansatzpunkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht				Feststellungen beim Bohren: Wasserführung; Bohrwerkzeuge; SPT-Test Sonstiges	Entnommene Proben		
	a) Ergänzende Bemerkung 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter kante)
b) Mächtigkeit in m	b) Beschaffenheit gemäß Bohrgut	c) Beschaffenheit gemäß Bohrvorgang	d) Farbe		4			
	f) Ortsübliche Bezeichnung	g) Geologische Bezeichnung 1)	h) Gruppe 1)	e) Kaikgehalt				
1	2				3	4	5	6
a) 0,20	a) Kopfsteinpflaster							
	a)							
b) 0,20	b)	c) schwer	d)					
	f)	g)	h)	e)				
a) 0,40	a) Schotter				feucht Schappe			
	a)							
b) 0,20	b)	c) mittel	d) gelblicherau					
	f)	g)	h)	e)				
a) 0,80	a) Kies. schwach sandig, schwach schluffig				feucht Schappe			
	a)							
b) 0,40	b)	c) mittel	d) grau					
	f)	g)	h)	e)				
a) 4,00	a) Schluff. schwach tonig, schwach sandig				feucht Schappe	KP	I	3,4
	a) Ziegelreste							
b) 3,20	b) weich	c) mittel	d) dunkelerau		SPT I/3,0-3,45 4/5/5			
	f)	g)	h)	e)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Bodenpr./Versuche: _____ GP _____ KP _____ SP _____ WP _____ KI/m (I/V) _____ BKB/m (I/V) _____ I _____ SPT
Bodenproben übergeben am 9.2.90 an Büro Brandenstein, Schrobenhausen

B 2 a (1350)
 NN 369,28 m



59/90

Industrie-Förderungs-Gesellschaft Ingolstadt mbH
 Tiefgarage Theater-Ost in Ingolstadt

Bodenprofil

M.d.H.: 1:100

7.2.90

TERRASOND GmbH

POSTFACH 1513 ST.-ULRICH-STR. 12-16
 TEL. 0 82 21 / 906-0 FAX 906-40
 8870 GÜNZBURG-DEFFINGEN



TERRASOND GMBH
BAUGRUND-GRUNDWASSERBOHRUNGEN
8870 GUNZBURG - TELEFON (03221) 906-0

Auftr.-Nr. 59/90 Bohrmeister: Berthold Blatt: I

Projekt: Industrie-Förderungs-Gesellschaft Ingolstadt
Tiefgarage Theater-Ost in Ingolstadt

Bohrung Nr. 3 Rammkernbohrung bis 15,50 m Verrohrt bis 9,5 m Ø 193 mm
Durchführungszeit: 8.2.1990 Rotationskernbohrung bis _____ m Verrohrt bis 14,0 m Ø 168 mm
EK-DK-S Ø _____ mm Verrohrt bis _____ m Ø _____ mm

Höhe des Ansatzpunktes zu NN/Vergl.-Höhe: 369,02 m bezogen auf: HP 27, Tränkterstraße I=367,3 m NN
Gitterwerte des Bohransatzes: Rechts: Hoch: Einmessung durch: Terrasond GmbH

Grundwasserstände	Datum	Uhrzeit	Tiefe m	UK Verrohrg.	Bohrtiefe m
erreicht	8.2.90	16.45	7,50	7,50	8,20
eingespiegelt	8.2.90	17.15	7,50	7,50	8,20
2. Wasser err.	9.2.90	9.00	9,70	12,50	13,00
" eingesp.	9.2.90	9.30	7,50	12,50	13,00

Regelrohr Ø, ROK = _____ m, über/unter Gel. = _____ m NN/Vergl.-Höhe Passavant-/Ferngas-/
Sumpfrohr m, Filterrohr m, Vollrohr PVC m, Vollrohr Stahl m, Seba./H/d.-Kp./Betonsocket

Filterkies von _____ bis _____ m, Tondichtung von 9,7 bis 8,0 m, Zem.-Bent. von _____ bis _____ m
Bohrgut von 15,5 - 9,7 + 8,0 - 0,0 m

a) Bis _____ m unter Ansatzpunkt	Benennung und Beschreibung der Schicht					Feststellungen beim Bohren: Wasserführung; Bohrwerkzeuge; SPT-Test Sonstiges	Entnommene Proben		
	Ergänzende Bemerkung *)						Art	Nr.	Tiefe in m (Unter kante)
b) Mächtigkeit in m	b) Beschaffenheit gemäß Bohrgut	c) Beschaffenheit gemäß Bohrvorgang	d) Farbe		3	4			
	f) Ortsübliche Bezeichnung	g) Geologische Bezeichnung *)	h) Gruppe *)	e) Kalkgehalt					
1	2					3	4	5	6
a) 0,20	a) Pflastersteine								
	a)								
b) 0,20	b)	c)	d)						
	f)	g)	h)	e)					
a) 2,40	a) Kies, stark sandig, schwach schluffig					feucht Schappe			
	a) Ziegelreste								
b) 2,20	b)	c) mittel	d) graubraun						
	f) Auffüllung	g)	h)	e)					
a) 4,80	a) Schluff, kiesig, sandig, schwach tonig					feucht- stark feucht	KP	1	3,6 4,0
	a) Ziegelreste								
b) 2,40	b) weich	c) leicht	d) dunkelgrau-braun		Schappe				
	f) Auffüllung	g)	h)	e)					
a) 8,00	a) Kies, sandig					feucht ab 7,5 m naß	KP	2	5,5- 5,8
	a)								
b) 3,20	b)	c) mittel	d)		Schappe SPT 1/7,5-7,95 8/15/17	KP	3	7,5- 8,0	
	f)	g)	h)	e)					

*) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Bodenpr./Versuche: _____ GP 5 KP 2 SP 1 WP _____ Kl/m (l/v) _____ BKB/m (l/v) 3 SPT
Bodenproben übergeben am 9.2.90 an Büro Brandenstein, Schrobenhausen

