

FRANK + BUMILLER + KRAFT
Grundbauingenieure VBI GmbH

Hofangerstraße 82
81735 München
Tel.: 089 / 520 346 - 0
Fax: 089 / 520 346 - 29
e-mail: info@ib-fbk.de
www.ib-fbk.de

Gutachten Projekt-Nr.: **41040G**

Tutzing, Hans-Albers-Villa

Baugrund- und orientierendes Altlastengutachten

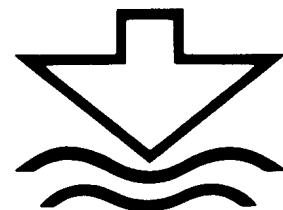
Das Gutachten umfasst 34 Textseiten, 6 Anlagen und - Lichtbilder.
Die Veröffentlichung bedarf der vorherigen Genehmigung der Verfasser.

Baugrund- und orientierendes Altlastengutachten

Tutzing, Hans-Albers-Villa

Projekt-Nr. 41040G

Bauvorhaben:	Erweiterung des Gebäudebestands um die zwei Seminargebäude Hans + Hansi an der Hans-Albers- Villa Hans-Albers-Weg 6 82340 Feldafing
Auftraggeber und Bauherr:	TU München Arcisstraße 21 80333 München über MoTo Projektmanagement GmbH Carl-Zeiss-Ring 4 85737 Ismaning
Architektur:	Prof. Florian Nagler mit Tobias Kalmbach, Sophie Steggemann, Matthias Stuffer und Jakob von Trotha



Inhaltsverzeichnis

- 1. Allgemeines**
 - 1.1 Örtlichkeit und Bauvorhaben
 - 1.2 Vorgang und Auftrag
 - 1.3 Unterlagen
 - 1.4 Gelände- und Gebäudekoten
- 2. Geologischer Überblick**
- 3. Feld- und Laboruntersuchungen**
 - 3.1 Rammkernsondierungen
 - 3.2 Rammsondierungen
 - 3.3 Einmessen der Untersuchungspunkte
 - 3.4 Laboruntersuchungen
- 4. Untergrundverhältnisse**
 - 4.1 Schicht 1 – Oberboden (umgelagert)
 - 4.2 Schicht 2 – Auffüllung
 - 4.3 Schicht 3 – Schluffige Moränenböden
 - 4.4 Schichtgrenzen
 - 4.5 Homogenbereiche
 - 4.6 Bodenkennwerte
 - 4.7 Geotechnische Beurteilung der Bodenschichten
- 5. Oberflächenwasser und Grundwasserverhältnisse**
- 6. Einzelheiten zur Bebauung**
 - 6.1 Gründung
 - 6.2 Baugrubenumschließung und Wasserhaltung
 - 6.3 Abdichtung der Bauwerke und Versickerung
 - 6.4 Hinweise zur Bauausführung
- 7. Schadstoffuntersuchung**
 - 7.1 Bewertungskriterien
 - 7.2 Analysenergebnisse und Bewertung
- 8. Schlussbemerkungen**

Anlagen

Anlage 1	Lagepläne
Anlage 2	Rammkernsondierprofile
Anlage 3	Schichtenverzeichnisse Sondierungen
Anlage 4	Rammdiagramme
Anlage 5	Vermessungsprotokoll
Anlage 6	Laborberichte

1. Allgemeines

1.1 Örtlichkeit und Bauvorhaben

Auf dem Grundstück der Hans-Albers-Villa im Ortsteil Garatshausen in der Gemeinde Feldafing plant die TU München unter Leitung von Professor Florian Nagler und den Studierenden Tobias Kalmbach, Sophie Steggenmann, Matthias Stuffer und Jakob von Trotha den Neubau des Ensembles Hans + Hansi. Die beiden neugeplanten Seminargebäude sind im südlichen und westlichen Teil der Villa umgebenden Freiflächen geplant. Das Baugrundstück trägt die Flurnummern 1015/9, 1015/10 und 1015/11 der Gemarkung Feldafing.

Das unförmige Grundstück fällt von seinem höchsten Punkt, auf dem die Hans-Albers-Villa steht, in alle Himmelsrichtungen ab. Besonders stark ist der Abfall zur Seeseite, die im Osten des Grundstücks liegt, ausgeprägt. Das Grundstück besitzt eine maximale Ausdehnung von ca. 116 m in Nord-Süd-Richtung und von ca. 144 m in Ost-West-Richtung. Es wird nach Norden und Süden von bebauten Grundstücken begrenzt. Im Westen verläuft der Hans-Albers-Weg und im Osten grenzt das Grundstück an den Starnberger See. Das Grundstück weist eine Fläche von ca. 12.500 m² auf.

Es ist vorgesehen, die Bestandsgebäude zusätzlich um zwei Seminarhäuser zu erweitern. Beide Nebengebäude sind nur mit Erdgeschoss geplant. Das Gebäude, das im Westen zu verorten ist, soll teilunterkellert werden.

1.2 Vorgang und Auftrag

Wir wurden von der MoTo Projektmanagement GmbH beauftragt, eine Baugrunduntersuchung durchzuführen und zu den Bodenverhältnissen und zur Gründung gutachtlich Stellung zu nehmen. Weiterhin beinhaltet der Auftrag eine orientierende Untersuchung der bei den Maßnahmen anfallenden Aushubböden auf Schadstoffe sowie eine Kampfmittelerkundung.

1.3 Unterlagen

Vom Auftraggeber wurden uns folgende Planunterlagen zur Verfügung gestellt:

- Lageplan Seminarhäuser (Stand 06.03.2025) M 1 : 200
- Skizze Seminarhäuser Keller (Stand 24.02.2025) o. M.
- Vermessungsplan (Stand: Keine Angabe) M 1 : 200
- Gebäudegrundrisse, Übersicht (Stand: Keine Angabe) M 1 : 100
- Gebäudegrundrisse Bestand (Stand: 04.03.2024) M 1 : 100
- Spartenpläne diverse Maßstäbe

1.4 Gelände- und Gebäudekoten

Die Geländeoberkante (GOK) im Bereich der Seminarhäuser liegt zwischen ca. 593,5 m ü NHN und 595,2 m ü NHN.

Das Gebäude-Null der Neubauten wurde bereits festgelegt. Nach Rücksprache mit dem Auftraggeber gründet der Keller 3,5 m unter dem Gebäudenull. Aus den Planunterlagen ergeben sich folgende Gebäudekoten:

Seminarhaus mit Teilunterkellerung (Westen):

Gebäudenull = OK FFB EG	± 0,00 m	595,02 m ü NHN
UK Bodenplatte UG	- 3,50 m	591,52 m ü NHN

Seminarhaus ohne Unterkellerung (Süden):

Gebäudenull = OK FFB EG	± 0,00 m	594,76 m ü NHN
-------------------------	----------	----------------

2. Geologischer Überblick

Nach der Geologischen Karte von Bayern M 1 : 25.000, Blatt Nr. 8033 Tutzing, herausgegeben vom Bayerischen Geologischen Landesamt, München 2021, liegt das Baugelände sowohl im Bereich von würmzeitlichen, kiesig

ausgeprägten End- oder Seitenmoränen als auch im Bereich von würmzeitlichen Geschiebemergeln.

In Moränen sind typischerweise alle Kornfraktionen vom Ton bis zu Steinen vorhanden. Am Westufer des Starnberger Sees sind die Moränen erfahrungsgemäß in kleinräumigem Wechsel sandig-kiesig oder schluffig-kiesig ausgebildet. Bei den Geschiebemergeln handelt es sich als Hauptbodenart um Schluffe, die als Nebenbestandteile wechselnd kiesig bis blockig oder tonig bis sandig ausgeprägt sind.

3. Feld- und Laboruntersuchungen

Die Feldarbeiten wurden am 20.03.2025 durchgeführt.

3.1 Rammkernsondierungen

Zur Beurteilung des Untergrunds wurden die Böden mit vier Rammkernsondierungen mit einem Bohrlochdurchmesser von 80 mm bis 50 mm erkundet. Die Rammkernsondierungen erhielten die Bezeichnungen RKS 1 mit RKS 4. Die Ansatzpunkte der Sondierungen sind im als Anlage 1 beigelegten Lageplan verzeichnet.

Die Rammkernsondierungen wurden mit einer Endteufe von jeweils 4,0 m unter Ansatzpunkt niedergebracht. Die Sondierergebnisse sind in Anlage 2 in Form von Profilen nach DIN 4023 aufgezeichnet. Die Schichtenverzeichnisse nach DIN 4022 sind in Anlage 3 beigegeben.

3.2 Rammsondierungen

Zur flächigen Beurteilung der Tiefenlage von tragfähigen Schichten wurden sechs Sondierungen (DPH 1 mit DPH 6) mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2 bis in Tiefen von 4,0 m bis 5,2 m unter GOK durchgeführt.

Die Lage der Rammsondierungen geht aus dem als Anlage 1 beigefügten Lageplan hervor. Die Ergebnisse der Sondierungen sind in Form von Rammdiagrammen als Anlage 4 beigefügt.

3.3 Einmessen der Untersuchungspunkte

Die Ansatzpunkte der Sondierungen wurden lage- und höhenmäßig erfasst. Die Untersuchungspunkte sind lagetreu in den als Anlage 1 beigelegten Lageplan eingetragen. Als Ausgangshöhe des Nivellements diente die Oberkante Mauerpflaster südwestlich der Bestandsgebäude, die im Vermessungsplan mit 595,05 m ü NHN angegeben wird. Das Vermessungsprotokoll ist als Anlage 5 beigelegt.

3.4 Laboruntersuchungen

Aus den vier Rammkernsondierungen wurden insgesamt 18 Bodenproben entnommen und zur weiteren Untersuchung in unser Erdbaulabor gebracht. Die Entnahmetiefen sind den Anlagen 2 und 3 zu entnehmen.

Alle aus den Bohrkernen entnommenen Bodenproben wurden im Einzelnen abgefühlt und optisch beurteilt. Bei allen 18 Proben wurde eine Bodenansprache nach DIN 18196 durchgeführt.

An drei Bodenproben sowie zwei Bodenmischproben, die aus ausgewählten Bodenproben zusammengestellt wurden, wurden quantitative chemische Analysen zur Bestimmung von Schadstoffgehalten durchgeführt. Tabelle 1 zeigt die ausgewählten Bodenproben.

Tabelle 1: Physikalisch-chemisch analysierte Proben

Probe	Entnahmebereich / Entnahmetiefe	Prüfsubstanz
BP 1 2	RKS 1: 0,4 – 0,8 m Tiefe	kiesige Auffüllung
BP 2 2	RKS 2: 0,2 – 0,5 m Tiefe	schluffige Auffüllung
BP 4 1	RKS 4: 0,0 – 0,5 m Tiefe	schluffige Auffüllung
BMP A	RKS 1: 0,0 – 0,4 m Tiefe RKS 1: 0,4 – 0,8 m Tiefe RKS 2: 0,2 – 0,5 m Tiefe RKS 4: 0,0 – 0,5 m Tiefe	Auffüllung, kiesig und schluffig
BMP B	RKS 1: 0,8 – 1,3 m Tiefe RKS 2: 0,5 – 1,0 m Tiefe RKS 3: 0,4 – 0,9 m Tiefe RKS 4: 0,5 – 1,0 m Tiefe	schluffige Moräne

An den Bodenproben BP 1|2, BP 2|2 und BP 4|1 sowie der Bodenmischprobe BMP B wurden im Feststoff in der Feinfraktion < 2 mm die Parameter

- Mineralölkohlenwasserstoffe (KW)
- Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)
- Schwermetalle (SM) nach AbfKlärV: Blei, Chrom, Kupfer, Cadmium, Nickel, Quecksilber, Zink und Arsen

quantitativ überprüft.

Vollständige Deklarationsanalysen nach Verfüll-Leitfaden wurden ebenfalls in der Feinfraktion < 2 mm an der Bodenmischprobe BMP A durchgeführt mit Prüfung folgender Parameter:

- im Feststoff: Mineralölkohlenwasserstoffe (KW)
Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)
Schwermetalle (SM) nach AbfKlärV: Blei, Chrom, Kupfer, Cadmium, Nickel, Quecksilber, Zink und Arsen
Extrahierbare organisch gebundene Halogene (EOX)
Polychlorierte Biphenyle (PCB)
Cyanid_{ges.}
- im Eluat: pH-Wert
elektrische Leitfähigkeit
Cyanid_{ges.}
Chlorid
Sulfat
Schwermetalle (SM) nach AbfKlärV: Blei, Chrom, Kupfer, Cadmium, Nickel, Quecksilber, Zink, Arsen
Phenol-Index

Die laborseits eingesetzten Analysemethoden können den als Anlage 6 beiliegenden Laborberichten entnommen werden.

4. **Untergrundverhältnisse**

Bei den Untersuchungen wurde festgestellt, dass im Untergrund im Wesentlichen diejenigen Böden angetroffen wurden, die nach der allgemeinen geologischen Übersicht zu erwarten waren.

4.1 **Schicht 1 – Oberboden (umgelagert)**

Mit den Rammkernsondierungen RKS 3 und RKS 4 wurde umgelagerter, dunkelbrauner Oberboden in einer Schichtstärke von ca. 0,2 m bis 0,4 m aufgeschlossen. Am gesamten Baufeld ist im Bereich der Grünflächen mit dem Auftreten von Oberboden in einer ähnlichen Schichtstärke zu rechnen.

Zwar wurden keine anthropogenen Beimengungen im aufgeschlossenen Oberboden festgestellt; deren Auftreten ist aber erfahrungsgemäß nicht pauschal auszuschließen.

4.2 **Schicht 2 – Auffüllung**

Mit den Rammkernsondierungen RKS 1, RKS 2 und RKS 4 wurden bis in eine Tiefe von 0,5 m bis 0,8 m unter Ansatzpunkt Auffüllböden erbohrt. Im Bereich von Rammkernsondierung RKS 1 sind die Auffüllungen kiesig, in den Bereichen von RKS 2 und RKS 3 schluffig ausgeprägt.

Im Bereich von Rammkernsondierung RKS 1 wurden ab der Geländeoberkante schwach sandige, schwach schluffige Kiese aufgeschlossen. Oberflächennah sind diese aufgefüllten Kiese grau gefärbt, tieferliegende kiesige Auffüllungen dunkelbraun bis schwarz.

An anthropogenen Beimengungen wurden in den kiesigen Auffüllungen Beton- und Ziegelbruch sowie in den tieferliegenden Bereichen Kohlereste festgestellt.

Die kiesigen Auffüllböden sind überwiegend locker gelagert.

Im Bereich der Rammkernsondierungen RKS 2 und RKS 4 wurden ab der Geländeoberkante beziehungsweise unterhalb des umgelagerten Oberbodens kiesige, sandige, schwach tonige Schluffe aufgeschlossen. Im Bereich von Rammkernsondierung RKS 2 sind die aufgefüllten Schluffe braun und im Bereich von RKS 4 dunkelbraun bis schwarz gefärbt.

An anthropogenen Beimengungen wurden in den schluffigen Auffüllungen Kohlereste sowie im Bereich von Rammkernsondierung RKS 4 Ziegelbruch festgestellt.

