

Geotechnischer Bericht
zum
BV Prof. Dr. Dr. Mang
Neubau eines Mehrfamilienhauses mit
drei Untergeschossen
in 88131 Lindau

BV-Code: BV 000 43599

Aktenzeichen: AZ 21 11 131

Bauvorhaben: Neubau eines Mehrfamilienhauses mit drei Untergeschossen
Dreierstraße 9
88131 Lindau
- Baugrunderkundung -

Auftraggeber: Prof. Dr. Dr. Werner Mang
Graf-Lennart-Bernadotte-Straße 1
88131 Lindau

Bearbeitung: M.Sc.-Geol. Christian Weippert

Datum: 20.06.2022

AZ 21 11 131, BV Prof. Dr. Dr. Mang, Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen, in 88131 Lindau

Inhaltsverzeichnis

1	Vorgang	4
2	Geomorphologie des Untersuchungsgebietes	5
2.1	Morphologie und Geologie des Untersuchungsareals	5
3	Geotechnisches Baugrundmodell	7
3.1	Bautechnische Beschreibung der Schichten	7
3.2	Bodenmechanische Laborversuche	8
3.2.1	Wassergehaltsbestimmung nach DIN 18121	8
3.2.2	Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18 122	9
3.2.3	Korngrößenverteilung nach DIN 18123	10
3.2.4	Druck-Setzungs-Versuch nach DIN 18135	11
3.2.5	Rahmenscherversuch nach DIN 18137	12
3.3	Bodenkennwerte und Bodenklassifizierung	13
4	Georisiken	15
4.1	Seismische Aktivität	15
5	Hydrogeologie	15
5.1	Grundwasserverhältnisse	15
5.2	Versickerungsfähigkeit der Böden nach DWA A - 138 (April 2005).....	17
6	Grundbautechnische Empfehlungen und baubegleitende Maßnahmen	17
6.1	Bauwerk	17
6.2	Baugrundkriterien	18
6.3	Gründungsempfehlung	18
6.4	Baugrube	19
6.5	Trockenhaltung von Bauwerken	20
7	Abfallrechtliche Aushubvorbewertung	21
7.1	Probenahme	21
7.2	Analyseergebnis / Bewertung	21
8	Hinweise und Empfehlungen	23

AZ 21 11 131, BV Prof. Dr. Dr. Mang, Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen, in 88131 Lindau

Anlagenverzeichnis

- 1.1 Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 10.000
- 1.2 Lageplan mit Untersuchungspunkten, Maßstab 1 : 200
- 2.1 Geotechnischer Baugrundschnitt, M.d.H. 1:100 M.d.L. unmaßstäblich
- 2.2 Ausbauprofil der Grundwasserbeobachtungsmessstelle BK 4/22, M.d.H. 1 : 100
- 3 Fotodokumentation der Bohrkerne
- 4.1-10 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche
- 5.1-3 Probenentnahme Protokolle
- 6 Laboranalysenbericht BVU GmbH

Verwendete Unterlagen und Literatur

- [1] modulator Gesellschaft für nachhaltiges Bauen mbH, Dreierstraße 7, 88131 Lindau, Projekt: Lindau, Dreier Straße 9
- [1.1] Grundrisse, Maßstab 1 : 200, gef. 16.07.2021
- [1.2] Ansichten, Schnitte, Lageplan, Maßstab 1 : 200, gef. 16.07.2021
- [1.3] Eiskeller, Maßstab 1 : 200, gef. 16.03.2022
- [2] Geologische Karte von Bayern, Maßstab 1 : 25.000, Blatt 8424 Lindau
- [3.1] DIN EN 1997-1, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1 Allgemeine Regeln
- [3.2] DIN EN 1997-2, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds
- [3.3] DIN EN 1997-2/NA, Nationaler Anhang, National festgelegte Parameter
- [3.4] DIN 1054:2012-12; Baugrund- Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
- [4] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Theodor-Heuss-Allee 17, 53773 Hennef: Arbeitsblatt DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, August 2008
- [5] Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial, vom 14. März 2007- AZ .: 25-8980.08M20 Land/3
- [6] Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen (Verfüll-Leitfaden) in der Fassung vom 15. Juli 2021, eingeführt vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz mit Schreiben vom 01.09.2021, Nr. 57d-U4449.3-2021/1-36

AZ 21 11 131, BV Prof. Dr. Dr. Mang, Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen, in 88131 Lindau

1 Vorgang

In der Dreierstraße 9, auf der Lindauinsel, wird der Neubau eines Mehrfamilienhauses mit einer dreigeschossigen Tiefgarage beabsichtigt. Das Bauvorhaben wird planerisch durch die modulator Gesellschaft für nachhaltiges Bauen mbH aus Lindau betreut.

Im Zusammenhang mit dem geplanten Bauvorhaben wurde die Fa. BauGrund Süd beauftragt, die geologische und hydrogeologische Beschaffenheit des Untergrundes im Bereich des geplanten Neubaus zu erkunden und die Ergebnisse zusammenfassend in einem geotechnischen Bericht nach DIN EN 1997-1 bzw. DIN EN 1997-2 darzustellen und gründungstechnisch zu bewerten.

Zur Beurteilung bzw. Erfassung der geologischen Schichtenabfolge im Projektgebiet wurden im Zeitraum zwischen dem 21.04.2022 und 25.04.2022 und am 25.05.2022 insgesamt vier Rammkernbohrungen BK 1-4/22 mit durchgehendem Gewinn gekernter Bodenproben bis in Tiefen zwischen 15,0 m und 20,0 m unter der Geländeoberkante (GOK) niedergebracht.

In Ergänzung zu den Aufschlussbohrungen kamen ferner zur Ermittlung des Lagerungszustandes bzw. der Festigkeit des Untergrundes, sowie zur weiteren Abgrenzung der geologischen Schichtenfolge, drei schwere Rammsondierungen DPH 1-3/22 mit der schweren Rammsonde (dynamic probing heavy - DPH) nach DIN EN ISO 22476-2 bis in eine Tiefe von 7,40 m und 10,20 m u. GOK zur Ausführung. Die Sondierungen mussten in den angegebenen Tiefenbereichen abgebrochen werden, da hier aufgrund der hohen Festigkeit des Untergrundes kein weiterer Sondierfortschritt möglich war.

Der Standort des Untersuchungsgebietes kann aus dem Übersichtslageplan der Anlage 1.1 eingesehen werden. Die Aufschlusspunkte wurden durch Mitarbeiter der Fa. BauGrund Süd mittels GPS nach Lage und Höhe eingemessen und sind im Lageplan in der Anlage 1.2 gemeinsam mit den entsprechenden Rechts- und Hochwerten (UTM-Koordinaten) verzeichnet.

Die erkundeten Bodenschichten wurden gemäß DIN EN ISO 14688-1, DIN 18196, DIN 18300:2019-09 und DIN 18301:2019-09 ingenieurgeologisch aufgenommen, wobei eine Zusammenfassung stratigraphisch gleicher Schichten stattfand. Daher können diese von der genormten Farbgebung teilweise abweichen. Anschließend erfolgte aus den Bodenprofilen der Rammkernbohrungen sowie aus den Rammsondierdiagrammen die Erarbeitung eines geologischen Baugrundmodells, welches in der Anlage 2.1 wiedergegeben ist. Die Bohrung BK 4/22 wurde im Rahmen der Baugrundaufschlussarbeiten zu einer temporären 3“-Grundwasserbeobachtungsmessstelle ausgebaut, deren Ausbauprofil in der Anlage 2.2 dargestellt ist.

Die mit den Aufschlussbohrungen zu Tage geförderten Böden sind in der Fotodokumentation der Anlage 3 abgebildet.

Aus den Aufschlussbohrungen wurden gestörte Bodenproben entnommen und im Erdbaulabor der Fa. Baugrund Süd bodenmechanisch untersucht. Die Ergebnisse der Laborversuche sind im Detail in den Anlagen 4.1-10 dokumentiert.

AZ 21 11 131, BV Prof. Dr. Dr. Mang, Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen, in 88131 Lindau

Für eine orientierende Bewertung des Aushubes nach abfallrechtlichen Kriterien wurden aus den anstehenden Böden Mischproben entnommen und im Labor der BVU GmbH in Markt Rettenbach untersucht. Die Probenentnahme-Protokolle und die Ergebnisse der chemischen Analyse sind in den Anlagen 5.1-3 und 6 zusammengefasst

2 Geomorphologie des Untersuchungsgebietes

2.1 Morphologie und Geologie des Untersuchungsareals

Das Projektareal befindet sich in der Dreierstraße 9 in Lindau. Auf dem Baufeld befinden sich derzeit noch Garagen, die im Vorfeld der Neubebauung abgebrochen werden sollen. Im Norden und Osten schließen sich bebaute Grundstücke an, während im Westen und Süden Grünflächen bzw. Parkanlagen folgen. Der Bodensee liegt etwa 30 m südlich des Bauvorhabens. Unterhalb des nördlich angrenzenden Bestandsgebäudes befindet sich ein alter, rd. 10 m tiefer Gewölbekeller, der sich über rd. 7 m bis 8 m auf den nördlichen Teil des Baufeldes erstreckt. Dieser wurde ehemals als Eiskeller genutzt und soll ebenfalls im Rahmen des Neubaus zurückgebaut werden. Das vorhandene Gelände zeigt einen annähernd ebenen Verlauf und fällt nur leicht in Richtung Süden ab.



Abbildung 1: Blick auf das Baufeld mit bestehenden Garagen. Blickrichtung Nordosten

Geologisch gesehen stellt die Lindauinsel einen Teil der weiträumigen Moränenlandschaft des Alpenvorlandes dar. Dementsprechend wird sie überwiegend von den glazialen Sedimenten der Würmeiszeit aufgebaut, die meist als bindige Grundmoräne in Erscheinung treten. Untergeordnet können darin auch Sand- und Kieslinsen eingeschaltet sein. Hinsichtlich der Vornutzung des Grundstücks und der bestehenden Bebauung, wird die natürliche Schichtenfolge zur Geländeoberkante hin von anthropogenen Auffüllungen abgeschlossen.

AZ 21 11 131, BV Prof. Dr. Dr. Mang, Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen, in 88131 Lindau

2.2 Allgemeine Baugrundbeschreibung

Mit den abgeteuften Aufschlüssen kann für das Projektareal folgende generalisierte Schichtenabfolge zu Grunde gelegt werden:

Auffüllung	(Rezent)
Moränensedimente	(Pleistozän)
(Grundmoräne, Moränensand)	

Im Einzelnen wurden die erkundeten Schichten mit den abgeteuften Bohrungen und Sondierungen in folgenden Schichttiefen angetroffen:

Tabelle 1: Schichtglieder und Schichttiefen der Rammkernbohrungen (bis m unter Gelände)

Aufschluss	Auffüllung	Grundmoräne	Moränensand
BK 1/22	0,00 - 3,00	3,00 - 15,00*	-
BK 2/22	0,00 - 2,10	2,10 - 20,00*	-
BK 3/22	0,00 - 3,00	3,00 - 20,00*	-
BK 4/22	0,00 - 1,80	1,80 - 17,50	17,50 - 20,00*

* Endtiefe Rammkernbohrung

Tabelle 2: Schichtglieder und Schichttiefen Sondierungen (bis m unter Gelände)

Aufschluss**	Auffüllung	Grundmoräne	Moränensand
DPH 1/22	0,00 - 1,70	1,70 - 10,20*	-
DPH 2/22	0,00 - 2,50	2,50 - 10,00*	-
DPH 3/22	0,00 - 3,00	3,00 - 7,40*	-

* Endtiefe Sondierung

** Da es sich bei Rammsondierungen um ein indirektes Aufschlussverfahren handelt (keine Bodenförderung), sind die Schichtgrenzen als Interpolation zu betrachten

AZ 21 11 131, BV Prof. Dr. Dr. Mang, Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen, in 88131 Lindau

3 Geotechnisches Baugrundmodell

3.1 Bautechnische Beschreibung der Schichten

Durch Interpolation der punktuellen Aufschlüsse wurde unter Berücksichtigung der geologischen Zusammenhänge ein räumliches Baugrundmodell entwickelt. Der Aufbau, die Zusammensetzung sowie die bautechnischen Eigenschaften des Untergrundes werden nachfolgend beschrieben. Das für das Bauvorhaben zugrunde gelegte Baugrundmodell ist dabei zusammenfassend in der Anlage 2.1 dargestellt.

Auffüllung

An allen Aufschlusspunkten stehen mit der Geländeoberkante zunächst anthropogene Auffüllungen an, die bis eine Tiefe zwischen 1,70 m und 3,00 m u. GOK reichen.

Aus bautechnischer Sicht handelt es sich dabei überwiegend um dunkelgrau bis grau gefärbte Fein- bis Grobkiese mit variierenden Anteilen an Sand und Schluff. Die Kiesböden enthalten immer wieder Ziegelbruchstücke, wobei der Anteil an den Fremdbestandteilen bei maximal 10 Vol.-% liegt.

Untergeordnet treten die Auffüllungen auch in bindiger Form, meist als Umlagerungsprodukt der unterlagernden Grundmoräne auf. Es handelt sich dann um kiesige bis stark kiesige und sandige und z.T. schwach steinige Schluffe, die ebenfalls Ziegelbruchstücke und lokal Wurzelreste enthalten. Gemäß der manuellen Prüfung des Bohrgutes weisen die bindigen Auffüllungen eine weiche bis steife Zustandsform auf.

Die schweren Rammsondierungen DPH 1-3/22 registrierten innerhalb der Auffüllungen Schlagzahlen von $N_{10} = 1 - 10$ (N_{10} = Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringtiefe des Sondiergestänges in das Erdreich) und geben damit einen überwiegend lockeren und lokal mitteldichten Lagerungszustand der kiesigen Auffüllungen, bzw. eine weiche bis steife Konsistenz der Schluffe an. Einzelne signifikante Schlagzahlanstiege sind auf das Antreffen von Grobkomponenten (Steine, Ziegelbruchstücke) zurückzuführen.

Die Auffüllungen werden gemäß den Erkundungsergebnissen vollständig in den Aushubbereich der dreifachen Unterkellerung fallen, weshalb sie für die Bauwerksgründung nicht relevant sind. Für die anfallenden Aushubmassen ist der fachtechnische Entsorgungsweg einzuhalten (vgl. Abschnitt 7).

Grundmoräne

Der Untergrund wird im Projektareal von einer bindigen Grundmoräne dominiert, die sich unterhalb der Auffüllungen bis zur Endteufe in den Aufschlussbohrungen BK 1-3/22 in Tiefen von 15,0 m und 20,0 m u. GOK erstrecken. Einzig in der Bohrung BK 4/22 werden die bindigen Moränensedimente ab einer Tiefe von 17,50 m u. GOK von den nachfolgend beschriebenen Moränensanden unterlagert.

