DR. RUPPERT & FELDER
Ingenieurbüro für Geotechnik · Altlasten · Bauwerksuntersuchung

BERATUNG & GUTACHTEN
BAUGRUNDLABOR
CHEMISCHES LABOR

Geotechnischer Bericht
Baugrunduntersuchungen

Projekt-Nr. B-22500-bgr-01

Projekt: **KEMNATH Seepromenade**
Neubau eines Hotels sowie von 3 Wohn- und Geschäftshäusern (BA I)

Auftraggeber: Ziegler Haus GmbH
Zur Betzenmühle 1
95703 Plößberg

Bearbeiter: Nadine Hoffmann, M.Sc.

Bayreuth, den 08.03.2023

ING.-BÜRO DR. RUPPERT UND FELDER GMBH
Gottlieb-Keim-Straße 23 Tel.: 0921 - 88 06 0 E-Mail: info@ruppert-felder.de
95448 Bayreuth Fax: 0921 - 88 06 88 www.ruppert-felder.de

INHALTSÜBERSICHT

		Seite
1.	Vorbemerkung	3
2.	Unterlagen	3
3.	Lage und Geologie	4
4.	Bauvorhaben	5
5.	Baugrund	6
	5.1 Aufbau	6
	5.2 Hydrologie	8
6.	Kennwerte Boden und Grundwasser	9
	6.1 Bodenmechanische Laborversuche	9
	6.2 Charakteristische Bodenkenngrößen	11
	6.3 Chemische Bodenanalysen nach LAGA und DepV	13
	6.4 Grundwasser-Betonaggressivität	15
7.	Einteilung der Homogenbereiche	16
	7.1 Festlegung der Homogenbereiche	16
	7.2 Homogenbereich O1	17
	7.3 Homogenbereich B1	17
	7.4 Homogenbereich B2	18
	7.5 Homogenbereich X1	19
	7.6 Homogenbereich X2	20
8.	Gründung	21
	8.1 Gründungsart und Gründungstiefe	21
	8.2 Flachgründung: Bodenpressungen, Setzungen und Bettungsmodul	22
	8.3 Erddruck, Wasserdruck und Arbeitsräume	25
9.	Bautechnische Hinweise und Empfehlungen	26
	9.1 Abdichtung und Dränagemaßnahmen	26
	9.2 Baumaßnahmen	26
10.	Bauüberwachung und Abnahme	28
11.	Zusammenfassung	29

Anlage 1:	Lageplan
Anlagen 2.1 bis 2.5:	Schnitte
Anlagen 3.1 bis 3.7:	Bodenmechanische Laborversuche
Anlagen 4.1 bis 4.5:	Chemische Laboranalysen nach LAGA und DepV

1. Vorbemerkung

Die Ziegler Haus GmbH beabsichtigt in der Amberger Straße in Kemnath, Flurnummer 450, den Neubau eines Hotels sowie drei Wohn- und Geschäftshäuser im 1. Bauabschnitt des Bauvorhabens „Seepromenade Kemnath" und beauftragte daher das Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder, Bayreuth, Baugrunduntersuchungen durchzuführen und zu Baugrund und Gründung von bodenmechanischer und gründungstechnischer Seite Stellung zu nehmen.

Mit diesem Bericht werden die Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen zusammenfassend dargestellt.

2. Unterlagen

Für die Bearbeitung wurden im Wesentlichen die folgenden Unterlagen verwendet:

- Digitale Geologische Karte von Bayern M 1 : 25 000
  Blatt 6137 Kemnath
- Digitale Hydrogeologische Karte M 1 : 100.000 (dHK100)
- Von der Ziegler Haus GmbH, Plößberg:

Übersichtslageplan mit Vermessung	M 1 : 500 (Stand: 10.03.2021)
Grundriss EG Hotel	ohne Maßstab, ohne Datum
Grundriss UG Hotel	ohne Maßstab, ohne Datum
Schnitt Hotel	ohne Maßstab, ohne Datum
Systemschnitt Wohn - und Geschäftshaus	M 1 : 100 (ohne Datum)
Grundrisse Wohn - und Geschäftshaus	M 1 : 100 (Vorentwurf)
Präsentation Ziegler Group (Seiten 1 bis 45)	

- Ergebnisse von Aufschlussbohrungen, Kleinrammbohrungen, schweren Rammsondierungen und Laborversuchen durch das Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder, Bayreuth
- Ergebnisse von chemischen Bodenanalysen durch das AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg

- Ergebnisse von Laborversuchen der Dr. Spang Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH, Witten
- Ergebnisse von Ortsbesichtigungen und Besprechungen zwischen Vertretern des Auftraggebers und dem Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder

3. Lage und Geologie

Das Baugrundstück mit der Flurnummer 450, Gemarkung Kemnath, liegt südwestlich des Stadtzentrums. Es grenzt im Osten an die Amberger Straße sowie im Westen an den Fallbach. Vormals wurde das Gelände von einer Brauerei genutzt. Aktuell ist es unbebaut.

Die Geländeoberfläche im Baufeld liegt rund drei Meter unter dem Niveau der Amberger Straße. Nordöstlich des Geländes liegt der Stadtweiher, dessen Wasserspiegel etwa auf Höher der Straße und damit über dem des Baugrundstücks liegt. Der Stadtweiher hat einen Ablauf entlang des nördlichen Grundstücksrand hin zum Fallbach.

Unter den künstlichen Auffüllungen im Zuge früherer Baumaßnahmen sowie oberflächennahen Deckschichten sind entsprechend der **Geologischen Karte** im Baubereich zunächst **jungzeitliche, fluviatile Talfüllungen** zu erwarten. Erfahrungsgemäß handelt es sich hierbei um quartäre Auenlehme, die nach unten von Sanden und dann Kiesen unterlagert werden. Darunter folgen vermutlich Sand- oder Tonsteine der **Benkformation** der Trias (Keuper). Zur Oberfläche hin sind diese Festgesteine bis in wechselnde Tiefen unterschiedlich stark verwittert.

Eine tektonische Störungszone ist im unmittelbaren Baubereich nicht nachgewiesen.

Gemäß der **Hydrogeologischen Karte** bilden die im Untersuchungsgebiet anstehenden quartären Talfüllungen einen Porengrundwasserleiter mit mäßiger bis mittlerer Durchlässigkeit und Ergiebigkeit. Entsprechend der generellen Entwässerungsrichtung der oberflächlichen Gewässer wird eine südwestliche Fließrichtung des Grundwassers angenommen. Die Ablagerungen des Keupers werden als Kluft-(Poren-)Grundwasserleiter mit stark variablen, überwiegend geringen bis mäßigen Gebirgsdurchlässigkeiten und Ergiebigkeiten klassifiziert.

Das unmittelbare Umfeld der Gewässer an den Grundstücksgrenzen ist nach dem Umweltatlas des Bayerischen Landesamtes für Umwelt als ein festgesetztes Überschwemmungsgebiet und als eine Hochwassergefahrenfläche für HQ_{100} ausgewiesen.

Nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01 gehört Kemnath zu keiner ausgewiesenen **Erdbebenzone**.

4. Bauvorhaben

Das Bauvorhaben „Seepromenade Kemnath" umfasst den Neubau eines Hotelgebäudes sowie dreier Wohn- und Geschäftshäuser.

Das **Hotel** soll im Nordosten des Grundstücks errichtete werden. Es hat einen unregelmäßigen Grundriss mit maximalen Abmessungen von rund 50 m × 37 m. Zusätzlich zum Erdgeschoss und der Tiefgargage sollen drei Obergeschosse ausgeführt werden, sodass der Neubau insgesamt fünf Geschosse besitzt. Die Fußbodenoberkante im Erdgeschoss (FOK-EG) entspricht der Kote ±0,00 m und ist bei 458,50 m NN geplant, was etwa dem Straßenniveau entspricht. Die Fußbodenoberkante der Tiefgarage (FOK-TG) liegt bei einer Kote von -3,55 m (454,95 m NN).

Die **drei Wohn- und Geschäftshäuser** (Gebäude 1 und 2 sowie Boardinghouse) sollen südlich bis westlich des Hotels errichtete werden. Die Gebäude haben einen unregelmäßigen, fünfeckigen Grundriss mit Grundflächen in einer Größenordnung von rund 300 m². Die Häuser sind mit Erd-, 1. Ober- und 2. Obergeschoss geplant. Die Fußbodenoberkanten im Erdgeschoss (FOK-EG) entsprechen ebenfalls der Kote ±0,00 m bei 458,50 m NN. Das Gebäude 2 soll zudem ein Untergeschoss erhalten. Die Fußbodenoberkante des Untergeschosses liegt bei einer Höhe von -3,43 m (455,07 m NN) bezogen auf ±0,00 m.

Über die zu erwartenden Lasten liegen uns derzeit keine Informationen vor. Vorzugsweise sollen die Gründungen mittels elastisch gebetteten Fundamentplatten erfolgen.

Zur Vermessung der Bohransatzpunkte in Lage und Höhe wurde eine Global Positioning System (GPS) verwendet.

5. Baugrund

5.1 Aufbau

Der Untergrund wurde insgesamt durch drei Aufschlussbohrungen (B), elf Kleinrammbohrungen (KRB) sowie zehn Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) erkundet (s. Lageplan Anlage 1). Die Ergebnisse sind entsprechend den Kennzeichnungen der DIN 4023 in fünf Schnitten (s. Anlagen 2.1 bis 2.5) dargestellt.

Vereinfachend lässt sich der Untergrund in drei Horizonte einteilen: Anschüttungshorizont, Sand-Kies-Horizont und Keuperhorizont.

Mit den Bohrungen wurden zunächst die Böden des **Anschüttungshorizonts** angetroffen. Hierbei handelt es sich überwiegend um heterogene, künstliche Auffüllungen aus Kies-, Sand- bis Schluffböden mit anthropogenen Fremdbestandteilen, zum Beispiel in Form von Ziegel-, Beton-, Keramik- sowie Sandsteinbruch. Unter den Auffüllungen wurden zudem zum Teil natürlich gewachsene, aufgeweichte, bindige Deckschichten festgestellt. Diese weisen erhöhte Organikgehalte auf.

Darunter folgen die Böden des **Sand-Kies-Horizonts**. Hierbei handelt es sich vorwiegend um fluviatil abgelagerte Sande und Kiese mit wechselnden Beimengungen der übrigen Korngrößenfraktionen.

Unter den quartären Böden folgen die Ablagerungen des **Keuperhorizonts**. Diese bestehen zunächst aus einer stark bindigen Verwitterungszone aus hellgrauen Sanden oder auch halbfesten Tonen. Mit zunehmender Tiefe gehen diese in sehr mürbe bis mäßig mürbe Sandsteine in Wechsellagerung mit halbfesten bis festen Tonen über.

Die **Untergrenzen der Horizonte** verlaufen in folgenden Tiefen unter den Ansatzpunkten:

Aufschluss	Untergrenze Anschüttungshorizont	Untergrenze Sand-Kies-Horizont
B1	2,40 m (454,30 m NN)	4,50 m (452,20 m NN)
B2	1,60 m (456,90 m NN)	1,60 m (456,90 m NN)
B3	2,30 m (453,95 m NN)	4,40 m (451,85 m NN)
KRB1	2,50 m (454,10 m NN)	nicht erreicht
KRB2	1,80 m (454,75 m NN)	nicht erreicht
KRB3	1,80 m (454,55 m NN)	5,00 m (451,35 m NN)
KRB4	2,10 m (453,85 m NN)	2,60 m (453,35 m NN)
KRB5	1,40 m (457,40 m NN)	1,90 m (456,90 m NN)
KRB6	1,60 m (454,25 m NN)	4,70 m (451,15 m NN)
KRB7	0,70 m (455,75 m NN)	4,70 m (451,15 m NN)
KRB8	2,10 m (454,20 m NN)	nicht erreicht
KRB9	1,60 m (454,30 m NN)	3,60 m (452,30 m NN)
KRB10	2,20 m (453,75 m NN)	5,10 m (450,85 m NN)
KRB11	1,60 m (454,05 m NN)	4,00 m (451,65 m NN)

Durch die **Sondierungen mit der schweren Rammsonde** werden die vorliegenden direkten Aufschlüsse ergänzt. Erfahrungsgemäß kann bei den hier anstehenden Böden sowie unter Berücksichtigung der Grundwasserverhältnisse ab einer Schlagzahl von zumindest fünf Schlägen pro 10 cm Eindringung der Sondierspitze von einer mittleren Lagerungsdichte der Sande und Kiese bzw. eine zumindest halbfesten bis festen Konsistenz der bindigen Böden ausgegangen werden.

Die Sondierungen zeigen im Bereich des Anschüttungshorizonts überwiegend keine ausreichenden Schlagzahlen, sodass eine geringe Tragfähigkeit dieser Böden abgeleitet werden kann. Mit dem Erreichen der quartären Sande und Kiese (Sand-Kies-Horizont) steigen die Schlagzahlen an. Der zum Teil sprunghafte Anstieg der Schlagzahlen gegen Ende der Sondierungen zeigt den Übergang zur festen Felszone an.

Abweichungen und Besonderheiten sind in einer wechselnden Zusammensetzung und Mächtigkeit der künstlichen Auffüllungen, in einem unterschiedlichen Schichtgrenzenverlauf, in Schichtinhomogenitäten, in wechselnden Konsistenzen und Mächtigkeiten der bindigen Böden sowie in einer unterschiedlichen Verwitterungsintensität, Festigkeit und Klüfigkeit der anstehenden Keupergesteine zu erwarten.

5.2 Hydrologie

Im Rahmen der Feldarbeiten wurden in annähernd allen ausgeführten Aufschlüssen Grundwasser angetroffen. In der folgenden Tabelle sind die Wasserstände unter den jeweiligen Ansatzpunkten sowie über Normalnull zum Zeitpunkt der Bohrarbeiten angegeben:

Aufschluss	Grundwasser angetroffen
B1	1,45 m (355,25 m NN)
B2	2,60 m (455,90 m NN)
B3	1,50 m (454,75 m NN)
KRB1	1,55 m (455,05 m NN)
KRB2	0,70 m (455,85 m NN)
KRB3	1,00 m (455,35 m NN)
KRB4	0,50 m (455,45 m NN)
KRB5	kein GW
KRB6	1,20 m (454,65 m NN)
KRB7	1,50 m (454,95 m NN)

Aufschluss	Grundwasser angetroffen
KRB8	1,20 m (455,10 m NN)
KRB9	0,30 m (455,60 m NN)
KRB10	0,75 m (455,20 m NN)
KRB11	0,60 m (455,05 m NN)

Das angetroffene Grundwasser ist als **ständig drückendes Grundwasser** anzusprechen. Hierbei handelt es sich offensichtlich um den zusammenhängenden, quartären Grundwasserleiter. Die Wasserstände sind von den kurz- und langfristigen Witterungsverhältnissen abhängig und unterliegen jahreszeitlich bedingten Schwankungen. Lokal können die Wasserstände auch zusätzlich durch Sickerwasser beeinflusst sein.

Langjährige Grundwasserbeobachtungen liegen uns derzeit nicht vor. Als Bemessungswasserstand ist der HQ_{100} der angrenzen Gewässer anzusetzen.

6. Kennwerte Boden und Grundwasser

6.1 Bodenmechanische Laborversuche

Insgesamt wurden neun Bodenproben der Güteklasse 3 nach DIN EN ISO 22 475 entnommen und im eigenen Baugrundlabor hinsichtlich bodenmechanischer Parameter untersucht. An diesen Proben wurden fünf kombinierte Sieb-Schlämmanalysen und vier Plastizitätsversuche durchgeführt. Zudem wurden die Wassergehalte und ein Glühverlust bestimmt. Die Ergebnisse sind in den Anlagen 3.1 bis 3.7 zusammenfassend dargestellt. Weiterhin wurde eine Bodenprobe auf die Schleifwirkung (Abrasivität) hin geprüft.