Die aufgefüllten Schluffe weisen eine weiche Konsistenz auf.

Tieferreichende Auffüllböden als im Rahmen der Felduntersuchungen am Baugrundstück festgestellt wurden, können nicht ausgeschlossen werden. Insbesondere im hinterfüllten Arbeitsraum der Bestandsgebäude oder in Bereichen von erdverlegten Sparten ist mindestens bis zu deren Gründungstiefe mit Auffüllböden zu rechnen.

Da die Zusammensetzung von Auffüllböden erfahrungsgemäß sehr heterogen ist, kann keine pauschale Aussage über deren Durchlässigkeit gemacht werden.

4.3 Schicht 3 – Schluffige Moränenböden

Unter dem Oberboden beziehungsweise den Auffüllböden wurden schluffige Moränenböden aufgeschlossen. Die Unterkante der Moräne wurde mit den Aufschlüssen erwartungsgemäß nicht erreicht.

Die direkt unter den Auffüllungen oder dem Oberboden anstehenden schluffigen Moränenböden bestehen aus hellbraunen bis ocker gefärbten Schluffen, die stark kiesig und schwach sandig bis sandig ausgeprägt sind. Untergeordnet sind erfahrungsgemäß bereichsweise schwache Steinanteile zu erwarten. Diese Moränenschluffe weisen Schichtdicken von mehreren Metern auf. Das mögliche Auftreten von kiesige bzw. sandigen Moränenböden kann nicht ausgeschlossen werden.

Die Konsistenz der bindig ausgeprägten Moränenböden ist überwiegend als steif, oberflächennah auch als weich zu beschreiben. Sie entfallen in

den aufgeschlossenen Bereichen nach DIN 18196 auf die Bodengruppen UL und UM.

Die Feinkornanteile der bindigen Moränenböden sind im Allgemeinen sehr hoch. Im Sinne der ZTVE-StB 17 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, 2017 herausgegeben vom Bundesministerium für Verkehr) sind sie daher weit überwiegend als sehr frostempfindlich (F 3) zu klassifizieren.

In den bindigen Moränenböden schwankt der Durchlässigkeitsbeiwert k_f in Abhängigkeit vom Feinkornanteil im Bereich von ca. $1 \cdot 10^{-6}$ m/s bis zu $1 \cdot 10^{-8}$ m/s.

4.4 Schichtgrenzen

Tabelle 2 zeigt den Übergang von schluffigen Moränenböden mit einer weichen Konsistenz zu mindestens steifer Konsistenz, abgeleitet aus den Rammsondierungen. Die Angaben der Ansatzhöhen und der Endteufen wurden gerundet.

Tabelle 2: Übergang der schluffigen Moränenböden zu mind. Steifer Konsistenz

Rammsondierung		Ansatzhöhe	Übergang zu mind. Steifer Konsistenz	Endteufe
DPH 1	m u Ansatzp.		3,6	4,5
	m NHN	594,9	591,3	590,4
DPH 2	m u Ansatzp.		4,2	5,2
	m NHN	593,8	589,6	588,6
DPH 3	m u Ansatzp.		3,6	4,5
	m NHN	593,6	590,0	589,1
DPH 4	m u Ansatzp.		3,3	4,3
	m NHN	595,0	591,7	590,7
DPH 5	m u Ansatzp.		3,6	4,5
	m NHN	594,3	590,7	589,8
DPH 6	m u Ansatzp.		2,6	4,0
	m NHN	593,9	591,3	589,9

Die in der Tabelle 2 angegebenen Schichtgrenzen gelten nur für die jeweiligen Aufschlüsse. Zwischen den Aufschlüssen können die Schichtgrenzen sowohl nach oben wie auch nach unten hin abweichen.

4.5 Homogenbereiche

Um im Zuge der Ausschreibung bzw. der Erdbauarbeiten die anstehenden Böden hinsichtlich ihres Zustands beim Lösen, Laden und Verwerten einheitlich beurteilen zu können, empfiehlt es sich, die einzelnen Bodenarten in Homogenbereiche entsprechend der DIN 18300 (VOB, Teil C, ATV - Erdarbeiten) vom August 2015 einzuteilen. Entsprechend ihrem Zustand beim Lösen sind die am Untersuchungsgelände festgestellten Böden folgenden Homogenbereichen zuzuordnen:

Homogenbereich 1 – Oberboden (umgelagert)

Tiefe oberer Horizont: 0,0 m; Tiefe unterer Horizont: ca. 0,2 m – 0,4 m

Ortsübliche Bezeichnung:

Oberboden, Humus

Bodengruppen nach DIN 18196:

OH

Kornverteilungsbereiche nach DIN 18123:

Ton und Schluff: Massenanteil 10 – 60 %

Sand: Massenanteil 10 – 60 %

Kies: Massenanteil 0 – 30 %

Massenanteil Steine und Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1:

0 – 5 %

Dichte nach DIN 18125-2:

1.400 – 1.700 kg/m³

Lagerungsdichte nach DIN 18126:

Konsistenz nach DIN 18126:

organischer Anteil nach DIN 18128:

3 – 15 %

mineralische Fremdbestandteile:

0 – 5 %

Störstoffe:

0 – 3 %

undrainierte Scherfestigkeit c_u :

Konsistenzzahl I_c :

Plastizitätszahl I_p :

Wassergehalt:

Kalkgehalt:

Homogenbereich 2 – Auffüllböden

Tiefe oberer Horizont: ca. 0,0 m – 0,2 m;

Tiefe unterer Horizont: ca. 0,5 m – 0,8 m

Noch tiefereichende Auffüllungen sind nicht auszuschießen; insbesondere im Bereich der Bestandsgebäude und von erdverlegten Sparten ist mindestens bis zu deren Gründungstiefen mit Auffüllböden zu rechnen.

Ortsübliche Bezeichnung:

Auffüllung

Bodengruppen nach DIN 18196:

UL, UM und GW, GU, GÜ

Kornverteilungsbereiche nach DIN 18123:

Ton und Schluff: Massenanteil 10 – 80 %

Sand: Massenanteil 5 – 30 %

Kies: Massenanteil 15 – 80 %

Massenanteil Steine und Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1:

0 – 20 %

Dichte nach DIN 18125-2:

1.700 – 1.900 kg/m³

Lagerungsdichte nach DIN 18126:
überwiegend locker

Konsistenz nach DIN 18126:
weich

organischer Anteil nach DIN 18128:
0 – 5 %

mineralische Fremdbestandteile:
0 – 20 %

undrainierte Scherfestigkeit c_u :

Konsistenzzahl I_c :

Plastizitätszahl I_p :

Wassergehalt:

Kalkgehalt:

Homogenbereich 3 – Schluffige Moränenböden

Tiefe oberer Horizont: ca. 0,4 m – 0,8 m

Tiefe unterer Horizont: größer 4,0 m

Ortsübliche Bezeichnung:
Schluff, Lehm

Bodengruppen nach DIN 18196:
UL, UM, UA

Kornverteilungsbereiche nach DIN 18123:

Ton und Schluff:	Massenanteil	45 – 80 %
Sand:	Massenanteil	5 – 20 %
Kies:	Massenanteil	5 – 30 %

Massenanteil Steine und Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1:
Massenanteil 0 – 5 %

Dichte nach DIN 18125-2:

1.700 – 1.900 kg/m³

Lagerungsdichte:

Konsistenz nach DIN 18126:

überwiegend steif, oberflächennah weich

organischer Anteil nach DIN 18128:

0 – 3 %

anthropogene Beimengungen:

undrainierte Scherfestigkeit c_u :

10 bis 60 kN/m² weich

60 bis 200 kN/m² steif

Konsistenzzahl I_c :

0,50 – 0,75 weich

0,75 – 1,00 steif

Plastizitätszahl I_p :

$I_p \leq 4$

Wassergehalt, Kalkgehalt:

4.6 Bodenkennwerte

Auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse und der Angaben der DIN 1055, sowie unserer Erfahrungen mit vergleichbaren geologischen Schichten wurden u.g. Werte erarbeitet. Sie gelten für die beschriebenen Böden ohne baubedingte Auflockerungen. Für die erdstatischen Berechnungen können folgende Werte zugrunde gelegt werden:

φ'	Winkel der inneren Reibung
δ	Wandreibungswinkel ($\delta = 2/3 \cdot \varphi'$)
c'	Kohäsion
γ	Wichte des feuchten Bodens
γ'	Wichte des Bodens unter Auftrieb
E_s	Steifeziffer

k_{sv} Bettungsmodul, statisch, vertikal

Schicht 3a – schluffige Moränenböden (weiche Konsistenz)

φ'	25°
δ	16,7°
c'	2 kN/m ²
γ	19 kN/m ³
γ'	10 kN/m ³
E_S	5 MN/m ²
k_{sv}	2 MN/m ³

Schicht 3b – schluffige Moränenböden (steife Konsistenz)

φ'	27,5°
δ	18,3°
c'	10 kN/m ²
γ	20 kN/m ³
γ'	10 kN/m ³
E_S	40 MN/m ²
k_{sv}	20 MN/m ³

Kieskoffer (mitteldichte Lagerung)

φ'	35°
δ	23,3°
c'	0 kN/m ²
γ	20 kN/m ³
γ'	10 kN/m ³
E_S	40 MN/m ²
k_{sv}	20 MN/m ³

Die angegebenen Bettungsmoduln k_{sv} sind keine Bodenkennwerte. Der Bettungsmodul ist abhängig von der Belastungshöhe, der Art der Belastung, der Form und der Größe der Belastungsfläche u.a.m. Die angegebenen Werte können daher lediglich für den ersten Rechenlauf zur Bemessung der Sohlplatte herangezogen werden. Nach Vorliegen der Ergebnisse kann eine Überprüfung der Gültigkeit der angegebenen Werte durch den Baugrundgutachter vorgenommen werden.

4.7 Geotechnische Beurteilung der Bodenschichten

Schicht 1 – Oberboden

Oberboden ist aufgrund seiner Zusammensetzung und seines Organikgehalts nicht zur Aufnahme von Fundamentlasten geeignet. Eine schadensfreie Gründung auf Oberboden ist nicht möglich.

Schicht 2 – Auffüllung

Die Auffüllungen sind aufgrund ihrer im Allgemeinen heterogenen Zusammensetzung und ihrer überwiegend lediglich lockeren Lagerungsdichte bzw. weichen Konsistenz zur Aufnahme von Fundamentlasten ungeeignet.

Schicht 3 – Schluffige Moränenböden

Die schluffigen Moränenböden sind im oberflächennahen Bereich aufgrund ihrer weichen Konsistenz setzungsempfindlich und nicht beziehungsweise nur mit Zusatzmaßnahmen zur Aufnahme von Bauwerkslasten geeignet. In den tieferliegenden Bereichen besitzt die Moräne eine steife Konsistenz und ist somit zur Aufnahme von Bauwerkslasten geeignet. Die beschriebenen bindigen Moränenböden sind sehr witterungsempfindlich und verlieren bei mechanischer Einwirkung, Frosteinwirkung und Wasserzutritt ihre, bei mindestens steifer Konsistenz vorhandenen, günstigen bodenmechanischen Eigenschaften.

5. Oberflächenwasser und Grundwasserverhältnisse

Bei den Felduntersuchungen wurde in den Rammkernsondierungen RKS 1 mit RKS 4 bis zu ihrer jeweiligen Endteufe von 4,0 m unter Ansatzpunkt kein Grundwasserzutritt festgestellt. Ein zusammenhängender Grundwasserspiegel wurde somit nicht aufgeschlossen.

Aufgrund der Hanglage des Baugeländes und der geringen Durchlässigkeit der Moränenböden kann Niederschlagswasser gar nicht oder nur zu einem geringen Teil versickern und fließt überwiegend oberflächlich oder als Schichtwasser in nichtbindigen Bereichen ab. Dies führt zu einem Aufweichen der

oberflächennahen Schichten. Es ist, besonders nach entsprechenden Niederschlags- oder Schneeschmelzereignissen, mit zumindest temporär auftretendem Schichtwasser in wasserwegsamem (nichtbindigen) Bodenschichten zu rechnen.

Dabei fließt das versickernde Niederschlagswasser innerhalb wasserdurchlässiger Schichten, wie beispielsweise kiesigen Auffüllungen, und auf undurchlässigen Schichten ab. Die Fließrichtung variiert dabei je nach Neigung der obersten undurchlässigen Schicht; insgesamt ist aufgrund der Hanglage des Grundstücks davon auszugehen, dass Schicht- und Hangschichtwasser der Morphologie folgend in Richtung Starnberger See abfließt.

Für Bemessungszwecke (Abdichtung der Neubaumaßnahme, Auftrieb etc.) empfehlen wir daher, einen **Bemessungswasserstand auf Höhe der niedrigsten Geländeoberkante** im direkten talseitigen Umgriff des Neubaus anzusetzen.

Aufgrund der teilweise geringen Durchlässigkeit der am Grundstück oberflächennah anstehenden Böden wird ein Teil des Niederschlagswasser auch oberflächlich abfließen.

6. Einzelheiten zur Bebauung

6.1 Gründung

Gründung Seminargebäude ohne Teilunterkellerung

Das Gebäude-Null wurde, wie unter Kapitel 1.4 beschrieben, bei dem Seminargebäude ohne Teilunterkellerung auf 594,76 m ü NHN festgelegt. Das Baugebiet liegt in der Frosteinwirkzone II, das heißt, der Frost kann bis zu 1,2 m Tiefe in den Boden eindringen. Eine frostsichere Gründung der geplanten Neubauten erfordert eine Gründungstiefe von mindestens 1,2 m unter GOK. Daraus resultiert eine frostsichere Gründungskote für das Seminargebäude ohne Teilunterkellerung von 593,56 m ü NHN.

Bis zur Gründungstiefe von 593,56 m ü NHN sind die Böden auszuheben und durch einen Kieskoffer zu ersetzen. In dieser Tiefe stehen

Moränenschluffen mit weicher Konsistenz beziehungsweise Oberboden und Auffüllungen.

Aufgrund der Inhomogenität der Auffüllböden und der organischen Anteile der Oberböden kann auf diesen nicht gegründet werden. Oberboden und Auffüllböden sind vollständig auszuheben und zu entfernen.

Schluffige Böden mit einer lediglich weichen Konsistenz sind nicht tragfähig.

Der Kieskoffer ist mit einer Dicke von mindestens 1,2 m einzubauen. Liegt die Basis des Kieskoffers in den schluffigen Moränenböden mit einer weichen Konsistenz, so ist vor dem Aufschütten des Kieskoffers ein geotextiles Vlies (GRK 3) und ein Geogitter mit einer biaxialen Zugfestigkeit von mindestens 30 kN/m überlappend auszulegen. Das Vlies in Verbindung mit dem Geogitter ist auf der untersten Aushubsohle sowie auf die Böschungen zu verlegen. Anschließend ist der Kieskoffer in Lagen von maximal 0,3 m einzubringen, die jeweils intensiv zu verdichten sind. Stehen Auffüllböden in der Gründungssohle an, sind diese vollständig bis zur Oberkante der schluffigen Moränenböden mit mindestens weicher Konsistenz auszuheben und durch weitere Lagen Kieskoffer zu ersetzen.