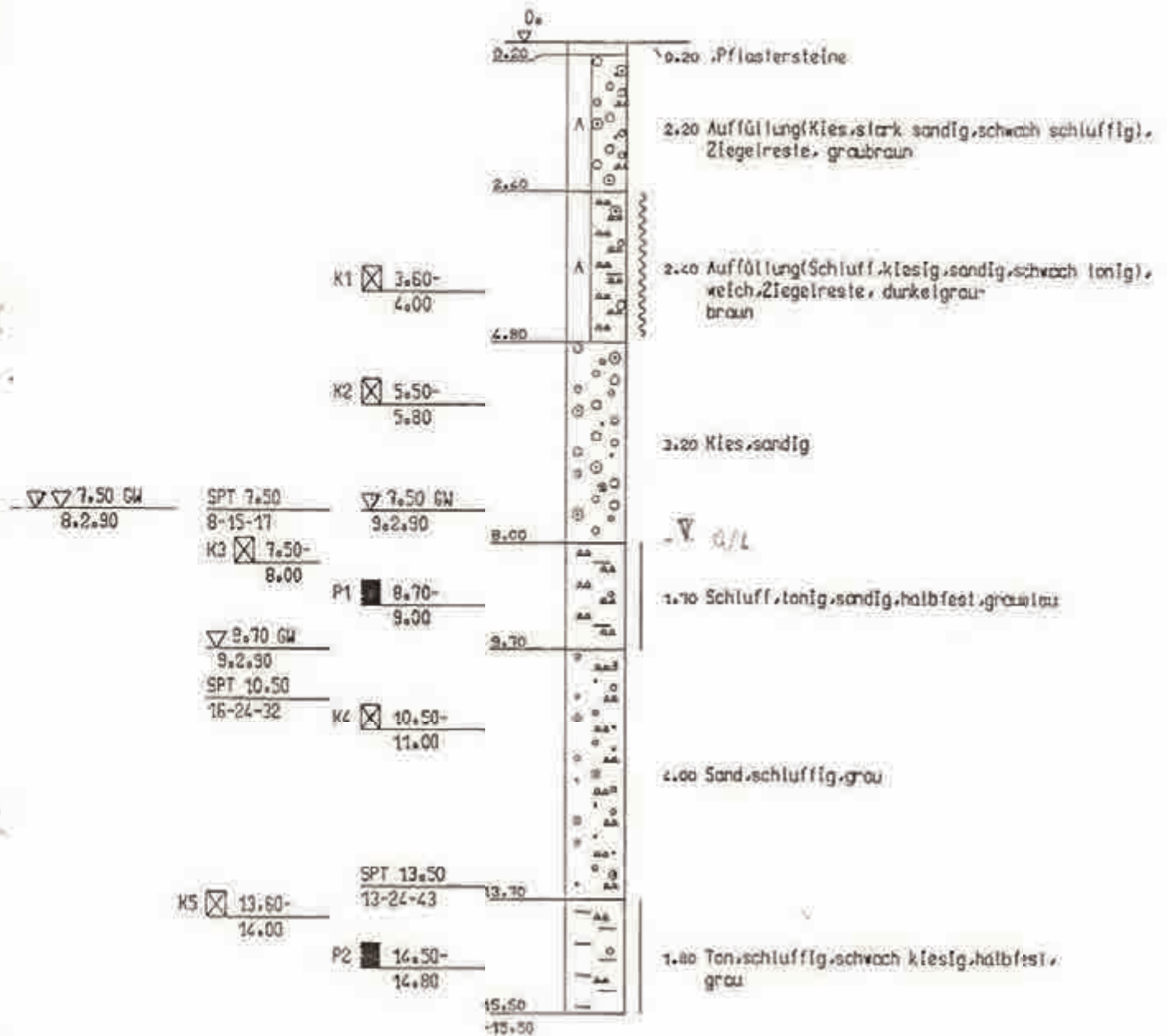


Bohrung Nr.: 3 durchgeführt am: 8.2.90 bis:

a) Bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht					Feststellungen beim Bohren: Wasserführung; Bohrwerkzeuge; SPT-Test Sonstiges	Entnommene Proben		
	a) Ergänzende Bemerkung ¹⁾						Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
b) Mäch- tigkeit in m	b) Beschaffenheit gemäß Bohrgut	c) Beschaffenheit gemäß Bohrvorgang	d) Farbe			4			
	f) Ortsübliche Bezeichnung	g) Geologische Bezeichnung ¹⁾	h) Gruppe ¹⁾	e) Kalk- gehalt					
1	2					3	4	5	6
a) 9.70	a) Schluff, tonig, sandig					feucht Schappe	SP	1	8.7 9.0
	a)								
b) 1.70	b) halbfest	c) schwer	d) graublau						
	f)	g)	h)	e)					
a) 13.70	a) Sand, schluffig					stark feucht Schappe	KP	4	10.5 11.0
	a)								
b) 4.00		c) mittel	d) grau			SPT 2/10,5-10,95 16/24/32 SPT 3/13,5-13,95 17/24/33			
	f)	g)	h)	e)					
a) 15.50	a) Ton, schluffig, schwach kiesig					feucht Schappe	SP	2	14.5 14.8
	a)								
b) 1.80	b) halbfest	c) schwer	d) grau				KP	3	13.6 14.0
	f)	g)	h)	e)					
a)	a)								
	a)								
b)		c)	d)						
	f)	g)	h)	e)					
a)	a)								
	a)								
b)		c)	d)						
	f)	g)	h)	e)					
a)	a)								
	a)								
b)		c)	d)						
	f)	g)	h)	e)					

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

B 3 (1353)
 NN 369.02 m



59/90

Industrie-Förderungs-Gesellschaft Ingolstadt mbH
 Tiefgarage Theater-Ost in Ingolstadt

Bodenprofil

M.d.H.: 1:100

8.2.90

TERRASOND GmbH
 POSTFACH 1513 ST.-ULRICH-STR. 12-16
 TEL 082 21/906-0 FAX 906-40
 8870 GÜNZBURG-DEFFINGEN



TERRASOND GMBH
BAUGRUND-GRUNDWASSERBOHRUNGEN
8870 GUNZBURG · TELEFON (09221) 906-0

Auftr.-Nr. 59/90 Bohrmeister: Stephan Blatt: I

Projekt: Industrie-Förderungs-Gesellschaft Ingolstadt
Tiefgarage Theater-Ost in Ingolstadt

Bohrung Nr.	5	Rammkernbohrung bis 8,20 m	Verrohrt bis 7,50 m Ø 193 mm
Durchführungszeit: 13.2.1990		Rotationskernbohrung bis _____ m	Verrohrt bis 8,20 m Ø 168 mm
		EK-DK-S Ø _____ mm	Verrohrt bis _____ m Ø _____ mm

Höhe des Ansatzpunktes zu NN/Vergr. ~~367,71~~ 367,71 m; bezogen auf: HP 27, Tränkterstraße I=367,3 m NN
Gitterwerte des Bohransatzes: Rechts: Hoch: Einmessung durch: Terrasond GmbH

Grundwasserstände	Datum	Uhrzeit	Tiefe m	UK Verrohrg.	Bohrtiefe m
erreicht	13.2.90	13.30	6,90	6,50	7,00
eingespiegelt	13.2.90	13.40	6,70	6,50	7,00
im Pegel	19.2.90		3,85		

Pegeltrohr: 4" Ø, ROK = 0,12 m, ~~unter Gel. = 367,59 m NN~~ Passavent-/Ferngas/
Sumpfrohr 1 m, Filterrohr 2 m, Vollrohr PVC 5 m, Vollrohr Stahl m, Seba./Hyd.-Kp ~~...~~