Die kombinierten **Sieb-Schlämmanalysen** ergaben zwei gemischtkörnige Sande sowie zwei gemischtkörnige Kiese mit Feinanteilen kleiner 0,06 mm von 16,2 % bis 23,0 %. Zudem wurde ein feinkörniger Ton mit Feinanteilgehalten von 43,3 % ermittelt.

Die durchgeführten **Plastizitätsversuche** ergaben Wassergehalte an der Fließgrenze von 24,6 % bis 32,5 % sowie Wassergehalte an der Ausrollgrenze von 11,7 % bis 20,7 %. Mit den natürlichen Wassergehalten errechnen sich die Plastizitätszahle von 10,5 % bis 17,2 %. Die Konsistenzbestimmung ergab dann Werte von 0,51 bis 1,19. Demnach handelt es sich bei den untersuchten Proben um drei leicht plastische Tone sowie einen mittelplastischen Ton von weicher bzw. halbfester Konsistenz.

Die ermittelten **Wassergehalte** liegen zwischen 8,6 % und 28,9 %.

Die Bestimmung des **Glühverlusts** ergab einen Wert von 3,8 %. Damit ist der Boden als schwach organisch einzustufen.

Gemäß der DIN 18 196 gehören die untersuchten Böden zu den **Bodengruppen** TL, TM, SU* und GU*. Diese sind als sehr forstempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3) einzustufen.

Nach den empirischen Formeln von BEYER besitzen die untersuchten Böden je nach Feingehaltsanteile **Durchlässigkeitskoeffizienten** in einer Größenordnung $k_f \leq 10^{-6}$ m/s. Nach der DIN 18130-1 sind diese damit als schwach durchlässig zu bezeichnen.

Die Bestimmung der **Abrasivität** erfolgte durch die Dr. Spang Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH, Witten. Für den Kiese (B3 2,4-3,2 m, Labor-Nr. 55) ergab sich ein Koeffizient für den Abrieb von A_{BR} = 700 g/t und für die Brechbarkeit von B_R = 45 %. Somit sind die untersuchten Kiese als **stark abrasiv** mit einer mittelschwachen Brechbarkeit einzustufen.

Aufgrund der hohen Klüftigkeit sowie der zum Teil sehr geringen Festigkeit des Gesteins war eine Prüfung der Druckfestigkeit nach DIN EN 12504 nicht möglich. Die im Profil angebenden Gesteinsfestigkeiten wurden daher mittels Feldversuchen (DIN EN ISO 14689-1:2013 Tabelle 5) abgeschätzt.

6.2 Charakteristische Bodenkenngrößen

Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse können erfahrungsgemäß vereinfachend die folgenden charakteristischen Bodenkenngrößen angesetzt werden:

Anschüttungshorizont

Torfe

Feuchtwichte	γ = 14,0 kN/m³
Auftriebswichte	γ' = 4,0 kN/m³
Gesamtscherfestigkeit	φ = 20,0°
Steifemodul	E_s = 1 bis 2 MN/m²

Tone und Schluffe, weich

Feuchtwichte	γ = 18,0 kN/m³
Auftriebswichte	γ' = 8,0 kN/m³
Gesamtscherfestigkeit	φ = 25,0°
Steifemodul	E_s = 3 bis 5 MN/m²

Tone und Schluffe, steif

Feuchtwichte	γ = 19,0 kN/m³
Auftriebswichte	γ' = 9 kN/m³
Gesamtscherfestigkeit	φ = 27,5°
Steifemodul	E_s = 5 bis 7 MN/m²

Auffüllungen, gemischtkörnig (Sande und Kiese), locker gelagert

Feuchtwichte	γ = 19,0 kN/m³
Auftriebswichte	γ' = 10,0 kN/m³
Gesamtscherfestigkeit	φ = 30,0°
Steifemodul	E_s = 10 bis 20 MN/m²

Sande-Kies-Horizont

Sande

Feuchtwichte	γ = 19,0 kN/m³
Auftriebswichte	γ' = 10,0 kN/m³
Reibungswinkel	φ = 32,5°
Steifemodul	E_s = 20 bis 30 MN/m²

Kiese

Feuchtwichte	γ = 20,0 kN/m³
Auftriebswichte	γ' = 11,0 kN/m³
Reibungswinkel	φ = 35,0°
Steifemodul	E_s = 30 bis 50 MN/m²

Keuperhorizont

Sande und Tone, halbfest

Feuchtwichte	γ = 20,0 kN/m³
Auftriebswichte	γ' = 10,0 kN/m³
Reibungswinkel bzw. Gesamtscherfestigkeit	φ = 32,5°
Steifemodul	E_s = 20 bis 40 MN/m²

Sandstein, sehr mürb und Tone, fest

Feuchtwichte	γ = 21,0 kN/m³
Auftriebswichte	γ' = 12,0 kN/m³
Reibungswinkel	φ = 35,0°
Steifemodul	E_s = 50 bis 60 MN/m²

Diese Größen sind für erdstatische Berechnungen zu verwenden.

6.3 Chemische Bodenanalysen nach LAGA und DepV

Zur Abschätzung der Wiederverwertbarkeit bzw. der möglichen Entsorgungswege der beim Aushub anfallenden Erdstoffe wurden im Zuge der Baugrunduntersuchungen aus den Auffüllungen und den gewachsene Böden zusätzliche Bodenproben gewonnen. Die entnommenen Einzelproben wurden im hauseigenen Labor zu drei Mischproben (MP) vereinigt. Diese wurde dem AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg, zur Analyse auf die Parameter der LAGA-Richtlinie und der Deponieverordnung (DepV) überstellt. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in den Anlagen 4.1 bis 4.5 dargestellt.

In der folgenden Tabelle sind die Entnahmepunkte und –tiefen sowie die Einstufung gemäß der LAGA-Richtlinie sowie der Deponieverordnung entsprechend den vorliegenden, stichprobenartigen Ergebnissen zusammengefasst.

Probenbezeichnung	Aufschluss und Entnahmetiefe	Einstufung gemäß LAGA	Einstufung gemäß DepV
MP1 (Auffüllungen Hotel)	B1 0,5 m B1 1,6 m KRB1 0,6-0,9 m KRB2 0,6-0,9 m KRB2 1,7-1,9 m KRB3 0,7-0,9 m KRB4 0,7-0,9 m KRB4 1,4-1,7 m	**Z1.2** (PAK, B(a)P))	**DK 0**
MP2 (Auffüllungen Häuser)	B3 0,5 m KRB5 0,4-0,7 m KRB6 0,8-1,0 m KRB6 1,5-1,9 m KRB7 0,5-0,7 m KRB8 0,3-0,9 m KRB9 0,5-0,9 m KRB10 0,5-0,9 m	**>Z2** (PAK)	**DK I** (PAK, B(a)P)
MP3 (gewachsenen Böden)	KRB2 3,4-3,7 m KRB6 3,5-4,0 m KRB7 1,5-1,7 m KRB8 1,5-1,9 m	**Z0**	**DK 0**

In der Mischprobe **MP1** (Auffüllungen Hotel) werden die Z1.1-Zuordnungswert der LAGA-Richtlinie für die Summenkonzentration von PAK sowie den Einzelparameter Benzo(a)pyren überschritten. Alle übrigen Parameter sind unauffällig. Entsprechend der durchgeführten Analysen wären diese Auffüllungen als **Z1.2-Material** gemäß der LAGA-Richtlinie einzustufen. Ein Wiedereinbau an anderer Stelle eines Z1.2-Materials kann dann nur außerhalb von Wasserschutzgebieten in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Verhältnissen erfolgen. Hydrogeologisch günstige Verhältnisse bestehen, wenn der Grundwasserleiter nach oben durch mindestens zwei Meter mächtige, flächig ausgebildete, wenig durchlässige Deckschichten aus Tonen, Schluffen oder Lehmen abgedeckt ist.

Die untersuchte Mischprobe **MP2 (Auffüllungen Häuser)** ist auf Grund der PAK-Konzentration als **>Z2-Material** gemäß der LAGA-Richtlinie einzustufen. Zudem wurden erhöhte Nickel-, Zink- und Benzo(a)pyrengehalte festgestellt. Eine Wiederverwertung entsprechend der LAGA-Richtlinie ist auf Grundlage dieses Ergebnisses vorbehaltlich einer repräsentativen Beprobung voraussichtlich nicht mehr möglich.

Die **gewachsenen Böden** in der Mischprobe **MP3** weisen keine Überschreitungen der jeweiligen Z0-Zuordnungswerte auf und können voraussichtlich als **Z0-Material** eingestuft und dementsprechend uneingeschränkt offen wiederverwertet werden.

Hinsichtlich den Richtlinien der **Deponieverordnung (DepV)** wären die Mischproben MP1 und MP3 vorbehaltlich einer repräsentativen Beprobung im Haufwerk gemäß LAGA PN98 als **DK 0-Material** einzustufen. Die **Auffüllungen der MP2** wären wegen der PAK- sowie Benzo(a)pyrenkonzentrationen auf einer Deponie der **Klasse DK I** zu entsorgen.

Da es sich bislang nur um **stichprobenartige Ergebnisse** handelt, kann eine endgültige Beurteilung hinsichtlich der Wiederverwertung jedoch erst nach dem Aushub und einer repräsentativen Beprobung entsprechend der anfallenden Kubatur erfolgen. Die Untersuchungen dienen lediglich als Planungs- und Ausschreibungsgrundlage. Für eine fachgerechte Entsorgung gemäß den gültigen Regelwerken ist dieser Analysenumfang nicht ausreichend.

Es wird darauf hingewiesen, dass ab dem 01.08.2023 die Mantelverordnung in Kraft tritt, welche die Regelungen der Bundesbodenschutzverordnung, der Deponieverordnung und der neuen Ersatzbaustoffverordnung (EBV) zusammenfasst. Die LAGA-Mitteilung 20, welche den Wiedereinbau von Bodenmaterial in technischen Bauwerken regelt, wird ab dem 01.08.2023 durch die Ersatzbaustoffverordnung ersetzt. Aus dem bisherigen Analysenumfang gemäß der LAGA-M20 und den daraus resultierenden Einstufungen (Z-Werte) lassen sich ab dem 01.082023 keine Aussagen bezüglich der Zuordnung nach den Materialwerten der EBV treffen. Soll für künftige Projekte nach dem 01.08.2023 Bodenmaterial im Sinne der EBV verwertet werden, müssen die Parameterumfänge entsprechend der EBV analysiert werden.

Die Bundesbodenschutzverordnung und die Deponieverordnung werden im Zuge der Mantelverordnung angepasst. Zudem lässt eine Länderöffnungsklausel auch länderspezifische Regelung zu. Inwieweit der im Moment in Bayern gültige Leitfaden zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen (Eckpunktepapier) weiterhin Bestand hat, ist noch nicht abschließend geklärt.

6.4 Grundwasser-Betonaggressivität

Im Zuge der Bohrarbeiten wurden zwei Grundwasserproben entnommen und gemäß DIN 4030 auf Betonaggressivität untersucht. Der Befund lautet:

Aufschluss	pH-Wert	kalklösende Kohlensäure nach Heyer CO_2	Ammonium NH_4^+	Sulfat SO_4^{2-}	Magnesium Mg^{2+}
KRB1	7,47	0 mg/l	0 mg/l	< 200 mg/l	200 mg/l
KRB11	7,82	0 mg/l	0 mg/l	< 200 mg/l	200 mg/l

Entsprechend den vorliegenden Untersuchungsergebnissen sind die untersuchten Grundwasserproben gemäß der DIN 1045-2 bzw. der DIN EN 206-1 als „**chemisch nicht angreifend**“ einzustufen.

7. Einteilung der Homogenbereiche

7.1 Festlegung der Homogenbereiche

Die Einteilung der Homogenbereiche erfolgt vorläufig auf Grundlage des vorliegenden Planungsstands. Sollten sich im Verlauf der weiteren Planungsphase bzw. der Bauausführung Änderungen ergeben, ist die Einteilung der Homogenbereiche erneut zu prüfen und gegebenenfalls anzupassen. Im Falle von maßgeblichen Änderungen der Bauausführung können weitere Untersuchungen bzw. die Fortschreibung der Homogenbereiche notwendig werden.

Bei der Bezeichnung der Homogenbereiche sind die Buchstaben B (überwiegend Boden), X (überwiegend Fels) und O (überwiegend Mutterboden) zu verwenden. Zudem werden die Homogenbereiche nummeriert.

Es ist der Neubau eines Hotels sowie dreier Wohn- und Geschäftshäuser im Rahmen des Bauvorhabens „Seepromenade Kemnath" geplant. Im Baufeld stehen zunächst künstliche Auffüllungen sowie aufgeweichte, bindige Deckschichten an, welche von den natürlich gewachsenen, quartären Sanden und Kiesen unterlagert werden. Darunter folgen die Ablagerungen des Keupers in Form von Sandsteinen in Wechsellagerung mit Tonen. Lokal ist zudem noch Oberboden anzutreffen.

Aus den durchgeführten Bohrungen ergibt sich unter Einbeziehung der umweltrelevanten Inhaltsstoffe der vorhandenen Böden die folgende Einteilung der Homogenbereiche:

Homogenbereich	Bodenschicht	Benennung
O1	Oberboden	Mutterboden
B1	Auffüllungen	Tone, Schluffe, Sande und Kiese
B2	quartäre Talfüllungen und Verwitterungsböden	Tone, Sande und Kiese
X1	Gesteine des Keupers	entfestigte bis mäßig mürbe Sand- und Tonsteine

X2	Gesteine des Keupers	mäßig harte bis harte Sand- und Tonsteine

Um die Böden besser beschreiben zu können, werden zudem noch die Bodenklassen entsprechend der alten DIN 18 300:2012-09 mit angegeben. Zur Einstufung der Homogenbereiche während der Aushubarbeiten stehen wir gerne zur Verfügung.

7.2 Homogenbereich O1

Der Mutterboden wird in den Homogenbereich O1 eingeteilt und wurde in Teilbereichen mit einer Dicke von ca. 10 cm bis 40 cm angetroffen. Gemäß der ehemaligen DIN 18300:2012-09 entsprach der Mutterboden der Bodenklasse 1.

7.3 Homogenbereich B1

Die künstlichen Auffüllungen sind aufgrund ihrer umweltrelevanten Inhaltsstoffe gesondert auszuheben. Sie werden in dem Homogenbereich B1 zusammengefasst. Es handelt sich hierbei überwiegend um Kiese und Sande sowie zum Teil um Schluffe und Tone mit anthropogenen Fremdbestandteilen (vorwiegend Bauschutt). Die Mächtigkeit der Auffüllungen variiert zwischen etwa 0,70 m bis 1,60 m. Die Böden des Homogenbereichs B1 können mit üblichen Hydraulikbaggern gut gelöst werden.

Die Eigenschaften und Kennwerte des Homogenbereichs B1 wurden im Rahmen der Felduntersuchungen sowie anhand von bodenmechanischen Versuchen im hauseigenen Labor ermittelt und werden in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Eigenschaften und Kennwerte für Boden (Auszug) nach VOB/C	
Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen
Bodengruppen	SU, SU*, GU, GU*, (selten: UL, TL) (Erfahrungswerte)
Massenanteile Steine [%]	keine in Proben vorhanden
Lagerungsdichte	locker bis mitteldicht

Konsistenz	Schluff bzw. Ton: weich, steif (Feldversuch)
Organischer Anteil [%]	nicht organisch bis organisch
vorläufige Einstufung gemäß LAGA und DepV (s. Kap. 6.3)	Z1.2 bis >Z2 und DK 0 bis DK I

Entsprechend der ehemaligen DIN 18300:2012-09 wären diese Böden in die Boden klassen 3 bis 5 (leicht bis schwer lösbare Böden) eingestuft worden.