Für den Kieskoffer ist frostsicherer (F1), gut gestufter, verdichtungswilliger Kies (GW nach DIN 18196) zu verwenden und intensiv zu verdichten. Beim Einbau eines Kieskoffers ist ein Lastausbreitungswinkel von 45° zu berücksichtigen, d.h. bei einer Bodenaustauschhöhe von z.B. 1,2 m ist somit auch ein Überstand des Kieskoffers unter den Fundamenten bzw. unter einer Bodenplatte von 1,2 m vorzusehen.

Bei ordnungsgemäßer Ausführung werden die Setzungen 15 mm nicht überschreiten und fast vollständig bereits während der Bauzeit abklingen.

Gründung Seminargebäude mit Teilunterkellerung

Das Gebäude-Null wurde, wie unter Kapitel 1.4 beschrieben, bei dem Seminargebäude mit Teilunterkellerung auf 595,02 m ü NHN festgelegt. Das Baugebiet liegt in der Frosteinwirkzone II, das heißt, der Frost kann bis zu 1,2 m Tiefe in den Boden eindringen. Eine frostsichere Gründung der geplanten Neubauten erfordert eine Gründungstiefe von mindestens 1,2 m

unter GOK. Daraus resultiert eine frostsichere Gründungskote für das Seminargebäude mit Teilunterkellerung von 593,82 m ü NHN. Die Gründungskote im Bereich des Tiefteils liegt bei ca. 591,52 m ü NHN.

Bereich Tieftteil

Die Gründungskote der Teilunterkellerung liegt bei ca. 591,52 m ü NHN.

Auf Basis der Ergebnisse der Felduntersuchungen ist in der Gründungssohle des Tiefteils überwiegend mit schluffigen Moränenböden mit einer weichen Konsistenz zu rechnen.

Schluffige Böden mit einer lediglich weichen Konsistenz sind nicht tragfähig.

Stehen in der Gründungssohle schluffigen Moränenböden mit einer weichen Konsistenz an, so ist unter der Bodenplatte ein Kieskoffer von ca. 0,5 m Dicke einzubauen und der Aushub dementsprechend tiefer hinabzuführen. Daraus resultiert eine Gründungskote des Kieskoffers von ca. 591,02 m ü NHN. Vor dem Aufschütten des Kieskoffers ist ein geotextiles Vlies (GRK 3) und ein Geogitter mit einer biaxialen Zugfestigkeit von mindestens 30 kN/m überlappend auszulegen. Das Vlies in Verbindung mit dem Geogitter ist auf der untersten Aushubsohle sowie auf die Böschungen zu verlegen. Anschließend ist der Kieskoffer in zwei Lagen von maximal 0,3 m einzubringen, die jeweils intensiv zu verdichten sind. Stehen Auffüllböden in der Gründungssohle an, sind diese vollständig bis zur Oberkante der schluffigen Moränenböden auszuheben.

Für den Kieskoffer ist ein gut gestufter, verdichtungswilliger Kies (GW, GU nach DIN 18196) mit max. 8 %-Feinkorngehalt zu verwenden und intensiv zu verdichten. Beim Einbau eines Kieskoffers ist ein Lastausbreitungswinkel von 45° zu berücksichtigen, d.h. bei einer Bodenaustauschhöhe von z.B. 0,5 m ist somit auch ein Überstand des Kieskoffers unter den Fundamenten bzw. unter einer Bodenplatte von 0,5 m vorzusehen.

Sofern in und unterhalb der Gründungssohle der Nachweis der ausreichenden Tragfähigkeit erbracht ist, können die Bauwerkslasten über eine Sohlplatte in den Untergrund abgetragen werden.

Bei einer Bemessung für eine Sohlplatte mit dem Verfahren der elastischen Bettung sind die unter Abschnitt 4.6 angegebenen Werte anzuwenden.

Bei ordnungsgemäßer Ausführung werden die Setzungen 15 mm nicht überschreiten und fast vollständig bereits während der Bauzeit abklingen.

Bereich ohne Tieftteil

Die frostsichere Gründungskote im Bereich ohne Tieftteil liegt bei ca. 593,82 m ü NHN.

Bis zur Gründungstiefe von 593,82 m ü NHN sind die Böden auszuheben und durch einen Kieskoffer zu ersetzen. In dieser Tiefe stehen Moränenschluffen mit weicher Konsistenz beziehungsweise Oberboden und Auffüllungen.

Aufgrund der Inhomogenität und der organischen Anteile kann auf Oberboden und Auffüllböden nicht gegründet werden. Oberboden und Auffüllböden sind vollständig auszuheben und zu entfernen.

Schluffige Böden mit einer lediglich weichen Konsistenz sind nicht tragfähig.

Der Kieskoffer ist mit einer Dicke von mindestens 1,2 m einzubauen. Liegt die Basis des Kieskoffers in den schluffigen Moränenböden mit einer weichen Konsistenz, so ist vor dem Aufschütten des Kieskoffers ein geotextiles Vlies (GRK 3) und ein Geogitter mit einer biaxialen Zugfestigkeit von mindestens 30 kN/m überlappend auszulegen. Das Vlies in Verbindung mit dem Geogitter ist auf der untersten Aushubsohle sowie auf die Böschungen zu verlegen. Anschließend ist der Kieskoffer in Lagen von maximal 0,3 m einzubringen, die jeweils intensiv zu verdichten sind. Stehen Auffüllböden in der Gründungssohle an, sind diese vollständig bis zur Oberkante der schluffigen Moränenböden mit mindestens weicher Konsistenz auszuheben und durch weitere Lagen Kieskoffer zu ersetzen.

Für den Kieskoffer ist frostsicherer (F1), gut gestufter, verdichtungswilliger Kies (GW nach DIN 18196) zu verwenden und intensiv zu verdichten. Beim Einbau eines Kieskoffers ist ein Lastausbreitungswinkel von 45° zu

berücksichtigen, d.h. bei einer Bodenaustauschhöhe von z.B. 0,5 m ist somit auch ein Überstand des Kieskoffers unter den Fundamenten bzw. unter einer Bodenplatte von 0,5 m vorzusehen.

Bei ordnungsgemäßer Ausführung werden die Setzungen 15 mm nicht überschreiten und fast vollständig bereits während der Bauzeit abklingen.

Bemessung der Fundamente

Sofern in und unterhalb der Gründungssohle der Nachweis der ausreichenden Tragfähigkeit erbracht ist, können die Bauwerkslasten durch Streifen- oder Einzelfundamente oder über eine Sohlplatte in den Untergrund abgetragen werden.

Die Bemessung von Einzel- und Streifenfundamenten kann gemäß der DIN 1054 – Baugrund; Sicherheitsnachweise im Baugrund, Ausgabe Dezember 2010 – durchgeführt werden, wobei die Teilsicherheitsbeiwerte der Tabellen A 2.1, A 2.2 und A 2.3 zu verwenden sind.

Im vorliegenden Fall liegen die Voraussetzungen gemäß Tabelle A 6.3 vor. Damit können die Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands gemäß Tabellen A 6.1 und A 6.2 angewandt werden.

Die Lagerungsdichte des Kieskoffers ist als mitteldicht anzusetzen. Im vorliegenden Fall kann von den entsprechenden Tabellenwerten ausgegangen werden.

Eine Erhöhung der Tabellenwerte (der Tabellen A 6.1 und A 6.2) ist zulässig bei Einhaltung der Bedingungen, die nachfolgend aufgelistet sind und wenn die Fundamente eine Mindestbreite von 0,50 m und eine Mindesteinbindetiefe von 0,50 m aufweisen:

- Bei Rechteckfundamenten mit einem Seitenverhältnis $b_B / b_L < 2$ bzw. $b_B' / b_L' < 2$ und bei Kreisfundamenten darf der in den Tabellen A 6.1 und A 6.2 angegebene Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands um 20 % erhöht werden. Für die auf der Grundlage des Grundbruchs ermittelten Werte (Tabelle A 6.1) gilt dies aber nur dann, wenn die Einbindetiefe größer ist als $0,60 * b$ bzw. $0,60 * b'$.

Die Tabellenwerte der Tabelle A 6.1 müssen abgemindert werden, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Bei Fundamenten, bei denen außer der resultierenden senkrechten Sohldruckbeanspruchung V_k auch eine waagerechte Komponente H_k angreift, ist der in Tabelle A 6.1 auf der Grundlage einer ausreichenden Grundbruchsicherheit angegebene, gegebenenfalls nach A 6.10.2.2 verminderte Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands wie folgt abzumindern:
 - mit dem Faktor $(1 - H_k/V_k)$, wenn H_k parallel zur langen Fundamentseite wirkt und das Seitenverhältnis $b_L : b_B \geq 2$ bzw. $b_{L'} : b_{B'} \geq 2$ ist.
 - mit dem Faktor $(1 - H_k/V_k)^2$ in allen anderen Fällen

Bei der vorliegenden Planung ist eine Abminderung aufgrund von Grundwassereinfluss nicht erforderlich.

Der in Tabelle A 6.2 angegebene Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands darf unverändert verwendet werden, solange er nicht größer ist als der herabgesetzte, auf der Grundlage einer ausreichenden Grundbruchsicherheit in Tabelle A 6.1 angegebene Wert. Maßgebend ist der kleinere Wert.

Sofern in und unterhalb der Gründungssohle der Nachweis der ausreichenden Tragfähigkeit erbracht ist, können die Bauwerkslasten auch über eine Sohlplatte in den Untergrund abgetragen werden.

Bei einer Bemessung für eine Sohlplatte mit dem Verfahren der elastischen Bettung sind die unter Abschnitt 4.6 angegebenen Werte anzuwenden.

Wo wegen unterschiedlicher Gründungstiefen benachbarte Fundamente in unterschiedlichen Tiefen gegründet werden müssen, ist darauf zu achten, dass die Abtreppung nicht steiler als unter 30° gegen die Horizontale erfolgt.

Bei ordnungsgemäßer Ausführung werden die Setzungen 15 mm nicht überschreiten und fast vollständig bereits während der Bauzeit abklingen.

Allgemeine Hinweise

Wir empfehlen, das Gründungskonzept mit dem Bodengutachter abzustimmen und nach dem Baugrubenaushub die Baugrubensohlen vor, nach und gegebenenfalls während dem Einbau von Kiesböden fachtechnisch abnehmen zu lassen.

Die schluffigen Moränenböden sind frostempfindlich. Wird der Baugrubenaushub in der kalten Jahreszeit durchgeführt, so ist Vorsorge zu treffen, dass der Frost nicht in den Baugrund eindringen kann, da sonst Frosthebungen der Baugrubensohle möglich sind, die zur Auflockerung und einer Verminderung der Tragfähigkeit führen können.

Wegen der Wasserempfindlichkeit der Böden muss eventuell andrängendes Schichtwasser dort, wo es in die Baugrube eindringt, in Gräben gefasst, gesammelt und abgeleitet werden.

Sollten im Zuge der Gründung des Neubaus Fundamente der kommun anschließenden Bebauungen, der Abwasserkanal oder Sparten freizulegen sein, so sind diese zu sichern und gegebenenfalls zu unterfangen.

Bei jeglichen Formen der Unterfangungen sind alle Zwischenbauzustände zu beachten.

6.2 Baugrubenumschließung und Wasserhaltung

Freie Böschung

Bei geringen Aushubtiefen und dort, wo genügend Platz zur Verfügung steht, kann die Baugrubenumschließung mit freien Böschungen ausgeführt werden. Es empfiehlt sich, die Baugrubenböschung auch bei geringeren Einschnitttiefen nicht steiler als unter 45° abzuböschten. Belastete Böschungen (Kranbahnen, Eisenlager, Fahrwege etc.) sind auf jeden Fall flacher zu böschten.

Die Böschungsschultern sind freizuhalten von Kranbahnen, Eisenlagern, Fahrwegen, etc. Um die Baugrube und die Bauarbeiter zu schützen, sind die Baugrubenböschungen mit Folien vor Erosion zu schützen. Ansonsten wird auf die DIN 4124, Baugruben und Gräben, verwiesen.

Die Standsicherheit ist durch erdstatische Berechnungen nachzuweisen, wobei die in Kapitel 4.6 genannten Bodenkennwerte als Grundlage verwendet werden können.

Trägerbohlwand

In Baugrubengebieten, wo aufgrund der Nähe zu Wegen, Sparten oder der Nachbarbebauung keine freien Böschungen ausgeführt werden können, kann als Baugrubensicherung eine Trägerbohlwand gewählt werden, sofern geringfügige Verformungen in dem an die Baugrube angrenzenden Gelände keine erheblichen Schäden verursachen können.

Die Trägerbohlwand ist mit den Bodenkennwerten des Abschnitts 4.6 zu bemessen. Auf die einschlägigen Angaben der DIN 4014, Ausgabe März 1990 wird verwiesen. Die erdstatischen Nachweise sind mit dem aktiven Erddruck E_A durchzuführen, sofern die auftretenden Verformungen des Baugrubenverbau keine Schäden an bestehenden Sparten, Straßen o.ä. verursachen. Ansonsten empfehlen wir einen erhöhten Erddruck $(0,5 \cdot E_A + 0,5 \cdot E_0)$ anzusetzen.

Gegebenenfalls ist die Standsicherheit durch erdstatische Berechnungen nachzuweisen.

Die Erddruckverteilung kann für unabgestützte Trägerbohlwände entsprechend EB 12 der "Empfehlung des Arbeitskreises Baugruben (EAB)" ermittelt und im Fall der Verankerung entsprechend EB 42 der "EAB" umgelagert werden. Die Erdanker sollen auf mindestens 80 % ihrer Gebrauchslast vorgespannt werden. Die tatsächlich benötigte Vorspannung ist vorab rechnerisch zu ermitteln und zu prüfen. Die Verankerung ist nach DIN EN 1537 auszuführen.

Erfolgt die Gründung des Neubaus tiefer als bei direkt angrenzenden Nachbargebäuden, so ist eine Unterfangung zu konzipieren.

Spritzbetonvernagelung

Wenn aus Platzgründen steilere Böschungen benötigt werden, ist es möglich, Böschungen unter 75° herzustellen, solange eine Sicherung mit einer Spritzbetonvernagelung ausgeführt wird.

Bei den überwiegend bindigen Böden wird voraussichtlich ein geringer Wasserandrang vorhanden sein. Eine dichte Umschließung ist nicht notwendig. Anfallendes Schichtwasser ist so aufzunehmen, dass an den Böschungen keine Vernässungen und Erosionserscheinungen auftreten können. Das anfallende Hangschicht- und Niederschlagswasser ist in Dränagen zu sammeln, aus der Baugrube zu pumpen, über einen Sandfang zu leiten und abzuführen.

6.3 Abdichtung der Bauwerke und Versickerung

Abdichtung

Wir empfehlen, wegen der auf dem Baugelände festgestellten geringen Durchlässigkeit Böden und den möglicherweise auftretenden Oberflächen- und Schichtwässern alle in den Untergrund einbindenden Bauwerksteile bis zur Oberfläche in WU-Beton nach DIN 1045 auszuführen und alle Bauwerksfugen mit Fugendichtungen (Fugenbänder oder -bleche) zu versehen.