Filterkies von 8,2 bis 3,0 m, Tondichtung von 1,2 bis 0,2 m, Zem.-Bent. von _____ bis _____ m
Bohrgut von 3,0 - 1,2 m

a) Bis _____ m unter Ansatzpunkt	Benennung und Beschreibung der Schicht					Feststellungen beim Bohren: Wasserführung; Bohrwerkzeuge; SPT-Test Sonstiges	Entnommene Proben		
	Ergänzende Bemerkung ¹⁾						Art	Nr.	Tiefe in m (Unter kante)
d) Mächtigkeit in m	b) Beschaffenheit gemäß Bohrgut	c) Beschaffenheit gemäß Bohrvorgang	d) Farbe		f) Ortsübliche Bezeichnung	g) Geologische Bezeichnung ¹⁾			
1	2						3	4	5
a) 0,20	a) Kopfsteinpflaster								
b) 0,20		c) schwarz	d)						
a) 0,50	a) Kies, schwach schluffig, stark sandig					feucht			
b) 0,30		c) mittel	d) gelblichgrau		Schappe				
a) 2,80	a) Schluff, schwach kiesig, schwach sandig					feucht			
b) 2,30	a) Ziegelreste					Schappe			
a) 4,20	b) weich					feucht	KP	1	3,0
b) 1,40	c) mittel					Schappe			
	d) grau Braun								

*) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Bodenpr./Versuche: _____ GP 4 KP _____ SP _____ WP _____ Kl/m (l/v) _____ BKB/m (l/v) _____ 1 SPT
Bodenproben übergeben am: 14.2.90 an: Büro Brandenstein, Schrobenhausen



TERRASOND GMBH
 BAUGRUND-GRUNDWASSERBOHRUNGEN
 8870 GÜNZBURG - TELEFON (09221) 906-0

Auftr.-Nr.: 59/90

Blatt: 2

Projekt: Industrie-Förderungs-Gesellschaft Ingolstadt
 Tiefgarage Theater-Ost in Ingolstadt

Bohrung Nr.:

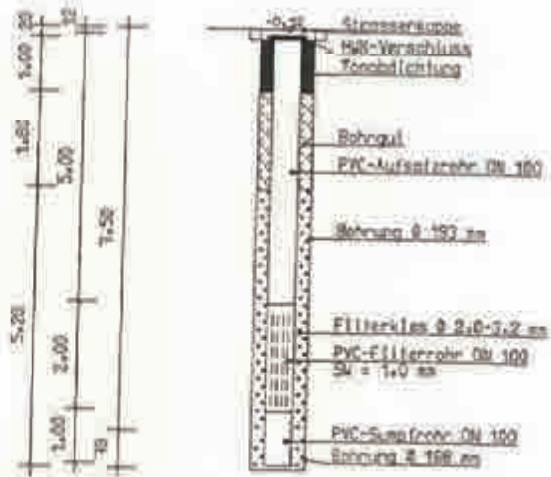
5

durchgeführt am: 13.2.90 bis:

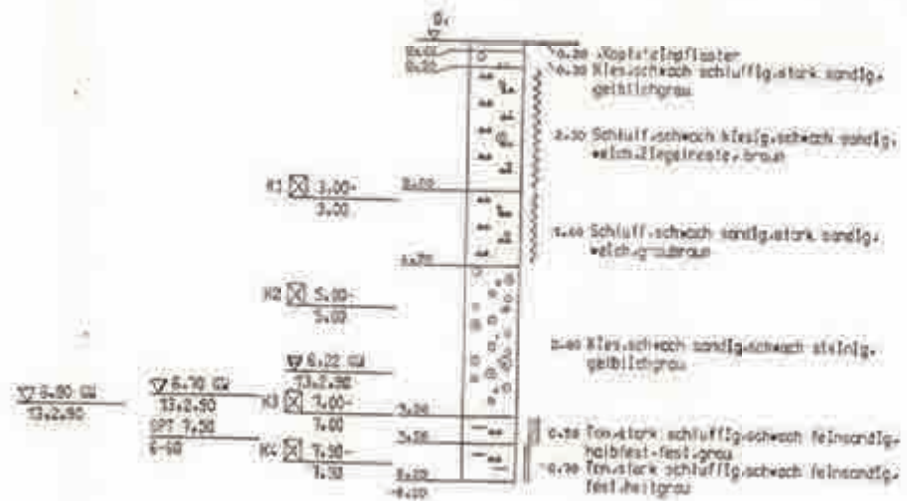
a) Bis m unter Ansatz- punkt:	a) Benennung und Beschreibung der Schicht				Feststellungen beim Bohren: Wasserführung; Bohrwerkzeuge; SPT-Test Sonstiges	Entnommene Proben				
	a) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)		
b) Mächtigkeit in m	b) Beschaffenheit gemäß Bohrgut	c) Beschaffenheit gemäß Bohrvorgang	d) Farbe		1				2	3
	f) Ortsübliche Bezeichnung	g) Geologische Bezeichnung ¹⁾	h) Gruppe ¹⁾	e) Kalk- gehalt						
7,00	a) Kies, schwach sandig, schwach steinig				feucht Schappe	KP	2	5,0	3	7,0
2,80	a) b) c) mittel d) gelblichgrau f) g) h) e)									
7,50	a) Ton, stark schluffig, schwach feinsandig				feucht Schappe					
0,50	a) b) halbfest- fest c) schwer d) grau f) g) h) e)									
8,20	a) Ton, stark schluffig, schwach feinsandig				feucht Schappe	KP	4	7,9		
0,70	a) b) fest c) schwer d) hellgrau f) g) h) e)									
	a) a:)									
	b) c) d) f) g) h) e)									
	a) a:)									
	b) c) d) f) g) h) e)									
	a) a:)									
	b) c) d) f) g) h) e)									

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

B 5
NN 367,59 m



B 5 (1355)
NN 367,71 m



59/90

Industrie-Förderungs-Gesellschaft Ingolstadt mbH
Tiefgarage Theater-Ost in Ingolstadt

Bodenprofil und Pegelinbauskizze

M:K:1:100

13.2.90

TERRASOND GmbH
POSTFACH 1010 ST. LUKAS-STR. 12-16
TEL. 08221/516-0 FAX 908-40
8970 GÜNZBURG-DEFFINGEN



TERRASOND GMBH
BAUGRUND-GRUNDWASSERBOHRUNGEN
8970 GÜNZBURG · TELEFON (08221) 306-0

Auftr.-Nr. 59/90 Bohrmeister: Stephan Blatt: 1

Projekt: Industrie-Förderungs-Gesellschaft Ingolstadt
Tiefgarage Theater-Ost in Ingolstadt

Bohrung Nr. 6
Durchführungszeit: 14.-15.2.1990
Rammkernbohrung bis 15,00 m Verrohrt bis 10,00 m Ø 193 mm
Rotationskernbohrung bis _____ m Verrohrt bis 15,00 m Ø 168 mm
EK-DK-S Ø _____ mm Verrohrt bis _____ m Ø _____ mm

Höhe des Ansatzpunktes zu NN ~~367,87~~ 367,87 m; bezogen auf: HP 27, Tränktorstraße l=367,3 m NN
Gitterwerte des Bohransatzes: Rechts: Hoch: Einmessung durch: Terrasond GmbH

Grundwasserstände	Datum	Uhrzeit	Tiefe m	UK Verrohrg.	Bohrtiefe m
erreicht	14.2.90	13.00	6,90	7,00	7,20
eingespiegelt	14.2.90	13.10	6,50	7,00	7,20
2. GW erreicht	14.2.90	16.45	11,00	10,20	11,20
eingesp.	14.2.90	16.53	10,50	10,20	11,20
	15.2.90	8.30	6,35	12,00	12,00