7.4 Homogenbereich B2

Die in den Bohrungen unterhalb der Auffüllungen angetroffenen, natürlich gewachsenen quartären Talböden sowie auch die Verwitterungsböden des Keupers werden in dem Homogenbereich B2 zusammengefasst. Die Böden des Homogenbereichs B2 können mit üblichen Hydraulikbaggern gut gelöst werden.

Die Eigenschaften und Kennwerte des Homogenbereichs B2 wurden im Rahmen der Felduntersuchungen sowie anhand von bodenmechanischen Versuchen im hauseigenen Labor ermittelt und werden in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Eigenschaften und Kennwerte für Boden (Auszug) nach VOB/C	
Ortsübliche Bezeichnung	quartäre Talfüllungen und Verwitterungsböden
Bodengruppen	TM, TM, SU*, SU, GU*, GU (Versuchs- und Erfahrungswerte)
Korngrößenverteilung	s. Körnungslinien Anlagen 3.1 und 3.2
Massenanteile Steine [%]	keine in Proben vorhanden
Lagerungsdichte	locker, mitteldicht, dicht
Konsistenz	weich, steif, halbfest bis fest (Feldversuch und Laborversuch s. Anlage 3.3 bis 3.6)

Organischer Anteil [%]	überwiegend keine sensorischen Hinweise, Decktone zum Teil leicht oragnsich (s. Anlage 3.7)
vorläufige Einstufung gemäß LAGA und DepV (s. Kap. 6.3)	Z0, DK0

Entsprechend der ehemaligen DIN 18300:2012-09 wären diese Böden in die Bodenklassen 3 bis 5 (leicht bis schwer lösbare Böden) eingestuft worden.

7.5 Homogenbereich X1

Die sehr mürben bis mäßig mürben Sandsteine werden in den Homogenbereich X1 eingeteilt. Diese treten in Verzahnung mit Tonsteinen sowie feste Tonen auf. Die Gesteine des Homogenbereichs X1 werden voraussichtlich lediglich mit den möglichen Bohrarbeiten eines Verbaus erreicht.

Für den Homogenbereich X1 können erfahrungsgemäß die folgenden Eigenschaften und Kennwerte angegeben werde:

Eigenschaften und Kennwerte für Fels (Auszug) nach VOB/C	
Ortsübliche Bezeichnung	Sand- und Tonsteine sowie feste Tone
Benennung	massiges bis geschichtetes klastisches Sedimentgestein
Rohdichte [g/cm³]	1,8 bis 2,6 (Erfahrungswerte)
Verwitterung und Veränderung	verfärbt bis zersetzt (nach Tabelle 2 DIN EN ISO 14689-1)
Veränderlichkeit des Gesteins	veränderlich (nach Tabelle 3 DIN EN ISO 14689-1)
Einaxiale Druckfestigkeit [MN/m²]	bis 50 (abgeschätzt nach Feldversuch)
Trennflächenrichtung	Etwa horizontale Lagerung
Trennflächenabstand	ca. 5 cm bis 30 cm

Abrasivität	kaum abrasiv bis stark abrasiv (Erfahrungswerte)
Gesteinskörperform	massig bis plattig (nach Tabelle 10 DIN EN ISO 14689-1)

Gemäß der ehemaligen DIN 18 301:2012-09 wären ein etwa die Klasse FV 1 und FV 2 sowie die Zusatzklassen FD 1 und FD 2 anzugeben.

7.6 Homogenbereich X2

Der Homogenbereich X2 wurde in den Bohrungen nicht aufgeschlossen. Grundsätzlich ist jedoch lokal das Auftreten von härteren, massigen Festgesteinen im Baubereich möglich. Wir empfehlen daher, eine Position für den Homogenbereich X2 ins Leistungsverzeichnis mit aufzunehmen.

Aufgrund der geologischen Gegebenheiten kann daher nur eine Abschätzung von den eventuell auftretenden Gesteinen erfolgen. Nachdem es sich auch hier um die Festgesteine des Mittleren Keupers handelt, entspricht die allgemeine Beschreibung der Tabelle für den Homogenbereich X1. Die Gesteine des Homogenbereichs X2 weisen jedoch ein höhere Druckfestigkeit sowie größere Trennflächenabstände auf, sodass das ein erhöhte Aufwand zum Lösen der Gesteine notwendig wird. Sandsteine oder Tonsteine ab einer Druckfestigkeit von größer 20 MN/m², deren durch Trennflächen begrenzte Gesteinskörper einen Rauminhalt von mehr als 0,1 m³ bzw. ein Trennflächenabstand über 20 cm aufweisen, werden in den Homogenbereich X2 eingeteilt.

Gemäß der alten DIN 301:2012-09 wären in etwa die Klasse FV 3 bis FV 5 sowie die Zusatzklassen FD 2 und FD 3 maßgebend.

8. Gründung

8.1 Gründungsart und Gründungstiefe

Aus Gründen der Frostsicherheit ist eine Mindestgründungstiefe von 1,20 m unter der Geländeoberfläche einzuhalten. Vorzugsweise sollen die Gründungen der Gebäude mittels elastisch gebetteten Fundamentplatten erfolgen. Dadurch erfolgen eine relativ gleichmäßige Lastabtragung und eine günstigere Lastverteilung auf den Untergrund.

Das **Hotel** ist inklusive der Tiefgarage mit insgesamt fünf Geschossen geplant. Die Fußbodenoberkante der Tiefgarage liegt bei einer Kote von -3,55 m (454,95 m NN). Mit den Unterkanten einer Fundamentplatte würden somit voraussichtlich bereichsweise noch die Böden des Anschüttungshorizonts (KRB1, KRB4, DPH1 und DPH2) in Form von heterogenen Auffüllungen oder den aufgeweichten, organischen Auetone angetroffen werden. In den übrigen Bereichen werden voraussichtlich bereits die gut tagfähigen Böden des Sand-Kies-Horizonts erreicht. Die Böden des Anschüttungshorizonts sind zur Aufnahme der Lasten des Hotels als nicht geeignet anzusehen. Sie sind daher unter dem Hotelgebäude vollständige bis auf die Böden des Sand-Kies-Horizonts auszubauen und durch ein verdichtungswilliges und gut abgestuftes Bodenaustauschmaterial, z.B. Schotter oder auch Beton-RC der Körnung 0/56 mm, zu ersetzen. Das Bodenaustauschmaterial ist lagenweise einzubauen und fachgerecht zu verdichten. Mit den Aushubsohlen wird zum Teil bereits das Grundwasser erreicht, sodass hier besondere Maßnahmen zur Wasserhaltung erforderlich werden (s. Kap. 9.2).

Das **Wohn- und Geschäftshaus 1** sowie das **Boardinghouse** gründen rund eineinhalb bis zwei Meter über dem derzeitigen Geländeniveau. Daher werden hier Geländeanschüttungen erforderlich. Wir empfehlen hierfür ein gut abgestuftes, verdichtungswilliges Schottermaterial, z. B. der Körnung 0/56 mm, zu verwenden. Im Bereich der frostsicheren Mindestgründungstiefe sollte ein geprüftes, gut tragfähiges Frostschutzschottermaterial, z.B. der Körnung 0/45 mm oder 0/56 mm, verwendet werden, sodass keine zusätzlichen Frostschürzen erforderlich werden. Das Frostschutzschotterpolster muss zumindest um 50 cm über die Ränder der Fundamentplatte herausstehen Das Material ist bei optimalem Wassergehalt lagenweise einzubauen und fachgerecht zu verdichten. Zwischen dem zum Teil bindigen Untergrund und dem Schotterpolster ist ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 3 als Trennlage zu verlegen.

Mit dem Untergeschoss des **Wohn- und Geschäftshaus 2** werden im Norden noch die Böden des Anschüttungshorizonts erreicht. Im Süden stehen bereits die gut tragfähigen Keuperablagerungen an. Die Böden des Anschüttungshorizonts sind hier anlog zum Hotel bis zum Erreichen des Sand-Kies- bzw. Keuperhorizonts auszubauen und durch ein Bodenaustauschmaterial, z.B. Schotter der Körnung 0/56 mm, zu ersetzen. Dabei wird ebenfalls der Grundwasserspiegel voraussichtlich bereits erreicht (s. Kap. 9.2).

Eventuelle Sondervorschläge bitten wir uns zur Prüfung bodenmechanischer und gründungstechnischer Belange vorzulegen.

8.2 Flachgründung: Bodenpressungen, Setzungen und Bettungsmodul

Zur Ermittlung der zulässigen vertikalen Bodenpressungen bzw. der Sohlwiderstände wurden Grundbruchberechnungen mit den charakteristischen Bodenkenngrößen (Kap. 6.2) durchgeführt. Dabei errechnet sich die Grundbruchsicherheit in Abhängigkeit von der Mindestbreite (b) und der Mindesteinbindetiefe (t = Fundamentsohle bis Geländeoberfläche) der Fundamente.

Im Folgenden werden die aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005 sowie die Bemessungswerte der Sohlwiderstände nach DIN 1054:2010-12 (Eurocode 7) angegeben.

Zur Berechnung der aufnehmbaren Sohldrücke nach dem **Globalsicherheitssystem** können die aufnehmbaren Sohldrücke gemäß DIN 1054:2005 voraussichtlich nach dem Verfahren für einfache Fälle, Kapitel 7.7 ermittelt werden. Dabei kann der charakteristische Sohldruck σ_{vorh} dem aufnehmbaren Sohldruck σ_{zul} gegenübergestellt werden. Dazu werden für den Lastfall LF 1 nach DIN 1054:2005 (ständige und vorübergehende Bemessungssituationen) die ermittelten charakteristischen Grundbruchwiderstände durch den **Sicherheitsbeiwert von 2,0** dividiert.

Bei der Berechnung mit dem **Teilsicherheitsverfahren** nach DIN 1054:2010-12 (EC7), Kapitel 6.10, kann voraussichtlich der vereinfachte Nachweis in Regelfällen angewendet werden. Hierfür wird der Bemessungswert der Sohldruckbeanspruchung $\sigma_{E,d}$ dem

Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ gegenübergestellt. Für die Bemessungssituation BS-P (ständige Bemessungssituation) und im Grenzzustand GEO-2 (sehr große Verformungen oder Bruch im Baugrund), werden hierfür die charakteristischen Grundbruchwiderstände durch den **Sicherheitsbeiwert $\gamma_{R,v}$ = 1,4** dividiert.

Für eine Flachgründung der in den **Böden des Sand-Kies-Horizonts bzw. dem Bodenaustausch** können unter Berücksichtigung der Grundwasserverhältnisse die folgenden aufnehmbaren Sohldrücke σ_{zul} [kN/m²] bzw. die Bemessungswerte der Sohlwiderstände $\sigma_{R,d}$ [kN/m²] angesetzt werden:

Streifenfundamente (Globaler Sicherheitsbeiwert η = 2,0, nach DIN 1054:2005)		**Breite b** [m]		
		0,5	**1,0**	**1,5**
Einbindetiefe t [m]	**0,5**	130	180	230
	1,5	300	350	380
		σ_{zul} [kN/m²]		

Streifenfundamente (Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{R,v}$ = 1,4, nach Eurocode 7)		**Breite b** [m]		
		0,5	**1,0**	**1,5**
Einbindetiefe t [m]	**0,5**	185	255	330
	1,5	430	500	540
		$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]		

Zwischenwerte können linear interpoliert werden. Eine Extrapolation ist nicht zulässig.

Die Werte für Streifenfundamente gelten auch für **lastabtragende Streifen** bei Plattengründungen unter den in Kap. 8.1 beschriebenen Randbedingungen.

Eine ausreichende Sicherheit gegen Grundbruch gilt als nachgewiesen, wenn der charakteristische Sohldruck σ_{vorh} bzw. der Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ kleiner gleich dem aufnehmbaren Sohldruck σ_{zul} bzw. dem Bemessungswert der Sohlbeanspruchung $\sigma_{E,d}$ ist.

Bei außermittigen Beanspruchungen gelten diese Werte für die gemäß DIN 1054 reduzierten Sohlflächen. Bei zusätzlichen Horizontalkräften H sind die Werte für den aufnehmbaren Sohldruck bzw. den Bemessungswert des Sohlwiderstands entsprechend den Vorgaben der DIN 1054 zu reduzieren.

Eine klaffende Fuge ist unter den ständigen Lasten nicht und unter den Gesamtlasten nur bis Sohlflächenschwerpunkt zulässig.

Setzungsabschätzungen ergeben bei Einhaltung der angegebenen Bodenpressungen Setzungen in einer Größenordnung von rund zwei bis drei Zentimetern. Erfahrungsgemäß beträgt die mittlere Geschossflächenlast eines Wohn- und Geschäftshauses bzw. Hotelgebäudes rund 20 kN/m². Für das insgesamt 5-geschossigen Hotel ergeben sich demnach mittlere vertikale Bodenpressungen der Fundamentplatte von etwa 100 kN/m². Dabei ergeben sich für eine Gründung auf dem Bodenaustausch bzw. dem Sand-Kies-Horizont rechnerische Setzungen in einer Größenordnung von etwa zwei bis drei Zentimetern. Für das kleiner, 4-geschossige Wohn- und Geschäftshaus 2 sind entsprechend geringere Setzungsbeträge zu erwarten. Erfahrungsgemäß werden dabei rund zwei Drittel der Setzungen aus dem Lastfall Eigengewicht bereits während der Bauzeit abklingen.

Aus den Lasten der Geländeanschüttungen für das Wohn- und Geschäftshaus 1 sowie das Boardinghouse sind ebenfalls Setzungen in einer Größenordnung von rund ein bis zwei Zentimetern zu erwarten, wobei die Konsolidierung nahezu vollständig noch während der Bauphase erfolgt. Für die dreigeschossigen Gebäude ergeben sich unter Berücksichtigung einer mittleren vertikalen Bodenpressung der Fundamentplatte von etwa 60 kN/m² rechnerische Setzungen in einer Größenordnung von etwa zwei bis drei Zentimetern. Auch hier ist ein Abklingen von rund zwei Drittel der Setzungen aus dem Lastfall Eigengewicht bereits während der Bauzeit zu erwarten.

Für die Bemessung der **elastisch gebetteten Fundamentplatten** kann ein vertikaler Bettungsmodul von **k_s = 10,0 MN/m³** angesetzt werden.

Genauere Berechnungen können auf Wunsch nach Vorlage eines Fundamentplans mit Lastangaben durchgeführt werden.

8.3 Erddruck, Wasserdruck und Arbeitsräume

Für die Bemessung relativ starrer bzw. gut ausgesteifter Bauwerkswände ist der Erdruhedruck anzusetzen. Der Erdruhedruckbeiwert kann zu $K_o = 1 - \sin \varphi$ gewählt werden.

Wird statischerseits eine horizontale Durchbiegung in halber Wandhöhe entsprechend einer Größenordnung von rund 1/1000 der Höhe nachgewiesen, so ist der Ansatz des aktiven Erddrucks ausreichend. Ein Wandreibungswinkel kann bis zu ⅔ φ angesetzt werden, wenn keine reibungsmindernden, plastischen Anstriche oder Sperrschichten verwendet werden.

Für den höchsten Grundwasserstand (s. Kap. 5.2) sind die Bodenplatten für den entsprechenden Sohlwasserdruck und die Bauwerkswände mit dem hydrostatischen Wasserdruck (Erddruck mit Auftriebswichte) zu bemessen. Zudem ist die Auftriebssicherheit für Bauzustände und den Endzustand nachzuweisen.