Die Grundmoräne setzt sich durchweg aus schwach sandigen bis sandigen, schwach kiesigen bis kiesigen und schwach tonigen bis tonigen Schluffen zusammen. Vereinzelt sind auch Steine enthalten.

AZ 21 11 131, BV Prof. Dr. Dr. Mang, Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen, in 88131 Lindau

Sedimentationsbedingt können innerhalb der Moränensedimente immer wieder Grobkomponenten (Steine) bis hin zur Blockgröße (Findlinge), sowie Sand- und Kieslinsen auftreten.

Die Konsistenz der bindigen Moräne ist ab der Schichtoberkante überwiegend als halbfest zu beurteilen. Nur in vereinzelt, geringmächtigen Zwischenlagen kann sie auch in einer steifen Zustandsform auftreten. Die meist halbfeste Konsistenz der Böden wird auch durch die Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen bestätigt, die spätestens nach einer Eindringung in die Schichteinheit von 1,0 m (DPH 3/22) durchweg Schlagzahlen von $N_{10} > 10$ verzeichneten. Aufgrund der hohen Festigkeit der Grundmoräne mussten die Sondierungen in Tiefen zwischen 7,40 m und 10,20 m u. GOK abgebrochen werden, da dort kein weiterer Sondierfortschritt möglich war.

Die Grundmoräne bildet damit einen gut tragfähigen Baugrund, der auch flächig im gründungsrelevanten Bereich ansteht. Es ist zu beachten, dass es sich bei den bindigen Böden um einen frost- und witterungsempfindlichen Untergrund handelt, der bei Kontakt mit Wasser in eine ungünstigere Zustandsform übergeht (z.B. von halbfest zu steif) und dadurch an Tragfähigkeit verliert.

Moränensand

Moränensande wurden einzig mit der Bohrung BK 4/22 ab einer Tiefe von 17,50 m bis zur Endteufe der Bohrung bei 20,0 m u. GOK angetroffen.

Da die Sande ansonsten nicht angetroffen wurden, ist anzunehmen, dass es sich um eine linsenartige Struktur handelt. Der Moränensand ist genauer als dunkelgrau gefärbter, schwach schluffiger Fein- bis Grobsand zu beurteilen.

Die Sande lagen zum Zeitpunkt der Erkundung vollständig wassergesättigt in einem gespannten Zustand vor, wodurch es beim Durchhörern der bindigen Deckschicht zu einem deutlichen Wasserspiegelanstieg im Bohrloch kam (vgl. Abschnitt 5).

Der Lagerungszustand der Sandböden ist anhand des Bohrfortschritts als dicht zu beurteilen, so dass es sich ebenfalls um einen tragfähigen Baugrund handelt.

3.2 Bodenmechanische Laborversuche

Aus den Aufschlussbohrungen wurden gestörte Bodenproben entnommen und im Erdbaulabor der Fa. BauGrund Süd bodenmechanisch untersucht. Die ausgeführten Laborversuche werden in den folgenden Ausführungen beschrieben und sind im Detail in den Anlagen 4.1-8 dokumentiert.

3.2.1 Wassergehaltsbestimmung nach DIN 18121

Der Wassergehalt einer Bodenprobe ist das Verhältnis des Gewichtes des Porenwassers zum Gewicht der trockenen Probe. Der natürliche Wassergehalt ist bei einem bindigen Boden ein entscheidender Faktor zur Bestimmung des Bodenzustandes bzw. der Konsistenz. In der Tabelle 3 sind die Ergebnisse zusammengefasst:

AZ 21 11 131, BV Prof. Dr. Dr. Mang, Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen, in 88131 Lindau

Tabelle 3: Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmung (Anl. 4.1)

Aufschluss	Tiefe [m]	Wassergehalt [%]	Stratigraphische Einheit
BK 1/22	11,0	9,54	Grundmoräne
	14,0	9,56	
	15,0	10,34	
BK 2/22	11,0	10,47	
	13,0	8,74	
	14,0	13,34	
	15,0	13,97	

Die Grundmoräne weist in den untersuchten Tiefenbereichen einen natürlichen Wassergehalt zwischen $w_n = 8,74\%$ und $w_n = 13,97\%$ auf. Wie auch die nachfolgenden Laborversuche zeigen, ist die Konsistenz der Böden damit überwiegend als halbfest und kleinlokal auch als steif zu beurteilen.

3.2.2 Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Nach Atterberg wird der Übergang von der flüssigen zur bildsamen (knetbaren) Zustandsform durch die Fließgrenze, von der knetbaren zur halbfesten Zustandsform durch die Ausrollgrenze und von der halbfesten zur festen Zustandsform durch die Schrumpfgrenze bezeichnet.

Die Ausroll- und Fließgrenze dienen in Verbindung mit dem natürlichen Wassergehalt dazu, die Konsistenzzahl (I_c) und damit die Zustandsform eines bindigen Erdstoffes (Korngröße $\leq 0,063$) zu bestimmen. Die Plastizitätszahl gibt an, wie sich die Eigenschaften eines Erdstoffes bei Wasseraufnahme ändern.

Die Bestimmung der Zustandsgrenzen ist im Detail der Anlage 4.2-6 zu entnehmen. Das Versuchsergebnis ist zusammengefasst in der Tabelle 4 wiedergegeben.

Tabelle 4: Übersicht der ermittelten Konsistenzgrenzen (Anl. 4.2-6)

Aufschluss	Tiefe (m u. Gel.)	Konsistenzzahl (I_c)	Wassergehalt [%]	Zustandsform	Boden- gruppe	Geologische Einheit
BK 1/22	10,0	1,08	9,6	halbfest	TL	Grundmoräne
BK 1/22	13,0	1,03	10,0	halbfest	TL	Grundmoräne
BK 2/22	11,0 - 11,3	1,14	9,2	halbfest	TL	Grundmoräne
BK 4/22	10,0	1,18	8,6	halbfest	TL	Grundmoräne
BK 4/22	12,0	0,90	13,7	steif	TL	Grundmoräne

AZ 21 11 131, BV Prof. Dr. Dr. Mang, Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen, in 88131 Lindau

Die Zustandsform der Moränensedimente ist mit Konsistenzzahlen von $I_c = 1,03$ bis $I_c = 1,14$ überwiegend als halbfest zu beurteilen. Lokal können die Böden beispielsweise durch den Einfluss von Schichtwasser auch in einer steifen Konsistenz vorliegen, wie es z.B. in der Bohrung BK 4/22 in einer Tiefe von 12,0 m mit einer Konsistenzzahl von $I_c = 0,90$ der Fall ist.

Nach Casagrande ist die Grundmoräne hinsichtlich ihrer plastischen Eigenschaften durchweg der Bodengruppen der leicht plastischen Tone (TL) zuzuordnen.

3.2.3 Korngrößenverteilung nach DIN 18123

Eine Korngrößenverteilung liefert eine erste Beurteilung des Baugrundes hinsichtlich der Durchlässigkeit, Frostempfindlichkeit, Zusammendrückbarkeit, Scherfestigkeit und Eignung als Filtermaterial. Zur Ermittlung der Kornverteilung werden die Korngrößen getrennt, und zwar für die Korngrößen $d > 0,063$ mm durch Sieben und für die Korngrößen $d < 0,063$ mm durch Sedimentation (Schlämmen). Bei gemischtkörnigen Böden mit größeren Anteilen über bzw. unter $d = 0,063$ mm wird eine kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse durchgeführt.

Die aus den Kornverteilungskurven ermittelte Zusammensetzung des Materials ist im Detail in Tabelle 5 und in den Anlagen 4.7 aufgeführt.

Tabelle 5: Übersicht der durchgeführten granulometrischen Analysen (s. Anlage 4.7)

Aufschluss	Tiefe (m u. GOK)	Kiesanteil [%]	Sandanteil [%]	Schluffanteil [%]	Tonanteil [%]	Bodenart / Geologische Einheit	Durchlässigkeit* k_f [m/s]	korrigierte Durchlässigkeit** k_f [m/s]
BK 4/22	17,5 - 18,5	0,8	92,0	7,2	-	Fein- bis Grobsand, schwach schluffig Moränensand	$4,9 \times 10^{-5}$	$9,8 \times 10^{-6}$

* Durchlässigkeitsbeiwert nach Beyer

** korrigierter Durchlässigkeitsbeiwert nach DWA A-138

Der mit der Bohrung BK 2/22 ab einer Tiefe von 17,50 m u. GOK angetroffene Moränensand setzt sich gemäß dem durchgeführten Laborversuch aus einem schwach schluffigen Fein- bis Grobsand zusammen.

Aus der Kornverteilungskurve wurde ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 4,9 \times 10^{-5}$ m/s für die Sande ermittelt. Damit sind die untersuchten Böden gemäß DIN 18130 als durchlässig zu beurteilen.

Nach Tabelle B.1 des Kommentars zum Arbeitsblatt DWA A-138 (August 2008) sind die Ergebnisse der Laborversuche mit einem Faktor von 0,2 zu korrigieren. Nach der Korrektur ergibt sich somit für die Moränensande ein korrigierter und gemittelter k_f -Wert von $k_f = 9,8 \times 10^{-6}$ m/s.

AZ 21 11 131, BV Prof. Dr. Dr. Mang, Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen, in 88131 Lindau

3.2.4 Druck-Setzungs-Versuch nach DIN 18135

Aus dem Ödometer- bzw. Druck-Setzungsversuch eines Erdstoffes lässt sich das Formänderungsverhalten unter statischer Belastung ableiten, wobei die seitliche Ausdehnung einer Probe durch eine starre Umschließung verhindert wird und der Boden nur vertikal verformt wird. Nach dem HOOK'schen Gesetz lässt sich so die Steifezahl $[E_s]$ des Bodens bestimmen.

Zur Einschätzung des Tragverhaltens der anstehenden Grundmoräne wurde an zwei ausgewählten ungestörten Bodenproben ein Druck-Setzungsversuch ausgeführt. Die einzelnen Laststufen ergaben folgende Steifemodule für die jeweiligen Bodenproben (siehe Anlage 4.8-9, Tabelle 6):

Tabelle 6: Zusammenfassung der Ergebnisse der Druck-Setzungsversuche (Anl. 4.8-9)

	Belastung σ_v [kN/m ²]	Steifemodul [MN/m ²]	
		BK 2/22; 11,0 - 11,5 m u. GOK Grundmoräne	BK 3/22; 10,0 - 10,3 Grundmoräne
Erstbelastung	50 - 100	9,6	6,7
	100 - 200	22,7	11,7
	200 - 300	21,7	18,9
Zweitbelastung	50 - 100	70,9	41,8
	100 - 200	160,2	51,5
	200 - 300	61,4	44,1
	300 - 400	53,0	33,2
	400 - 500	51,2	33,9

Das Steifemodul der untersuchten Moränensedimente liegt bei den gewählten Erst- und Zweitbelastungsstufen zwischen 6,7 MN/m² und 160 MN/m², wobei der verzeichnete Höchstwert nicht als plausibel erachtet wird.

Aufgrund der Tiefenlage der Bodenproben aus 11,0 m und 10,0 m u. GOK und der daraus resultierenden Erdauflast sind auch die Werte der Erstbelastung bis 200 kN/m² vernachlässigbar. Insgesamt wird das Steifemodul der Grundmoräne daher anhand der Laborergebnisse mit 20 - 50 MN/m² abgeschätzt.

AZ 21 11 131, BV Prof. Dr. Dr. Mang, Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen, in 88131 Lindau

3.2.5 Rahmenscherversuch nach DIN 18137

Zur Beurteilung der effektiven Scherparameter der Grundmoräne wurde aus der Bohrung BK 2/22 eine ungestörte Bodenprobe entnommen und ein Rahmenscherversuch nach DIN 18137 im Erdbaulabor der Firma BauGrund Süd durchgeführt.

Der Scherversuch, dessen Verlauf im Detail in der Anlage 4.6 dokumentiert ist, ergibt für die im Tiefenbereich von 11,00 - 11,30 m u. GOK anstehende Grundmoräne folgende effektive Scherparameter:

Tabelle 8: Zusammenstellung der Ergebnisse des Rahmenscherversuches (Anl. 4.10)

Entnahmestelle	Tiefe (m. u. GOK)	Effektiver Reibungswinkel [°]	Effektive Kohäsion [kN/m ²]
BK 2/22	11,0 - 11,3	41,1	17,3

Die untersuchten Bodenproben weisen gemäß dem Konsistenzgrenzenversuch aus Abschnitt 3.2.2 bzw. gemäß der manuellen Bohrgutansprache eine halbfeste Zustandsform auf. Dementsprechend erscheint die ermittelte effektive Kohäsion plausibel, während der effektive Reibungswinkel anhand weiterer Erfahrungswerte zu hoch ausfällt.

Bei den ermittelten Scherparametern um Laborwerte, die gemäß DIN EN 1997-2 in charakteristische Berechnungswerte umzuwandeln sind.

AZ 21 11 131, BV Prof. Dr. Dr. Mang, Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen, in 88131 Lindau

3.3 Bodenkennwerte und Bodenklassifizierung

Aus erd- und grundbautechnischer Sicht sind für die im Untersuchungsgebiet aufgeschlossenen Böden folgende Bodenkennwerte zugrunde zu legen:

Tabelle 9: Charakteristische Bodenkennwerte (Erfahrungswerte)

Schichten	Wichte (feucht) γ_k [kN/m ³]	Wichte (u. Auftrieb) γ_k' [kN/m ³]	Reib.-winkel dräniert φ_k [°]	Kohäsion dräniert c_k [kN/m ²]	Steifemodul Es [MN/m ²]
Auffüllung, Kies	19 - 21	9 - 11	27,5 - 32,5	0 - 2*	[5 - 15]
Auffüllung, Schluff	18 - 19	8 - 9	22,5 - 27,5	2 - 4	[2 - 5]
Grundmoräne	19 - 21	9 - 11	30,0 - 32,5	10 - 20	20 - 50
Moränensand	19 - 21	9 - 11	32,5 - 37,0	0 - 2*	60 - 80

*Scheinbare Kohäsion

Nach den vorliegenden Aufschlussresultaten und den zum Baugrund vorliegenden Erfahrungen wird vorgeschlagen, die im Bauareal anstehenden Böden gemäß DIN 18300:2019-09 (Erdarbeiten) in folgende **Homogenbereiche** einzuteilen:

Tabelle 10: Einteilung der Baugrundsichtung in Homogenbereiche

Homogenbereich	Baugrundsichtung
A1	Auffüllung, Kies (A, G)
A2	Auffüllung, Schluff (A, U)
B1	Grundmoräne (GMO)
B2	Moränensand (MS)

Gemäß DIN 18300:2019-09 (Erdarbeiten) können für die o.a. Homogenbereiche folgende Eigenschaften und Kennwerte zugrunde gelegt werden, wobei davon ausgegangen wird, dass das Bauvorhaben der **Geotechnischen Kategorie 2 (GK 2)** zuzuordnen ist.