Alle Bauwerksabdichtungen sind bis zur Geländeoberkante gemäß DIN 18533, Teil 1 bis 3, Ausgabe Juli 2017 nach Klasse W2-E zu bemessen.

Bis mindestens 15 cm oberhalb der Geländeoberkante ist die Bauwerksabdichtung gegen Spritzwasser und Bodenfeuchte am Wandsockel (Klasse W4-E) herzustellen.

Besonderes Augenmerk ist auf Lichtschächte, Außentreppen o.ä. zu legen, die dicht und nach innen an die Hausentwässerung angeschlossen sein müssen.

Zusätzlich dazu ist der Bemessungswasserstand Endzustand auf die Höhe der niedrigsten Geländeoberkante im direkten talseitigen Umgriff der Neubauten festzusetzen.

Versickerung von Niederschlagswasser

Aufgrund des vorherrschenden geologischen Schichtenaufbaus ist besonderes Augenmerk auf die Ableitung von Niederschlagswasser zu legen,

da die anstehenden bindigen Böden (Schicht 3 – Schluffige Moränenböden) eine sehr geringe Durchlässigkeit aufweisen. Dies gilt zum einen für die Dachentwässerung, zum anderen für die Entwässerung von Straßen, Wegen und Freiflächen. Wir empfehlen, die Niederschlagswässer zu sammeln und abzuleiten. Dabei ist besonderes Augenmerk auf den Anschluss an eine gesicherte Vorflut zu legen.

Hierzu können beispielsweise Sickerschächte oder Sickerbrunnen ausgeführt werden, um das gesammelte Wasser in tiefere Schichten abzuleiten. Die Leistungsfähigkeit solcher Sickereinrichtungen ist mittels Sickerversuchen zu prüfen. Ist eine Versickerung der auf dem Baugrundstück nicht möglich, empfehlen wir, die Niederschlagswässer an eine gesicherte Vorflut anzuschließen. Dafür kann ein eventuell vorhandener Regenwasserkanal genutzt werden. Hierfür ist jedoch eine wasserrechtliche Genehmigung erforderlich.

6.4 Hinweise zur Bauausführung

Die maximale Frosteindringtiefe in Feldafing beträgt ca. 1,2 m. In Bereichen mit einer oberflächennahen Gründung, z.B. der Gebäudeteile ohne Unterkellerung, sind die Fundamente daher mindestens bis 1,2 m unter GOK hinabzuführen. Alternativ kann die Gründung auf einem Kieskoffer aus Frostschutzkies (F1), dessen Basis mindestens 1,2 m unter GOK liegt, oder die Herstellung einer Frostschürze in Erwägung gezogen werden.

Zur Vermeidung von Rissen kann der Neubau in den üblichen Abständen abgefugt werden. Eine besonders sorgfältige Ausbildung der Fugen ist dort wesentlich, wo unterschiedlich belastete Bauwerksteile aneinandergrenzen. Alternativ können durch den Tragwerksplaner andere Maßnahmen ergriffen werden, um auftretende Differenzsetzungen für den Neubau aufnehmbar zu gestalten.

Für die Hinterfüllung der Arbeitsräume ist nur geeignetes Material (Kies mit weniger als 8 Gew.-% Schlämmkorn) zu verwenden. Es ist darauf zu achten, dass das Material lageweise in entsprechender Schichtstärke ($\leq 0,3$ m) eingebaut und verdichtet wird.

7. Schadstoffverhältnisse

7.1 Bewertungskriterien

Im Vordergrund der Bodenuntersuchung auf Verunreinigungen stehen die Belange beim Aushub und der Verwertung / Entsorgung der Böden.

Eine Beurteilung der Schadstoffgehalte der Böden hinsichtlich ihrer abfallrechtlichen Relevanz erfolgt deutschlandweit seit dem 01. August 2023 auf Basis der

„Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke“ (Ersatzbaustoffverordnung - ErsatzbaustoffV). Die Ersatzbaustoffverordnung ist als Artikel 1 Teil der „Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung“ vom 09. Juli 2021; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz.

Aufgrund von langjährigen Übergangsfristen kann in Bayern eine Beurteilung der Schadstoffgehalte der Böden hinsichtlich ihrer abfallrechtlichen Relevanz erfolgen auf Basis der

„Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen (Verfüll-Leitfaden) vom 23.12.2019; Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen“

Im Folgenden wird hier vorgenanntes Regelwerk mit Verfüll-Leitfaden bezeichnet. Schadstoffgehalte werden entsprechend der Parameterlisten nach Anhang 2 und 3 im Eluat und Feststoff sowie der Fortschreibung durch das Bayerische Landesamt für Umwelt quantifiziert.

In Abhängigkeit von den festgestellten Schadstoffgehalten werden hier die zu verwertenden Böden Einbauklassen zugeordnet. Deren Zuordnungswerte Z 0 bis Z 2 stellen die konzentrationsabhängigen Obergrenzen der jeweiligen Einbauklasse bei der Wiederverwendung von Böden bzw. mineralischen Bausubstanzen dar.

Die Gehalte bis zum Zuordnungswert Z 0 kennzeichnen natürliche Böden, die uneingeschränkt weiterverwendet werden können. Die Zuordnungswerte Z 1 (Z 1.1 und Z 1.2) stellen die Obergrenze für den offenen Einbau unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungseinschränkungen dar. Die Zuordnungswerte Z 2 stellen die Obergrenze für den Einbau von Böden mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen dar.

Bei Überschreitung der Zuordnungswerte Z 2 ist ein gesicherter Wiedereinbau von Boden nicht mehr möglich. Für Material, das die Zuordnungs-kategorie Z 2 überschreitet, kommt nur noch eine umweltverträgliche Ablagerung als Abfall in Deponien in Frage.

Die im Folgenden wiedergegebene Tabelle 3 zeigt die hier geprüften Parameter nach Verfüll-Leitfaden für Boden im Feststoff und Eluat mit entsprechend zulässigen Höchstkonzentrationen.

Tabelle 3: Zusammenfassung der Anlagen 2 und 3 aus Verfüll-Leitfaden, Zuordnungswerte für Boden

Parameter	Dimension	Zuordnungswerte Feststoff			
		Z 0 (Lehm/Schluff)	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
EOX	mg/kg	1	3	10	15
Kohlenwasserstoffe MKW	mg/kg	100	300	500	1.000
Σ PAK n. EPA	mg/kg	3 ¹⁾	5 ¹⁾	15 ²⁾	20 ²⁾
Σ PCB (Congenere nach DIN 51527)	mg/kg	0,05	0,1	0,5	1
Arsen	mg/kg	20	30	50	150
Blei	mg/kg	70	140	300	1.000
Cadmium	mg/kg	1	2	3	10
Chrom (ges.)	mg/kg	60	120	200	600
Kupfer	mg/kg	40	80	200	600
Nickel	mg/kg	50	100	200	600
Quecksilber	mg/kg	0,5	1	3	10
Zink	mg/kg	150	300	500	1.500
Cyanide (ges.)	mg/kg	1	10	30	100

Tabelle 3: Fortsetzung

Parameter	Dimension	Zuordnungswert Eluat			
		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert		6,5 – 9	6,5 – 9	6 – 12	5,5 – 12
el. Leitfähigkeit	µS/cm	500	500	1.000	1.500
Chlorid	mg/l	250	250	250	250
Sulfat	mg/l	250	250	250	250
Cyanid (ges.)	µg/l	10	10	50	100
Phenolindex	µg/l	10	10	50	100
Arsen	µg/l	10	10	40	60
Blei	µg/l	20	25	100	200
Cadmium	µg/l	2	2	5	10
Chrom (ges.)	µg/l	15	30	75	150
Kupfer	µg/l	50	50	150	300
Nickel	µg/l	40	50	150	200
Quecksilber	µg/l	0,2	0,2	1	2
Zink	µg/l	100	100	300	600

- 1) Einzelwerte für Benzo(a)pyren jeweils kleiner als 0,3 mg/kg.
- 2) Einzelwerte für Benzo(a)pyren jeweils kleiner als 1,0 mg/kg.

7.2 Analysergebnisse und Bewertung

Mit der Durchführung der Analytik der Bodenproben wurde die BVU Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH in Markt Rettenbach beauftragt. Das Untersuchungslabor ist durch die Deutsche Akkreditierungsstelle nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

Für die Schadstofferkundung in einer ersten Orientierungsstufe wurden die analytischen Untersuchungen an einer Auswahl von Bodenproben bzw. Bodenmischproben aus den unterschiedlichen oberflächennahen Schichten (Oberboden, Auffüllung und schluffige Moränenböden) durchgeführt. Alle bislang nicht untersuchten Proben wurden als Rückstellproben in unserem Erdbaulabor eingelagert.

Am Grundstück wurden in allen direkten Aufschlüssen Auffüllböden festgestellt, wobei vor allem aufgefüllte Kiese und Schluffe aufgeschlossen wurden. Zudem wurde mit den zwei in Grünflächen durchgeführten Rammkernsondierungen RKS 2 und RKS 3 umgelagerter Oberboden aufgeschlossen.

Die im Rahmen der Felduntersuchungen festgestellten Auffüllböden weisen in unterschiedlicher Menge anthropogene Beimengungen, vor allem Ziegel-, Betonbruch und Kohlereste auf. Die darunter anstehenden schluffigen Moränenböden sind als organoleptisch unauffällig zu bezeichnen. Weitere Ausführungen zu den aufgeschlossenen Böden sind den Kapiteln 5.1 mit 5.3 zu entnehmen.

Nach Auswertung der Laboruntersuchungen ergeben sich für die Böden folgende Schadstoffgehalte:

Auffüllung:

Aus der Auffüllung wurden die Bodenproben BP 1/2, BP 2/2 und BP 4/1 ausgewählt sowie die Bodenmischprobe BMP A zusammengestellt und auf ihren Schadstoffgehalt untersucht. Die Ergebnisse mit erhöhtem Schadstoffgehalt sind der Tabelle 4 zu entnehmen.

Tabelle 4: zur Analytik ausgewählte Proben aus der Auffüllung mit erhöhten Schadstoffgehalten

Probe	Einzelprobe	erhöhte Parameter nach Verfüll-Leitfaden	Zuordnung nach Verfüll-Leitfaden
BP 1/2	RKS 1: 0,4 – 0,8 m Tiefe	keine	Z 0*
BP 2/2	RKS 2: 0,2 – 0,5 m Tiefe	keine	Z 0*
BP 4/1	RKS 4: 0,0 – 0,5 m Tiefe	keine	Z 0*
BMP A	RKS 1: 0,0 – 0,4 m Tiefe RKS 1: 0,4 – 0,8 m Tiefe RKS 2: 0,2 – 0,5 m Tiefe RKS 4: 0,0 – 0,5 m Tiefe	keine	Z 0

*: vorläufige Zuordnung auf Basis der untersuchten Parameter

Schluffige Moränenböden:

Mit der Bodenmischprobe BMP B, die aus den geogenen schluffigen Moränenböden zusammengestellt wurde, wurden für alle Prüfparameter unauffällige Messwerte oder Gehalte unter den Nachweisgrenzen bestimmt. Die Bodenmischprobe **BMP B** ist dementsprechend auf Basis der Prüfparameter in die vorläufige Zuordnungsklasse **Z 0** nach Verfüll-Leitfaden einzuteilen.

Die Laborberichte mit den Einzelanalysenergebnissen der Bodenproben liegen in der Anlage 6 bei.

Bewertung:

Im Fall von Erd- oder Aushubarbeiten ist eine abfallrechtsbezogene Betrachtung der Schadstoffverhältnisse anzusetzen.

Die Auffüllböden weisen keine erhöhten PAK-, Mineralölkohlenwasserstoff- oder Schwermetallgehalte auf.

Somit ergeben sich für die Auffüllböden am Grundstück keine Schadstoffbelastungen. Auf Basis der durchgeführten Untersuchungen sind die Auffüllungen vorläufig in die Verwertungsklasse Z0 nach Verfüll-Leitfaden einzustufen. Die ungestörten, schluffigen Moränenböden sind in die Verwertungsklasse Z0 nach Verfüll-Leitfaden einzustufen.

Für Erdarbeiten am Grundstück ergibt sich:

Im Rahmen der Neubebauung des Grundstücks werden baugrubenweit Oberboden und Auffüllböden sowie Bereiche an gewachsenen schluffigen Moränenböden voraussichtlich vollständig ausgehoben oder abgeschoben. Die Böden sind nach Art des Materials zu separieren und vor der Abfuhr als Haufwerke seitlich zwischenzulagern und chargenweise einer vollständigen Deklarationsanalytik nach Verfüll-Leitfaden zu unterziehen. Auf deren Basis kann eine abfallrechtlich konforme Verwertung bzw. Entsorgung eingeleitet werden. Aus diesem Grund empfehlen wir dringend, alle anstehenden Erdarbeiten und Aushubmaßnahmen unter fachtechnischer Begleitung durchzuführen, um ein abfallrechtskonformes Vorgehen sicherzustellen und eine Massenmehrung des zu separierenden Materials

durch Vermischung von sauberem mit organoleptisch auffälligem Aushubmaterial zu verhindern und so die Kosten für zu entsorgendes Aushubmaterial zu minimieren.

Die hier beschriebene orientierende Schadstoffuntersuchung ersetzt nicht die abfallrechtlich erforderlichen deklarierenden Bodenuntersuchungen.

Es sei darauf hingewiesen, dass die jetzt angelegten Bodenaufschlüsse nur stichpunktartige Bodenaufschlüsse darstellen und daher nur eine Orientierung über eventuelle Schadstoffverhältnisse liefern können. Mit der vorliegenden chemischen Analytik wurden daher nicht zwangsläufig die Höchstkonzentrationen der überprüften Schadstoffparameter festgestellt.

Da das Untersuchungsgelände mit nur wenigen direkten Aufschlüssen erkundet wurde, sind möglicherweise vorhandene lokal begrenzte, punkt- oder linienförmige Bodenverunreinigungen nicht entdeckt worden.

8. Schlussbemerkungen

Im Rahmen der Baugrunduntersuchung wurde festgestellt, dass im Baugebiet im Allgemeinen bedingt günstige Baugrundverhältnisse hinsichtlich der Gründung des Neubaus vorliegen. Die Baugrube muss nicht mit einem wasserdichten Verbau gegen Grundwasserzustrom gesichert werden. Die für das Bauvorhaben resultierenden Folgerungen wurden angegeben.

Bei Einhaltung der angeführten Gründungsempfehlungen und -hinweise wird eine technisch einwandfreie und wirtschaftliche Gründung gegeben sein.

Um Unsicherheiten bei der Gründung auszuschließen, empfehlen wir, die Aushub- bzw. Gründungssohle der Baugrube fachtechnisch abnehmen zu lassen.

Im Rahmen der orientierenden Altlasterkundung wurden in den Auffüllböden am Grundstück keine erhöhte Schadstoffgehalte festgestellt.