Zur Hinterfüllung können beim Aushub anfallende gemischtkörnige Sande oder Kiese wieder verwendet werden. Aufgeweichte, bindige Böden sind für eine fachgerechte Verdichtung nicht geeignet. Alle Erdstoffe sind während der Zwischenlagerung vor Feuchtigkeitszutritt zu schützen. Der Einbau hat lagenweise bei optimalem Wassergehalt zu erfolgen. Sollte die Hinterfüllung überbaut werden, sind gegebenenfalls besondere Anforderungen an das Hinterfüllmaterial sowie die Verdichtung zu stellen.

9. Bautechnische Hinweise und Empfehlungen

9.1 Abdichtung und Dränagemaßnahmen

Bei den anstehenden Böden und Grundwasserverhältnissen wird für das **unterkellerte Hotel** und das **unterkellerte Wohn- und Geschäftshaus 2** eine Abdichtung der erdberührten Bauteile zumindest gegen mäßige Einwirkung von drückendem Wasser (**Wassereinwirkungsklasse W2.1-E**) gemäß DIN 18533-1:2017-07 erforderlich. Bei einer Einbindetiefe der Gebäude von mehr als drei Metern ins Gelände ist die **Wassereinwirkungsklasse W2.2-E** (hohe Einwirkung von drückendem Wasser) maßgebend.

Dazu wäre auch die Ausführung mit einer Betonkonstruktion in WU-Beton als „Weiße Wanne" möglich.

Für das **Wohn- und Geschäftshaus 1** sowie das **Boardinghouse** kann unter der Voraussetzung einer dauerhaft funktionierenden, rückstaufreien **Ringdränage** die **Wassereinwirkungsklasse W1.2-E** angesetzt werden, sodass eine Abdichtung der erdberührten Bauteile gegen Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser gemäß DIN 18533:2017-07 ausreichend wäre. Die Dränagemaßnahmen sind gemäß den Vorgaben der DIN 4095 auszuführen. Unterhalb der Bodenplatte ist als Flächenfilter eine wenigstens 15 cm dicke Schicht mit einem Kies, z.B. der Körnung 8/16 mm oder vergleichbar, herzustellen. Der Flächenfilter muss in die Ringdränage entwässern können.

9.2 Baumaßnahmen

Temporäre **Baugrubenböschungen** können oberhalb des (abgesenkten) Grundwasserspiegels in den Sanden, Kiesen sowie aufgeweichten bindigen Böden unter maximal 45° angelegt werden. Bei der Ausführung sind die Einschränkungen des Regelfalls nach DIN 4124:2002-10 zu beachten.

Mit den Aushubsohlen für das Hotel sowie das Wohn- und Geschäftshaus 2 wird bereits der quartäre Grundwasserleiter erreicht. Daher wird hier eine **bauzeitliche, trichterförmige Grundwasserabsenkung** erforderlich. Diese kann innerhalb der Baugrube mit Brunnen und Sickerleitungen durchgeführt werden. Die Grundwasserabsenkung ist dabei bis zum Erreichen der Auftriebssicherheit der Gebäude zu betreiben. Die Absenkung ist außerdem bis mindestens 0,50 m unterhalb der geplanten Aushubsohle herzustellen.

Aus Platzgründen ist straßenseitig voraussichtlich die Ausbildung einer fachgerechten Baugrubenböschung nicht überall möglich, sodass dort die Baugrubensicherung mittels eines **Verbaus** erfolgen müsste. Dazu kann bei einer Grundwasserabsenkung ein gebohrter Trägerbohlverbau, z.B. Berliner Verbau, ausgeführt werden. Die Notwendigkeit einer Rückverankerung ergibt sich gegebenenfalls aus der statischen Berechnung.

Eine andere Möglichkeit wäre der Einsatz eines wasserundurchlässigen **Spundwandverbau**. Die Spunddielen müssen dabei zumindest bis zum Erreichen der Sicherheit gegen einen hydraulischen Grundbruch in den Untergrund eingebracht werden. Die Notwendigkeit einer Rückverankerung bzw. einer gegenseitigen Aussteifung ergibt sich statischerseits. Im Bereich der Festgesteine ist ein Vorbohren der Spunddielen mit vorzusehen. Innerhalb des Spundwandverbau wird dann eine fachgerechte offene Wasserhaltung notwendig werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass für eine Ableitung von Grundwasser während der Bauphase eine Genehmigung einzuholen ist. Ebenso ist das Einbringen von Stoffen und auch Bauwerken und Bauteilen in das Grundwasser genehmigungspflichtig.

Bei den Baumaßnahmen ist auf die **Feuchtigkeitsempfindlichkeit** der bereichsweise anstehenden bindigen Böden hinzuweisen. Bei zusätzlicher Feuchtigkeit und mechanischer Beanspruchung neigen diese Böden zu einem Verlust ihrer Strukturfestigkeit, verursachen zusätzliche, kaum abschätzbare Seichtsetzungen und müssen dann ausgetauscht werden.

Freigelegte **Gründungssohlen** sind von aufgeweichten Erdstoffen zu säubern und gegebenenfalls nachzuverdichten.

Durch die Aushub und Verdichtungsarbeiten sowie die Einbringung der Verbauträger kann es zu leichten Erschütterungen an den angrenzenden Nachbarbebauungen kommen. Zudem erfolgt im Zuge des Baugrubenaushubs sowie möglicherweise durch eine Grundwasserabsenkung eine temporäre Entspannung des Untergrundes, wodurch ebenfalls geringe Nachsetzungen ausgelöst werden können. Die Notwendigkeit einer **Beweissicherung** der näher zur Baumaßnahme angeordneten Gebäude ist daher zu prüfen.

10. Bauüberwachung und Abnahme

Die Erd- und Gründungsarbeiten sind unter Beachtung dieses Berichts fachgerecht auszuführen.

Zusätzlich zum vorliegenden Bericht wird eine Abnahme der Gründungssohlen durch das Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder empfohlen. Den prüfstatischen Bericht bitten wir uns vorzulegen, zumindest, soweit er gründungstechnische Belange betrifft.

Ein Exemplar dieses Berichts ist durch den Bauherrn bzw. seinen Vertreter zur ständigen Einsichtnahme auf der Baustelle auszulegen.

Da die Baugrunduntersuchungen stichprobenartige, punktuelle Aufschlüsse darstellen, sind Abweichungen möglich. Bei geänderten Voraussetzungen oder abweichenden Untergrund- bzw. Grundwasserverhältnissen ist eine umgehende Rücksprache erforderlich.

11. Zusammenfassung

Das Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder, Bayreuth, wurde beauftragt, für das Bauvorhaben „Seepromenade Kemnath" anhand durchgeführter Baugrunduntersuchungen Baugrund und Gründung von bodenmechanischer und gründungstechnischer Seite zu beurteilen.

Zur Erkundung des Untergrundes wurden insgesamt drei Aufschlussbohrungen, elf Kleinrammbohrungen sowie zehn Sondierungen mit der schweren Rammsonde ausgeführt. Die Gründung der Gebäude kann aus bodenmechanischer Sicht mittels elastisch gebetteten Fundamentplatten erfolgen. Im Bereich des Hotels und des Wohn- und Geschäftshauses 2 werden hierzu zusätzlich Bodenaustauschmaßnahmen erforderlich. Für das Wohn- und Geschäftshaus 1 sowie das Boardinghouse sind die geplanten Geländeanschüttungen aus einem gut tragfähigen Schottermaterial herzustellen. Die unterkellerten Gebäude binden in den quartären Grundwasserleiter ein. Bei der Wasserhaltung und Baugrubensicherung sind daher besondere Maßnahmen zu beachten. Zu besonderen Punkten der Gründung und der Ausführung wurde im Einzelnen Stellung genommen.

Für weitere Fragen bodenmechanischer und gründungstechnischer Art stehen wir gerne zur Verfügung.

Die Bearbeiterin

Nadine Hoffmann, M.Sc.

BAYERISCHE INGENIEUREKAMMER-BAU KÖRPERSCHAFT DES ÖFFENTLICHEN RECHTS
Dipl.-Ing. (FH)
Robby Felder
BaylkaBau
Beratender Ingenieur
12823

Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder GmbH

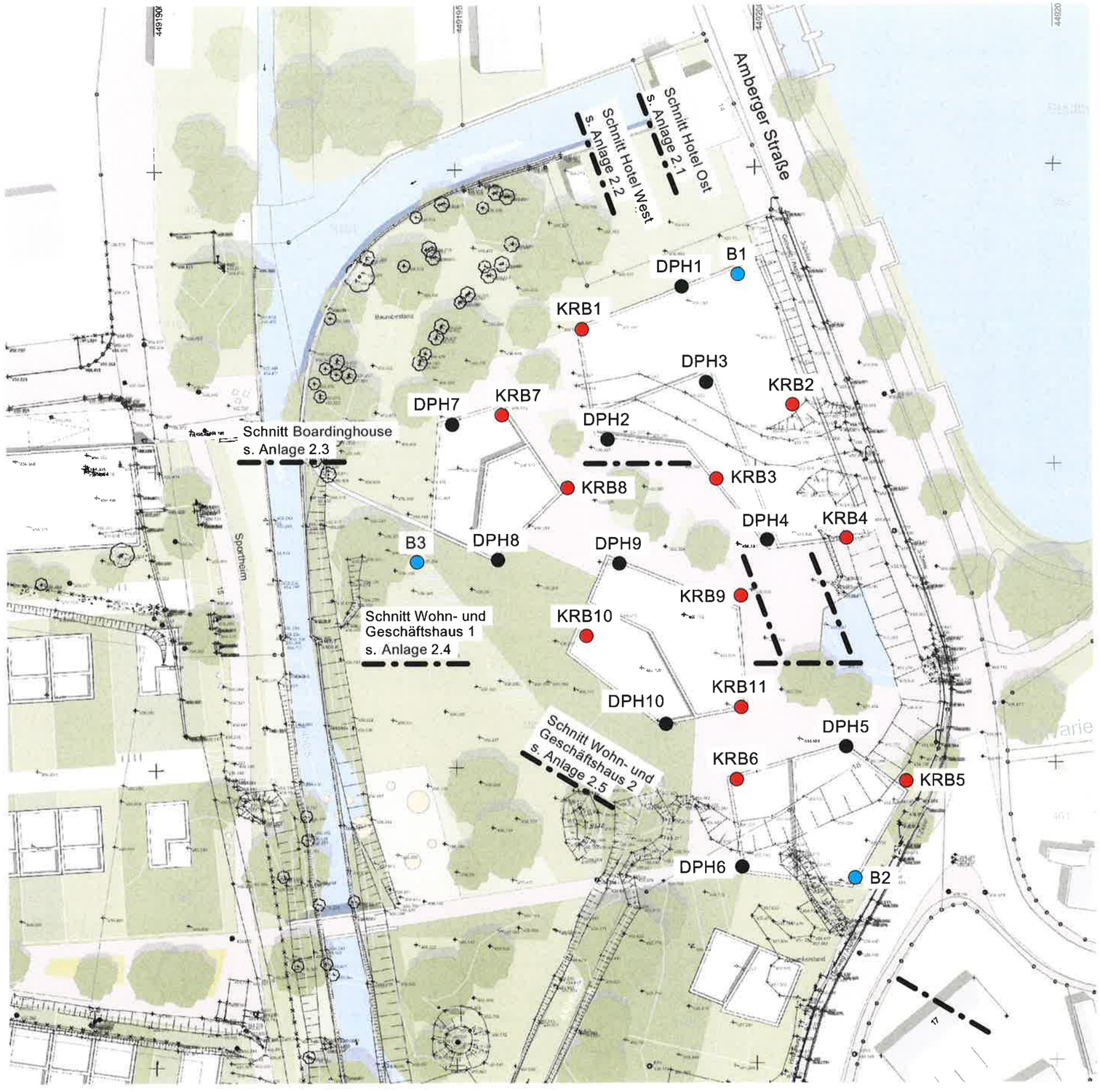
Dipl.-Ing. (FH) Felder

Auftrag: B-22500-bgr-01 Anlage 1

Projekt: Seepromenade

Ort: Kemnath

Lageplan



N

M 1 : 750

- B Aufschlussbohrung
- KRB Kleinrammbohrung
- DPH Schwere Rammsondierung

gez.: sch

Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder I Geotechnik I Altlasten I Bauwerksuntersuchung I BAYREUTH

Legende für Untergrundaufschlüsse nach DIN 4023

fest / steif

- Mu — Mu (Mutterboden)
- A — A (Auffüllung)
- T (Ton)
- t (tonig)
- U (Schluff)
- u (schluffig)
- S (Sand)
- s (sandig)
- G (Kies)
- g (kiesig)
- X (Steine)
- x (steinig)
- Sst (Sandstein)

Tiefe / Datum — GW angetroffen

Tiefe / Datum — GW Ruhe

(Fels) schwach verwittert
((Fels)) stark verwittert entfestigt
S(Fels) Sand (Felszersatz)

Labor-Nr. — Bohrprobe (gestört)

Homogenbereich

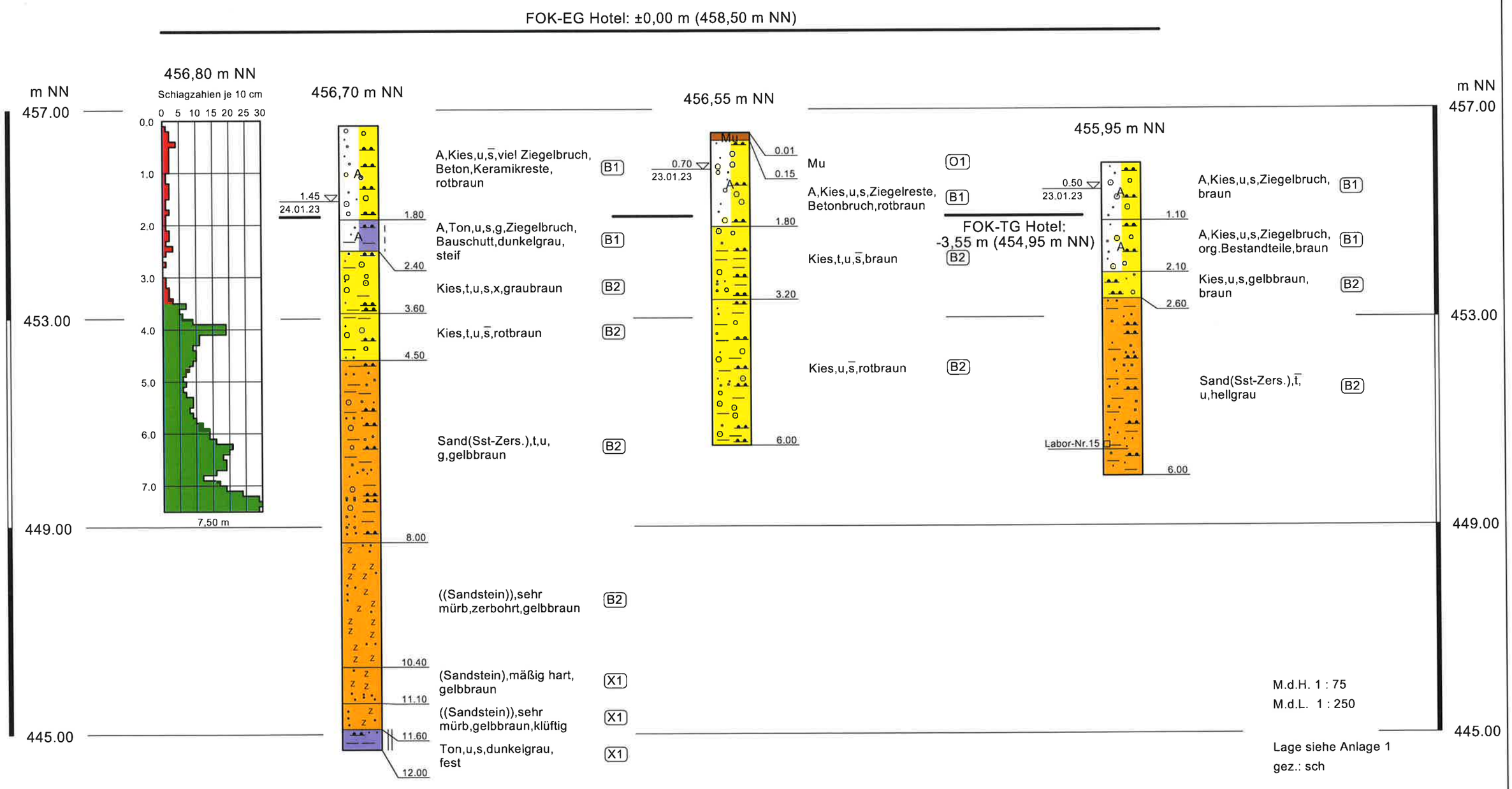
Auftrag: B-22500-bgr-01 Anlage 2.1

Projekt: Seepromenade

Ort: Kemnath

NORDWEST - SÜDOST

Schnitt Hotel Ost



Legende für Untergrundaufschlüsse nach DIN 4023

weich

Mu — Mu (Mutterboden)
A — A (Auffüllung)
T (Ton)
t (tonig)
U (Schluff)
u (schluffig)
S (Sand)
s (sandig)
G (Kies)
g (kiesig)