AZ 21 11 131, BV Prof. Dr. Dr. Mang, Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen, in 88131 Lindau

Tabelle 11: Kennwerte / Eigenschaften der Homogenbereiche nach DIN 18300:2019-09 für Bauwerke der Geotechnischen Kategorie 2 (GK 2)

Kennwert / Eigenschaft		Homogenbereich			
		A1	A2	B1	B2
Kornverteilung [%]	T	0 - 5	0 - 10	3 - 20	0 - 5
	U	5 - 25	50 - 70	50 - 70	3 - 15
	S	10 - 30	5 - 25	5 - 35	70 - 100
	G	50 - 70	5 - 40	5 - 30	0 - 10
Massenanteil Steine [%]		0 - 15	0 - 5	0 - 15	0 - 5
Massenanteil Blöcke [%]		-	-	0 - 3	-
Massenanteil große Blöcke [%]		-	-	0 - 1	-
Lagerungsdichte		locker bis mitteldicht	-	-	dicht
Konsistenz		-	weich bis steif	halbfest (lokal steif)	-
Konsistenzzahl I_c		-	0,50 - 1,00	> 1,0	-
Plastizitätszahl I_p [%]		-	3 - 15	3 - 20	-
Wichte (feucht) γ [kN/m ³]		19 - 21	18 - 19	19 - 21	19 - 21
Undränierete Scherfestigkeit c_u [kN/m ²]		-	30 - 80	200 - 300	-
Wassergehalt w_n [%]		-	10 - 30	7 - 15	-
Organischer Anteil [%]		< 3	< 6	-	-
Bodengruppe nach DIN18196: 2011-05		[GU], [GU*]	[TL], [UL], [GU*]	TL, TM, ST	SU
Ortsübliche Bezeichnung		A, G	A, U	GMO	MS

AZ 21 11 131, BV Prof. Dr. Dr. Mang, Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen, in 88131 Lindau

4 Georisiken

4.1 Seismische Aktivität

Entsprechend der Erdbebenzonenkarte für Deutschland (Quelle: DIN 4149:2005-04), befindet sich das Untersuchungsgebiet in der **Erdbebenzone 2** und ist somit als ein Gebiet, indem gemäß dem zugrunde gelegten Gefährdungsniveau, rechnerisch die Intensität 7,0 bis $\leq 7,5$ erreicht werden kann, zu charakterisieren. Das Untersuchungsgebiet liegt in der **Untergrundklasse S** (Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung).

Für eine Gründung in den mind. steifen Moränensedimenten ist nach der DIN EN 1998-1/NA:2010-08 die **Baugrundklasse C** (feinkörnige Lockergesteine in mindestens steifer Konsistenz bzw. in mitteldichter Lagerung) zugrunde zu legen.

5 Hydrogeologie

5.1 Grundwasserverhältnisse

Während den Baugrundaufschlussarbeiten im Zeitraum zwischen dem 21.04. und dem 25.04.2022 bzw. am 25.05.2022 wurde in den niedergebrachten Rammkernbohrungen BK 1-4/22 stellenweise ein Wasserzutritt festgestellt. Eine Messung des Wasserspiegels in den Rammsondierungen war verfahrenstechnisch nicht möglich.

Die verzeichneten Wasserzutritte sind zusammengefasst in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 12: Wasserstände in den Bohrungen

Bohrung	Datum	Wasser angetroffen		Wasser nach Bohrende (kein Ruhewasserspiegel)	
		m u. GOK	m NHN	m u. GOK	m NHN
BK 1/22	25.04.2022	-	-	-	-
BK 2/22	20.05.2022	-	-	-	-
BK 3/22	25.05.2022	5,50	393,52	-	-
	25.05.2022	13,00	386,02	-	-
BK 4/22	21.04.2022	17,50	383,31	5,80	395,01

Der Untergrund wird im Projektareal von bindigen Moränensedimenten geprägt, die nur über eine sehr schwache Durchlässigkeit verfügen. Ein zusammenhängender Grundwasserleiter wurde nicht angetroffen.

AZ 21 11 131, BV Prof. Dr. Dr. Mang, Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen, in 88131 Lindau

Dennoch konnte in der Bohrung BK 3/22 in unterschiedlichen Lagen ein Zutritt von Schichtwasser verzeichnet werden, das sich partiell in durchlässigen Lagen im Untergrund einstaut und im Anschnitt ausfließt. Mit dem Auftreten dieser begrenzten Schichtwasservorkommen ist auch während dem Baugrubenaushub stets zu rechnen.

Mit der Bohrung BK 4/22 wurde zudem in einer Tiefe von 17,50 m u. GOK druckwasserführende Moränensande angetroffen. Mit dem Durchörtern der bindigen Deckschicht (Grundmoräne) stieg der Wasserspiegel im Bohrloch um insgesamt 12,0 m bis auf 5,50 m u. GOK bzw. auf 395,01 m NHN an. Die Bohrung BK 4/22 wurde daraufhin zur weiteren Beobachtung des Wasserspiegels zu einer 3“-Grundwasserbeobachtungsmessstelle ausgebaut, deren Ausbauprofil in der Anlage 2.2 dargestellt ist. Es wird in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, dass die Grundwassermessstelle vor Baubeginn fachgerecht zurückzubauen ist. Dabei ist es dringend erforderlich, die Messstelle zu verpressen, damit sich keine Wasserwegsamkeiten bis auf Höhe der Baugrube ergeben.

Der Wasserspiegel des Bodensees lag an dem durch das Wasserwirtschaftsamt betriebenen Messpegel auf der Lindauinsel am Stichtag 21.04.2022 auf einem Höhenniveau von 394,92 m NHN und damit relativ genau auf dem Höhenniveau, auf dem sich der Wasserspiegel in der BK 4/22 einstellte. Es muss daher davon ausgegangen werden, dass die angetroffenen Sande mit dem Bodensee in Verbindung stehen und die Wasserspiegel miteinander korrespondieren. Somit ist infolge von Hochwasserereignissen des Bodensees auch mit entsprechend hohen Druckwasserspiegeln im Untergrund des Baufeldes zu rechnen. Der höchste, gemäß dem Hochwassernachrichtendienst Bayern verzeichnete Wasserspiegel des Bodensees wurde am 11.06.1999 auf einer Höhe von 397,58 m NHN gemessen.

Dieser Höchstwert auf **397,58 m NHN** wird als **Bemessungswasserspiegel** (Endzustand) herangezogen.

Da die Moränensande einzig mit der Bohrung BK 4/22 erschlossen wurde, stehen die Sande im übrigen Baufeld offenbar erst in größerer Tiefenlage an. An der BK 4/22 wirkt der 12 m hohen Drucksäule (zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung) von ca. 120 kN (12 m x 10 kN/m) beim Baugrubenaushub bis ca. 10,0 m u. GOK noch eine Erdauflast der Grundmoräne von ca. 140 kN (7 m x 20 kN/m) bzw. im Bereich des Carlifts 120 kN (6 m x 20 kN/m) Erdauflast durch die Grundmoräne entgegen, so dass ein hydraulischer Grundbruch in einem Großteil der Fläche nicht zu befürchten ist, am Carport jedoch nach derzeitigem Kenntnisstand nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann.

In der Gesamtfläche ist ein hydraulischer Grundbruch überschlägig erst bei einem Anstieg der Druckwassersäule um 2,0 m im Vergleich zum bisherigen Messwert und dementsprechend einzig im Hochwasserfall zu erwarten, sofern dann keine weiteren Maßnahmen ergriffen werden.

Die Angaben beziehen sich auf den vorliegenden Planstand [1], sollte es hier zu Änderungen der Gründungshöhe kommen, sind diese neu zu bewerten.

AZ 21 11 131, BV Prof. Dr. Dr. Mang, Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen, in 88131 Lindau

Grundsätzlich entspannt sich die Situation bei geringeren Aushubtiefen. Sollten noch tiefere Einschnitte erforderlich werden, sind voraussichtlich weitere Maßnahmen zu ergreifen.

Es wird vor diesem Hintergrund auch nach dem derzeitigen Planstand [1] empfohlen, weitere hydrogeologische Untersuchungen durchzuführen, um zu prüfen ob während der Bauzeit Maßnahmen wie beispielsweise eine Druckwasserentspannung erfolgen müssen. Dabei sollte anhand eines Grundwassermonitorings geprüft werden, wie schnell sich der Wasserspiegel im Baufeld den Wasserspiegelschwankungen des Bodensees angleicht. Darüber hinaus wird empfohlen, einen 6"-Grundwasserbeobachtungsmesspegel im Bereich des Carlifts bis in die Moränensande zu errichten und einen Pumpversuch auszuführen, um die Machbarkeit einer Druckwasserentspannung zu überprüfen. Der bestehende 3"-Messpegel BK 4/22 dient dabei als Beobachtungspegel.

5.2 Versickerungsfähigkeit der Böden nach DWA A - 138 (April 2005)

Die Versickerung von Niederschlagswasser setzt einen durchlässigen Untergrund und einen ausreichenden Abstand zur Grundwasseroberfläche voraus. Der Untergrund muss die anfallenden Sickerwassermengen aufnehmen können. Die Versickerung kann direkt erfolgen oder das Wasser kann über ein ausreichend dimensioniertes Speichervolumen durch eine Sickeranlage mit verzögerter Versickerung in Trockenperioden dem Untergrund zugeführt werden.

Nach dem DWA A – 138 sind Böden zur Versickerung geeignet, deren Wasserdurchlässigkeit zwischen $k_f = 1,0 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ und $k_f = 1,0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ beträgt.

Die Mächtigkeit des Sickerraumes sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW) rd. 1,0 m betragen, um eine ausreichende Filterstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

Der Untergrund wird auf dem Baufeld nahezu vollständig von sehr schwach durchlässigen Moränensedimenten und in großer Tiefe von Wassergesättigten Sanden aufgebaut. Die Durchlässigkeit der Grundmoräne liegt i.d.R. bei $k_f < 1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$, weshalb sie sich für die Versickerung von Oberflächenwasser nicht eignet.

Eine Versickerung auf dem Grundstück ist somit nicht möglich.

6 Grundbautechnische Empfehlungen und baubegleitende Maßnahmen

6.1 Bauwerk

Gemäß den vorliegenden Planunterlagen [1] ist in der Dreierstraße 9 nach Abbruch der bestehenden Garagen, der Neubau eines Mehrfamilienhauses geplant.

Das Erdgeschoss des Wohngebäudes wird eine Grundfläche von ca. 26 m x 16 m einnehmen. Die drei geplanten Untergeschosse kragen im Südosten über rd. 4,0 m und im Süden über ca. 1,0 m unter den Obergeschossen aus und weisen somit eine Grundfläche von ca. 20 m x 17 m auf. Neben den drei Untergeschossen und dem Erdgeschoss, wird der Neubau mit insgesamt vier weiteren Obergeschossen ausgestattet (1.-3. OG, DG).

AZ 21 11 131, BV Prof. Dr. Dr. Mang, Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen, in 88131 Lindau

Die Fußbodenhöhe des Erdgeschosses wird auf ca. 400,0 m NHN angeordnet. Die Bodenplatte des dritten Untergeschosses kommt ca. 9,65 m tiefer, auf 390,35 m NHN zu liegen. Die Zufahrt zur Tiefgarage erfolgt über einen Carlift, dessen Unterkante auf -10,65 m bzw. 389,35 m NHN liegt und damit den tiefsten Punkt des Bauwerks darstellt.

Auf dem nördlichen Teil des Grundstücks befindet sich ein alter Gewölbekeller, der sich gemäß der Planunterlagen [1.3] bis in das Baufeld des Neubaus zieht und weiter nach Norden unter die angrenzende Bebauung reicht. Die Unterkante des Kellers soll gemäß den vorliegenden Informationen in einer Tiefe von etwa 10,0 m unter der derzeitigen Geländeoberkante und damit etwa auf Höhe der geplanten Gebäudeunterkante des Neubaus liegen.

Nähere Angaben, insbesondere zu den einwirkenden Gebäudelasten, liegen dem Unterzeichner nicht vor, so dass im Folgenden allgemein auf die geotechnischen Belange eingegangen wird.

6.2 Baugrundkriterien

Der Untergrund wird im Baufeld zunächst flächig von anthropogenen Auffüllungen eingenommen, die sich bis in eine Tiefe zwischen 1,80 m und 3,00 m u. GOK erstrecken, damit vollständig in den Aushubbereich der Untergeschosse fallen und für die Bauwerksgründung nicht weiter relevant sind.

Darunter wird der Baugrund von einer bindigen Grundmoräne dominiert, die mit Ausnahme der Bohrung BK 4/22 bis zur Endteufe der jeweiligen Aufschlüsse reicht. Damit steht die Grundmoräne flächig in der Gründungsrelevanten Tiefe an. Aufgrund ihrer überwiegend halbfesten und kleinlokal steifen Konsistenz, können die bindigen Moränensedimente als tragfähig angesehen werden und als Gründungssubstrat für die Errichtung des Neubaus herangezogen werden.

Mit der Bohrung BK 4/22 wurden ab einer Tiefe von 17,50 m u. GOK unterhalb der Grundmoräne druckwasserführende Moränensande angetroffen. Der Wasserspiegel ist im Rahmen der Baugrunderkundung anschließend bis auf eine Höhe von 5,80 m u. GOK angestiegen.

6.3 Gründungsempfehlung

Die Bodenplatten des dritten Untergeschosses und des Carlifts werden vollflächig in der tragfähigen Grundmoräne zu liegen kommen. Im Bereich des bestehenden Eiskellers ist zu prüfen, ob dieser ggf. bis unterhalb der geplanten Gründungssohle reicht und ob dort ggf. noch Auffüllungen unterhalb der Bodenplatte anstehen.

Die Baugrundsituation gestattet es, den Neubau flächig auf einer **elastisch gebetteten Bodenplatte** zu gründen. Diese kann unmittelbar auf der mindestens halbfesten Grundmoräne abgesetzt werden.

AZ 21 11 131, BV Prof. Dr. Dr. Mang, Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen, in 88131 Lindau

Um die Aushubsohle vor Witterungseinflüssen und vor Aufweichungsprozessen durch das Befahren mit Baufahrzeugen zu schützen, wird dringend empfohlen, unmittelbar nach dem Freilegen eine rd. 0,10 m dicke Ausgleichsschicht aus Magerbeton aufzubringen.