Pegelrohr 4" Ø, ROK = 0,24 m, ~~10,00~~ unter Gel. = 367,63 m NN, ~~10,00~~ im Pegel
Sumpfrohr 1 m, Filterrohr 2 m, Vollrohr PVC 11 m, Vollrohr Stahl m, Seba./Hyd.-Kp. ~~10,00~~

Filterkies von 14,2 bis 11,0 m, Tondichtung von 15,0 bis 14,2 m, Zem.-Bent. von _____ bis _____ m
Bohrgut von 8,0 - 0,3 m

a) Bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht					Feststellungen beim Bohren: Wasserführung: Bohrwerkzeuge: SPT-Test Sonstiges	Entnommene Proben		
	a) Ergänzende Bemerkung ¹⁾						Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
b) Mächti- gkeit in m	b) Beschaffenheit gemäß Bohrgut	c) Beschaffenheit gemäß Bohrvorgang	d) Farbe						
	f) Ortsübliche Bezeichnung	g) Geologische Bezeichnung ¹⁾	h) Gruppe ¹⁾	e) Kalk- gehalt					
1	2					3	4	5	6
a) 0,20	a) Kopfsteinpflaster								
	a)								
b) 0,20	b)	c) schwer	d)						
	f)	g)	h)	e)					
a) 0,50	a) Kies, schwach sandig, schwach schluffig					feucht			
	a)					Schappe			
b) 0,30	b)	c) mittel	d) gelblicherau						
	f)	g)	h)	e)					
a) 4,80	a) Schluff, schwach sandig, schwach kiesig					feucht	KP	1	3,4
	a) schwach steinig, Ziegelreste					Schappe			
b) 4,30	b) weich	c) mittel	d) braun		SPT 1/3,0-3,45				
	f)	g)	h)	e)	3/4/4				
a) 7,80	a) Kies, schwach sandig, schwach schluffig					feucht	KP	2	5,0
	a) schwach steinig					ab 6,5 m naß			
b) 3,00	b)	c) mittel	d) braungrau		Schappe	KP	3	7,4	
	f)	g)	h)	e)	SPT 2/7,0-7,45				
					12/19/27				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Bodenpr./Versuche: 1 GP 5 KP 3 SP WP KI/m (I/V) BKB/m (I/V) 3 SPT
Bodenproben übergeben am 16.2.90 an Büro Brandenstein, Schrobenuhausen



TERRASOND GMBH
BAUGRUND-GRUNDWASSERBOHRUNGEN
8970 GONZBURG · TELEFON (09221) 906-0

Auftr.-Nr.: 59/90

Blatt: 2

Projekt: Industrie-Förderungs-Gesellschaft Ingolstadt
Tiefgarage Theater-Ost in Ingolstadt

Bohrung Nr.:

6

durchgeführt am: 14.2.

bis: 15.2.90

a) Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht				Feststellungen beim Bohren: Wasserführung: Bohrwerkzeuge: SPT-Test Sonstiges	Entnommene Proben		
	a) Ergänzende Bemerkung 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
b) Mäch- tigkeit in m	b) Beschaffenheit gemäß Bohrgut	c) Beschaffenheit gemäß Bohrvorgang	d) Farbe					
	f) Ortsübliche Bezeichnung	g) Geologische Bezeichnung 1)	h) Gruppe 1)	e) Kalk- gehalt				
1	2				3	4	5	6
a) 9,90	a) Ton, stark schluffig, schwach feinsandig.				feucht Schappe	SP	1	8,4
	a)							
b) 2,10	b) halbfest-fest	c) schwer	d) grau					
	f)	g)	h)	e)				
a) 11,90	a) Ton, stark schluffig, schwach feinsandig				feucht Schappe	KP GP SP	4 1 2	10,2 11,6 12,6
	a)							
b) 2,00	b) fest-hart	c) schwer	d) grau					
	f)	g)	h)	e)				
a) 12,80	a) Sand, schwach schluffig, glimmerhaltig				naß Schappe			
	a)							
b) 0,90	b)	c) schwer	d) grau		SPT 3/12,5-12,95 19/31/53			
	f)	g)	h)	e)				
a) 13,50	a) Sand, schwach schluffig, Kalkknollen				naß Schappe	KP	5	13,0
	a)							
b) 0,70	b)	c) schwer	d) grau					
	f)	g)	h)	e)				
a) 13,80	a) Ton, stark schluffig, schwach feinsandig				feucht Schappe			
	a)							
b) 0,30	b) halbfest	c) schwer	d) grau					
	f)	g)	h)	e)				
a) 14,20	a) Ton, stark schluffig, schwach feinsandig				feucht Schappe	SP	3	14,2
	a)							
b) 0,40	b) halbfest- fest	c) schwer	d) dunkelgrau					
	f)	g)	h)	e)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.



TERRASOND GMBH
 BAUGRUND-GRUNDWASSERBOHRUNGEN
 8876 GUNZBURG - TELEFON (09221) 906-0

Auftr.-Nr.: 59/90

Blatt: 3

Projekt: Industrie-Förderungs-Gesellschaft Ingolstadt
 Tiefgarage Theater-Ost in Ingolstadt

Bohrung Nr.:

6

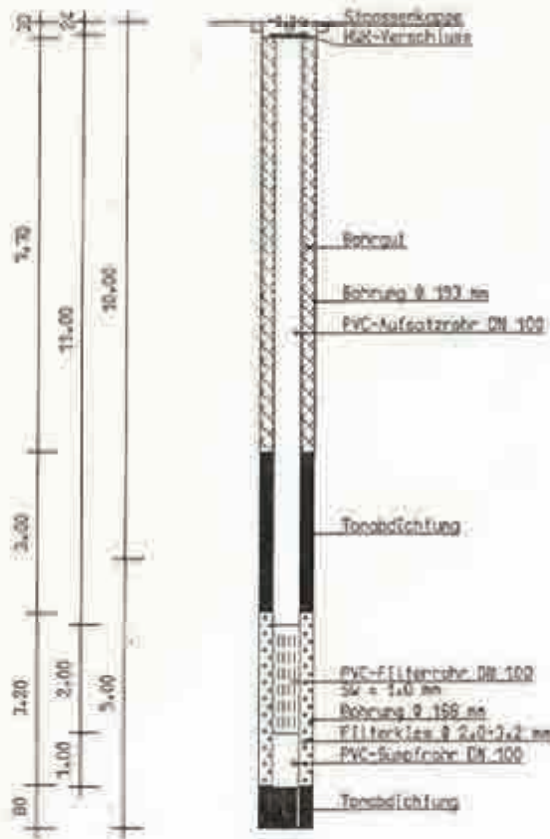
durchgeführt am: 14.2.