Tiefe / Datum — GW angetroffen
Tiefe / Datum — GW Ruhe

(Fels) schwach verwittert
((Fels)) stark verwittert entfestigt
S(Fels) Sand (Felszersatz)

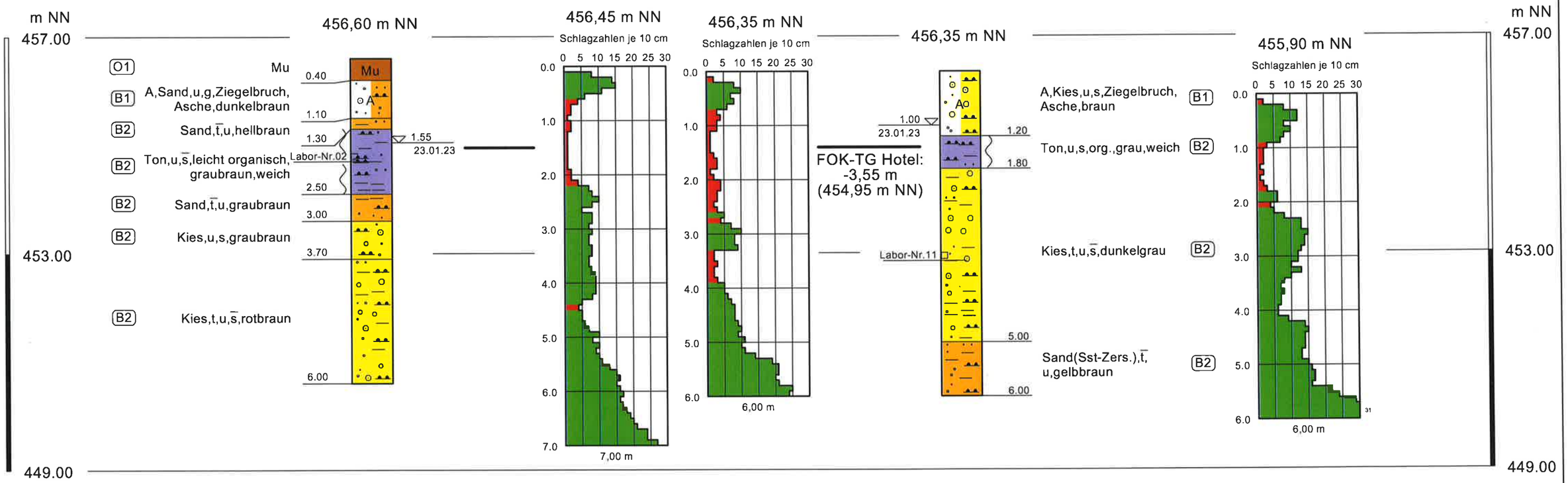
Labor-Nr. — Bohrprobe (gestört)

Homogenbereich

Auftrag: B-22500-bgr-01 Anlage 2.2
Projekt: Seepromenade
Ort: Kemnath

NORDWEST - SÜDOST

Schnitt Hotel West



M.d.H. 1 : 75
M.d.L. 1 : 200

Lage siehe Anlage 1
gez.: sch

Legende für Untergrundaufschlüsse nach DIN 4023

- halbfest - fest
- halbfest
- steif
- weich - steif
- weich

- Mu — Mu (Mutterboden)
- A — A (Auffüllung)
- T (Ton)
- t (tonig)
- U (Schluff)
- u (schluffig)
- S (Sand)
- s (sandig)
- G (Kies)
- g (kiesig)
- Sst (Sandstein)

Tiefe / Datum — GW angetroffen
Tiefe / Datum — GW Ruhe

(Fels) schwach verwittert
((Fels)) stark verwittert entfestigt
S(Fels) Sand (Felszersatz)
Labor-Nr. — Bohrprobe (gestört)
Homogenbereich

Auftrag: B-22500-bgr-01 Anlage 2.3
Projekt: Seepromenade
Ort: Kemnath

WEST - OST

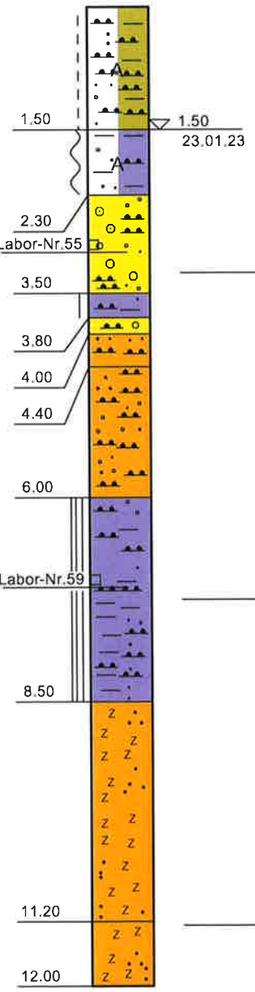
Schnitt Boardinghouse

B3 | DPH7 | DPH8 | KRB7 | KRB8

FOK-EG: ±0,00 m (458,50 m NN)

m NN
457.00
453.00
449.00
445.00

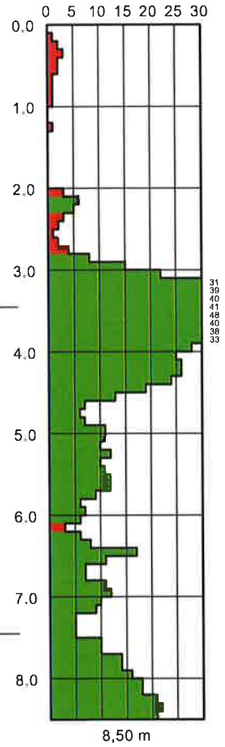
B3 — 456,25 m NN



- B1 — A,Schluff,t,s̄,ḡ, Ziegelbruch,graubraun, steif
- B1 — A,Ton,ū,s̄,organisch, Holz,Ziegelbruch, gelbbraun- grau, weich
- B2 — Kies,u,s,braun
- B2 — Ton,u,s,g,rotbraun, halbfest
- B2 — Kies,u,s,braun
- B2 — Sand,u,g,gelbbraun
- B2 — Sand(Sst-Zers.),u,g, gelbbrau
- B2 — Ton,u,s,blaugrau, halbfest-fest
- X1 — ((Sandstein)),sehr mürb,gelbbraun
- X1 — ((Sandstein)),hart, gelbbraun,klüftig

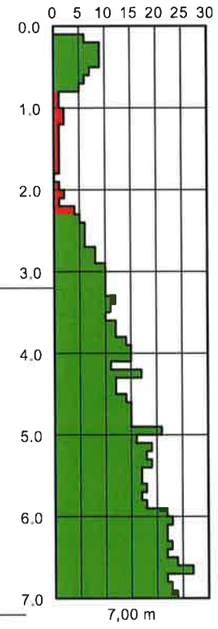
DPH7 — 456,45 m NN

Schlagzahlen je 10 cm

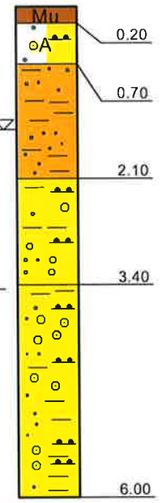


DPH8 — 456,20 m NN

Schlagzahlen je 10 cm

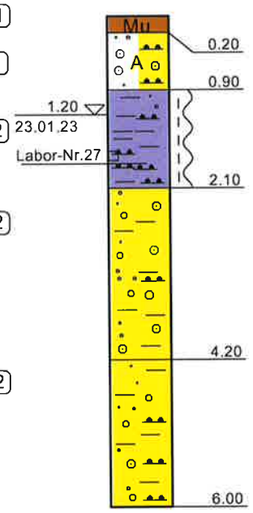


KRB7 — 456,45 m NN



- Mu — O1
- A,Kies,u,s,Ziegelbruch, rotbraun — B1
- Sand,t̄,rotbraun — B2
- Kies,t,u.s̄,rotbraun — B2
- Kies,t,u,s̄,hellbraun-rotbraun — B2

KRB8 — 456,30 m NN



- Mu — O1
- A,Kies,u,s̄,grau — B1
- Ton,u,s̄,leicht org., hellbraun,weich-steif — B2
- Kies,t,u,s̄,hellbraun-rotbraun — B2
- Kies,t̄,u,s̄,rotbraun — B2

M.d.H. 1 : 75
M.d.L. 1 : 125

Lage siehe Anlage 1
gez.: sch

Legende für Untergrundaufschlüsse nach DIN 4023

weich

Mu — Mu (Mutterboden)
A — A (Auffüllung)
T (Ton)
t (tonig)
U (Schluff)
u (schluffig)
S (Sand)
s (sandig)
G (Kies)
g (kiesig)
H (Torf)

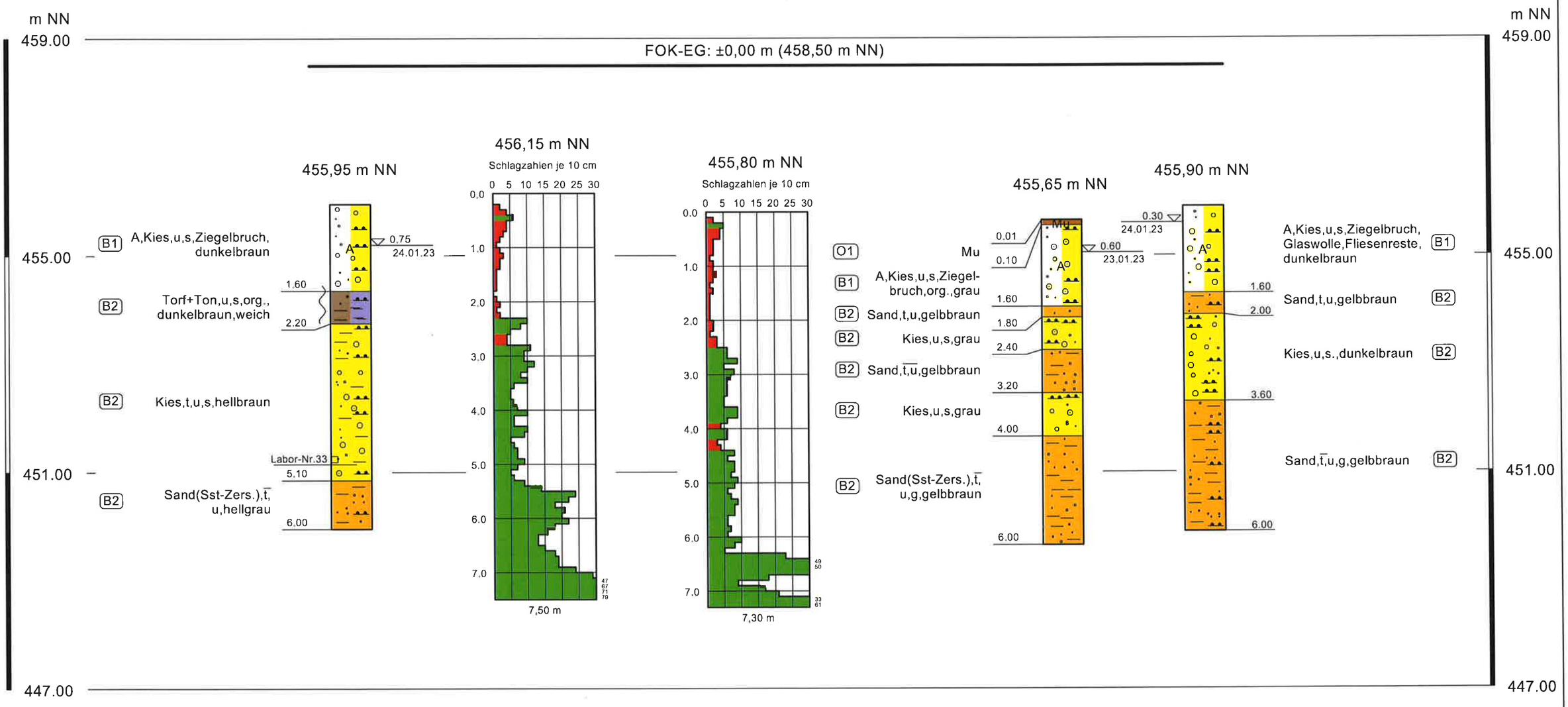
Tiefe / Datum — GW angetroffen
Tiefe / Datum — GW Ruhe

(Fels) schwach verwittert
((Fels)) stark verwittert entfestigt
S(Fels) Sand (Felszersatz)
Labor-Nr. Bohrprobe (gestört)
Homogenbereich