Sollten in der Aushubsohle lokal durch Schichtwasser aufgeweichte Moränensedimente, oder im Bereich des Bestandskellers Auffüllungen anstehen, sind diese abzuziehen und die Magerbetonschicht in diesen Bereichen entsprechend mächtiger auszubilden.

Zur Vorbemessung der Bodenplatte kann ein Bettungsmodul in der Größenordnung von

$$k_s = 6 - 12 \text{ MN/m}^3$$

abgeschätzt werden.

Da der Bettungsmodul keine Bodenkonstante ist, sondern von den Belastungsverhältnissen der Geometrie und den Baugrundverformungen abhängt, wird empfohlen, bei sehr setzungsempfindlichen Gewerken bzw. Konstruktionen den tatsächlichen Bettungsmodulverlauf nach Vorlage von Lastenplänen anhand einer detaillierten Setzungsberechnung ermitteln zu lassen. Diese Leistung kann auf Wunsch von der Fa. BauGrund Süd erbracht werden.

6.4 Baugrube

Für die Herstellung der drei Untergeschosse, wird eine Baugrube mit einer Tiefe von rd. 10,50 m erforderlich. Im Bereich des Carlifts vertieft sich die Baugrube lokal auf bis zu 11,50 m.

Im Hinblick auf diese Tiefenlage und die umliegende Bebauung, kann die Baugrube lediglich im Schutze eines vollumlaufenden Verbausystems ausgehoben werden. Um die Verbauelemente möglichst kurz zu halten, kann dieser ggf. mit einem Vorabtrag kombiniert werden, wobei in den oberflächlich anstehenden Auffüllungen ein Böschungswinkel von max. 45° einzuhalten ist.

Hinsichtlich der Auskragung des Verbaus um ca. 10,0 m bis 11,0 m wird aufgrund der statischen Anforderungen voraussichtlich eine **rückverankerte Bohrpfahlwand** erforderlich. Das Einlegen von Ankern bedarf dabei der Zustimmung der angrenzenden Grundstückseigentümer. In der nordöstlichen Bauwerksecke, im Bereich der Bohrung BK 4/22, wird hinsichtlich der in der Tiefe anstehenden, druckwasserführenden Moränensande dringend empfohlen, die Bohrtiefe der Pfähle auf max. 15 m zu beschränken, um hier keine Wasserwegsamkeiten bis auf Höhe der Baugrube zu schaffen.

Hinsichtlich der Druckwassersituation wird wie in Abschnitt 5.1 beschrieben dringend empfohlen, weitere hydrogeologische Untersuchungen anzustellen, um zu prüfen, ob durch die Aushubentlastung die Gefahr eines hydraulischen Grundbruchs besteht und ggf. eine Druckwasserentspannung erforderlich wird.

AZ 21 11 131, BV Prof. Dr. Dr. Mang, Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen, in 88131 Lindau

Der Verbau ist statisch nachzuweisen. Nach Vorlage aktueller Entwurfs- und Ausführungspläne sowie von detaillierten Höhen- und Geländeprofilen, kann das zur Ausführung kommende Baugrubensicherungskonzept auf Wunsch ausgearbeitet sowie die erforderliche statische Berechnung der Baugrubenböschungen bzw. des Verbausystems von der Firma BauGrund Süd erbracht werden.

Um mögliche Regressansprüche seitens der angrenzenden Eigentümer vorzubeugen, wird vor Beginn der Bautätigkeiten eine Beweissicherung empfohlen, wobei diese ggf. nach Abschluss der Bautätigkeiten zu ergänzen ist.

Im Bereich des vorhandenen Gewölbekellers ist statisch zu überprüfen, ob hier im Vorfeld des Rückbaus im Bereich der Baugrube weitere Maßnahmen zur Sicherung des Kellers bzw. des darüber befindlichen Bestandsgebäudes (Unterfangung) erfolgen müssen. Je nachdem kann im Anschlussbereich an den verbleibenden Keller hier ggf. auf einen Verbau verzichtet werden.

6.5 Trockenhaltung von Bauwerken

Der Neubau wird überwiegend in die schwach durchlässige Grundmoräne mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f < 1 \times 10^{-6}$ m/s einbinden. Es muss daher davon ausgegangen werden, dass sich über die Baugrubenverfüllung zuströmendes Sickerwasser bzw. Schichtwasser auf der Baugrubensohle aufstauen kann und als drückendes Wasser auf die erdberührenden Bauteile einwirkt („Wanneneffekt“).

Gemäß DIN 18533 besteht für diesen Fall die Möglichkeit, die erdberührenden Bauteile entsprechend der Wassereinwirkungsklasse W 1.2-E (Abdichtung gegen Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser) abzudichten, sofern diese mit einer dauerhaft wirksamen Ring- und Flächendrainage entwässert werden. Aufgrund der Tiefenlage der untersten Abdichtungsebene wird die Anordnung einer Drainage jedoch als nicht zweckmäßig angesehen.

Aus diesem Grund wird empfohlen, das Untergeschoss nach den Vorgaben der **DIN 18533, Klasse W 2.2-E** (Abdichtung gegen drückendes Wasser) abzudichten bzw. in „WU-Bauweise“ (Prinzip „Weiße Wanne“) auszubilden.

AZ 21 11 131, BV Prof. Dr. Dr. Mang, Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen, in 88131 Lindau

7 Abfallrechtliche Aushubvorbereitung

Zur Feststellung eventueller Schadstoffgehalte der anstehenden Böden und der Abklärung der einzuhaltenden Entsorgungs-/Verwertungswege der bei den Erdbauarbeiten anfallenden Aushubmaßen wurden im Zuge der geotechnischen Untersuchungen aus den Bohrkernen drei Bodenmischproben entnommen. Diese wurden im Labor der BVU GmbH gemäß dem Parameterumfang der VwV Boden B-W, Tabelle 6.1 im Feststoff an der Fraktion < 2 mm und im Eluat [5] untersucht.

7.1 Probenahme

Die Probenbezeichnung sowie die Herkunft und Entnahmetiefen der Einzelproben ist in folgender Tabelle 13 dargestellt.

Tabelle 13: Probenbezeichnung, Entnahmestelle und / -tiefen der zu Mischproben zusammengestellten Einzelproben

Probenbezeichnung	Herkunft der Einzelproben	Entnahmetiefe des Aushubmaterials in m u. GOK	Bodenmaterial
BK 1 - A	BK 1/22	0,20 - 2,00	<u>Auffüllung:</u> Fein- bis Grobkies, sandig bis stark sandig, schwach schluffig, Ziegelbruch < 5 Vol.-%
BK 2 - A	BK 2 /22	0,20 - 2,00	<u>Auffüllung:</u> Fein- bis Grobkies, stark schluffig, sandig, Ziegelbruch < 3 Vol.-%
BK 4 - A	BK 4/22	0,20 - 1,80	<u>Auffüllung:</u> Schluff, sandig, kiesig, schwach steinig, Ziegelbruch < 10 Vol.-%

Die Probenentnahme-Protokolle zu den entnommenen Laborproben sind in den Anlagen 5.1-3 enthalten.

7.2 Analyseergebnis / Bewertung

Die in der Tabelle 13 aufgeführten Proben wurden an das chemische Labor der Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH in Markt Rettenbach übergeben und gemäß den Vorgaben der VwV Boden B-W, Tabelle 6.1, im Feststoff an der Fraktion < 2 mm und im Eluat [5] untersucht. Die Bewertung der Analyseergebnisse erfolgte nach dem in Bayern geltenden Verfüll-Leitfaden BY [6] und aufgrund der Nähe des Projektstandortes zu Baden-Württemberg nach der VwV Boden B-W [5].

Die Analyseergebnisse der untersuchten Proben sind im Detail im Laborprüfbericht der Anlage 6 enthalten.

Folgende Tabelle 14 zeigt eine aus den Ergebnissen der Analysen resultierende Einstufung der o.g. untersuchten Mischproben nach dem Verfüll-Leitfaden BY [6] und der VwV Boden B-W [5] mit Verweis auf die maßgebenden Parameter.

AZ 21 11 131, BV Prof. Dr. Dr. Mang, Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen, in 88131 Lindau

Tabelle 14: Maßgebende Zuordnungswerte nach der VwV B-W

Probenbezeichnung	Bodenart	Zuordnungskategorie nach Verfüll-Leitfaden BY (maßgebender Parameter)	Zuordnungskategorie nach VwV Boden B-W (maßgebender Parameter)
BK 1 - A	Sand	Z 1.1 (Chrom = 32 mg/kg)	Z 0* III A (Chrom = 32 mg/kg)
BK 2 - A	Lehm/Schluff	Z 0	Z 0
BK 4 - A	Lehm/Schluff	Z 1.2 (Benzo(a)pyren = 0,43 mg/kg)	Z 1.2 (Σ PAK = 4,28 mg/kg)

Die mit der Bodenprobe BK 1 - A untersuchten Auffüllungen aus der Bohrung BK 1/22 sind der Bodenart „Sand“ gemäß dem Verfüll-Leitfaden BY bzw. der VwV Boden B-W zuzuordnen. Dementsprechend zeigt die Probe eine geringfügige Überschreitung des Z 0 Grenzwertes des Parameters Chrom. Das Bodenmaterial ist daher bei einer Entsorgung in Bayern der **Zuordnungsklasse Z 1.1** und bei einer Entsorgung in Baden-Württemberg der **Zuordnungsklasse Z 0* III A** zuzuordnen.

In der Bodenprobe BK 2 - A konnten keine Überschreitungen der Z 0 Grenzwerte nach beiden Unterlagen [5] und [6] festgestellt werden, so dass diese Probe in die **Zuordnungsklasse Z 0** einzustufen ist.

An der Bohrung BK 4/22 wurde in der Probe BK 4 - A ein erhöhter Gehalt an PAK festgestellt. Bei der Einstufung gemäß den bayerischen Vorgaben, ist hier der Einzelparameter Benzo(a)pyren für eine Einstufung in die **Zuordnungsklasse Z 1.2** maßgebend. In Baden-Württemberg führt hingegen der Summenparameter Σ PAK ebenfalls zur Einstufung in die **Zuordnungsklasse Z 1.2**.

Im Hinblick auf die vorliegenden Analysenergebnisse wird dringend empfohlen, die oberflächlich anstehenden Auffüllungen, insbesondere aus dem Bereich BK 4/22, im Rahmen der Erdarbeiten von den gewachsenen Böden zu trennen und auf separaten Haufwerken zwischenzulagern. Für die endgültige Abfuhr des Materials ist anschließend eine Haufwerksdeklaration auszuführen. Diese Leistung kann auf Wunsch durch die Fa. BauGrund Süd erbracht werden.

Der Laboranalysenbericht ist in der Anlage 6 aufgeführt.

Die erstellte Analytik dient einer ersten orientierenden Bewertung der erkundeten Bodenproben für die in den Probenentnahme-Protokollen dargestellten Ansatzstellen und Tiefenbereiche. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass im Zuge des Aushubes auch höher belastetes Material angetroffen wird. Bei Aushubarbeiten ist dies zu berücksichtigen; ggf. ist beim Antreffen organoleptischer Auffälligkeiten der Gutachter zu informieren.

AZ 21 11 131, BV Prof. Dr. Dr. Mang, Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen, in 88131 Lindau

Das weitere Vorgehen bzw. die Abfuhr- und Wiederverwertung der als Aushub anfallenden Böden ist frühzeitig vor Baubeginn mit der vorgesehenen Annahmestelle sowie den Fachbehörden abzustimmen, um Verzögerungen im Bauablauf zu vermeiden.

8 Hinweise und Empfehlungen

Die im Bericht enthaltenen Angaben beziehen sich auf die oben genannten Untersuchungsstellen. Abweichungen von gemachten Angaben (Schichttiefen, Bodenzusammensetzung etc.) können auf Grund der Heterogenität des Untergrundes bzw. aufgrund des hier vorliegenden Untersuchungsrasters nicht ausgeschlossen werden.

Es ist eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Bodenverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen erforderlich. **Es wird daher empfohlen, zur Abnahme von Gründungssohlen den Unterzeichner des Berichtes heranzuziehen.**

Der vorliegende geotechnische Bericht bezieht sich auf den zum Zeitpunkt der Erstellung des Berichtes vorliegenden Planungsstand. Weitere Ausführungen der Planung sind ggf. mit dem Gutachter abzustimmen. Gegebenenfalls sind weitere Aufschlüsse bzw. Berechnungen erforderlich, um die bisherigen geotechnischen Angaben und Empfehlungen dem aktuellen Planungsstand bzw. der Ausführungsplanung gegenüber bestätigen zu können.

Es wird empfohlen weitergehende hydrogeologische Untersuchungen auszuführen und so zu prüfen, ob ggf. weitere Maßnahmen für einen sicheren Baugrubenaushub ergriffen werden müssen.

Für ergänzende Erläuterungen sowie zur Klärung der im Verlauf der weiteren Planung und Ausführung noch offenen Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.