bis: 15.2.90

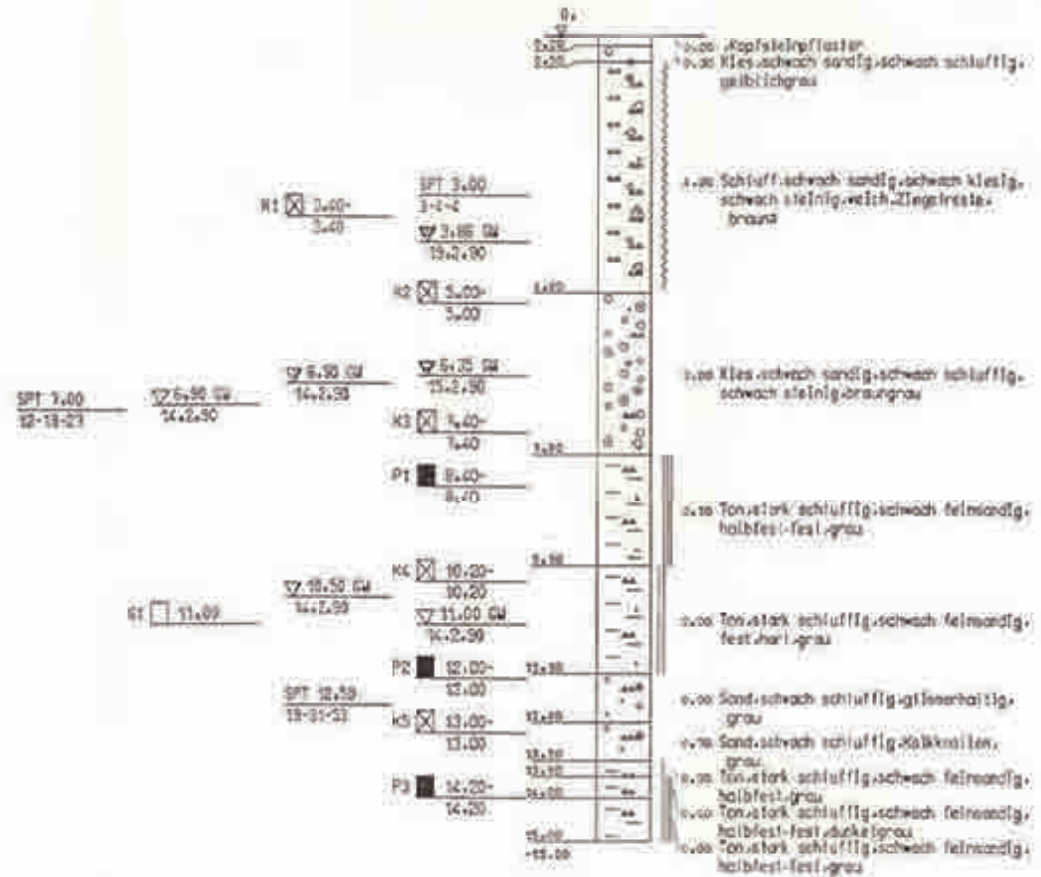
a) Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht					Feststellungen beim Bohren: Wasserführung; Bohrwerkzeuge; SPT-Test Sonstiges	Entnommene Proben					
	a1) Ergänzende Bemerkung ¹⁾						Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)			
b) Mächti- gkeit in m	b) Beschaffenheit gemäß Bohrgut	c) Beschaffenheit gemäß Bohrvorgang	d) Farbe		f) Ortsübliche Bezeichnung	g) Geologische Bezeichnung ¹⁾				h) Gruppe ¹⁾	e) Kalk- gehalt	4
	1	2					3					
a) 15,00	a1) Ton, stark schuffig, schwach feinsandig					feucht Schappe						
	a1)											
b) 0,80	b) halbfest- fest	c) schwer	d) grau		f)	g)	h)	e)				
a)	a1)											
	a1)											
b)	b)		c)		d)	f)	g)	h)	e)			
a)	a1)											
	a1)											
b)	b)		c)		d)	f)	g)	h)	e)			
a)	a1)											
	a1)											
b)	b)		c)		d)	f)	g)	h)	e)			
a)	a1)											
	a1)											
b)	b)		c)		d)	f)	g)	h)	e)			
a)	a1)											
	a1)											
b)	b)		c)		d)	f)	g)	h)	e)			

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

B 6
NW 367.63 m



B 6 (1356)
NW 367.63 m



59/90

Industrie-Förderungs-Gesellschaft Ingolstadt mbH
Wiesengasse 10, 85000 Ingolstadt