Abschließend weisen wir darauf hin, dass in jedem Fall nur die Angaben im Gutachten verbindlich sind. Änderungen des Gutachtens bedürfen in jedem Fall der Schriftform.

Das Gutachten sollte als Arbeitsunterlage während der Gründungsarbeiten immer auf der Baustelle zur Verfügung stehen.

Zur weiteren Beratung stehen wir jederzeit gerne zur Verfügung. In allen Zweifelsfällen hinsichtlich Baugrund und Gründung ist unser Büro einzuschalten.

München, 16. Mai 2025

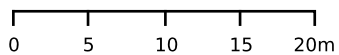
Sc

FRANK + BUMILLER + KRAFT
Grundbauingenieure VBI GmbH

Anlagen



Bezugssystem:
ETRS89 / UTM 32N



Maßstab 1: 500

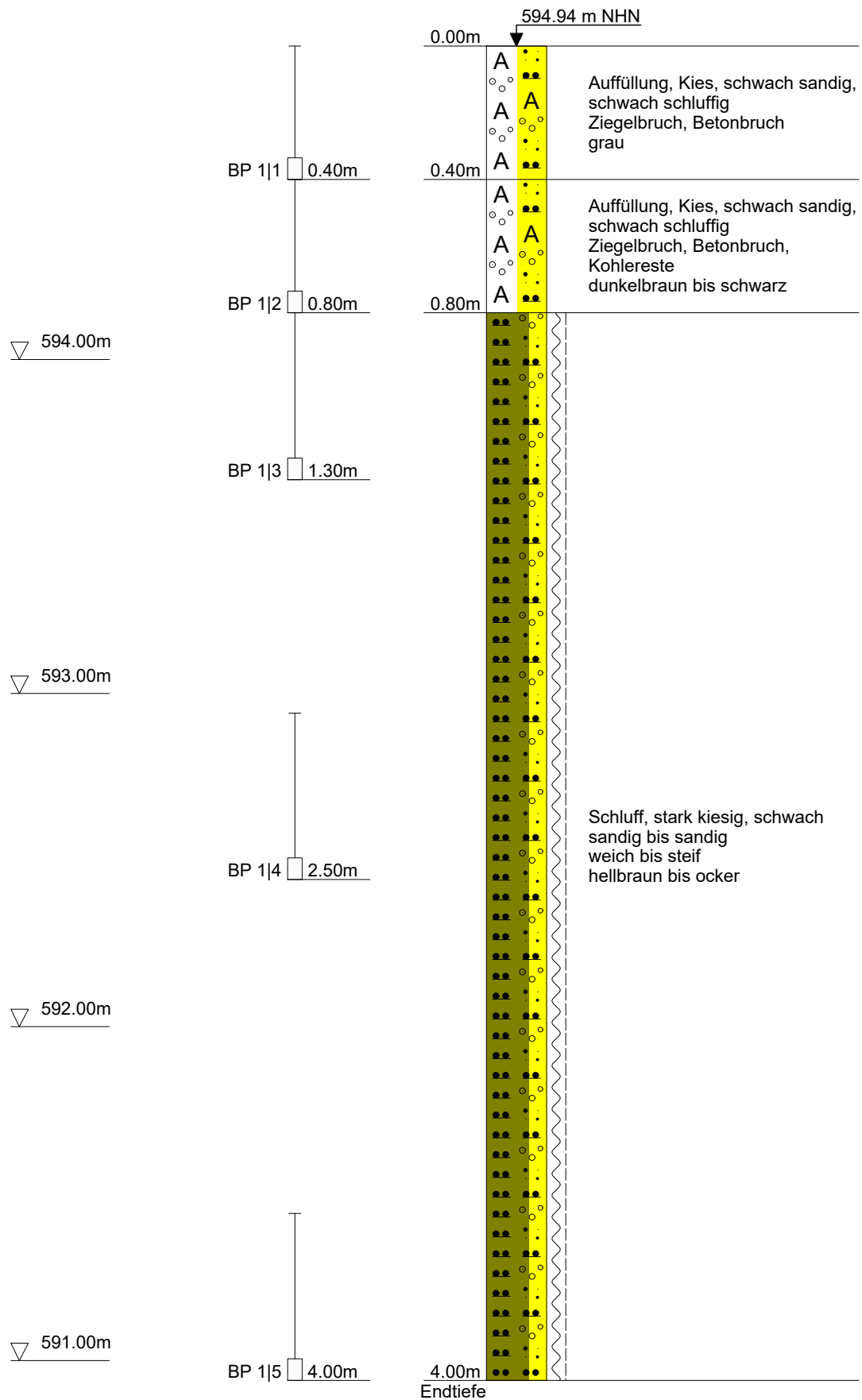
Erstellt am 02.05.2025 10:18
<https://v.bayern.de/NBqX6>

Es gelten die Nutzungsbedingungen des BayernAtlas /
Geoportal Bayern / BayernAtlas-plus



FRANK + BUMILLER + KRAFT	Projekt: Tutzing, Hans-Albers-Villa, TUM_HAV
Grundbauingenieure VBI GmbH	Projektnr.: 41040G
Hofangerstraße 82 - 81735 München	Datum: 20.03.2025
Tel.: 089/520 346-0 - E-Mail: info@ib-fbk.de	Anlage: 2.1

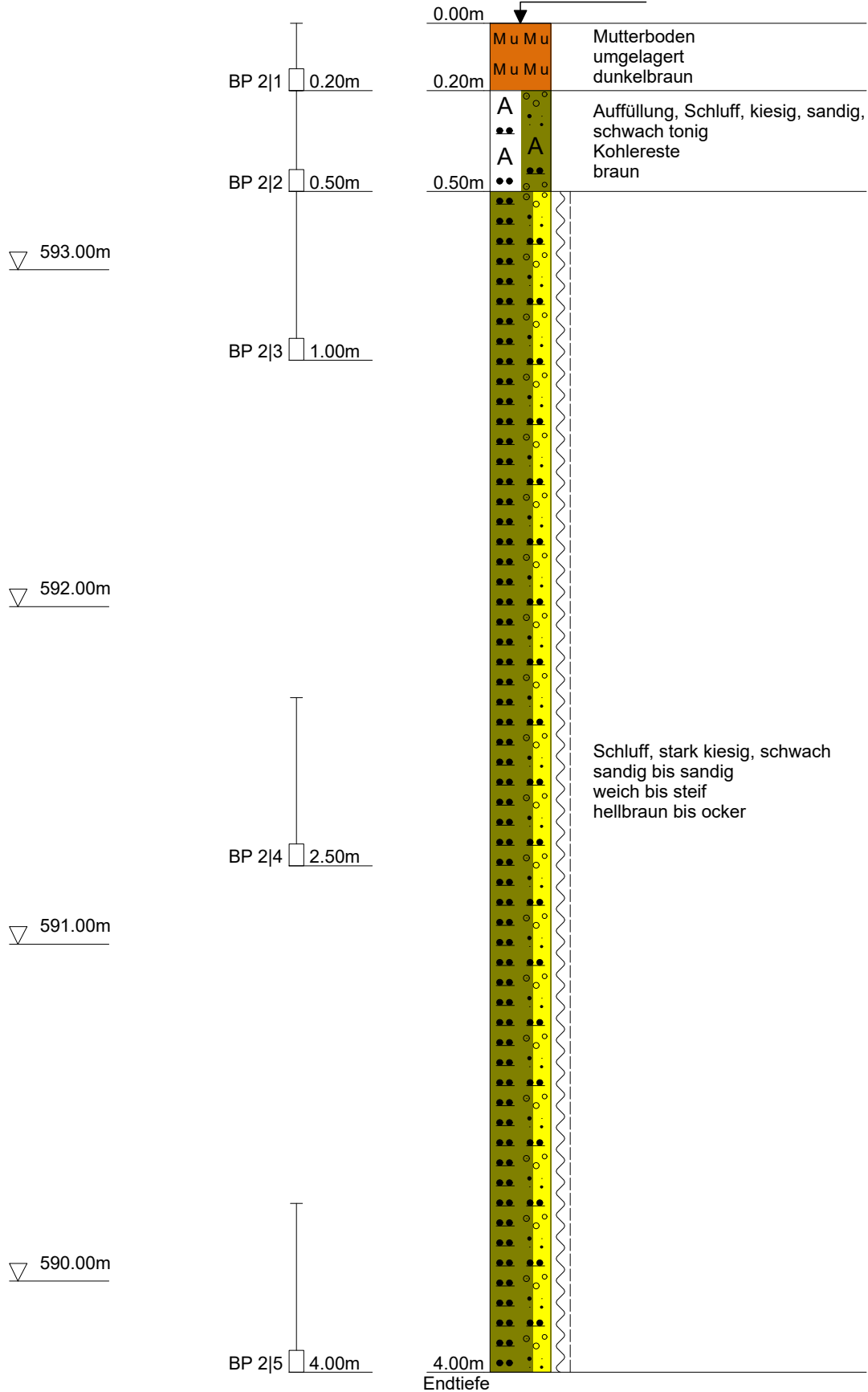
RKS 1



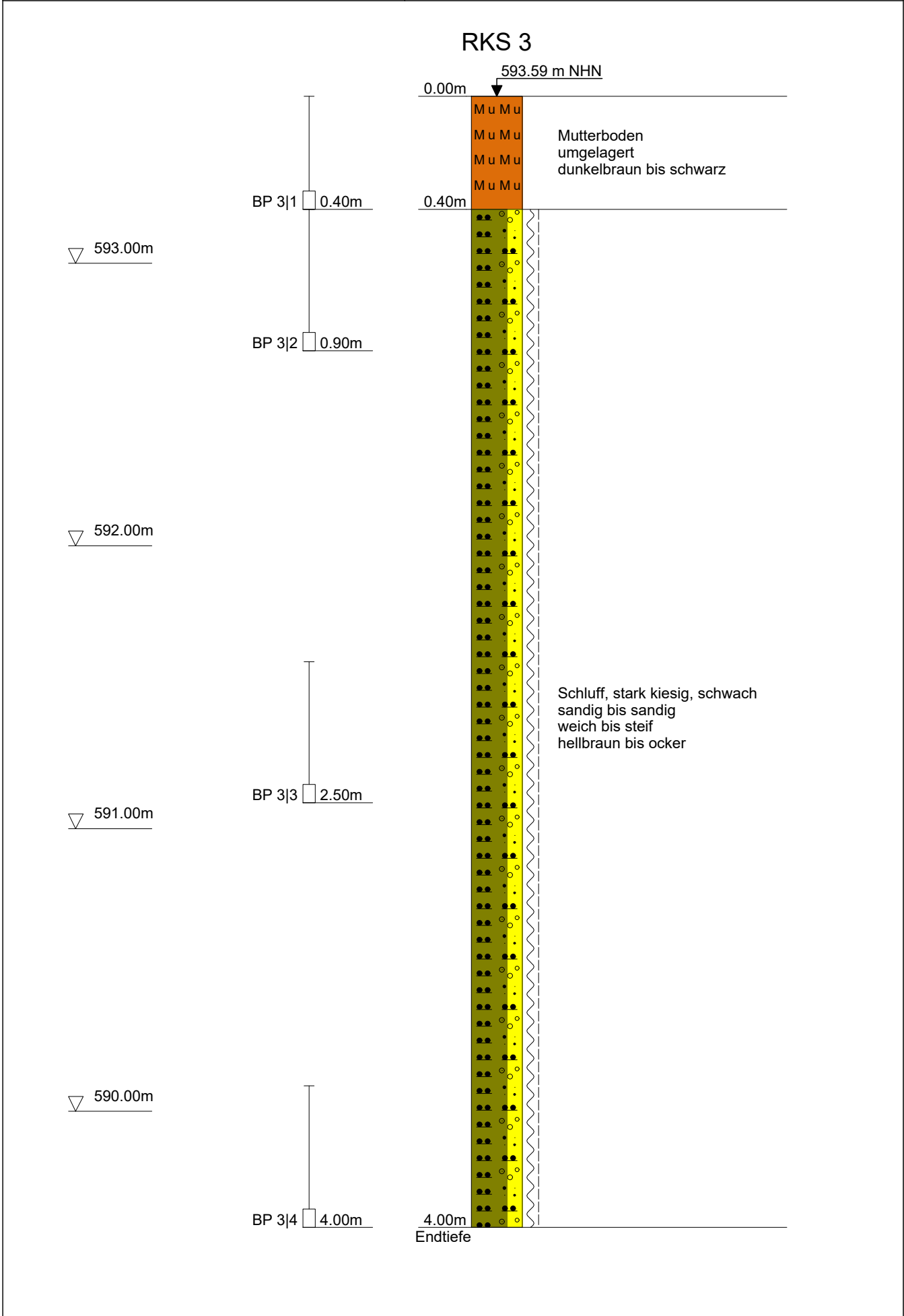
FRANK + BUMILLER + KRAFT	Projekt: Tutzing, Hans-Albers-Villa, TUM_HAV
Grundbauingenieure VBI GmbH	Projektnr.: 41040G
Hofangerstraße 82 - 81735 München	Datum: 20.03.2025
Tel.: 089/520 346-0 - E-Mail: info@ib-fbk.de	Anlage: 2.2