Alois Jäger
Geschäftsführer



Christian Weippert
M.Sc.-Geol.

baugrund süd

weishaupt gruppe

Gesellschaft
für Bohr- und Geotechnik mbH

BV Prof. Dr. Dr. Mang
Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen
in 88131 Lindau

AZ 21 11 131

Anlage: 1.1
Übersichtslageplan Maßstab 1 : 10.000



 Untersuchungsgebiet

UTM - Koordinaten			
Aufschluss	Rechtswert	Hochwert	Höhe [m NHN]
BK 1	551042.33	5265921.61	400.54
BK 2	551034.00	5265897.74	399.68
BK 3	551040.91	5265885.14	399.02
BK 4	551058.38	5265914.11	400.81
DPH 1	551055.76	5265913.19	400.69
DPH 2	551037.43	5265908.32	399.85
DPH 3	551037.24	5265888.93	399.16

baugrund süd

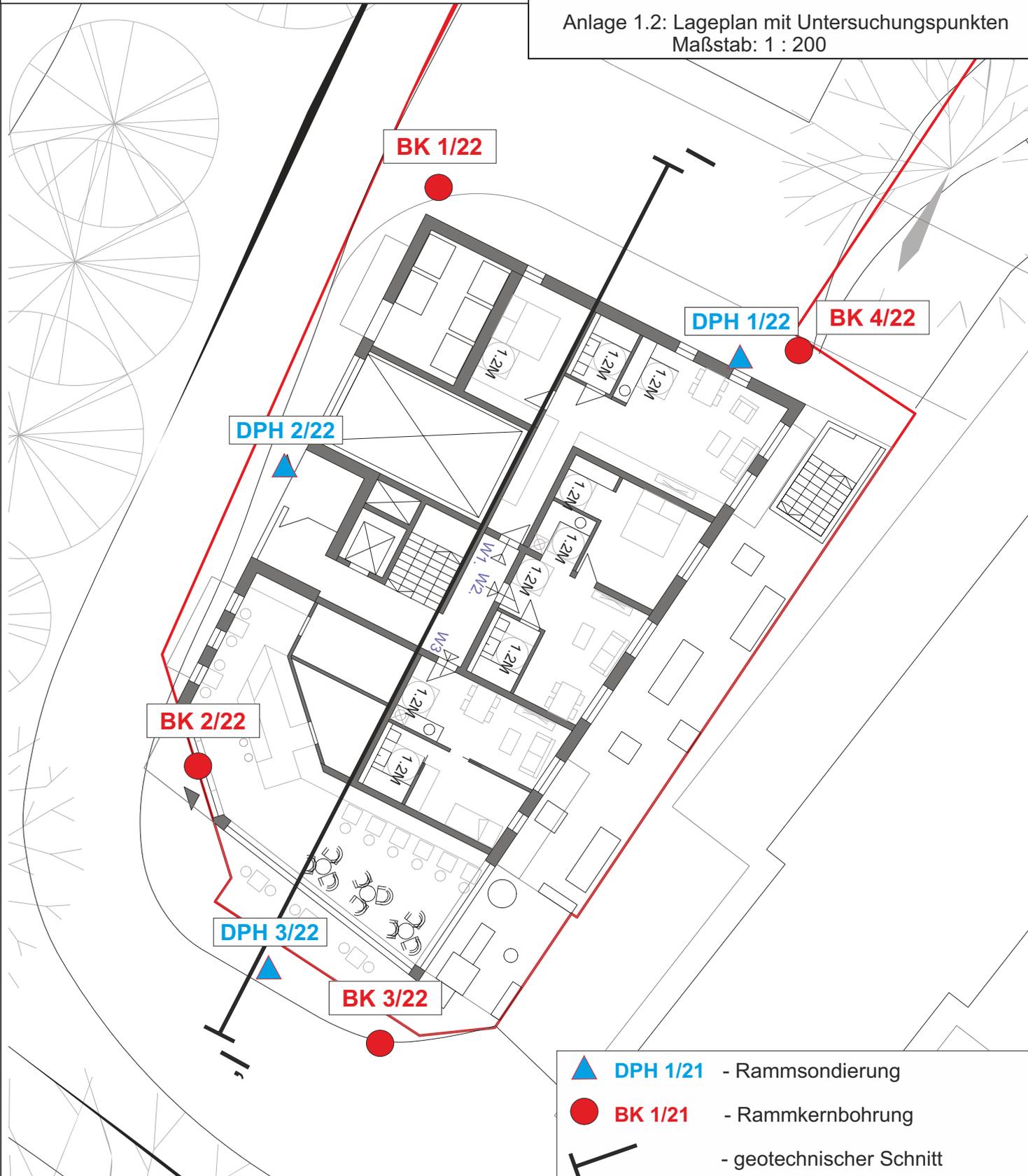
weishaupt gruppe

Gesellschaft
für Bohr- und Geotechnik mbH

BV Prof. Dr. Dr. Mang,
Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen
in 88131 Lindau

AZ 21 11 131

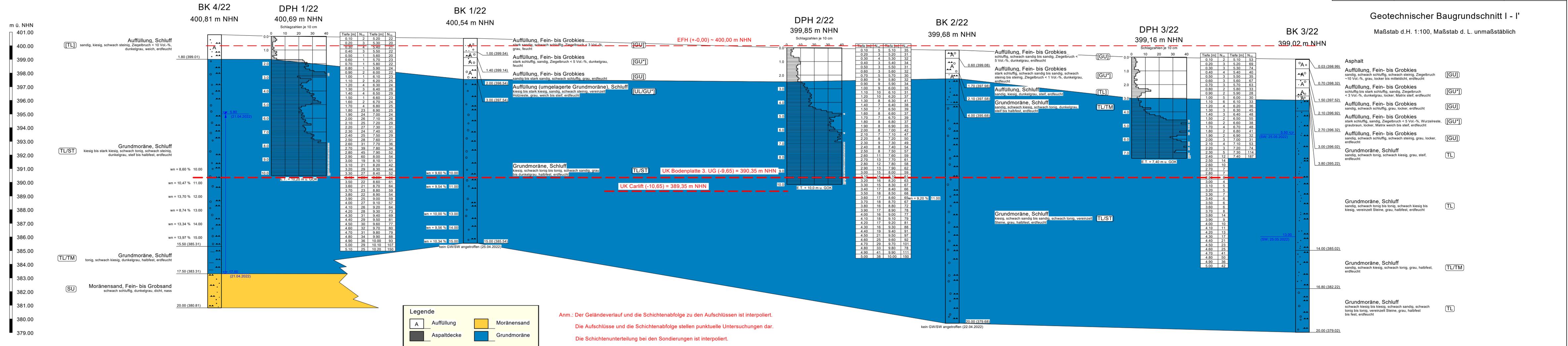
Anlage 1.2: Lageplan mit Untersuchungspunkten
Maßstab: 1 : 200



- ▲ **DPH 1/21** - Rammsondierung
- **BK 1/21** - Rammkernbohrung
- geotechnischer Schnitt

Geotechnischer Baugrundschnitt I - I'

Maßstab d.H. 1:100, Maßstab d. L. unmaßstäblich



Legende

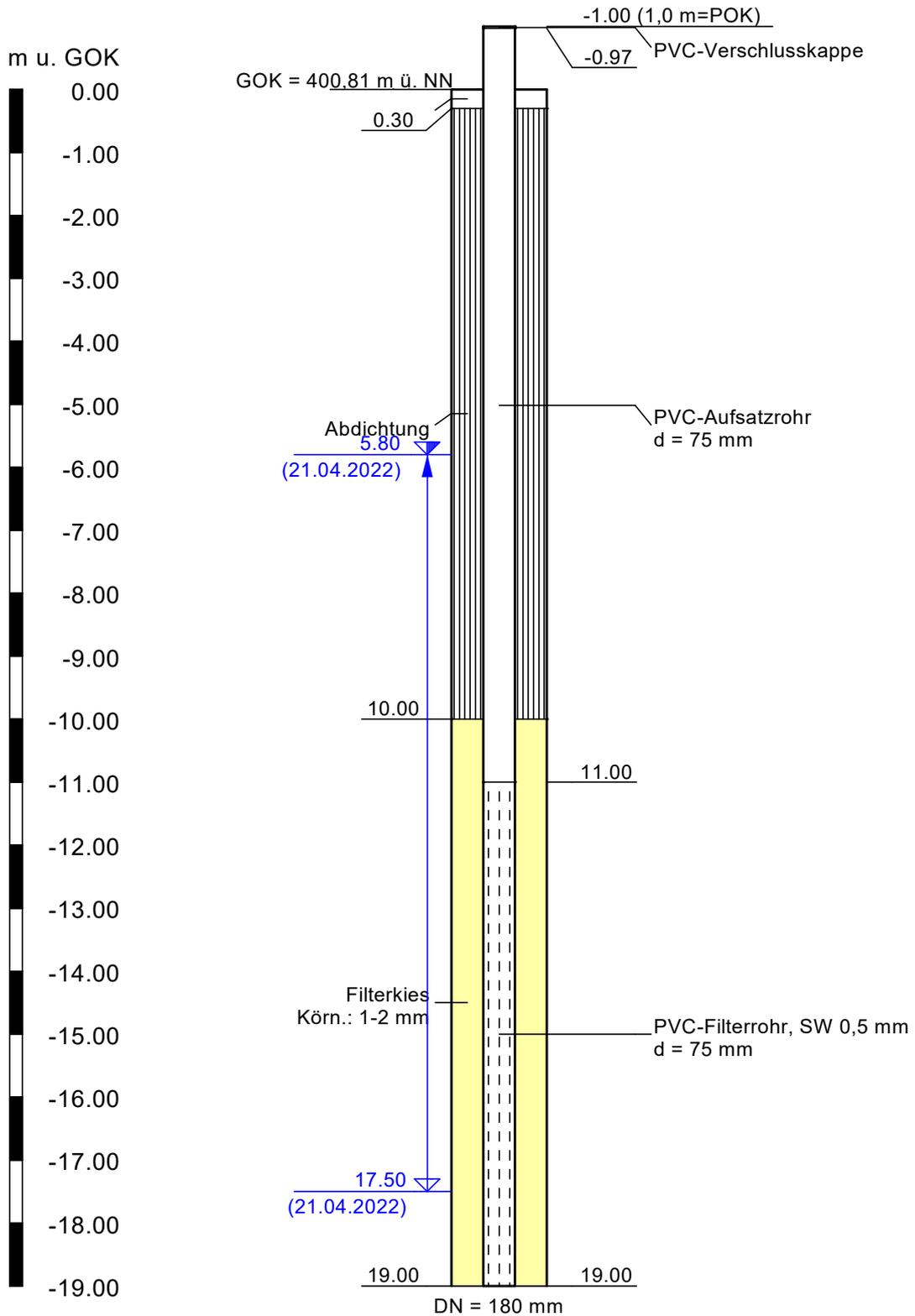
- A Auffüllung
- Moränensand
- Asphaltdecke
- Grundmoräne

Ann.: Der Geländeverlauf und die Schichtenabfolge zu den Aufschlüssen ist interpoliert.
 Die Aufschlüsse und die Schichtenabfolge stellen punktuelle Untersuchungen dar.
 Die Schichtenunterteilung bei den Sondierungen ist interpoliert.

Brunnenausbauprofil BK 4/22

Maßstab d.H. 1:100

BK 4/22-Pegel 3"



BK 1/22: 0,0 bis 4,0 m u. GOK



BK 1/22: 4,0 bis 8,0 m u. GOK



BK 1/22: 8,0 bis 12,0 m u. GOK



BK 1/22: 12,0 bis 15,0 m u. GOK



BK 2/22: 0,0 bis 4,0 m u. GOK



BK 2/22: 4,0 bis 8,0 m u. GOK



BK 2/22: 8,0 bis 12,0 m u. GOK



BK 2/22: 12,0 bis 16,0 m u. GOK



BK 2/22: 16,0 bis 20,0 m u. GOK



BK 3/22: 0,0 bis 4,0 m u. GOK



BK 3/22: 4,0 bis 8,0 m u. GOK



BK 3/22: 8,0 bis 12,0 m u. GOK



BK 3/22: 12,0 bis 16,0 m u. GOK



BK 3/22: 16,0 bis 20,0 m u. GOK



BK 4/22: 0,0 bis 4,0 m u. GOK



BK 4/22: 4,0 bis 8,0 m u. GOK



BK 4/22: 8,0 bis 12,0 m u. GOK



BK 4/22: 12,0 bis 16,0 m u. GOK



BK 4/22: 16,0 bis 20,0 m u. GOK



Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17892-1:2015-3

BV Prof. Dr. Dr. Mang

Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen

in 88131 Lindau

AZ 21 11 131

Probe entnommen am: 26.04.2022

Bearbeiter: DSv

Entnahmestelle	BK 1/22		
	1	2	3
Prüfungsnummer			
Entnahmetiefe [m]	11,0	14,0	15,0
Behälter Gewicht [g]	45,29	45,32	44,09
Probe feucht + Behälter [g]	535,32	694,51	454,99
Probe trocken + Behälter [g]	492,63	637,88	416,47
Wassergehalt w [%]	9,54	9,56	10,34

Entnahmestelle	BK 4/22			
	4	5	6	7
Prüfungsnummer				
Entnahmetiefe [m]	11,0	13,0	14,0	15,0
Behälter Gewicht [g]	46,11	47,64	46,48	45,83
Probe feucht + Behälter [g]	477,10	626,22	678,48	644,80
Probe trocken + Behälter [g]	436,26	579,74	604,11	571,37
Wassergehalt w [%]	10,47	8,74	13,34	13,97

Zustandsgrenzen nach EN ISO 17892-12

BV Prof. Dr. Dr. Mang
 Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen
 in 88131 Lindau

Bearbeiter: DSv

Datum: 16.05.2022

Prüfungsnummer: 1

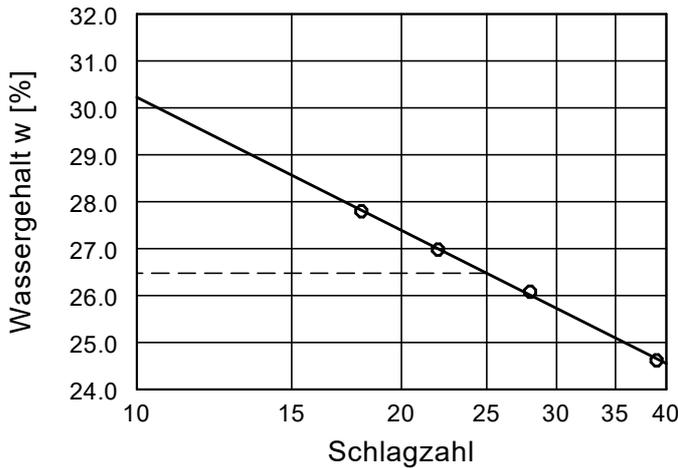
Entnahmestelle: BK 1/22

Tiefe: 10,0 m

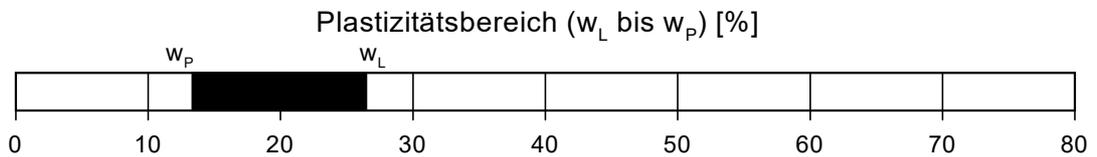
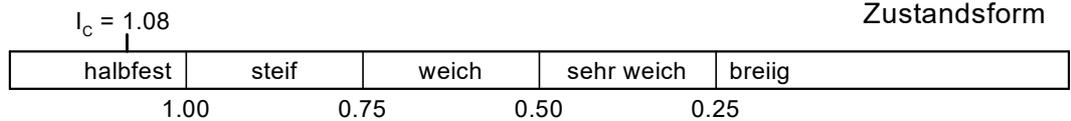
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TL