Bodenprofil und Pegleinbauskizze

M.d.H.: 1:100

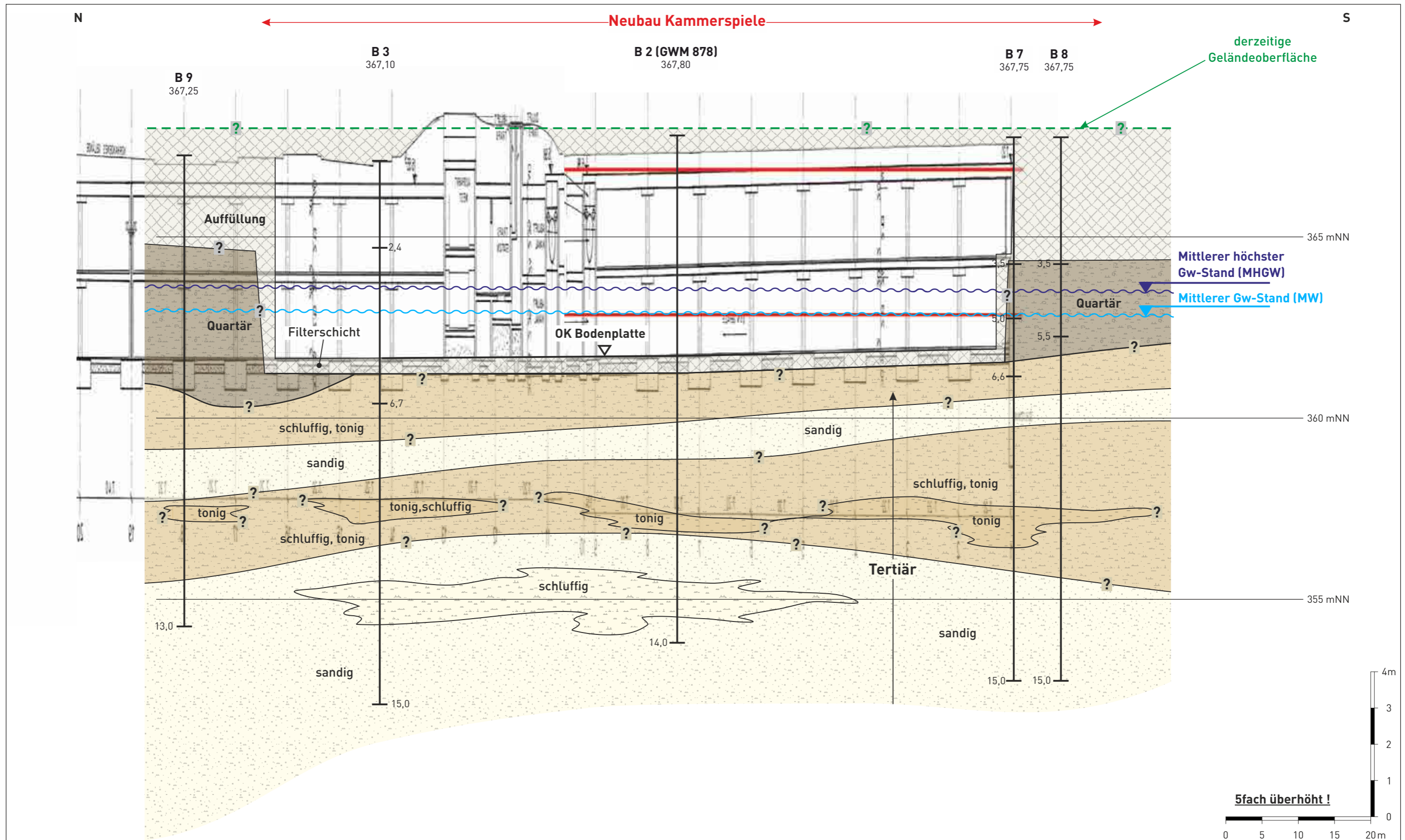
14.-15.2.90

TERRASOND GmbH

POSTFACH 1513 ST.-ULRICH-STR. 12-16

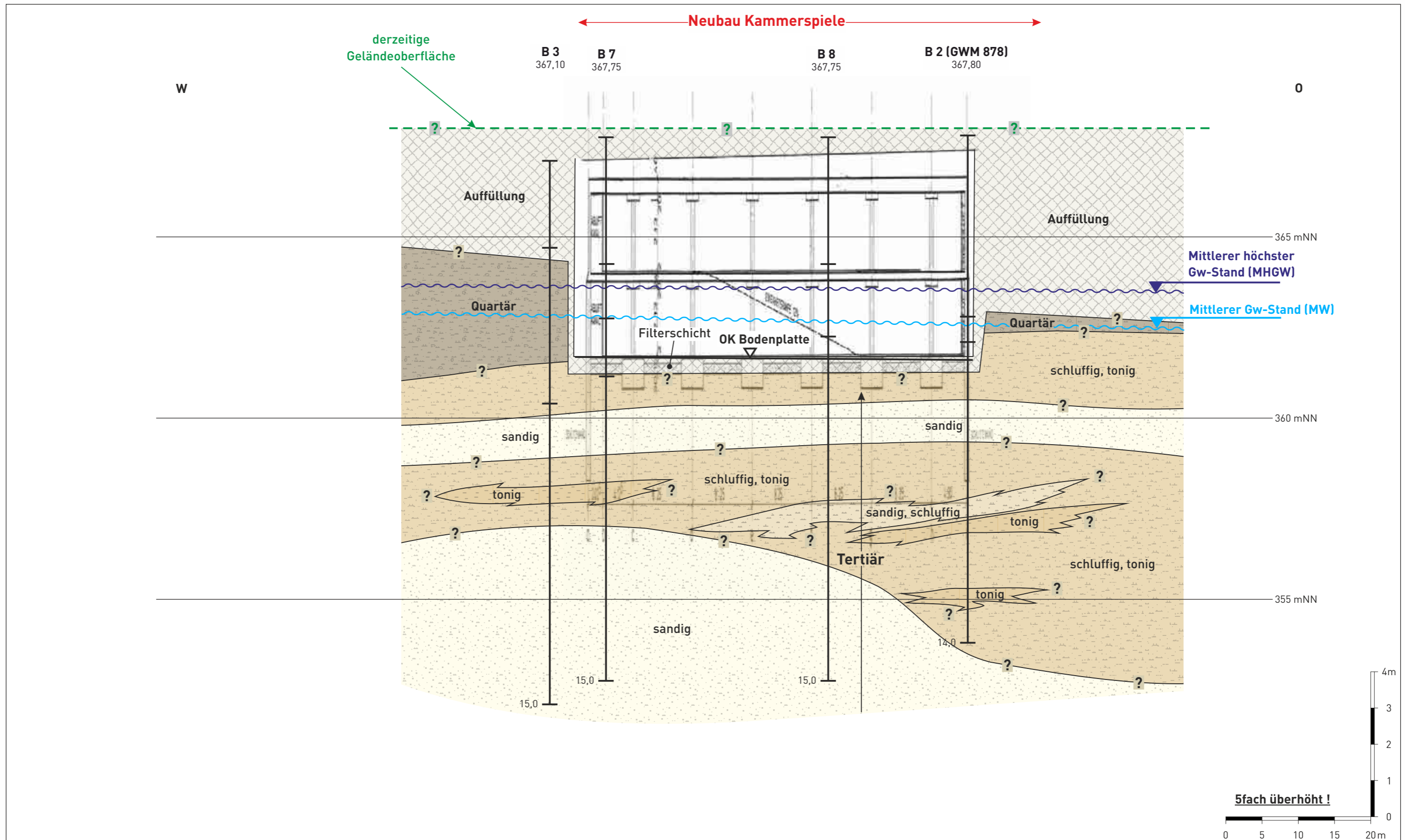
TEL. 0 82 21 / 906-0 FAX 906-40

8-370 GÜNZBURG-DEFFINGEN



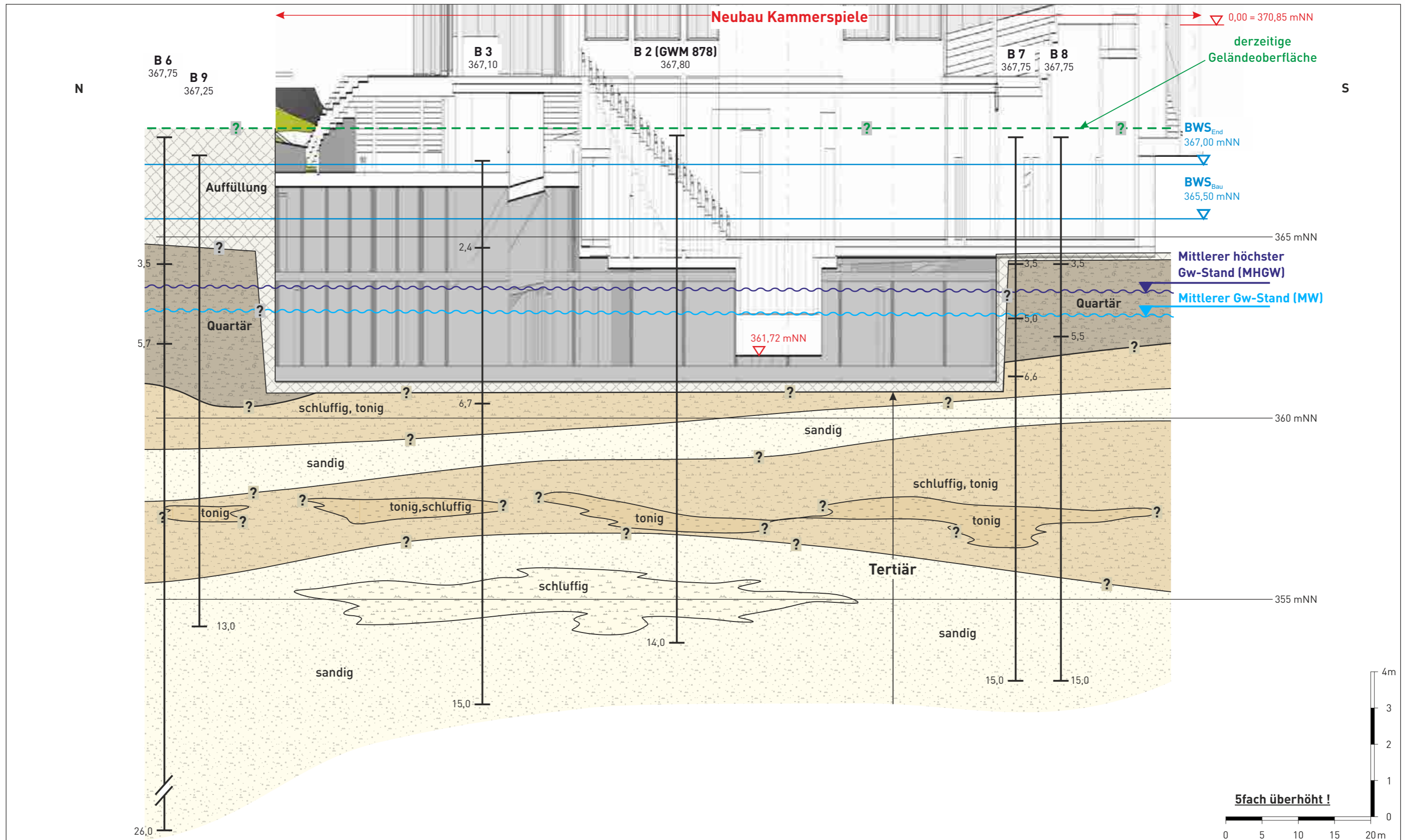
Geologischer N-S-Geländeschnitt 1
 [Schnittführung siehe Anlage 1.2]