RKS 2

593.73 m NHN

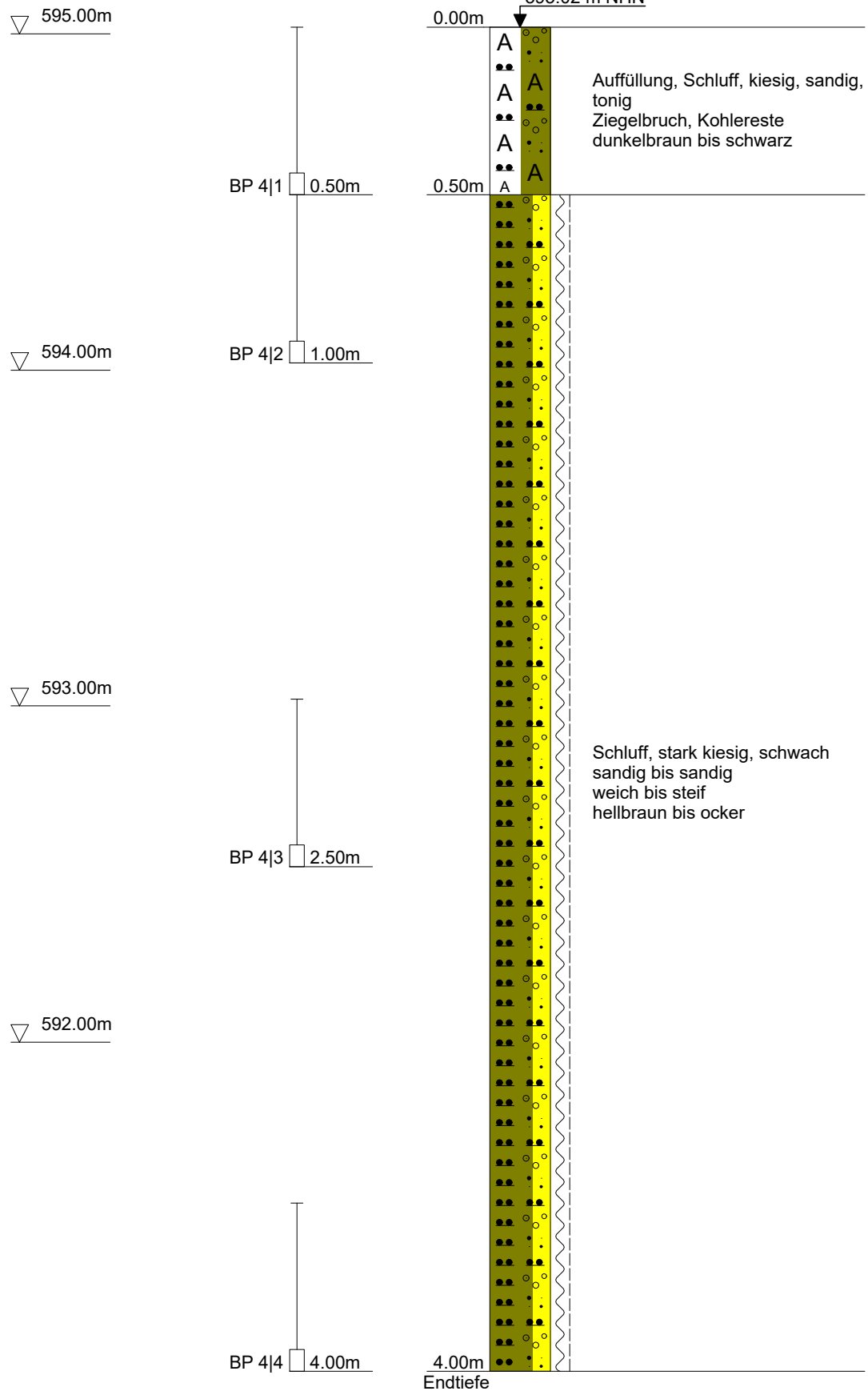


FRANK + BUMILLER + KRAFT	Projekt: Tutzing, Hans-Albers-Villa, TUM_HAV
Grundbauingenieure VBI GmbH	Projektnr.: 41040G
Hofangerstraße 82 - 81735 München	Datum: 20.03.2025
Tel.: 089/520 346-0 - E-Mail: info@ib-fbk.de	Anlage: 2.3



FRANK + BUMILLER + KRAFT	Projekt: Tutzing, Hans-Albers-Villa, TUM_HAV
Grundbauingenieure VBI GmbH	Projektnr.: 41040G
Hofangerstraße 82 - 81735 München	Datum: 20.03.2025
Tel.: 089/520 346-0 - E-Mail: info@ib-fbk.de	Anlage: 2.4

RKS 4



FRANK + BUMILLER + KRAFT
 Grundbauingenieure VBI GmbH
 Hofangerstraße 82 - 81735 München
 Tel.: 089/520 346-0 - E-Mail: info@ib-fbk.de

Anlage **2.2**
 Bericht: **41040G**
 Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Tutzing, Hans-Albers-Villa, TUM_HAV**

Bohrung Nr. RKS 2

Blatt 3

Datum:

1	2				3	4	5	6
Bis ...m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.20	a) Mutterboden					BP 2 	1	0.00 -0.20
	b) umgelagert							
	c)	d)	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h)	i)				
0.50	a) Auffüllung, Schluff, kiesig, sandig, schwach tonig					BP 2 	2	0.20 -0.50
	b) Kohlereste							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
4.00 Endtiefe	a) Schluff, stark kiesig, schwach sandig bis sandig					BP 2 	3 4 5	0.50 -1.00 2.00 -2.50 3.50 -4.00
	b)							
	c) weich bis steif	d)	e) hellbraun bis ocker					
	f)	g)	h)	i)				

FRANK + BUMILLER + KRAFT Grundbauingenieure VBI GmbH Hofangerstraße 82 - 81735 München Tel.: 089/520 346-0 - E-Mail: info@ib-fbk.de	Anlage 3.3 Bericht: 41040G Az.:
--	---

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Tutzing, Hans-Albers-Villa, TUM_HAV**

Bohrung Nr. RKS 3		Blatt 3			Datum:			
1	2				3	4	5	6
Bis ...m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.40	a) Mutterboden					BP 3 	1	0.00 -0.40
	b) umgelagert							
	c)	d)	e) dunkelbraun bis schwarz					
	f)	g)	h)	i)				
4.00 Endtiefe	a) Schluff, stark kiesig, schwach sandig bis sandig					BP 3 	2 3 4	0.40 -0.90 2.00 -2.50 3.50 -4.00
	b)							
	c) weich bis steif	d)	e) hellbraun bis ocker					
	f)	g)	h)	i)				

FRANK + BUMILLER + KRAFT
 Grundbauingenieure VBI GmbH
 Hofangerstraße 82 - 81735 München
 Tel.: 089/520 346-0 - E-Mail: info@ib-fbk.de

Anlage **3.4**
 Bericht: **41040G**
 Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Tutzing, Hans-Albers-Villa, TUM_HAV**

Bohrung Nr. RKS 4

Blatt 3

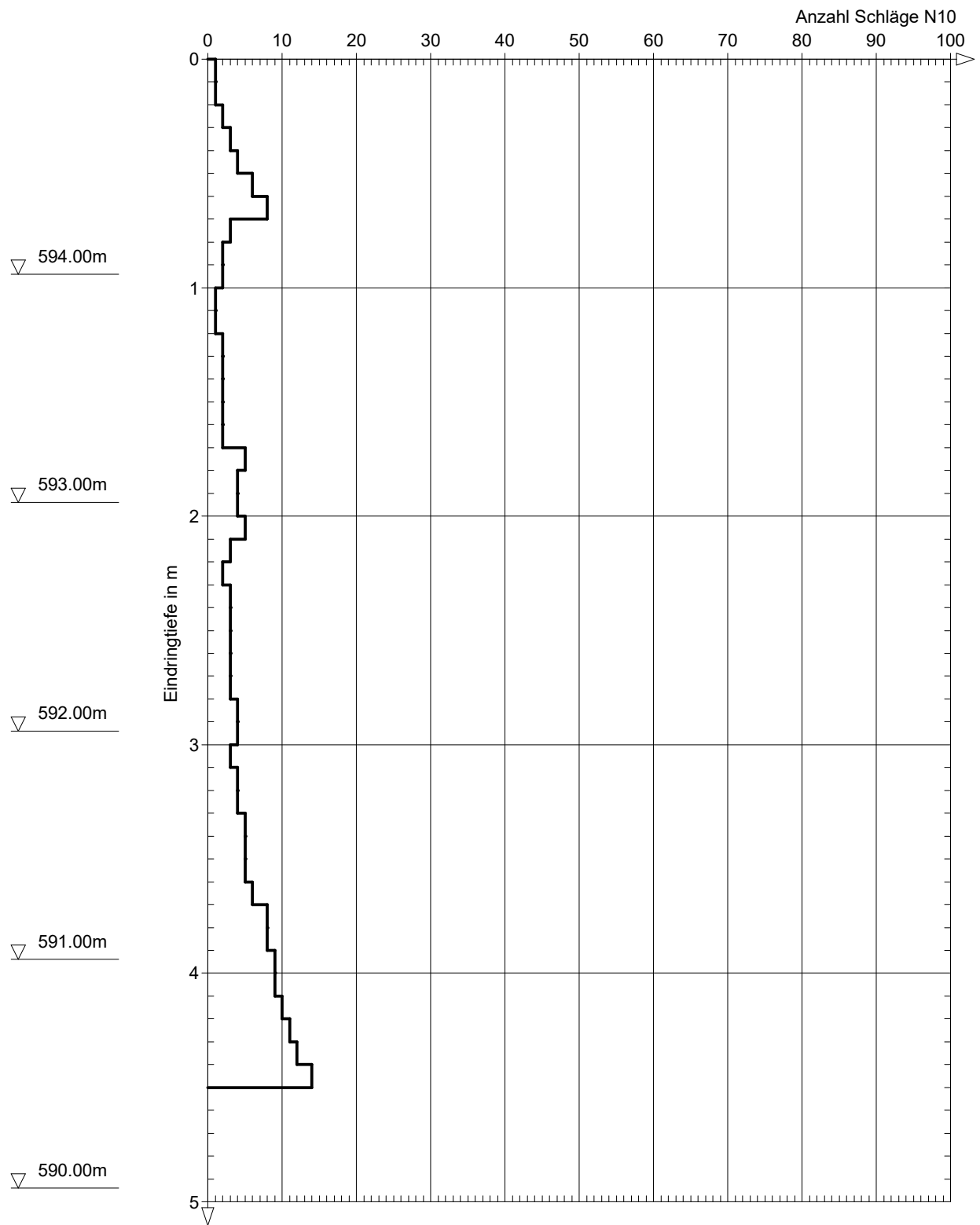
Datum:

1	2	3	4	5	6			
Bis ...m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen		Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkungen			Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang					e) Farbe	
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung					h) Gruppe	i) Kalk- gehalt
0.50	a) Auffüllung, Schluff, kiesig, sandig, tonig		BP 4	1	0.00 -0.50			
	b) Ziegelbruch, Kohlereste							
	c)	d)				e) dunkelbraun bis schwarz		
	f)	g)				h)	i)	
4.00 Endtiefe	a) Schluff, stark kiesig, schwach sandig bis sandig		BP 4	2 3 4	0.50 -1.00 2.00 -2.50 3.50 -4.00			
	b)							
	c) weich bis steif	d)				e) hellbraun bis ocker		
	f)	g)				h)	i)	

FRANK + BUMILLER + KRAFT	Projekt: Tutzing, Hans-Albers-Villa, TUM_HAV
Grundbauingenieure VBI GmbH	Projektnr.: 41040G
Hofangerstraße 82 - 81735 München	Datum: 20.03.2025
Tel.: 089/520 346-0 - E-Mail: info@ib-fbk.de	Anlage: 4.1

DPH 1

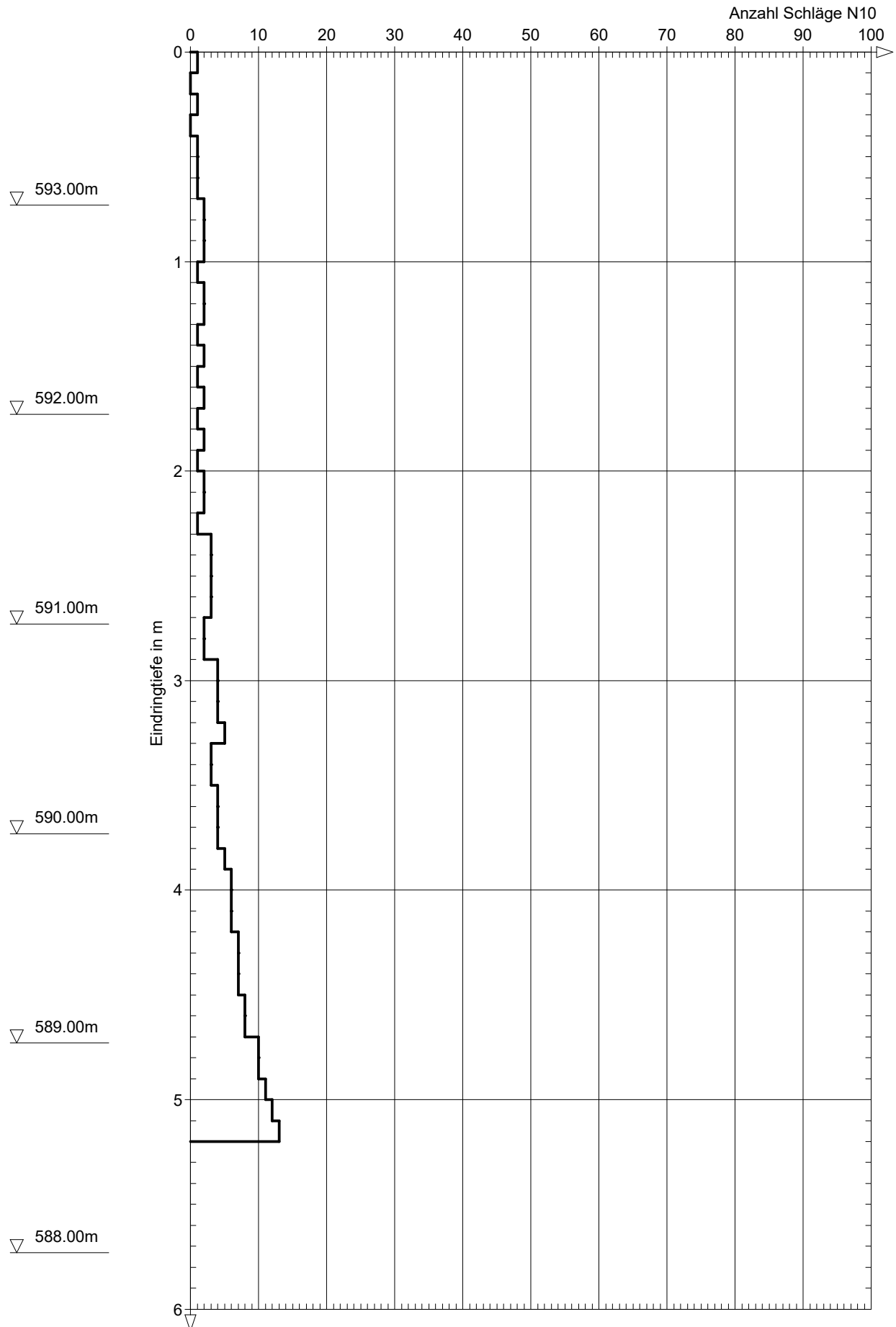
594.94 m NHN



FRANK + BUMILLER + KRAFT	Projekt: Tutzing, Hans-Albers-Villa, TUM_HAV
Grundbauingenieure VBI GmbH	Projektnr.: 41040G
Hofangerstraße 82 - 81735 München	Datum: 20.03.2025
Tel.: 089/520 346-0 - E-Mail: info@ib-fbk.de	Anlage: 4.2