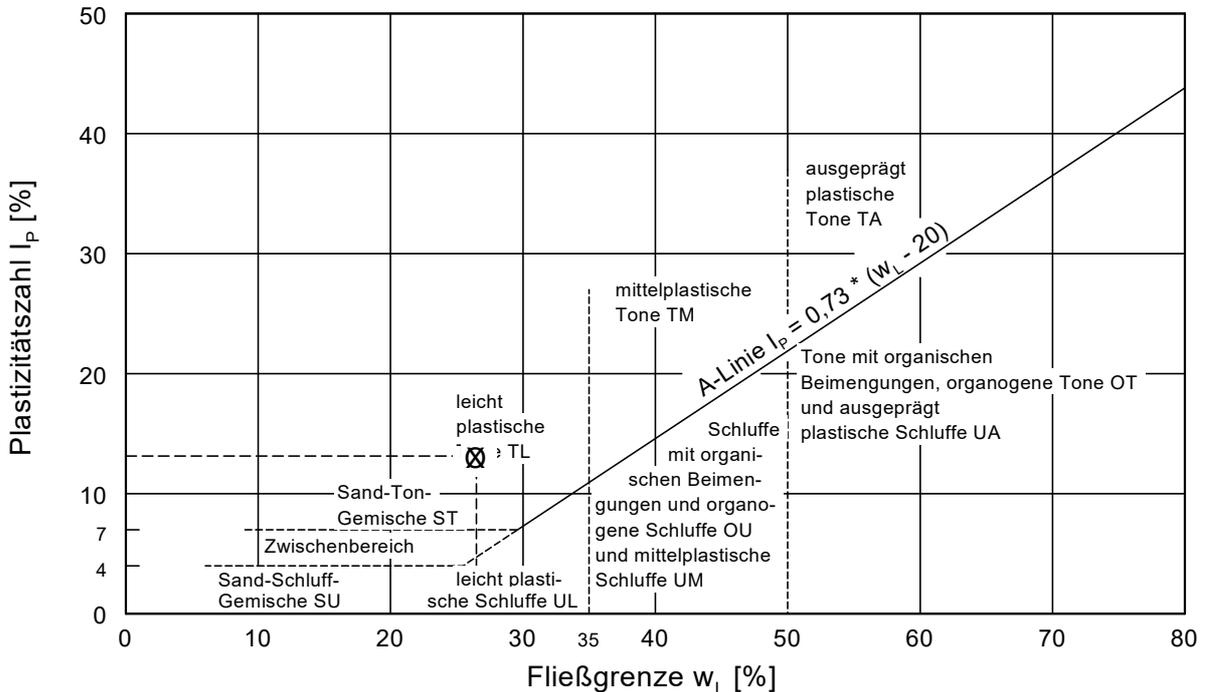
Probe entnommen am: 26.04.2022



Wassergehalt $w =$	9.6 %
Fließgrenze $w_L =$	26.5 %
Ausrollgrenze $w_P =$	13.3 %
Plastizitätszahl $I_P =$	13.2 %
Konsistenzzahl $I_C =$	1.08
Anteil Überkorn $\ddot{u} =$	25.2 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}} =$	2.0 %
Korr. Wassergehalt $=$	12.2 %



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach EN ISO 17892-12

BV Prof. Dr. Dr. Mang
 Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen
 in 88131 Lindau

Bearbeiter: DSv

Datum: 16.05.2022

Prüfungsnummer: 3

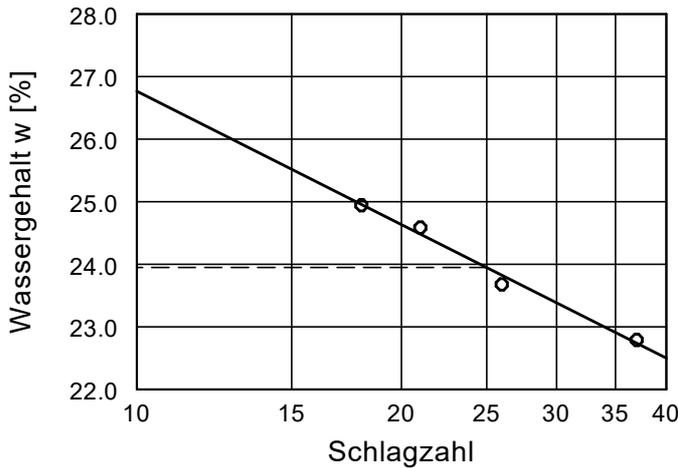
Entnahmestelle: BK 2/22

Tiefe: 11,0 - 11,3 m

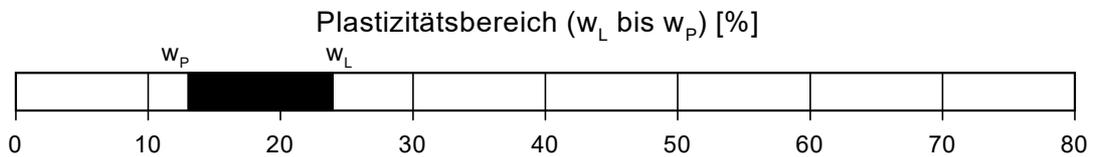
Art der Entnahme: ungestört

Bodenart: TL

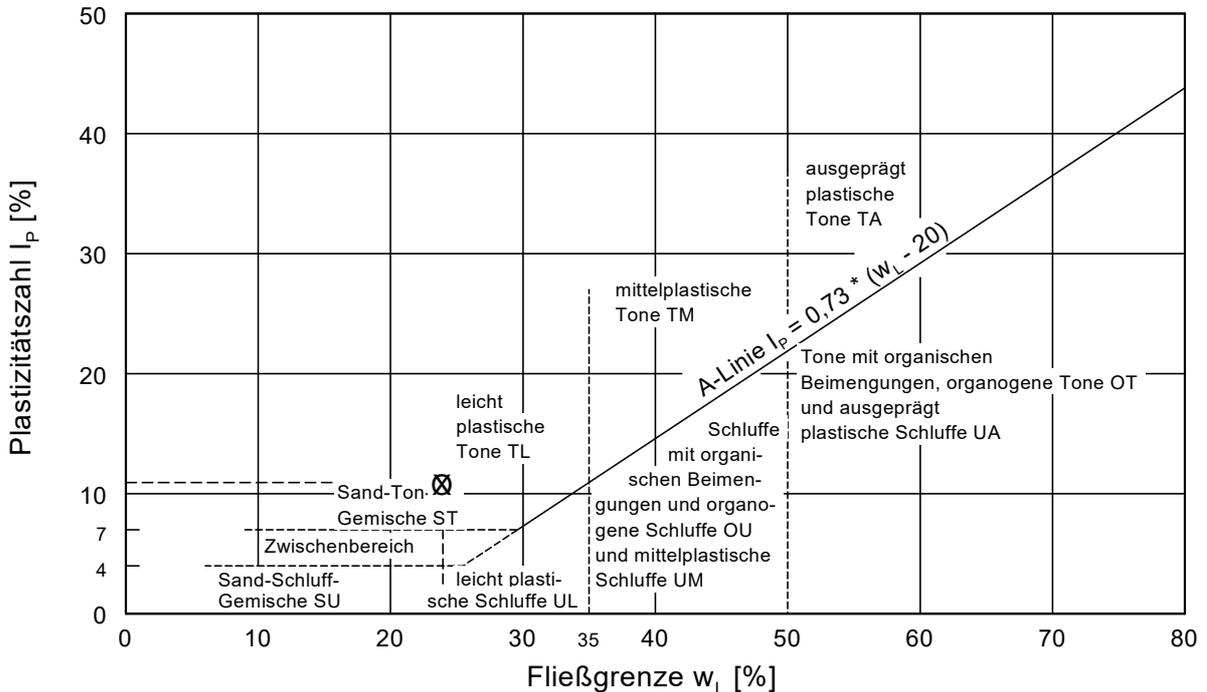
Probe entnommen am: 26.04.2022



Wassergehalt w =	9.2 %
Fließgrenze w_L =	23.9 %
Ausrollgrenze w_p =	13.0 %
Plastizitätszahl I_p =	10.9 %
Konsistenzzahl I_C =	1.14
Anteil Überkorn \ddot{u} =	24.3 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	2.0 %
Korr. Wassergehalt =	11.5 %



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach EN ISO 17892-12

BV Prof. Dr. Dr. Mang
 Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen
 in 88131 Lindau

Bearbeiter: DSv

Datum: 16.05.2022

Prüfungsnummer: 4

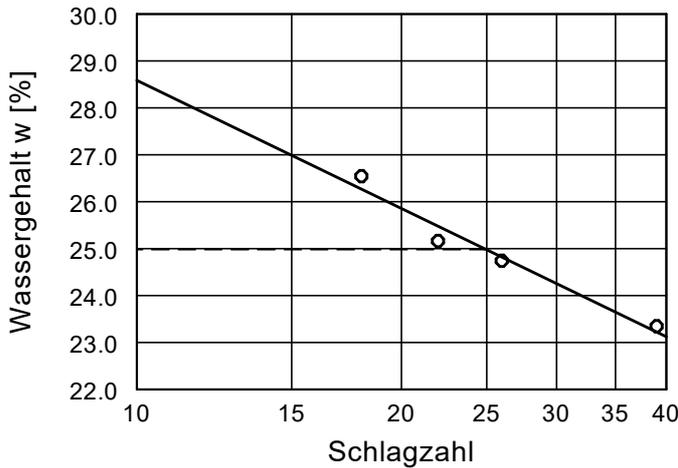
Entnahmestelle: BK 4/22

Tiefe: 10,0 m

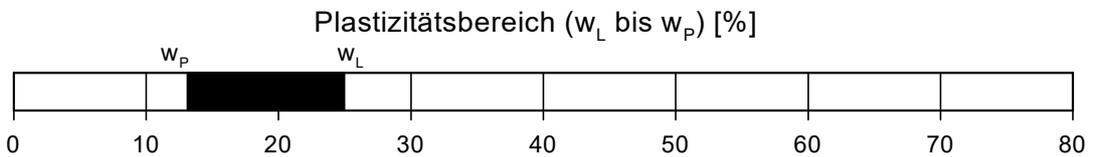
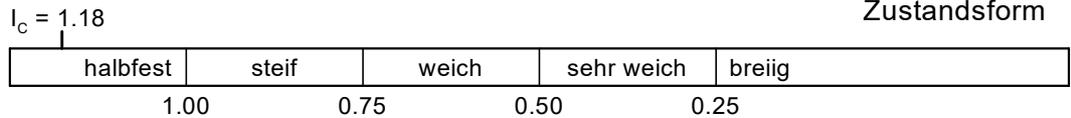
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TL

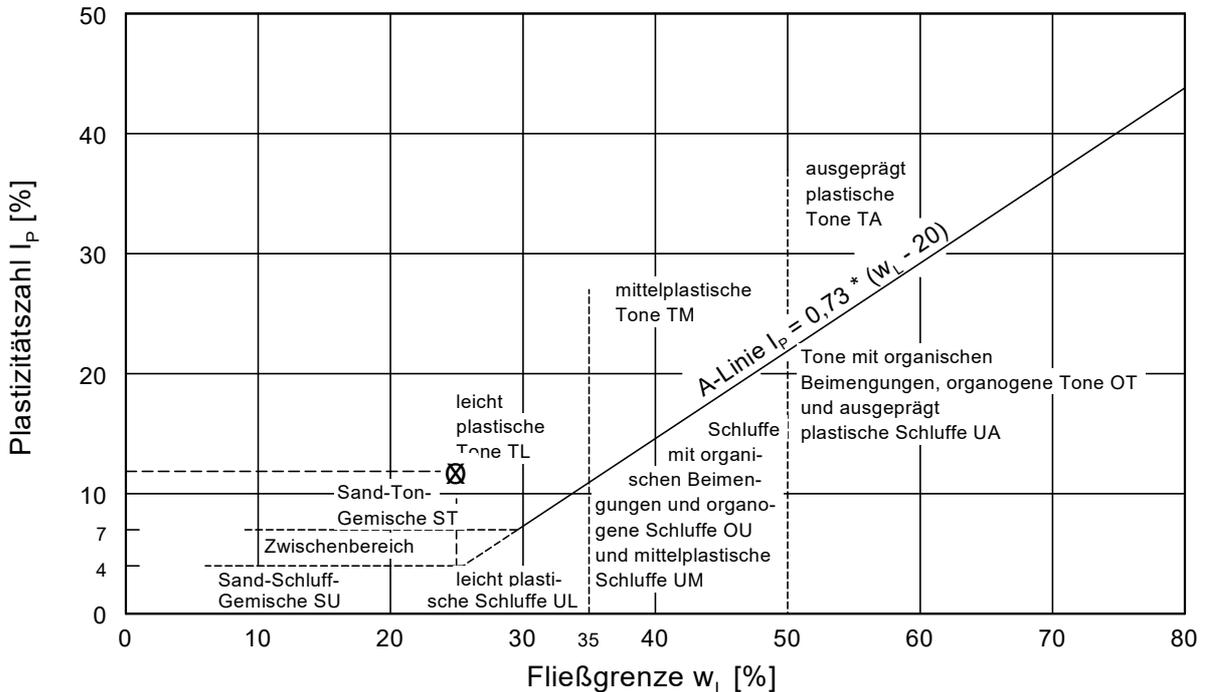
Probe entnommen am: 26.04.2022



Wassergehalt $w =$	8.6 %
Fließgrenze $w_L =$	25.0 %
Ausrollgrenze $w_p =$	13.1 %
Plastizitätszahl $I_p =$	11.9 %
Konsistenzzahl $I_C =$	1.18
Anteil Überkorn $\ddot{u} =$	26.7 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}} =$	2.0 %
Korr. Wassergehalt	11.0 %



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach EN ISO 17892-12

BV Prof. Dr. Dr. Mang
 Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen
 in 88131 Lindau