gez. me	Maßstab
gepr. Sc	1:500/100



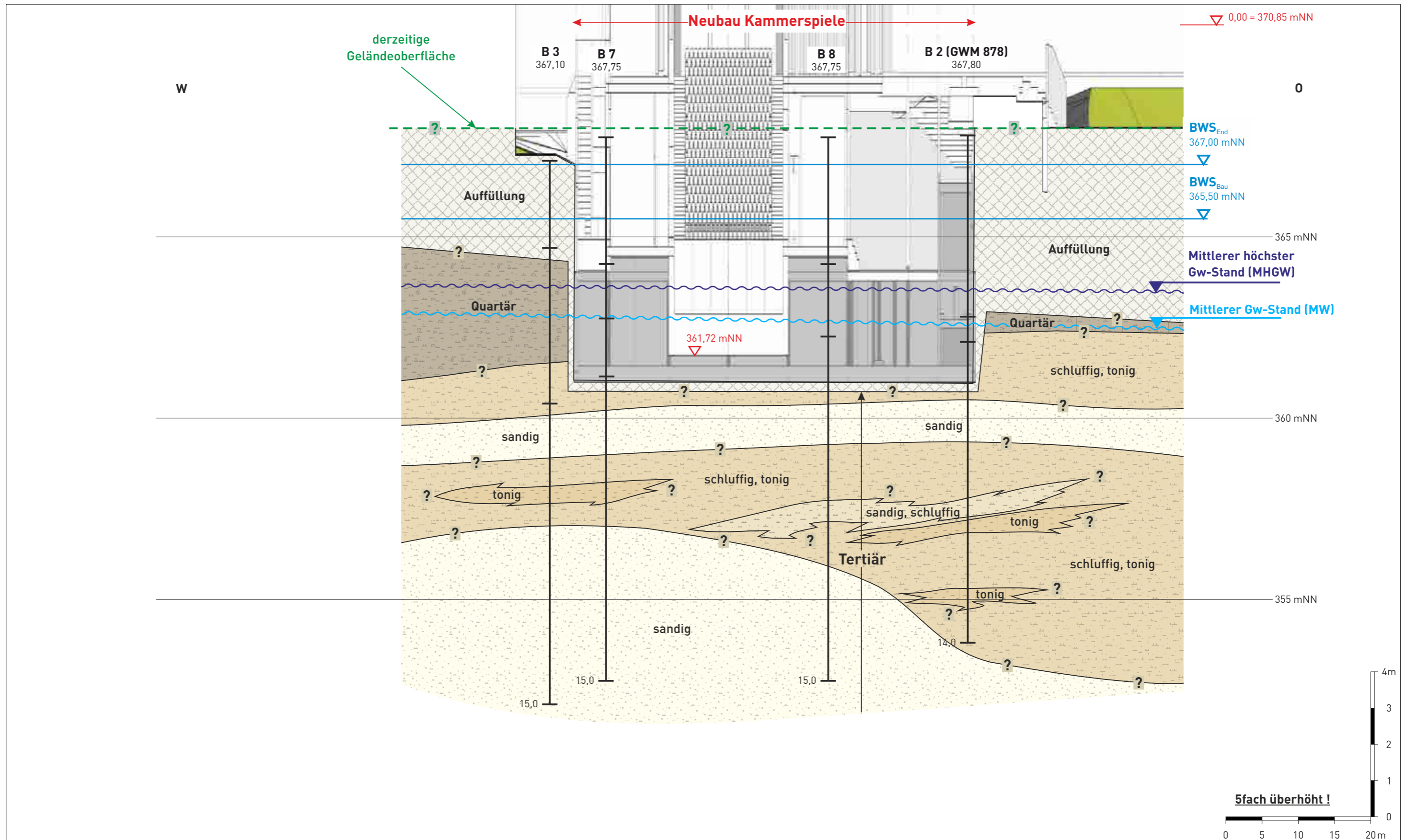
Geologischer W-O-Geländeschnitt 2
 [Schnittführung siehe Anlage 1.2]