Auftrag: B-22500-bgr-01 Anlage 2.4
Projekt: Seepromenade
Ort: Kemnath

WEST - OST

Schnitt Wohn- und Geschäftshaus 1



M.d.H. 1 : 75
M.d.L. 1 : 150

Lage siehe Anlage 1
gez.: sch

Auftrag: B-22500-bgr-01 Anlage 2.5

Projekt: Seepromenade

Ort: Kemnath

NORDWEST - SÜDOST

Schnitt Wohn- und Geschäftshaus 2

Legende für Untergrundaufschlüsse nach DIN 4023

halbfest - fest
halbfest

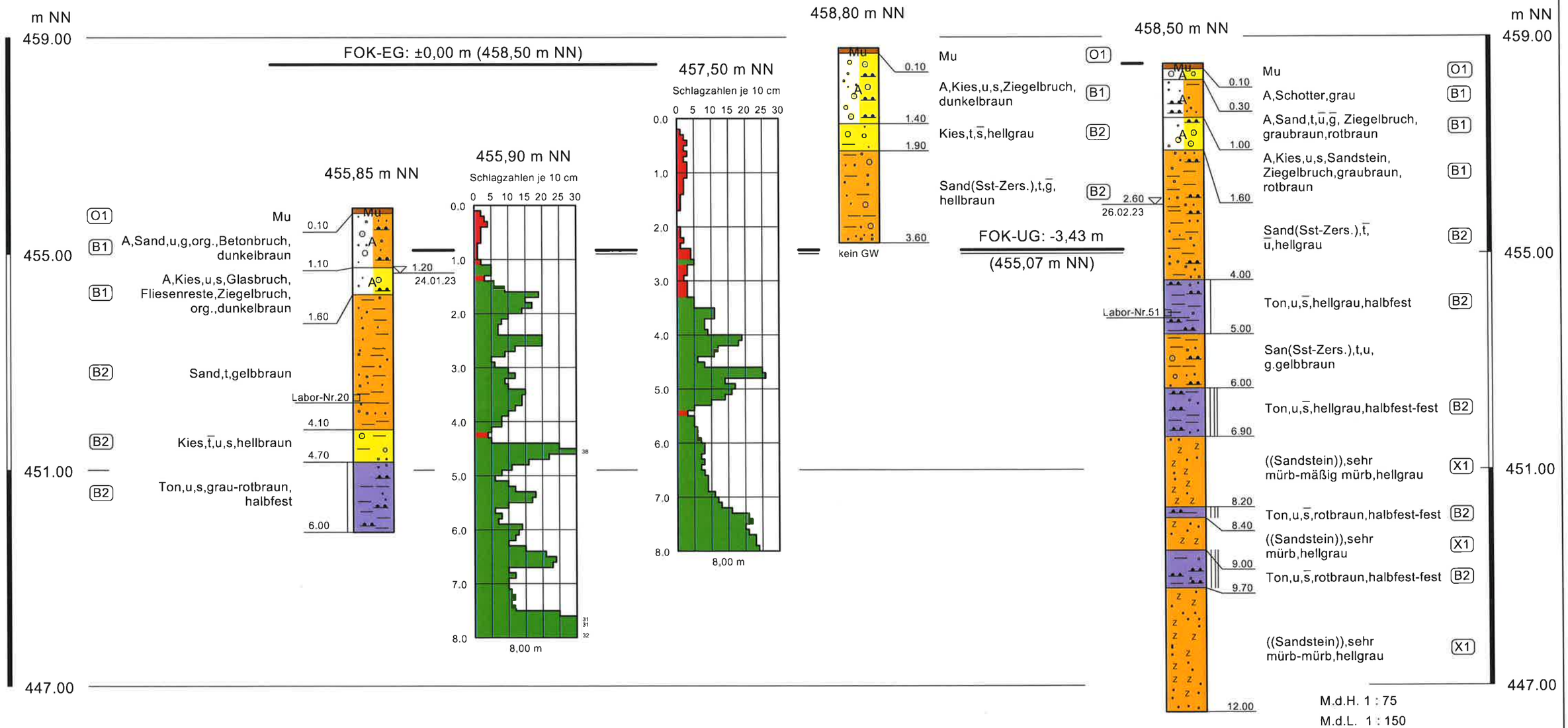
- Mu (Mutterboden)
- A (Auffüllung)
- T (Ton)
- t (tonig)
- U (Schluff)
- u (schluffig)
- S (Sand)
- s (sandig)
- G (Kies)
- g (kiesig)
- Sst (Sandstein)

Tiefe / Datum — GW angetroffen
Tiefe / Datum — GW Ruhe

(Fels) schwach verwittert
((Fels)) stark verwittert entfestigt
S(Fels) Sand (Felszersatz)

Labor-Nr. Bohrprobe (gestört)

Homogenbereich



M.d.H. 1 : 75
M.d.L. 1 : 150

Lage siehe Anlage 1
gez.: sch

Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder

Geotechnik I Altlasten I Bauwerksuntersuchung
BAYREUTH

Bericht:
B-22500-bgr-01
Anlage:
3.1

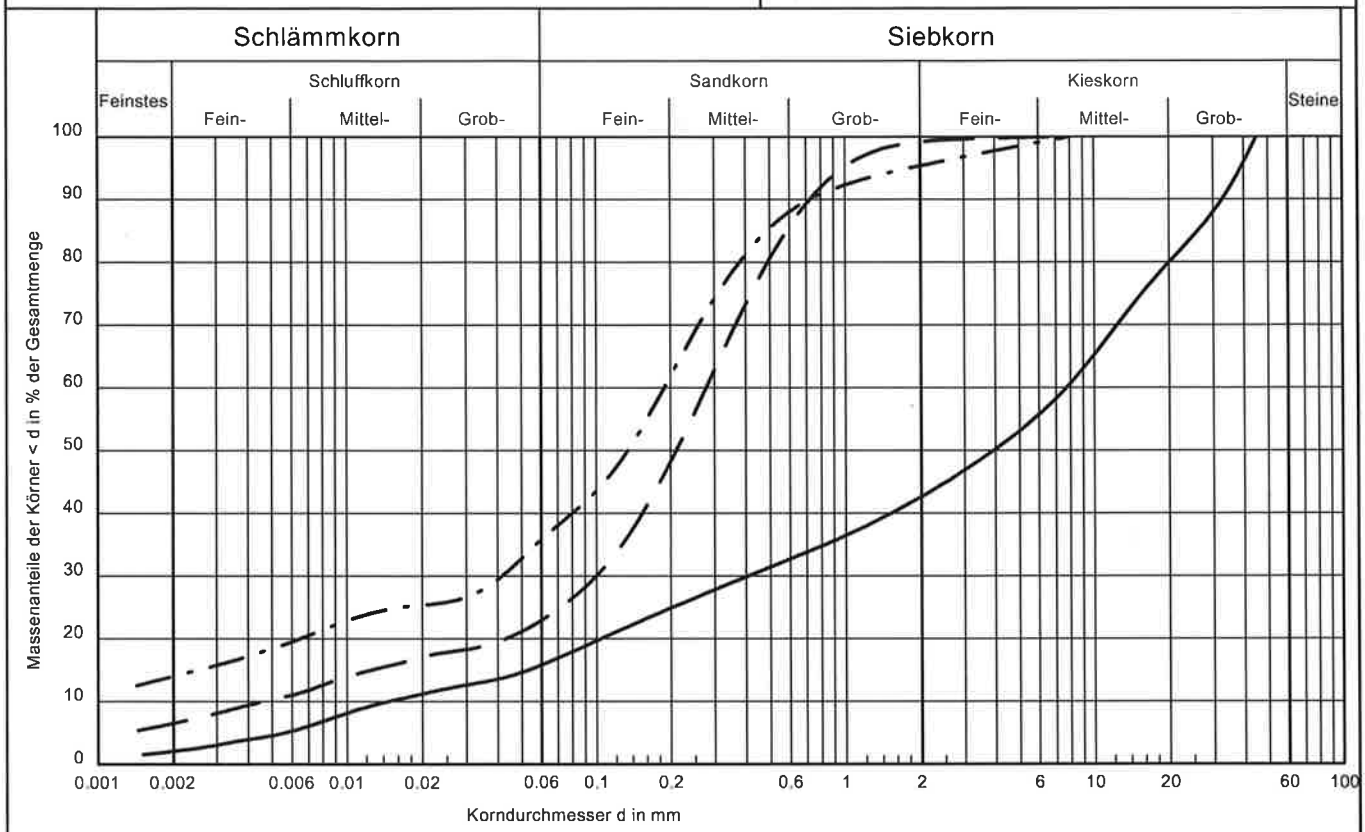
Körnungslinie nach EN ISO 17892-4

KEMNATH

Seepromenade - Neubau Hotel sowie 3 Wohn- und Geschäftshäuser

Probe entnommen am: KW4/2023
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Sieb/Schlämmanalyse

Bearbeiter: Antic Datum: 16.02.2023



Labor Nr.	11	15	20
Signatur	———	— —	— · — ·
Bodenart	Kies,u,s	Sand,t,u	Sand,t,u
Bodengruppe / Homogenbereich	GU* / B2	SU* / B2	SU* / B2
Entnahmestelle / Tiefe	KRB3 / 3,2-3,5 m	KRB4 / 5,5-5,9 m	KRB6 / 3,5-4,0 m
Wassergehalt [%]	11,9	14,6	16,6
d10/d60 [mm]	0.0146 / 7.7090	0.0046 / 0.2778	- / 0.1880
Ungleichförmigkeit / Krümmungszahl	528.7/1.5	60.4/7.7	-/-
k-Wert nach Beyer	$1.3 * 10^{-6}$	$1.3 * 10^{-7}$	-
Frostsicherheit	F3	F3	F3
Anteile T/U/S/G [%]	2.1/14.1/26.5/57.3	6.5/17.0/75.6/0.8	14.0/22.6/58.8/4.6

Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder

Geotechnik I Altlasten I Bauwerksuntersuchung
BAYREUTH

Bericht:
B-22500-bgr-01
Anlage:
3.2

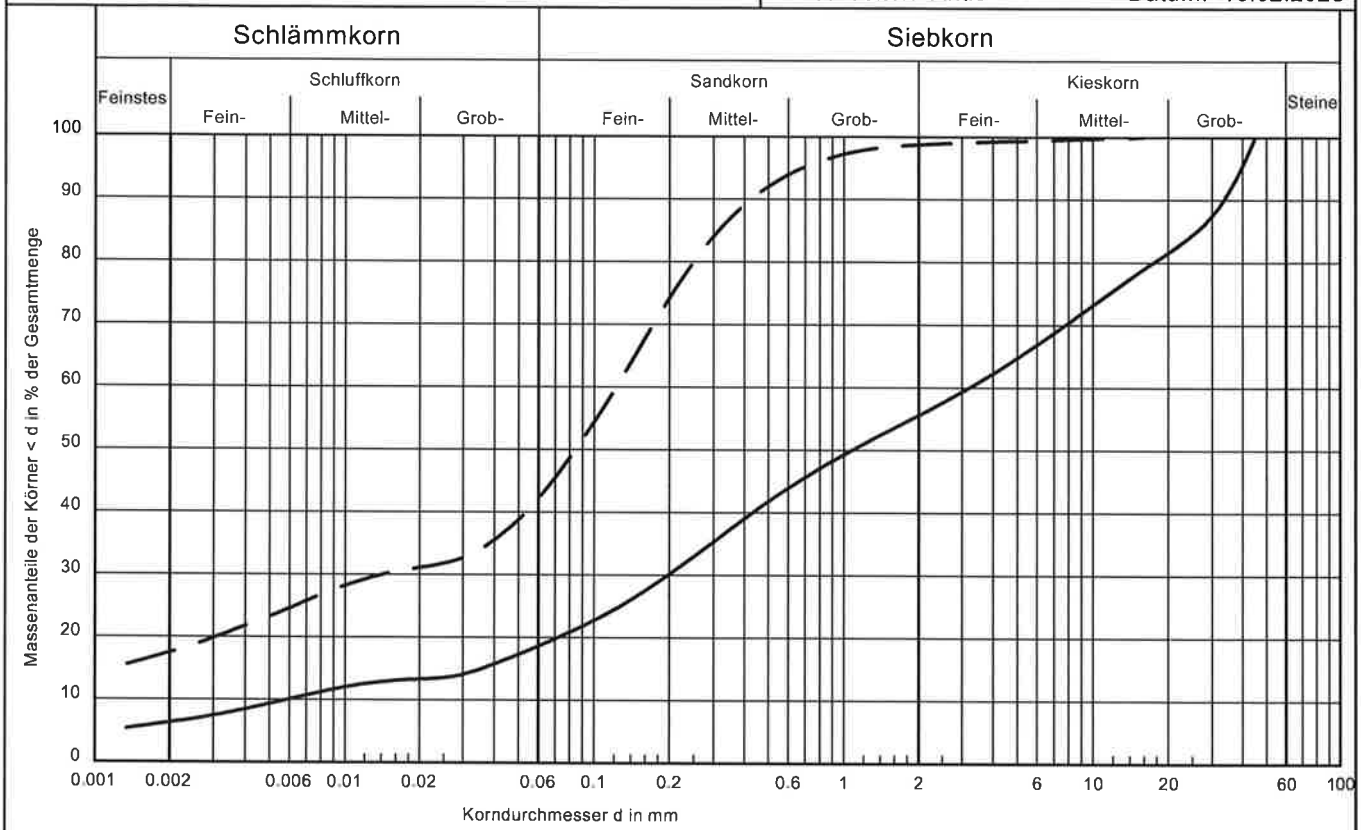
Körnungslinie nach EN ISO 17892-4

KEMNATH

Seepromenade - Neubau Hotel sowie 3 Wohn- und Geschäftshäuser

Probe entnommen am: KW4/2023
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Sieb/Schlämmanalyse

Bearbeiter: Antic Datum: 16.02.2023



Labor Nr.	33	51
Signatur	———	— —
Bodenart	Kies,t,u,s	Ton,u,s
Bodengruppe / Homogenbereich	GU* / B2	TL / B2
Entnahmestelle / Tiefe	KRB10 / 4,7-4,9 m	B2 / 4,7 m
Wassergehalt [%]	8,6	11,5
d10/d60 [mm]	0.0059 / 3.1938	- / 0.1222
Ungleichförmigkeit / Krümmungszahl	543.9/2.1	-/-
k-Wert nach Beyer	$2.2 * 10^{-7}$	-
Frostsicherheit	F3	F3
Anteile T/U/S/G [%]	6.3/12.7/36.6/44.4	17.5/25.8/55.5/1.3

Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder Geotechnik I Altlasten I Bauwerksuntersuchung BAYREUTH	Bericht: B-22500-bgr-01 Anlage: 3.3

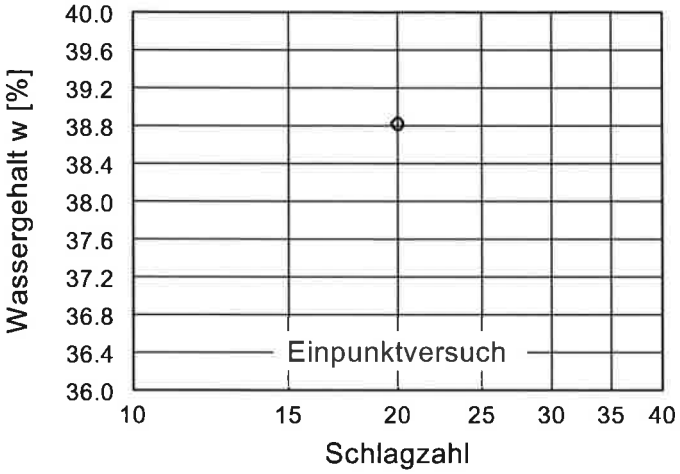
Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

KEMNATH

Seepromenade - Neubau Hotel sowie 3 Wohn- und Geschäftshäuser

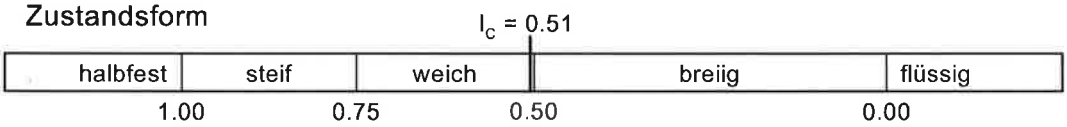
Bearbeiter: Antic Datum: 16.02.2023

Prüfungsnummer: 02
Entnahmestelle: KRB1
Tiefe: 1,7-1,9 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: Ton,u,s
Probe entnommen am: KW4/2023

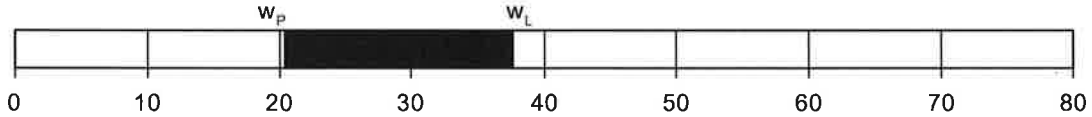


Wassergehalt w =	28.9 %
Fließgrenze w_L =	37.6 %
Ausrollgrenze w_P =	20.4 %
Plastizitätszahl I_P =	17.2 %
Konsistenzzahl I_C =	0.51