Bearbeiter: DSv

Datum: 16.05.2022

Prüfungsnummer: 5

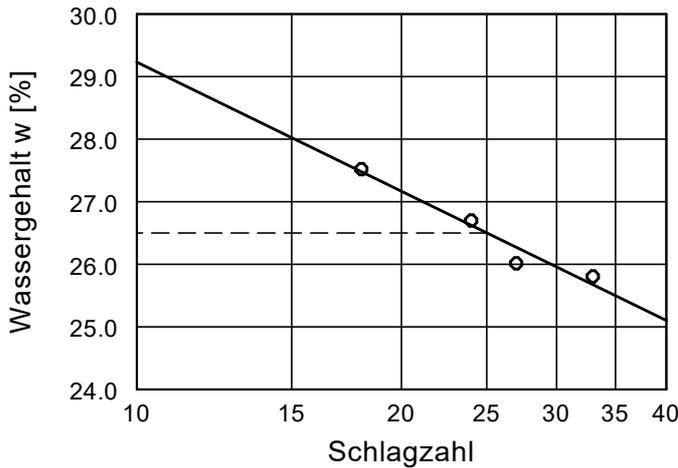
Entnahmestelle: BK 4/22

Tiefe: 12,0 m

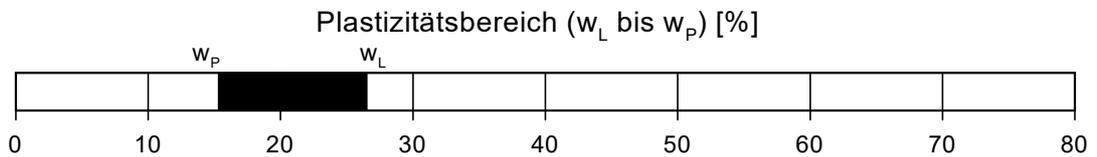
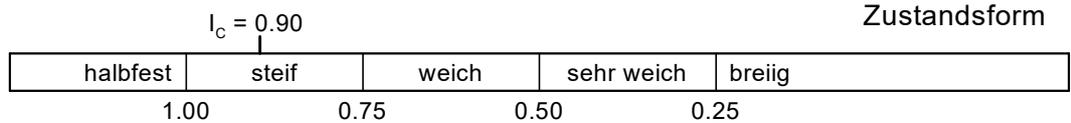
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TL

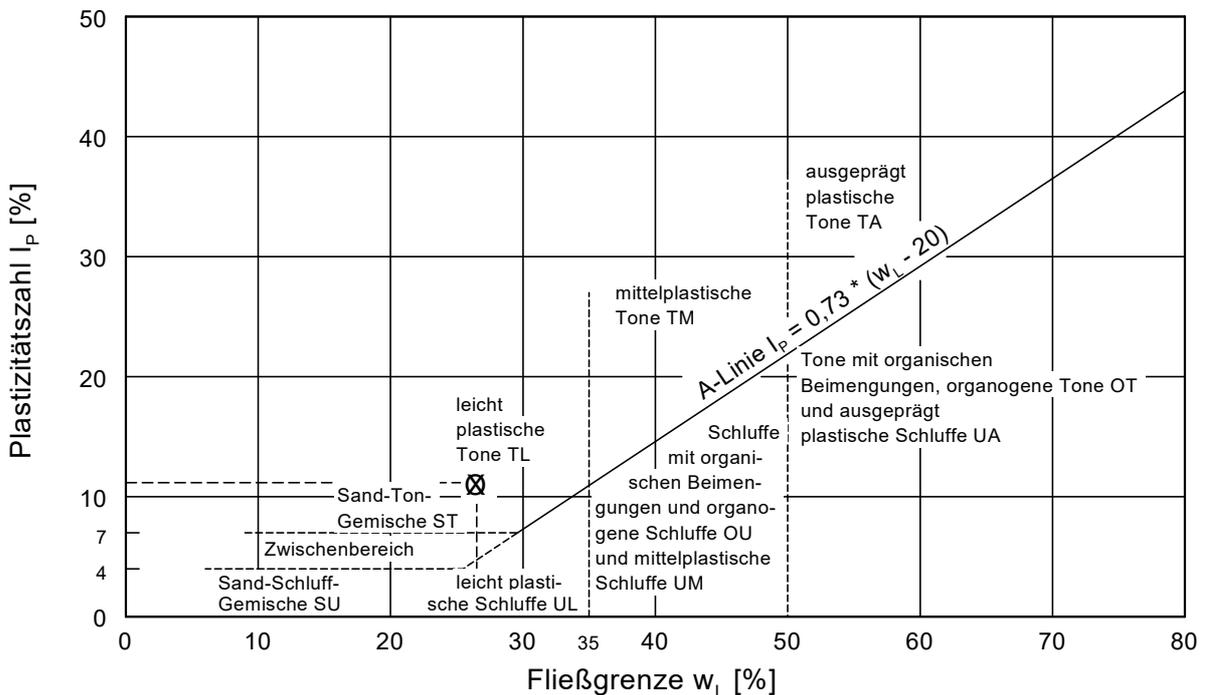
Probe entnommen am: 26.04.2022



Wassergehalt w =	13.7 %
Fließgrenze w_L =	26.5 %
Ausrollgrenze w_P =	15.3 %
Plastizitätszahl I_P =	11.2 %
Konsistenzzahl I_C =	0.90
Anteil Überkorn \ddot{u} =	19.5 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	2.0 %
Korr. Wassergehalt =	16.5 %



Plastizitätsdiagramm



BauGrund Süd
 Gesellschaft für Bohr-und Geotechnik mbH
 Zeppelinstraße 10
 88410 Bad Wurzach

Bearbeiter: DSv

Datum: 16.05.2022

Körnungslinie

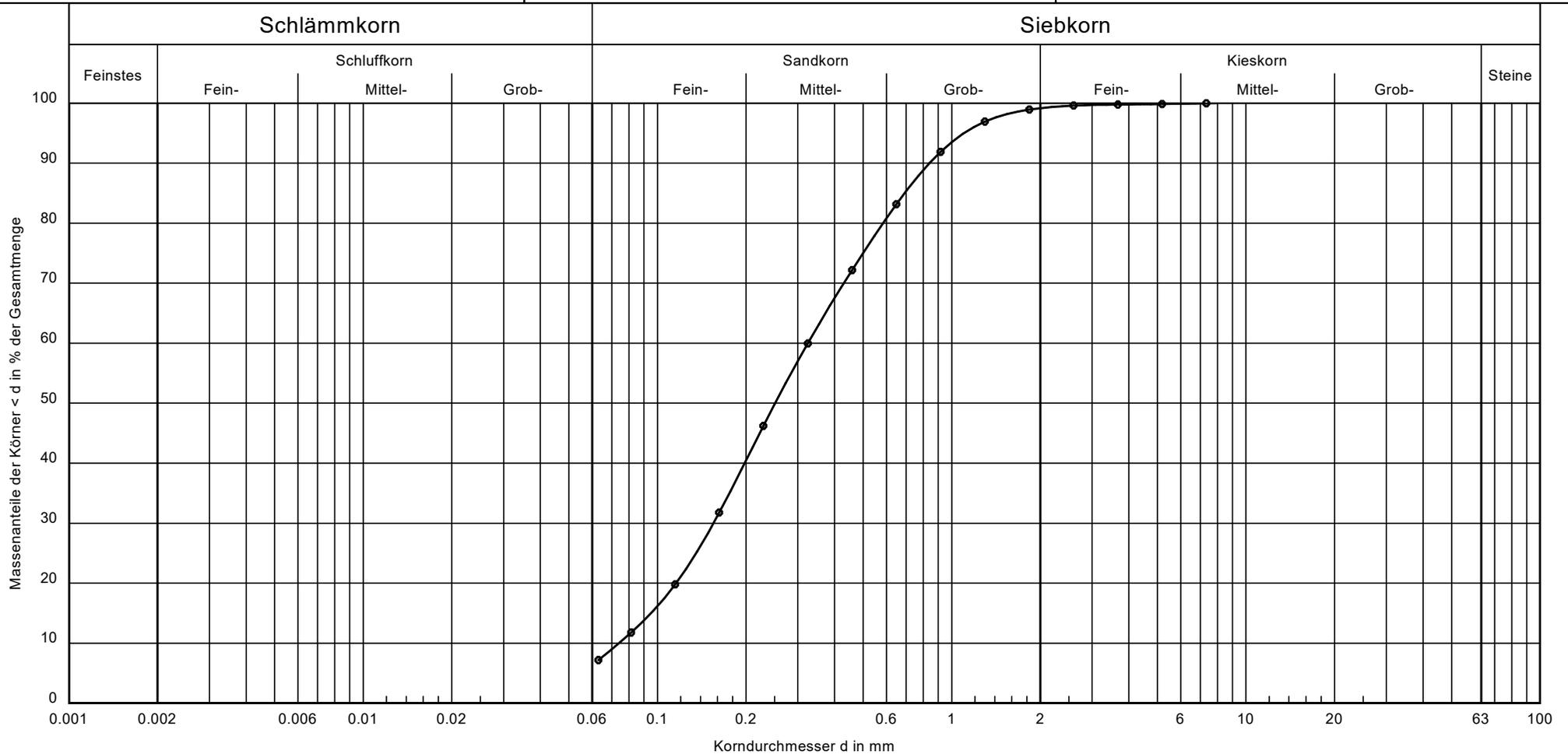
BV Prof. Dr. Dr. Mang, Neubau eines MFH
 mit drei Untergeschossen, in 88131 Lindau

Prüfungsnummer: 1

Probe entnommen am: 03.05.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebung



Bezeichnung:	—●—●—
Bodenart:	mS, f _S , gs, u'
Entnahmestelle:	BK 4/22
Tiefe:	17,5 - 18,5 m
U/Cc:	4.4/1.0
k [m/s][Beyer]:	$4.9 \cdot 10^{-5}$
T/U/S/G [%]:	- /7.2/92.0/0.8

Nach DIN 4022:
 Sand, schwach schluffig (S, u')

Bericht:
 AZ 21 11 131
 Anlage:
 4.7

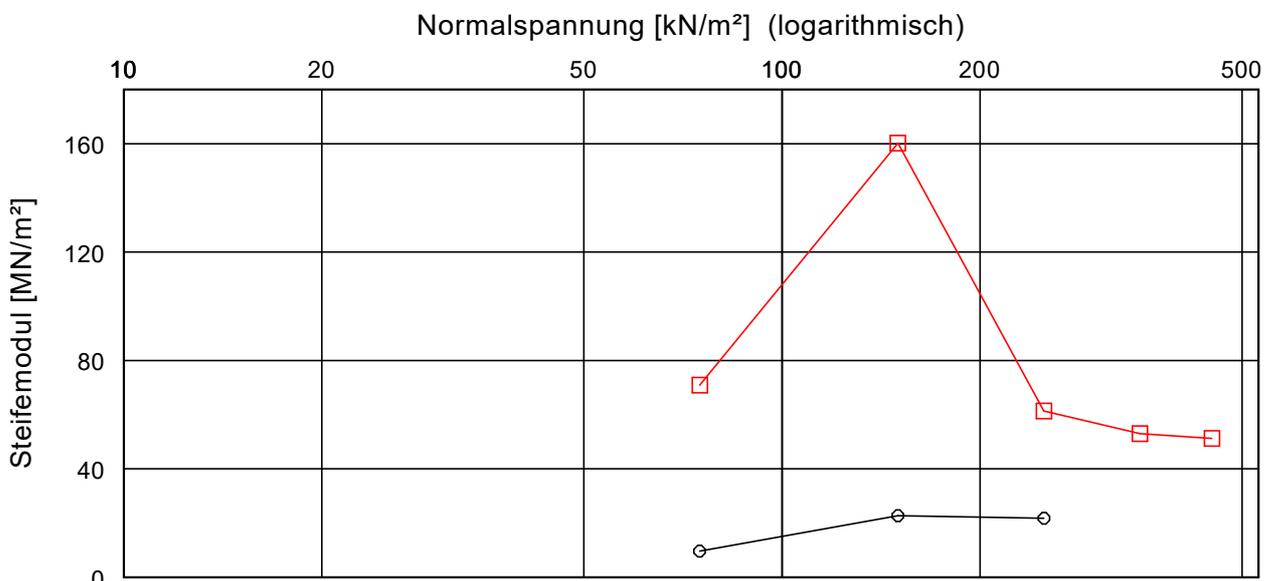
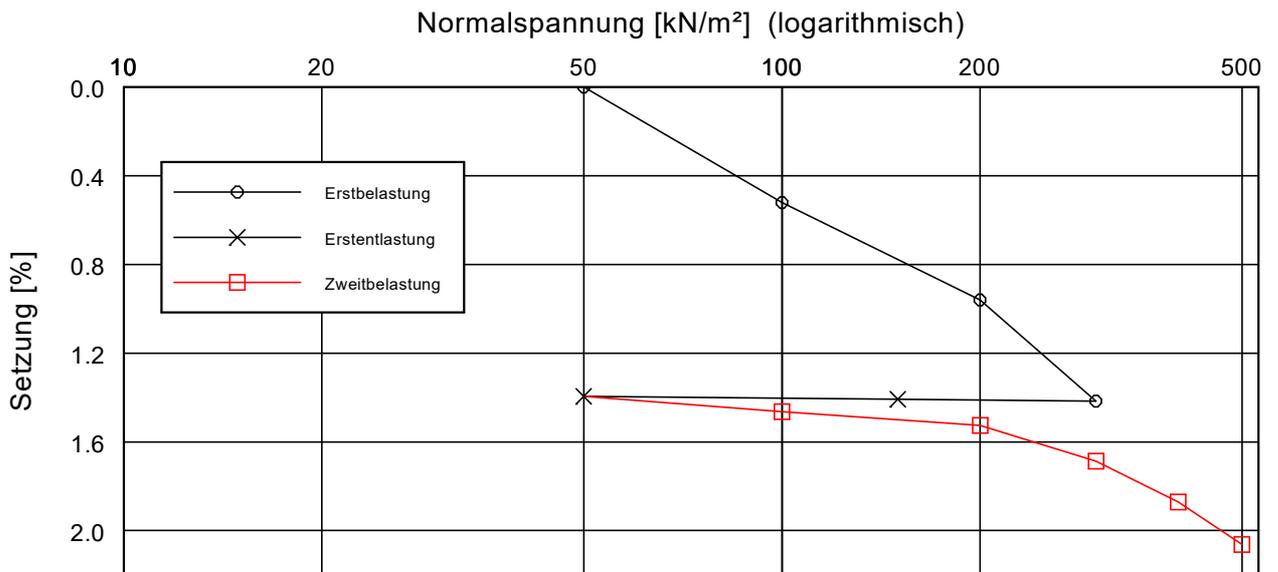
Druck-Setzungs-Versuch

BV Prof. Dr. Dr. Mang
 Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen
 in 88131 Lindau

Bearbeiter: DSv

Datum: 16.05.2022

Prüfungsnummer: 1
 Entnahmestelle: BK 2/22
 Tiefe: 11,0 - 11,5 m
 Bodenart: GMO (TL - halbfest)
 Art der Entnahme: ungestört
 Probe entnommen am: 26.04.2022



Versuch-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Normalspannung [kN/m ²]	50.0	100.0	200.0	300.0	150.0	50.0	100.0	200.0	300.0	400.0	500.0
Meßuhrablesung [mm]	0.412	0.516	0.604	0.695	0.694	0.691	0.705	0.717	0.750	0.787	0.825
Steifemodul [MN/m ²]		9.6	22.7	21.7	-	-	70.9	160.2	61.4	53.0	51.2