gez. me	Maßstab
gepr. Sc	1:500/100



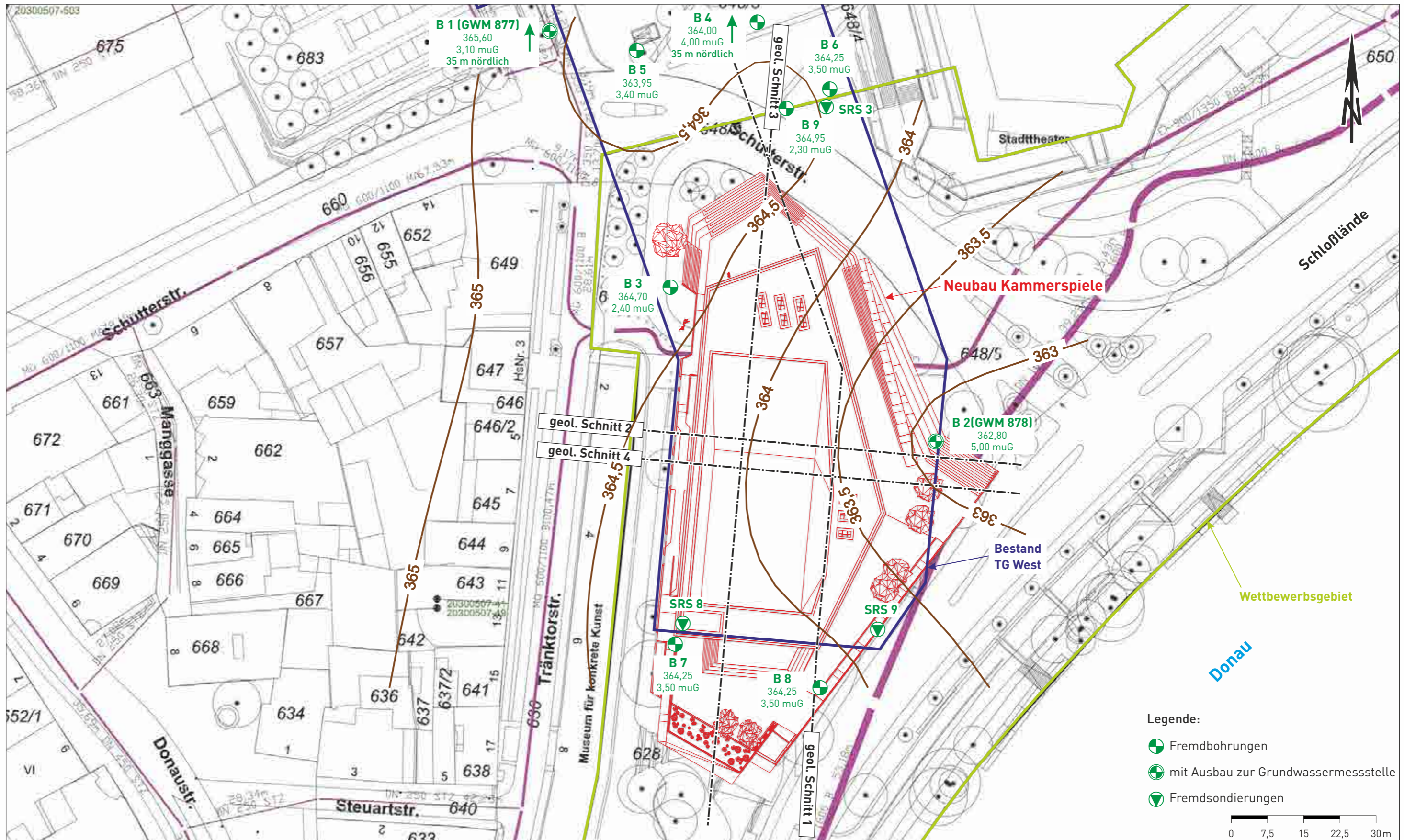
Geologischer N-S-Geländeschnitt 3
 (Schnittführung siehe Anlage 1.2)

gez. me	Maßstab
gepr. Sc	1:500/100



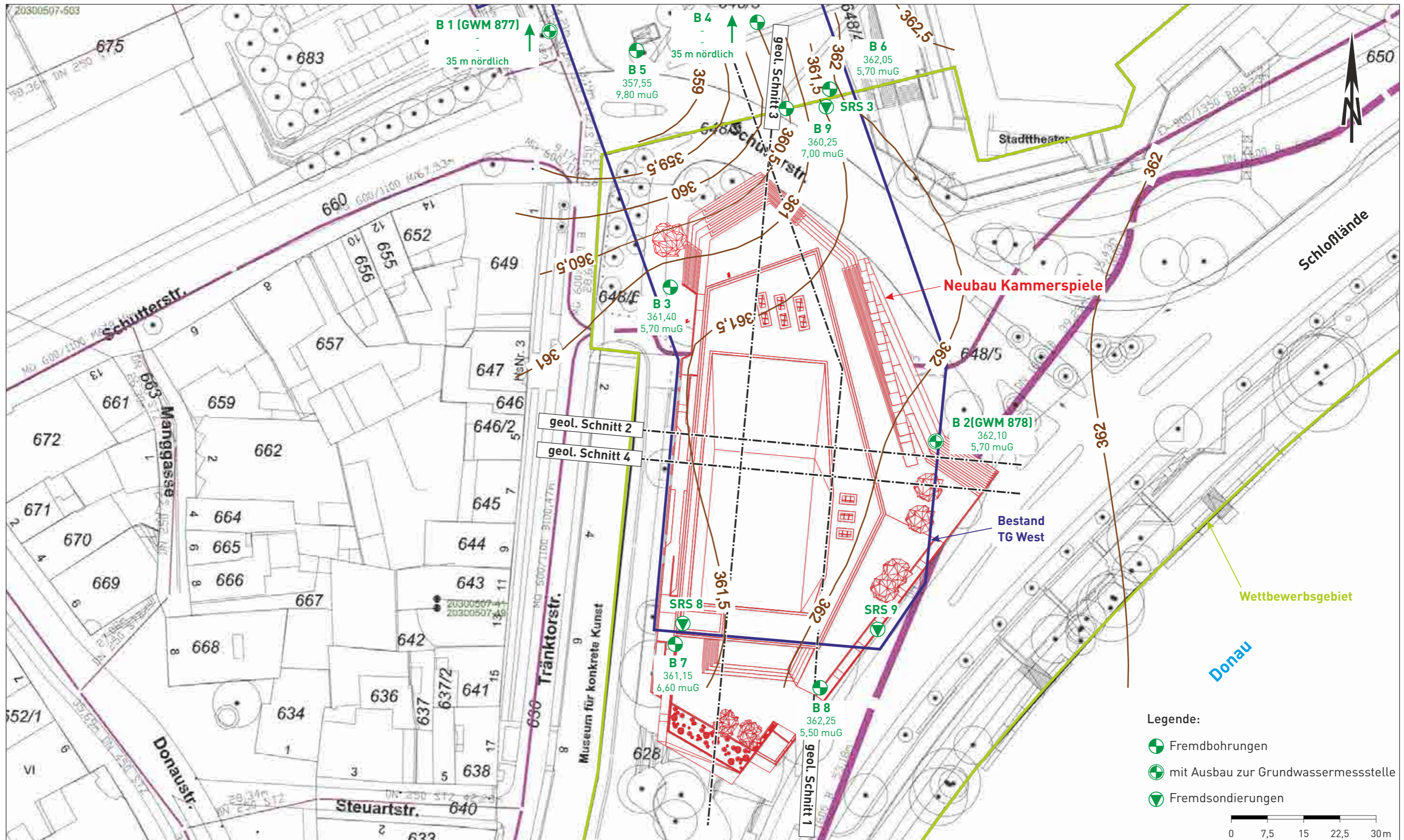
Geologischer W-O-Geländeschnitt 4
 (Schnittführung siehe Anlage 1.2)

gez. me	Maßstab
gepr. Sc	1:500/100



Schichtlagerungskarte mit Höhenlage (mNN und m u. Gel.) der Basis der Auffüllungen / Oberfläche der quartären Deckschichten

gez. me	Maßstab
gepr. Sc	1:750



Schichtlagerungskarte mit Höhenlage (mNN und m u. Gel.) der Basis der quartären Deckschichten / Oberfläche des Tertiärs

gez. me	Maßstab
gepr. Sc	1:750