DPH 2

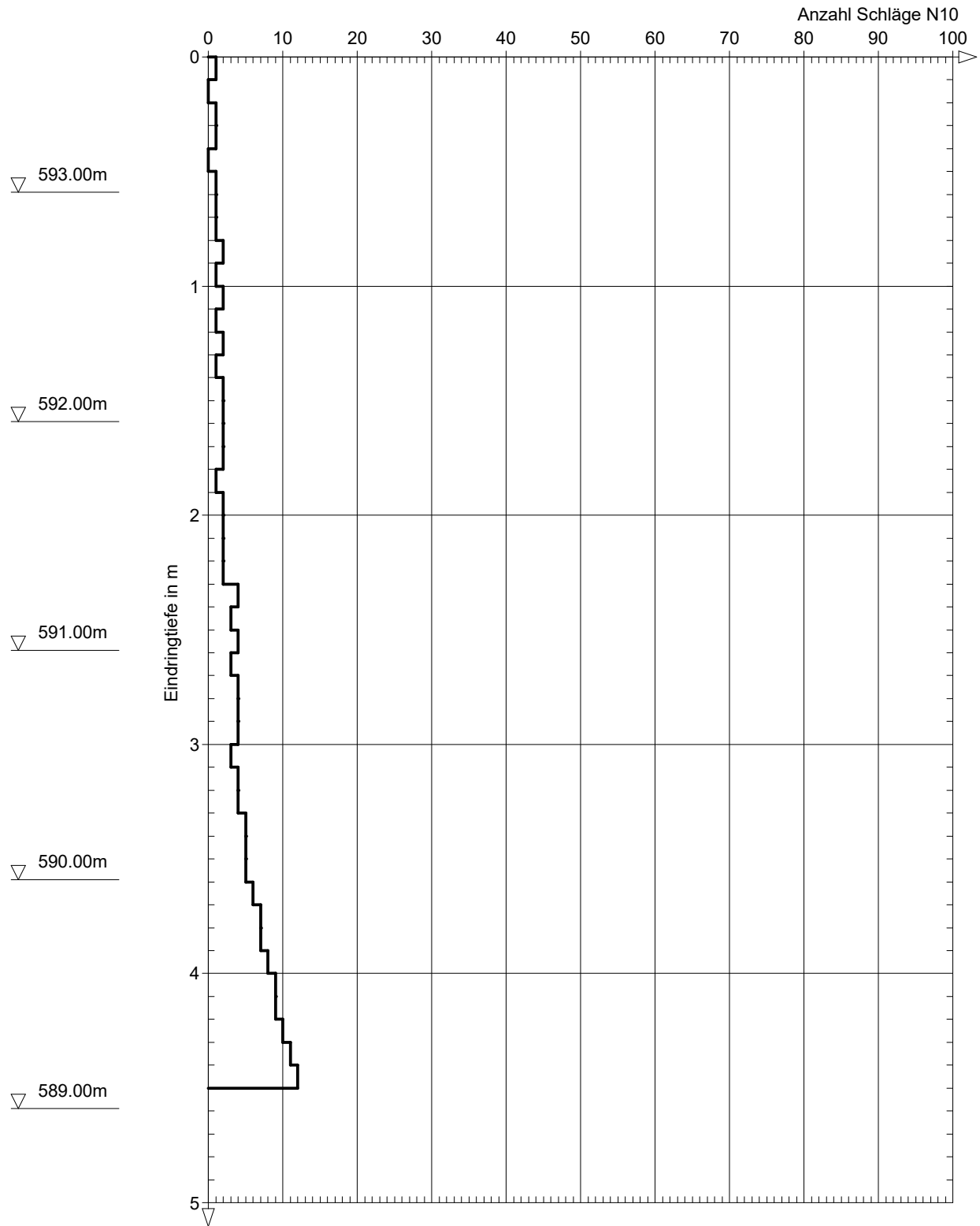
593.73 m NHN



FRANK + BUMILLER + KRAFT	Projekt: Tutzing, Hans-Albers-Villa, TUM_HAV
Grundbauingenieure VBI GmbH	Projektnr.: 41040G
Hofangerstraße 82 - 81735 München	Datum: 20.03.2025
Tel.: 089/520 346-0 - E-Mail: info@ib-fbk.de	Anlage: 4.3

DPH 3

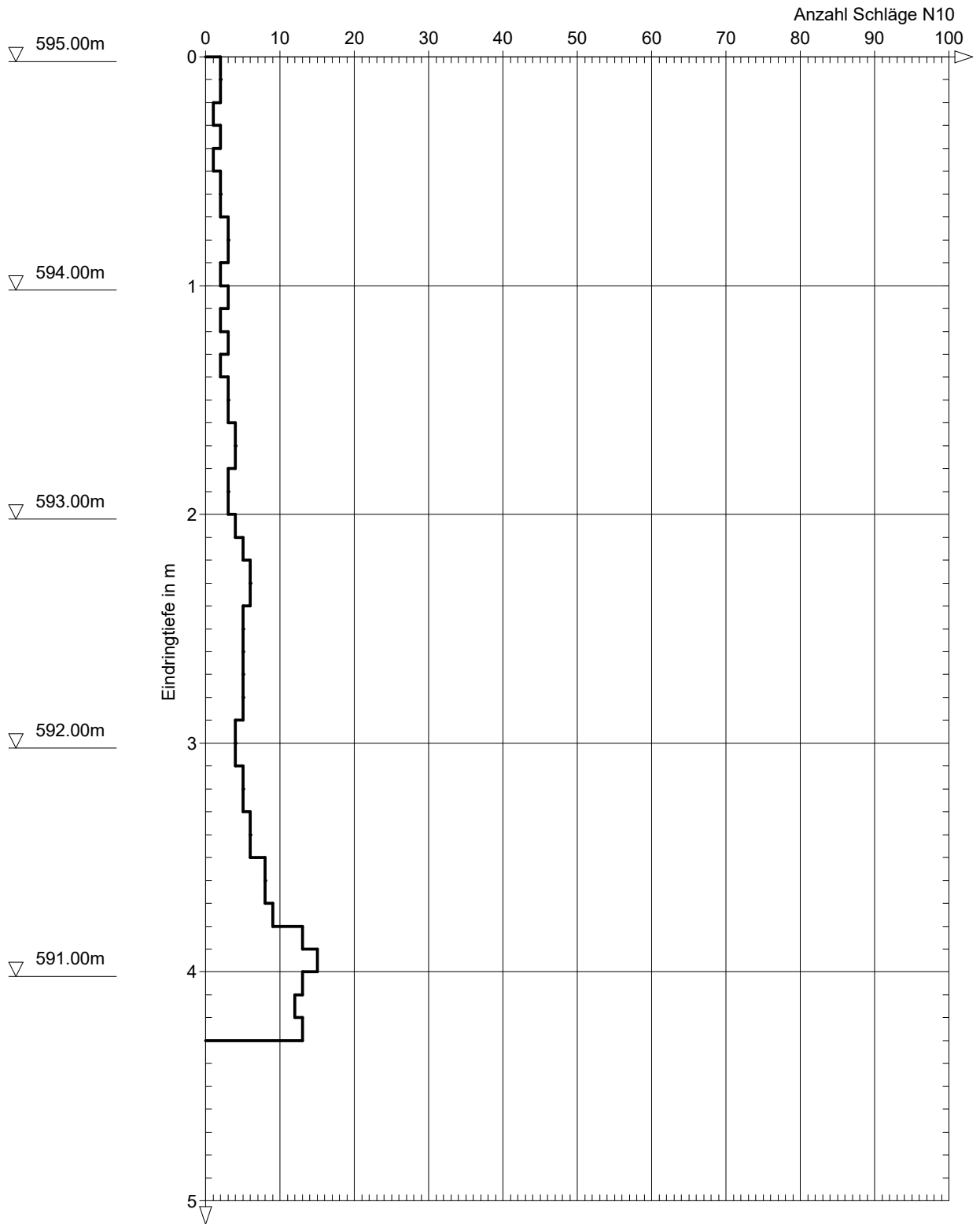
593.59 m NHN



FRANK + BUMILLER + KRAFT	Projekt: Tutzing, Hans-Albers-Villa, TUM_HAV
Grundbauingenieure VBI GmbH	Projektnr.: 41040G
Hofangerstraße 82 - 81735 München	Datum: 20.03.2025
Tel.: 089/520 346-0 - E-Mail: info@ib-fbk.de	Anlage: 4.4

DPH 4

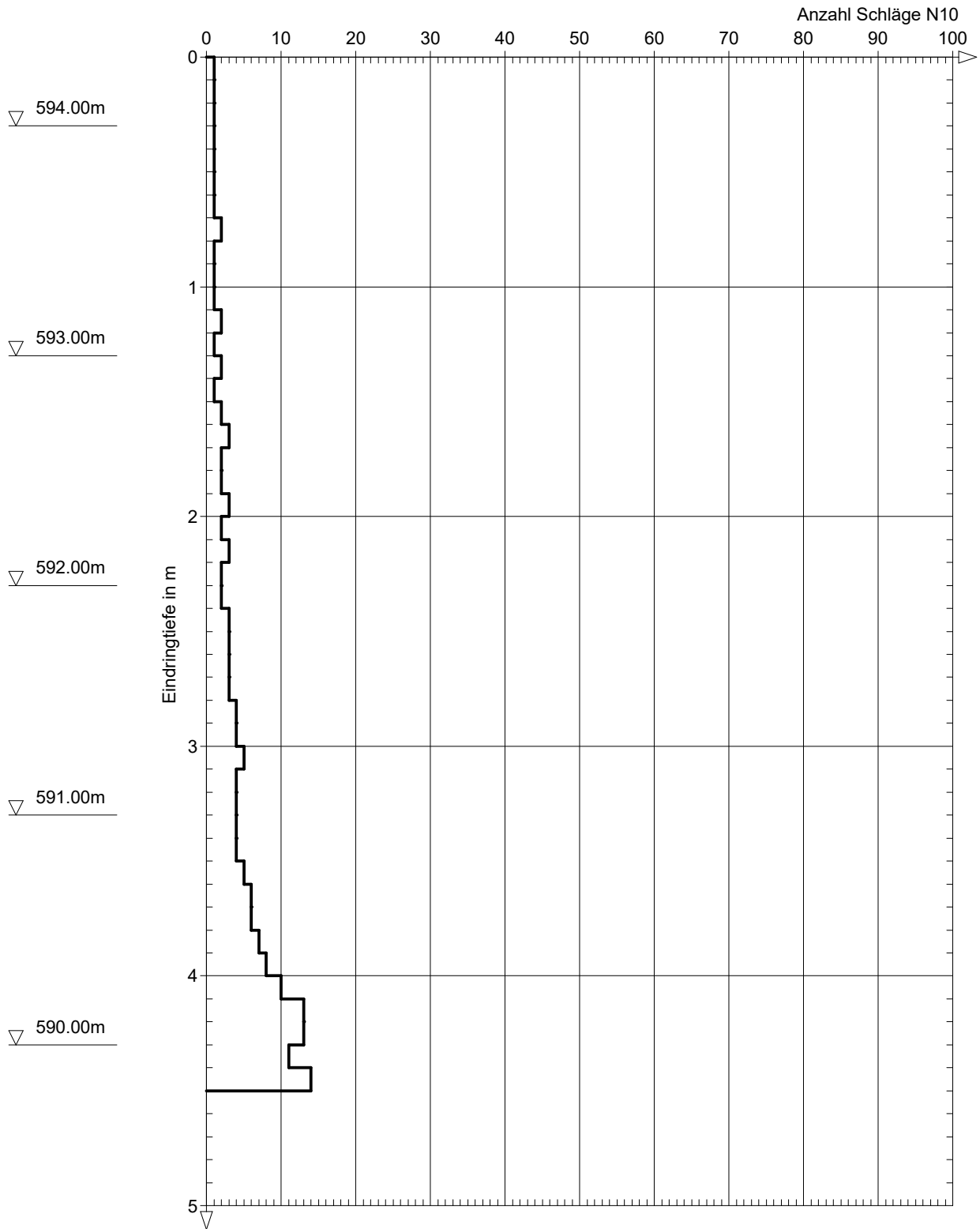
595.02 m NHN



FRANK + BUMILLER + KRAFT	Projekt: Tutzing, Hans-Albers-Villa, TUM_HAV
Grundbauingenieure VBI GmbH	Projektnr.: 41040G
Hofangerstraße 82 - 81735 München	Datum: 20.03.2025
Tel.: 089/520 346-0 - E-Mail: info@ib-fbk.de	Anlage: 4.5

DPH 5

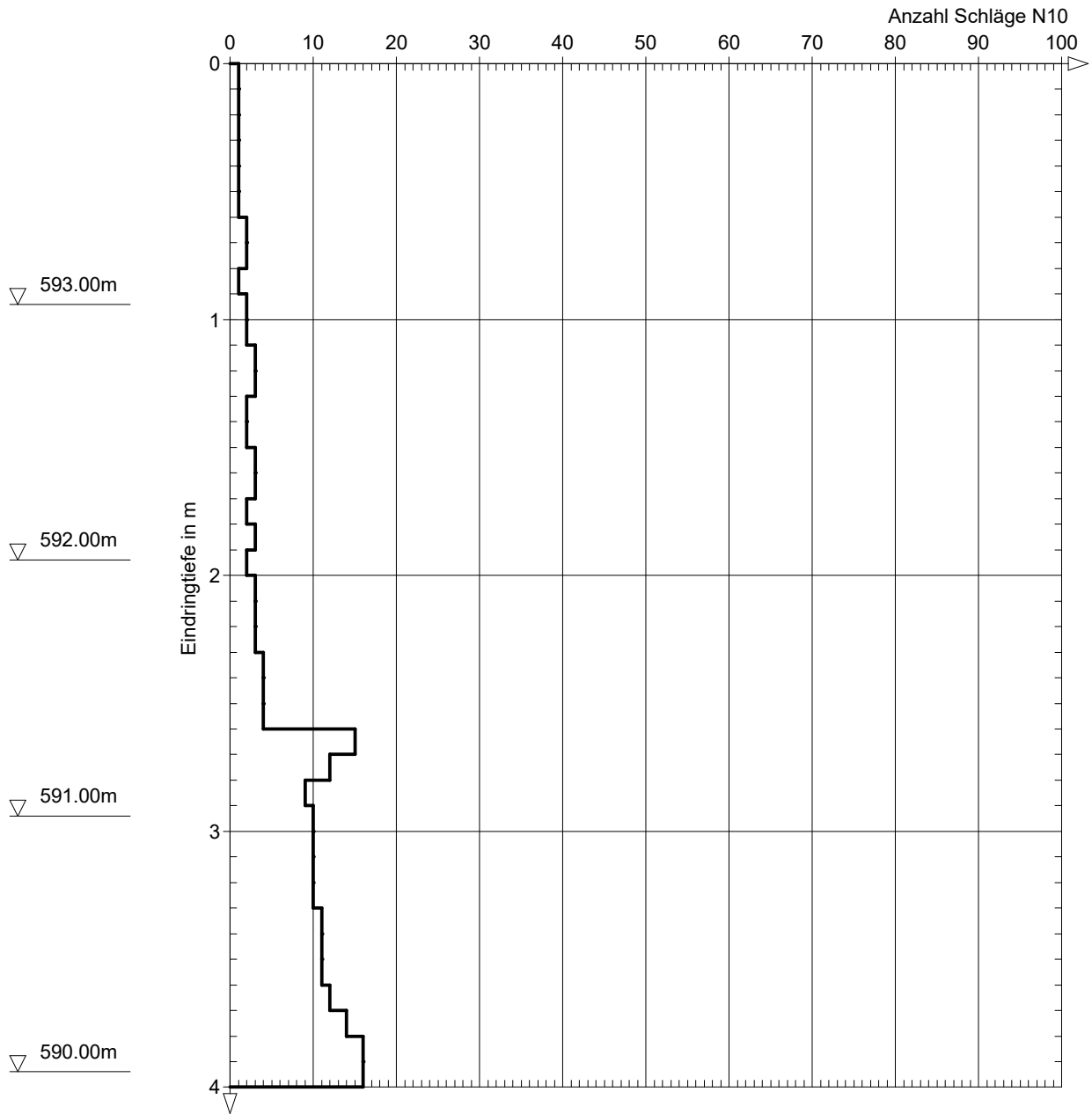
594.30 m NHN



FRANK + BUMILLER + KRAFT	Projekt: Tutzing, Hans-Albers-Villa, TUM_HAV
Grundbauingenieure VBI GmbH	Projektnr.: 41040G
Hofangerstraße 82 - 81735 München	Datum: 20.03.2025
Tel.: 089/520 346-0 - E-Mail: info@ib-fbk.de	Anlage: 4.6