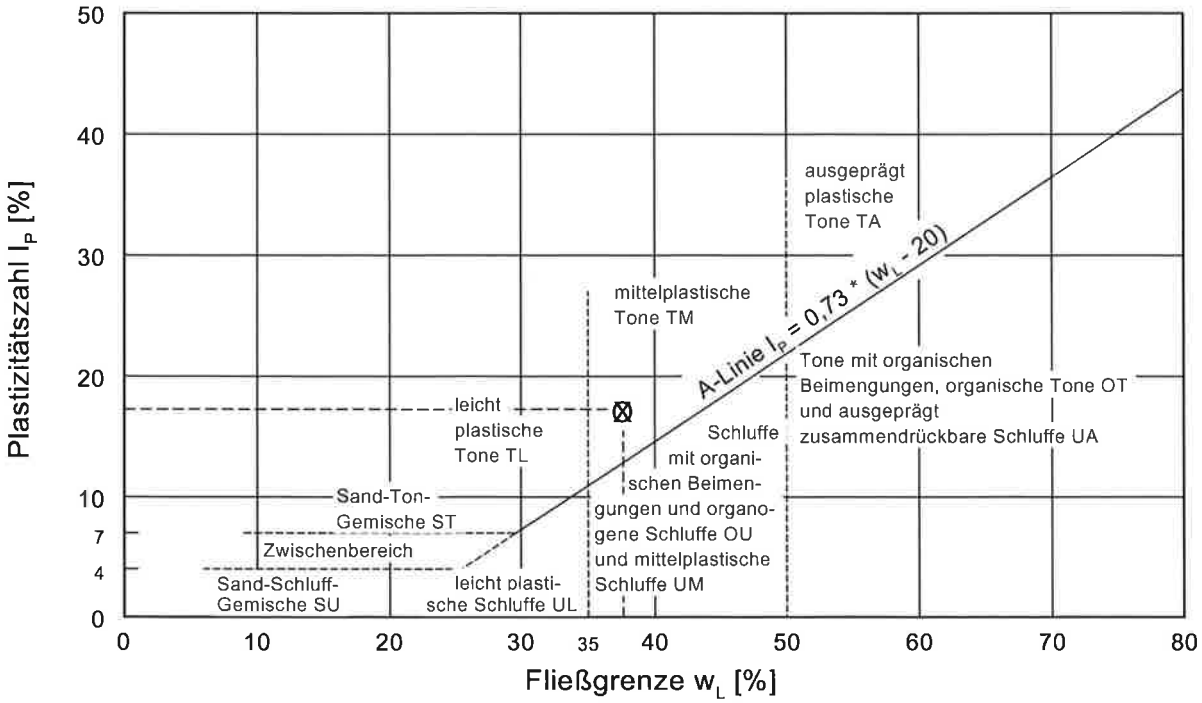
Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder

Geotechnik I Altlasten I Bauwerksuntersuchung
BAYREUTH

Bericht: B-22500-bgr-01

Anlage: 3.4

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

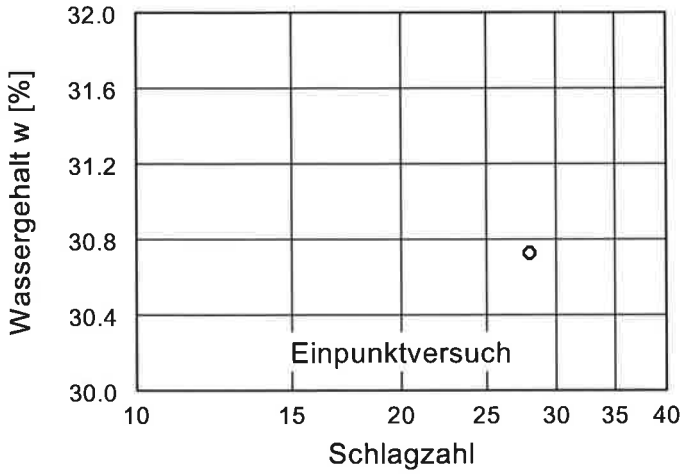
KEMNATH

Seepromenade - Neubau Hotel sowie 3 Wohn- und Geschäftshäuser

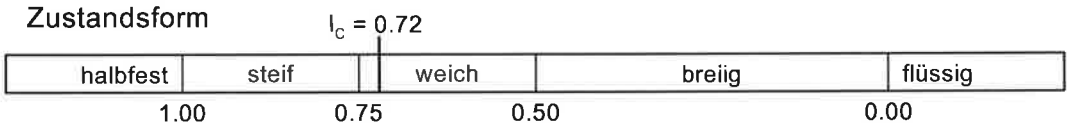
Bearbeiter: Antic

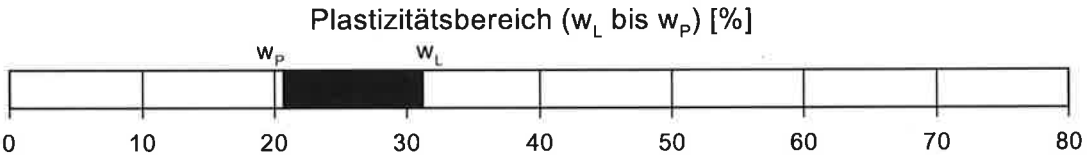
Datum: 16.02.2023

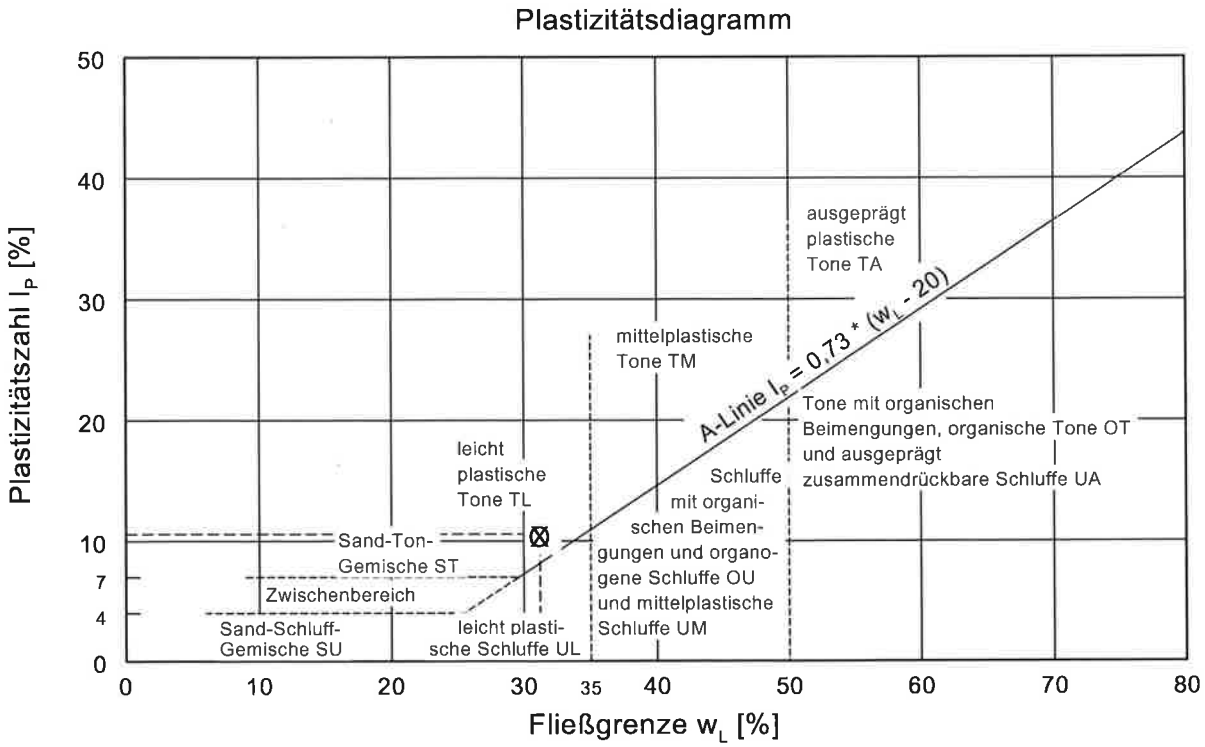
Prüfungsnummer: 27
Entnahmestelle: KRB8
Tiefe: 1,5-1,9 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: Ton,u,s
Probe entnommen am: KW4/2023



Wassergehalt w =	23.6 %
Fließgrenze w_L =	31.2 %
Ausrollgrenze w_P =	20.7 %
Plastizitätszahl I_P =	10.5 %
Konsistenzzahl I_C =	0.72







Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder

Geotechnik I Altlasten I Bauwerksuntersuchung
BAYREUTH

Bericht: B-22500-bgr-01

Anlage: 3.5

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

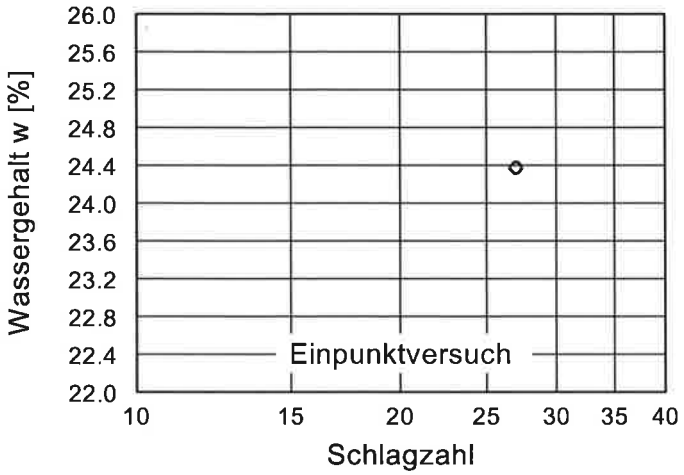
KEMNATH

Seepromenade - Neubau Hotel sowie 3 Wohn- und Geschäftshäuser

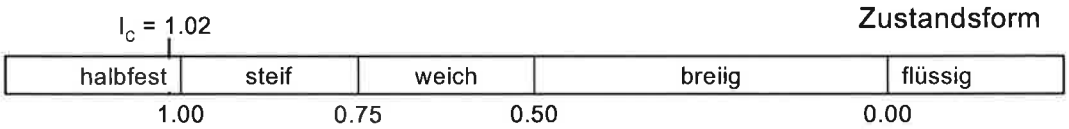
Bearbeiter: Antic

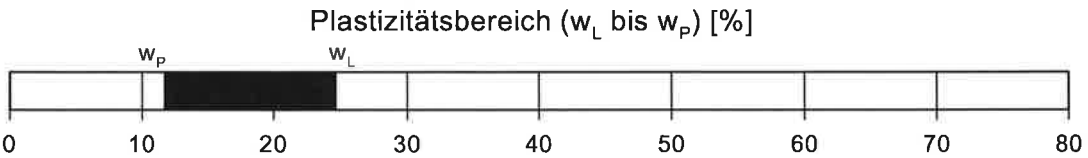
Datum: 16.02.2023

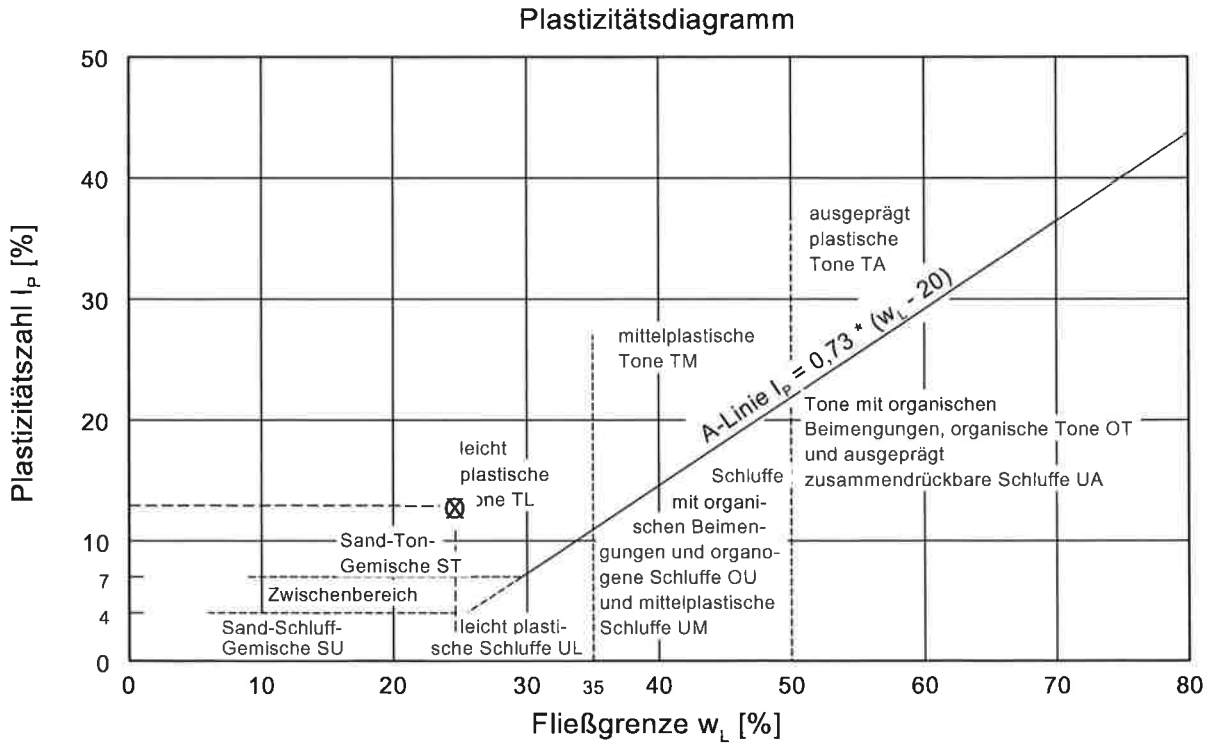
Prüfungsnummer: 51
Entnahmestelle: B2
Tiefe: 4,7 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: Ton,u,s
Probe entnommen am: KW4/2023



Wassergehalt w =	11.5 %
Fließgrenze w_L =	24.6 %
Ausrollgrenze w_P =	11.7 %
Plastizitätszahl I_P =	12.9 %
Konsistenzzahl I_C =	1.02







Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder

Geotechnik I Altlasten I Bauwerksuntersuchung
BAYREUTH

Bericht: B-22500-bgr-01

Anlage: 3.6

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

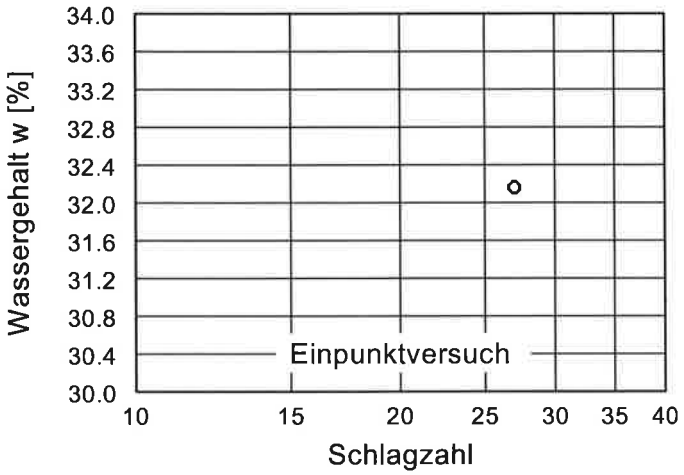
KEMNATH

Seepromenade - Neubau Hotel sowie 3 Wohn- und Geschäftshäuser

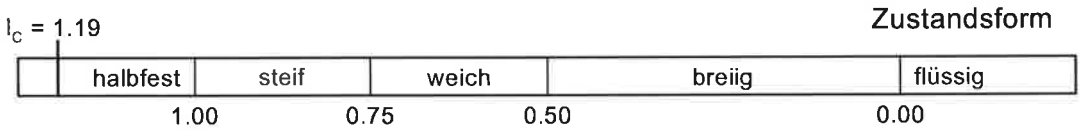
Bearbeiter: Antic

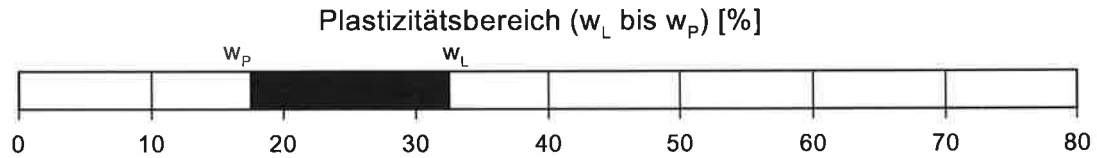
Datum: 16.02.2023

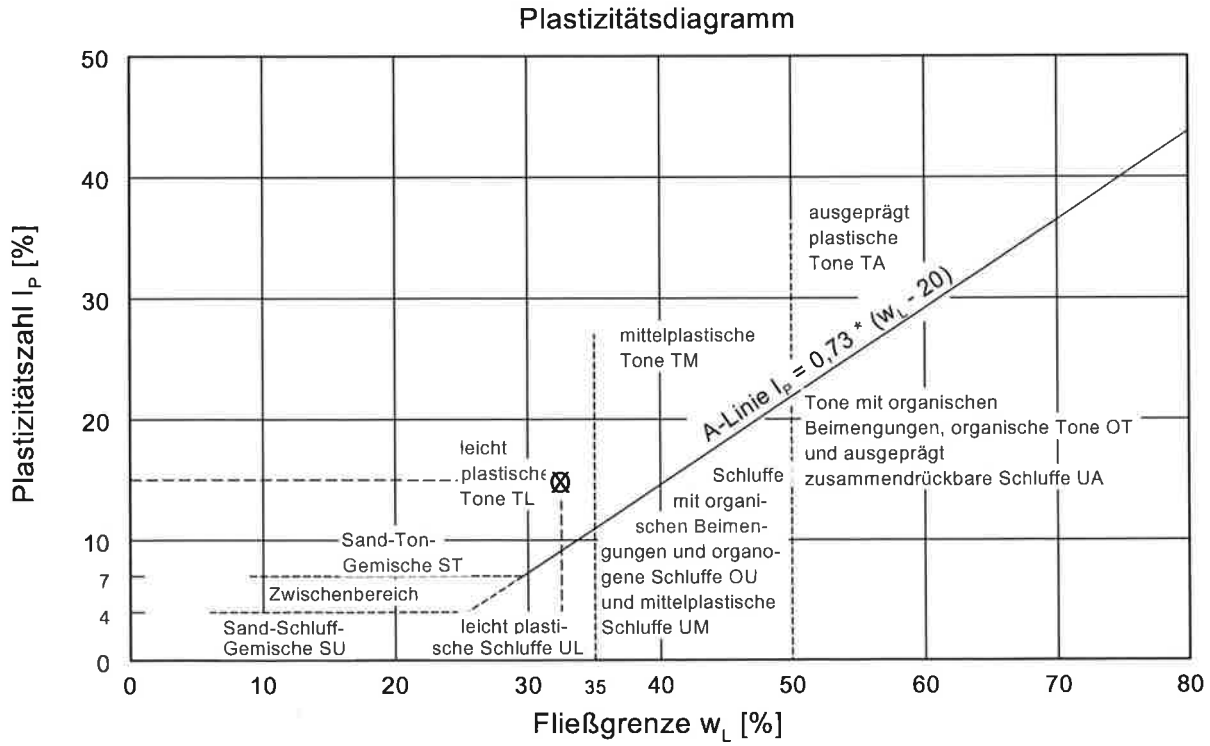
Prüfungsnummer: 59
Entnahmestelle: B3
Tiefe: 7,1 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: T,u
Probe entnommen am: KW4/2023



Wassergehalt w =	14.6 %
Fließgrenze w_L =	32.5 %
Ausrollgrenze w_P =	17.5 %
Plastizitätszahl I_P =	15.0 %
Konsistenzzahl I_C =	1.19







Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder
Gottlieb-Keim-Straße 23
95448 Bayreuth
Geotechnik I Altlasten I Bauwerksuntersuchung

Bericht: B-22500-bgr-01

Anlage: 3.7

Glühverlust nach DIN 18 128

KEMNATH

Seepromenade - Neubau Hotel sowie 3 Wohn- und Geschäftshäuser

Bearbeiter: Antic

Datum: 16.02.2023

Prüfungsnummer: 02
Entnahmestelle: KRB1
Tiefe: 1,7-1,9 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: Ton,u,s
Probe entnommen am: KW4/2023

Probenbezeichnung	KRB1 / 1,7-1,9 m	
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	99.52	93.67
Geglühte Probe + Behälter [g]	97.50	91.76
Behälter [g]	45.67	44.64
Massenverlust [g]	2.01	1.91
Trockenmasse vor Glühen [g]	53.84	49.03
Glühverlust [%]	3.74	3.89
Mittelwert [-]	3,82	

Probenbezeichnung		
Ungeglühte Probe + Behälter [g]		
Geglühte Probe + Behälter [g]		
Behälter [g]		
Massenverlust [g]		
Trockenmasse vor Glühen [g]		
Glühverlust [%]		
Mittelwert [-]		

PN B-22500-bgr-01
KEMNATH
Seepromenade - Neubau Hotel
sowie 3 Wohn- und Geschäftshäuser
Anlage 4.1

Schadstoffparameter nach LAGA (Feststoff)

Probenahme: KW4/2023

	Parameter:									
Probe:	**pH-Wert**	**KW-Index**	**EOX**	**Cyanide (ges.)**	**∑ PAK**	**B(a)P**	**Naphthalin**	**LHKW**	**BTX**	**PCB**
		[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
MP1	9,2	53	<1,0	<0,3	**5,7**	**0,54**	<0,05	<0,2	<0,1	<0,02
MP2	8,0	87	<1,0	<0,3	**38**	**2,4**	0,13	<0,2	<0,1	<0,02
MP3	7,5	<50	<1,0	<0,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,2	<0,1	<0,02
LAGA:										
Z 0-Wert	5,5-8	100	1	1	1			<1	<1	0,02
Z 1.1-Wert	5,5-8	300	3	10	5	<0,5	<0,5	1	1	0,1
Z 1.2-Wert	5-9	500	10	30	15	<1	<1	3	3	0,5
Z 2-Wert	-	1000	15	100	20			5	5	1

	Parameter:								
Probe:	**As**	**Pb**	**Cd**	**Cr**	**Cu**	**Ni**	**Hg**	**Tl**	**Zn**
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
MP1	6,1	23	<0,2	20	21	24	0,18	0,1	71
MP2	5,5	47	0,4	31	24	**61**	0,26	0,3	**159**
MP3	6,8	18	<0,2	12	10	14	<0,05	0,2	79
LAGA:									
Z 0-Wert	20	100	0,6	50	40	40	0,3	0,5	120
Z 1.1-Wert	30	200	1	100	100	100	1	1	300
Z 1.2-Wert	50	300	3	200	200	200	3	3	500
Z 2-Wert	150	1000	10	600	600	600	10	10	1500

PN B-22500-bgr-01
KEMNATH
Seepromenade - Neubau Hotel
sowie 3 Wohn- und Geschäftshäuser
Anlage 4.2

Schadstoffparameter nach LAGA (Eluat)

Probenahme: KW4/2023

Probe:	Parameter: pH	elektr. Leitf. [µS/cm]	Chlorid [mg/l]	Sulfat [mg/l]	Cyanide ges. [mg/l]	Phenol-index [mg/l]
MP1	9,8	110	2,9	16	<0,005	<0,01
MP2	8,8	108	<2,0	8,0	<0,005	<0,01
MP3	7,4	27	<2,0	4,5	<0,005	<0,01
LAGA-Richtlinie:						
Z 0-Wert	6,5-9	500	10	50	<0,01	<0,01
Z 1.1-Wert	6,5-9	500	10	50	0,01	0,01
Z 1.2-Wert	6-12	1000	20	100	0,05	0,05
Z 2-Wert	5,5-12	1500	30	150	0,1	0,1

Probe:	Parameter: As [mg/l]	Pb [mg/l]	Cd [mg/l]	Cr [mg/l]	Cu [mg/l]	Ni [mg/l]	Hg [mg/l]	Tl [mg/l]	Zn [mg/l]
MP1	<0,005	<0,005	<0,0005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,0002	<0,0005	<0,05
MP2	<0,005	<0,005	<0,0005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,0002	<0,0005	<0,05
MP3	<0,005	<0,005	<0,0005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,0002	<0,0005	<0,05
LAGA-Richtlinie:									
Z 0-Wert	0,01	0,02	0,002	0,015	0,05	0,04	0,0002	<0,001	0,1
Z 1.1-Wert	0,01	0,04	0,002	0,03	0,05	0,05	0,0002	0,001	0,1
Z 1.2-Wert	0,04	0,1	0,005	0,075	0,15	0,15	0,001	0,003	0,3
Z 2-Wert	0,06	0,2	0,01	0,15	0,3	0,2	0,002	0,005	0,6

PN B-22500-bgr-01
KEMNATH
Seepromenade - Neubau Hotel
sowie 3 Wohn- und Geschäftshäuser
Anlage 4.3

Schadstoffparameter nach Deponieverordnung DepV (Feststoff)

Probenahme: KW4/2023

	Parameter:						
Probe:	**Glühverlust**	**TOC**	**BTX**	**KW-Index**	**PCB**	**PAK**	**Extrahierbare lipophile Stoffe**
			Summe		Summe	Summe	
	[Masse-%]	[Masse-%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[Masse-%]
MP1	3,0	1,16	<0,1	53	<0,02	5,7	<0,05
MP2	2,4	0,79	<0,1	87	<0,02	**38**	<0,05
MP3	1,7	0,22	<0,1	<50	<0,02	<0,05	<0,05
Zuordnungswerte							
Geologische Barriere	≤ 3	≤ 1	≤ 1	≤ 100	≤ 0,02	≤ 1	
DK 0	≤ 3	≤ 1	≤ 6	≤ 500	≤ 1	≤ 30	≤ 0,1
DK I	≤ 3	≤ 1					≤ 0,4
DK II	≤ 5	≤ 3					≤ 0,8
DK III	≤ 10	≤ 6					≤ 4

PN B-22500-bgr-01
KEMNATH
Seepromenade - Neubau Hotel sowie 3 Wohn- und Geschäftshäuser
Anlage 4.4

Schadstoffparameter nach Deponieverordnung DepV (Eluat)

Probenahme: KW4/2023

Probe:	Parameter: pH-Wert	DOC [mg/l]	Phenole [mg/l]	Arsen [mg/l]	Blei [mg/l]	Cadmium [mg/l]	Kupfer [mg/l]	Nickel [mg/l]
MP1	9,8	2,0	<0,01	<0,005	<0,0005	<0,0005	<0,005	<0,005
MP2	8,8	10,6	<0,01	<0,005	<0,0005	<0,0005	<0,005	<0,005
MP3	7,4	2,0	<0,01	<0,005	<0,0005	<0,0005	<0,005	<0,005
Zuordnungswerte								
Geologische Barriere	6,5 - 9		≤ 0,05	≤ 0,01	≤ 0,02	≤ 0,002	≤ 0,05	≤ 0,04
DK 0	5,5 - 13	≤ 50	≤ 0,1	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,004	≤ 0,2	≤ 0,04
DK I	5,5 - 13	≤ 50	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,05	≤ 1	≤ 0,2
DK II	5,5 - 13	≤ 80	≤ 50	≤ 0,2	≤ 1	≤ 0,1	≤ 5	≤ 1
DK III	4 - 13	≤ 100	≤ 100	≤ 2,5	≤ 5	≤ 0,5	≤ 10	≤ 4

Probe:	Parameter: Zink [mg/l]	Chlorid [mg/l]	Sulfat [mg/l]	Cyanid [mg/l]	Fluorid [mg/l]	Barium [mg/l]	Quecksilber [mg/l]
MP1	<0,05	2,9	16	<0,005	<0,50	<0,05	<0,0002
MP2	<0,05	<2,0	8,0	<0,005	<0,50	<0,05	<0,0002
MP3	<0,05	<2,0	4,5	<0,005	<0,50	<0,05	<0,0002
Zuordnungswerte							
Geologische Barriere	≤ 0,1	≤ 10	≤ 50	≤ 0,01			≤ 0,0002
DK 0	≤ 0,4	≤ 80	≤ 100	≤ 0,01	≤ 1	≤ 2	≤ 0,001
DK I	≤ 2	≤ 1.500	≤ 2.000	≤ 0,1	≤ 5	≤ 5	≤ 0,005
DK II	≤ 5	≤ 1.500	≤ 2.000	≤ 0,5	≤ 15	≤ 10	≤ 0,02
DK III	≤ 20	≤ 2.500	≤ 5.000	≤ 1	≤ 50	≤ 30	≤ 0,2

Probe:	Parameter: Chrom [mg/l]	Molybdän [mg/l]	Antimon [mg/l]	Selen [mg/l]	Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen [mg/l]
MP1	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<200
MP2	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<200
MP3	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<200
Zuordnungswerte					
Geologische Barriere					≤ 400
DK 0	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,1	≤ 0,01	≤ 400
DK I	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,12	≤ 0,03	≤ 3.000
DK II	≤ 1	≤ 1	≤ 0,15	≤ 0,05	≤ 6.000
DK III	≤ 7	≤ 3	≤ 1	≤ 0,7	≤ 10.000

PN B-22500-bgr-01
KEMNATH
Seepromenade - Neubau Hotel
sowie 3 Wohn- und Geschäftshäuser
Anlage 4.5

Richtwerte für den Gesamtstoffgehalt für Deponien der Klasse DK0-DKII (Feststoff)

Probenahme: KW4/2023

Probe:	Parameter: EOX [mg/kg]	PAK [mg/kg]	B(a)P [mg/kg]	LHKW [mg/kg]	Benzol [mg/kg]	PCB [mg/kg]	BTX [mg/kg]	MKW [mg/kg]
MP1	<1,0	5,7	0,54	<0,2	<0,05	<0,02	<0,1	53
MP2	<1,0	38	**2,4**	<0,2	<0,05	<0,02	<0,1	87
MP3	<1,0	<0,05	<0,05	<0,2	<0,05	<0,02	<0,1	<50
Richtwerte:								
Richtwert DK0	3	-	2	1	0,5	-	-	-
Richtwert DKI	-	≤ 500	-	≤ 10	-	≤ 2	≤ 30	≤ 4000
Richtwert DKII	-	≤ 1000	-	≤ 25	-	≤ 2	≤ 60	≤ 8000

	Parameter: Cyanide (ges.) [mg/kg]	As [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Hg [mg/kg]	Tl [mg/kg]	Zn [mg/kg]
MP1	<0,3	6,1	23	<0,2	20	21	24	0,18	0,1	71
MP2	<0,3	5,5	47	0,4	31	24	61	0,26	0,3	159
MP3	<0,3	6,8	18	<0,2	12	10	14	<0,05	0,2	79
Richtwerte:										
Richtwert DK0	30	45	210	3	180	120	150	2	3	450