DPH 6

593.94 m NHN



VERMESSUNGSPROTOKOLL

Projektbezeichnung:	Tutzing, Hans-Albers-Villa			
Projekt-Nr.:	41040G			
Datum der Vermessung:	20.03.2025			
Höhenfestpunkt:	Oberkante Mauerpflaster lt. Vermessungsplan 595,05 m ü NHN			
Lattenablesung				
Vorblick	Rückblick	Ablesung	m NHN	Bemerkungen
			595,05	OK Mauerpflaster
	1,50		596,55	1. Gerätehöhe
1,61			594,94	RKS 1 / DPH 1
2,82			593,73	RKS 2 / DPH 2
2,25			594,30	DPH 5
2,96			593,59	RKS 3 / DPH 3
2,61			593,94	DPH 6
1,53			595,02	RKS 4 / DPH 4

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

 Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 0 83 92/9 21-0
Fax 0 83 92/9 21-30
bv@bv-analytik.de

FRANK + BUMILLER + KRAFT

 Hofangerstraße 82
81735 München

Analysenbericht Nr.	463/3771	Datum:	02.05.2025
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : FRANK + BUMILLER + KRAFT
 Projekt :
 Projekt-Nr. : 41040G Kst.-Stelle :
 Art der Probe : Boden Art der Probenahme : ohne Angabe
 Entnahmestelle : Entnahmedatum : 20.03.2025
 Originalbezeich. : BMP A Probeneingang : 28.04.2025
 Probenbezeich. : 463/3771 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Untersuchungszeitraum : 28.04.2025 - 02.05.2025

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (EPP:2019-12)

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)				Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode	MU* [%]
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe										DIN 19747:2009-07	
Trockensubstanz	[%]	82,2	-	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09	10	
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	18	-	-	-	-	-	-	Siebung	10	

3 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (EPP:2019-12)

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)				Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode	MU* [%]
Arsen	[mg/kg TS]	5,1	20	20	30	50	150		DIN ISO 22036:2009-06	16	
Blei	[mg/kg TS]	47	40	70	140	300	1000		DIN ISO 22036:2009-06	11	
Cadmium	[mg/kg TS]	0,05	0,4	1	2	3	10		DIN ISO 22036:2009-06	12	
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	22	30	60	120	200	600		DIN ISO 22036:2009-06	8	
Kupfer	[mg/kg TS]	19	20	40	80	200	600		DIN ISO 22036:2009-06	5	
Nickel	[mg/kg TS]	16	15	50	100	200	600		DIN ISO 22036:2009-06	8	
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,11	0,1	0,5	1	3	10		DIN EN ISO 12846 :2012-08	9	
Thallium	[mg/kg TS]	< 1							DIN ISO 22036:2009-06	10	
Zink	[mg/kg TS]	75	60	150	300	500	1500		DIN ISO 22036:2009-06	7	
Aufschluß mit Königswasser										DIN EN 13657 :2003-01	
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	3	10	15			DIN 38 409 -17 :2005-12	15	
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30							DIN EN 14039 :2005-01	20	
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	100	300	500	1000			DIN EN 14039 :2005-01	20	
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25	1	10	30	100			DIN EN ISO 17380:2013-10	12	

3.1 PCB, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode	MU* [%]
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01						20
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01						20
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01						20
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01						20
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01						20
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01						20
Σ PCB (6):	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1	0,5	1,0	DIN EN 15308 :2016-12	
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04		0,5	1,0			22
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04						33
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04						30
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04						19
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04						26
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						30
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04						16
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						17
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						21
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04						25
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,04						25
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04						19
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		0,3	1,0	1,0		15
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						35
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04						20
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						19
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	0,04	3	5	15	20	DIN ISO 18287 :2006-05	

4 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode	MU* [%]
Eluatherstellung (l : s)		10 : 1					DIN EN 12457-4 : 2003-01	5
pH-Wert	[-]	8,29	6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523 04-2012	10
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	232	500	500 2000 ²⁾	1000 2500 ²⁾	1500 3000 ²⁾	DIN EN 27 888 : 1993	10
Arsen	[µg/l]	< 3	10	10	40	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01	15
Blei	[µg/l]	< 5	20	25	100	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01	15
Cadmium	[µg/l]	< 0,1	2	2	5	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01	15
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5	15	30/50 ³⁾	75	150	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01	15
Kupfer	[µg/l]	< 5	50	50	150	300	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01	12
Nickel	[µg/l]	< 5	40	50	150	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01	15
Quecksilber	[µg/l]	< 0,05	0,2	0,2/0,5 ³⁾	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08	15
Thallium	[µg/l]	< 1	< 1	1	3	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01	15
Zink	[µg/l]	< 10	100	100	300	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01	15
Phenolindex	[µg/l]	< 10	10	10	50	100	DIN EN ISO 14402:1999-12	12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5	10	10	50	100	EN ISO 14403 :2012-10	10
Chlorid	[mg/l]	2	250	250	250	250	EN ISO 10304: 2009-07	15
Sulfat	[mg/l]	20	250	250	250 300 ²⁾	250 600 ²⁾	EN ISO 10304 :2009-07	15

2) Im Rahmen der erlaubten Verfüllung mit Bauschutt ist eine Überschreitung der Zuordnungswerte für Chlorid, Sulfat, die elektrische Leitfähigkeit, Chrom (ges.) und Quecksilber bis zu den jeweils höheren Werten zulässig. Darüber hinaus darf das Verfüllmaterial keine anderen Belastungen beinhalten. Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (EPP:2019-12) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte. MU*: Erweiterte Messunsicherheit k=2

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

Markt Rettenbach, den 02.05.2025

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

 Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 0 83 92/9 21-0
Fax 0 83 92/9 21-30
bv@bv-analytik.de

FRANK + BUMILLER + KRAFT

 Hofangerstraße 82
81735 München

Analysenbericht Nr.	463/3772	Datum:	02.05.2025
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : FRANK + BUMILLER + KRAFT
 Projekt :
 Projekt-Nr. : 41040G Kst.-Stelle :
 Art der Probe : Boden Art der Probenahme : ohne Angabe
 Entnahmestelle : Entnahmedatum : 20.03.2025
 Originalbezeich. : BMP B Probeneingang : 28.04.2025
 Probenbezeich. : 463/3772 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Untersuchungszeitraum : 28.04.2025 - 02.05.2025

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion

Parameter	Einheit	Messwert	Methode	MU* [%]
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07	
Trockensubstanz	[%]	86,1	DIN EN 14346 : 2017-09	10
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	62	Siebung	10

3 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm

Parameter	Einheit	Messwert	Methode	MU* [%]
Arsen	[mg/kg TS]	4	DIN ISO 22036:2009-06	16
Blei	[mg/kg TS]	9,2	DIN ISO 22036:2009-06	11
Cadmium	[mg/kg TS]	0,15	DIN ISO 22036:2009-06	12
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	21	DIN ISO 22036:2009-06	8
Kupfer	[mg/kg TS]	15	DIN ISO 22036:2009-06	5
Nickel	[mg/kg TS]	17	DIN ISO 22036:2009-06	8
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,03	DIN EN ISO 12846 :2012-08	9
Zink	[mg/kg TS]	36	DIN ISO 22036:2009-06	7
Aufschluß mit Königswasser			DIN EN 13657 :2003-01	
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30	DIN EN 14039 :2005-01	20
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	DIN EN 14039 :2005-01	20

Parameter	Einheit	Messwert		Methode	MU* [%]
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04			22
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04			33
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04			30
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04			19
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04			26
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04			30
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04			16
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04			17
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04			21
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04			25
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04			25
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04			19
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04			15
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04			35
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04			20
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04			19
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	n.n.		DIN ISO 18287 :2006-05	

Es handelt sich um absolute Messwerte. MU*: Erweiterte Messunsicherheit k=2

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

Markt Rettenbach, den 02.05.2025

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

 Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 0 83 92/9 21-0
Fax 0 83 92/9 21-30
bv@bv-analytik.de

FRANK + BUMILLER + KRAFT

 Hofangerstraße 82
81735 München

Analysenbericht Nr.	463/3773	Datum:	02.05.2025
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : FRANK + BUMILLER + KRAFT
 Projekt :
 Projekt-Nr. : 41040G Kst.-Stelle :
 Art der Probe : Boden Art der Probenahme : ohne Angabe
 Entnahmestelle : Entnahmedatum : 20.03.2025
 Originalbezeich. : BP 1/2 Probeneingang : 28.04.2025
 Probenbezeich. : 463/3773 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Untersuchungszeitraum : 28.04.2025 - 02.05.2025

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion

Parameter	Einheit	Messwert	Methode	MU* [%]
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07	
Trockensubstanz	[%]	80,4	DIN EN 14346 : 2017-09	10
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	15	Siebung	10

3 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm

Parameter	Einheit	Messwert	Methode	MU* [%]
Arsen	[mg/kg TS]	5,1	DIN ISO 22036:2009-06	16
Blei	[mg/kg TS]	34	DIN ISO 22036:2009-06	11
Cadmium	[mg/kg TS]	0,05	DIN ISO 22036:2009-06	12
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	22	DIN ISO 22036:2009-06	8
Kupfer	[mg/kg TS]	26	DIN ISO 22036:2009-06	5
Nickel	[mg/kg TS]	15	DIN ISO 22036:2009-06	8
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,18	DIN EN ISO 12846 :2012-08	9
Zink	[mg/kg TS]	109	DIN ISO 22036:2009-06	7
Aufschluß mit Königswasser			DIN EN 13657 :2003-01	
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30	DIN EN 14039 :2005-01	20
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	DIN EN 14039 :2005-01	20

Parameter	Einheit	Messwert		Methode	MU* [%]
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04			22
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04			33
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04			30
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04			19
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04			26
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04			30
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,04			16
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04			17
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04			21
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04			25
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04			25
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04			19
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04			15
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04			35
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04			20
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04			19
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	0,04		DIN ISO 18287 :2006-05	

Es handelt sich um absolute Messwerte. MU*: Erweiterte Messunsicherheit k=2

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

Markt Rettenbach, den 02.05.2025

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

 Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 0 83 92/9 21-0
Fax 0 83 92/9 21-30
bv@bv-analytik.de

FRANK + BUMILLER + KRAFT

 Hofangerstraße 82
81735 München

Analysenbericht Nr.	463/3774	Datum:	02.05.2025
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : FRANK + BUMILLER + KRAFT
 Projekt :
 Projekt-Nr. : 41040G Kst.-Stelle :
 Art der Probe : Boden Art der Probenahme : ohne Angabe
 Entnahmestelle : Entnahmedatum : 20.03.2025
 Originalbezeich. : BP 2/2 Probeneingang : 28.04.2025
 Probenbezeich. : 463/3774 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Untersuchungszeitraum : 28.04.2025 - 02.05.2025

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion

Parameter	Einheit	Messwert	Methode	MU* [%]
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07	
Trockensubstanz	[%]	72,8	DIN EN 14346 : 2017-09	10
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	92	Siebung	10

3 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm

Parameter	Einheit	Messwert	Methode	MU* [%]
Arsen	[mg/kg TS]	8,4	DIN ISO 22036:2009-06	16
Blei	[mg/kg TS]	31	DIN ISO 22036:2009-06	11
Cadmium	[mg/kg TS]	0,3	DIN ISO 22036:2009-06	12
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	48	DIN ISO 22036:2009-06	8
Kupfer	[mg/kg TS]	23	DIN ISO 22036:2009-06	5
Nickel	[mg/kg TS]	33	DIN ISO 22036:2009-06	8
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,06	DIN EN ISO 12846 :2012-08	9
Zink	[mg/kg TS]	79	DIN ISO 22036:2009-06	7
Aufschluß mit Königswasser			DIN EN 13657 :2003-01	
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30	DIN EN 14039 :2005-01	20
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	DIN EN 14039 :2005-01	20

Parameter	Einheit	Messwert		Methode	MU* [%]
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04			22
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04			33
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04			30
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04			19
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04			26
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04			30
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04			16
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04			17
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04			21
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04			25
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04			25
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04			19
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04			15
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04			35
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04			20
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04			19
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	n.n.		DIN ISO 18287 :2006-05	

Es handelt sich um absolute Messwerte. MU*: Erweiterte Messunsicherheit k=2

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

Markt Rettenbach, den 02.05.2025

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

 Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 0 83 92/9 21-0
Fax 0 83 92/9 21-30
bv@bv-analytik.de

FRANK + BUMILLER + KRAFT

 Hofangerstraße 82
81735 München

Analysenbericht Nr.	463/3775	Datum:	02.05.2025
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : FRANK + BUMILLER + KRAFT
 Projekt :
 Projekt-Nr. : 41040G Kst.-Stelle :
 Art der Probe : Boden Art der Probenahme : ohne Angabe
 Entnahmestelle : Entnahmedatum : 20.03.2025
 Originalbezeich. : BP 4/1 Probeneingang : 28.04.2025
 Probenbezeich. : 463/3775 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Untersuchungszeitraum : 28.04.2025 - 02.05.2025

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion

Parameter	Einheit	Messwert	Methode	MU* [%]
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07	
Trockensubstanz	[%]	78,1	DIN EN 14346 : 2017-09	10
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	62	Siebung	10

3 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm

Parameter	Einheit	Messwert	Methode	MU* [%]
Arsen	[mg/kg TS]	5,2	DIN ISO 22036:2009-06	16
Blei	[mg/kg TS]	39	DIN ISO 22036:2009-06	11
Cadmium	[mg/kg TS]	0,08	DIN ISO 22036:2009-06	12
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	23	DIN ISO 22036:2009-06	8
Kupfer	[mg/kg TS]	24	DIN ISO 22036:2009-06	5
Nickel	[mg/kg TS]	16	DIN ISO 22036:2009-06	8
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,08	DIN EN ISO 12846 :2012-08	9
Zink	[mg/kg TS]	68	DIN ISO 22036:2009-06	7
Aufschluß mit Königswasser			DIN EN 13657 :2003-01	
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30	DIN EN 14039 :2005-01	20
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	DIN EN 14039 :2005-01	20

Parameter	Einheit	Messwert		Methode	MU* [%]
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04			22
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04			33
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04			30
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04			19
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04			26
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04			30
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,04			16
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04			17
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04			21
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04			25
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,04			25
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04			19
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04			15
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04			35
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04			20
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04			19
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	0,08		DIN ISO 18287 :2006-05	

Es handelt sich um absolute Messwerte. MU*: Erweiterte Messunsicherheit k=2

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

Markt Rettenbach, den 02.05.2025

Onlinedokument ohne Unterschrift

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