Einbauhöhe [mm] = 20.000	w (vorher) [%] = 9,48
Probendurchmesser [mm] = 71,36	w (nachher) [%] = 6,67

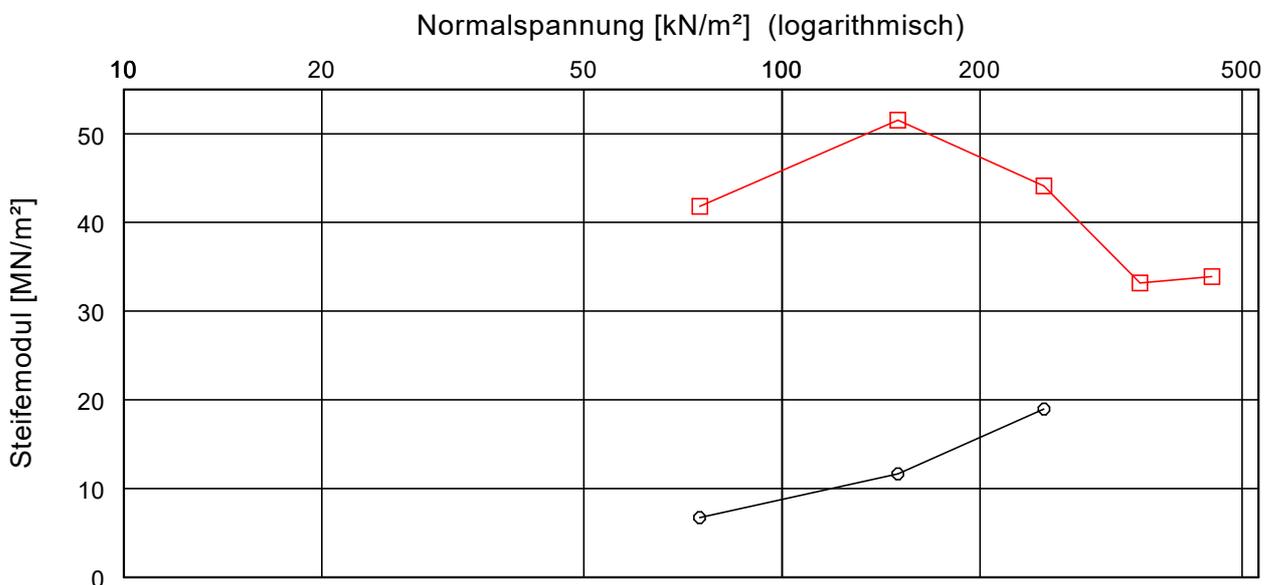
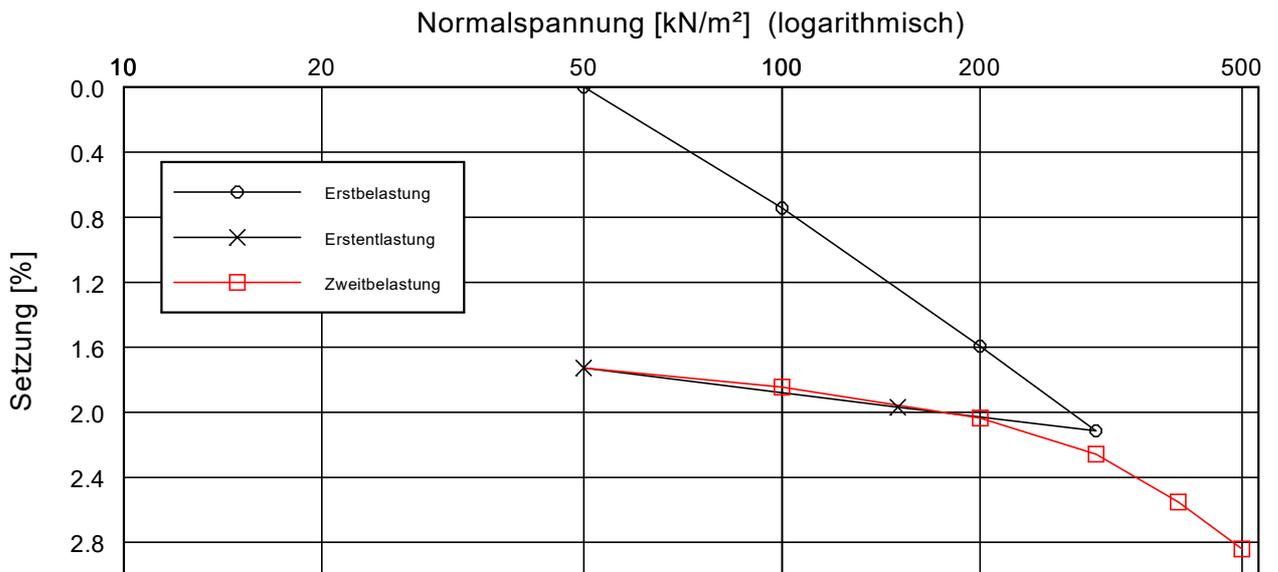
Druck-Setzungs-Versuch

BV Prof. Dr. Dr. Mang
 Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen
 in 88131 Lindau

Prüfungsnummer: 2
 Entnahmestelle: BK 3/22
 Tiefe: 10,0 - 10,3 m
 Bodenart: GMO
 Art der Entnahme: ungestört
 Probe entnommen am: 01.06.2022

Bearbeiter: DSv

Datum: 08.06.2022



Versuch-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Normalspannung [kN/m ²]	50.0	100.0	200.0	300.0	150.0	50.0	100.0	200.0	300.0	400.0	500.0
Meßuhrablesung [mm]	0.446	0.594	0.764	0.868	0.839	0.791	0.815	0.853	0.897	0.956	1.014
Steifemodul [MN/m ²]		6.7	11.7	18.9	-	-	41.8	51.5	44.1	33.2	33.9

Einbauhöhe [mm] = 20.000	w (vorher) [%] = 8,87
Probendurchmesser [mm] = 71,36	w (nachher) [%] = 7,40

Scherversuch nach DIN 18137

BV Prof. Dr. Dr. Mang
 Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen
 in 88131 Lindau

Bearbeiter: DDi

Datum: 16.05.2022

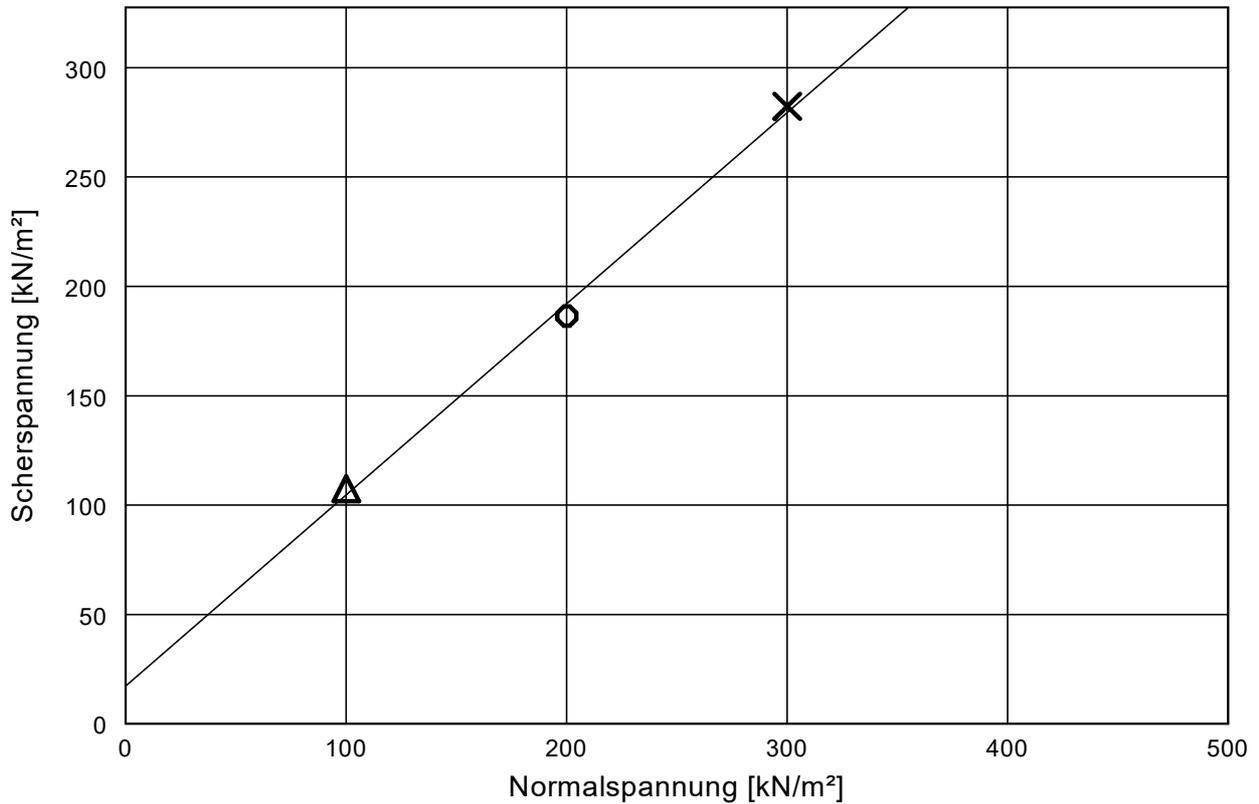
Entnahmestelle: BK 2/22

Tiefe: 11,0 - 11,3 m

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 26.04.2022

Boden GMO (TL - halbfest)



Versuch-Nr.	1 ▲	2 ●	3 ✕
Normalspannung [kN/m ²]	100.0	200.0	300.0
Scherspannung [kN/m ²]	107.5	186.4	282.3
Abschergeschwindigkeit [cm/h]	0,1	0,1	0,1
w (vorher) [%]	9,44	9,23	8,96

Reibungswinkel = 41.1 Grad
 Kohäsion = 17.3 kN/m²
 Korrelation = 0.998

Probenentnahme-Protokoll

Projekt-Nr. AZ 21 11 131
 Projekt: BV Prof. Dr. Dr. Mang
 Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen
 in 88131 Lindau

A. Allgemeine Angaben

Auftraggeber: Prof. Dr. Dr. Werner Mang
 Straße/Postfach: Graf-Lennart-Bernadotte-Straße 1
 PLZ, Ort: 88131 Lindau

Baustelle / Ort der Probenahme: Dreierstraße 9, 88131 Lindau

Zweck der Probenentnahme/Untersuchung: Aushubbewertung
 Analysenumfang: VwV Boden Baden-Württemberg 2007
 Probenehmende Stelle: Baugrund Süd 88410 Bad Wurzach, Zeppelinstraße 10
 Probenehmer: B.Sc.-Geol. Daniel Svorc
 Probenahmedatum: 26.04.2022

B. Vor-Ort-Gegebenheiten/Materialbeschreibung

Probenbezeichnung	BK 1 - A	
Tiefenintervall [m]:	BK 1/22: 0.20 - 2.00	
Materialart / Beimengungen:	Auffüllung Kornzus.: Fein- bis Grobkies, sandig bis stark sandig, schwach schluffig, Ziegelbruch < 5 Vol.-%	
Farbe / Geruch:	grau	
Konsistenz:	-	
vermutete Schadstoffe	-	
Witterung	(Kernlager)	
Probenentnahme		
Entnahmeverfahren:	Entnahme aus Kernkiste	
Entnahmegesetz:	Edelstahlschaufel	
Anzahl Einzelproben:	15	
Volumen Einzelproben:	ca. 0,3 L	
Misch-/Sammelprobe:	ja	
Homogenisierung:	ja	
Teilung:	-	
Menge Laborprobe:	ca. 4.5 L	
Probengefäß:	Eimer (luftdicht verschlossen)	
Rückstellprobe:	ja	
Untersuchungsstelle	Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH, 87733 Markt Rettenbach	
Probentransfer	BVU GmbH	
Versanddatum:	26.04.22	
Kühlung/Lagerung:	ja	
Bemerkungen:		
Unterschrift / Probenehmer:		

Probenentnahme-Protokoll

Projekt-Nr. AZ 21 11 131
 Projekt: BV Prof. Dr. Dr. Mang
 Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen
 in 88131 Lindau

A. Allgemeine Angaben

Auftraggeber: Prof. Dr. Dr. Werner Mang
 Straße/Postfach: Graf-Lennart-Bernadotte-Straße 1
 PLZ, Ort: 88131 Lindau

Baustelle / Ort der Probenahme: Dreierstraße 9, 88131 Lindau

Zweck der Probenentnahme/Untersuchung: Aushubbewertung
 Analysenumfang: VwV Boden Baden-Württemberg 2007
 Probenehmende Stelle: Baugrund Süd 88410 Bad Wurzach, Zeppelinstraße 10
 Probenehmer: B.Sc.-Geol. Daniel Svorc
 Probenahmedatum: 26.04.2022

B. Vor-Ort-Gegebenheiten/Materialbeschreibung

Probenbezeichnung	BK 2 - A	
Tiefenintervall [m]:	BK 2/22: 0.20 - 2.00	
Materialart / Beimengungen:	Auffüllung Kornzus.: Fein- bis Grobkies, stark schluffig, sandig, Ziegelbruch < 3 Vol.-%	
Farbe / Geruch:	dunkelgrau	
Konsistenz:	-	
vermutete Schadstoffe	-	
Witterung	(Kernlager)	
Probenentnahme		
Entnahmeverfahren:	Entnahme aus Kernkiste	
Entnahmegesetz:	Edelstahlschaufel	
Anzahl Einzelproben:	15	
Volumen Einzelproben:	ca. 0,3 L	
Misch-/Sammelprobe:	ja	
Homogenisierung:	ja	
Teilung:	-	
Menge Laborprobe:	ca. 4.5 L	
Probengefäß:	Eimer (luftdicht verschlossen)	
Rückstellprobe:	ja	
Untersuchungsstelle	Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH, 87733 Markt Rettenbach	
Probentransfer	BVU GmbH	
Versanddatum:	26.04.22	
Kühlung/Lagerung:	ja	
Bemerkungen:		
Unterschrift / Probenehmer:		

Probenentnahme-Protokoll

Projekt-Nr. AZ 21 11 131
 Projekt: BV Prof. Dr. Dr. Mang
 Neubau eines MFH mit drei Untergeschossen
 in 88131 Lindau

A. Allgemeine Angaben

Auftraggeber: Prof. Dr. Dr. Werner Mang
 Straße/Postfach: Graf-Lennart-Bernadotte-Straße 1
 PLZ, Ort: 88131 Lindau

Baustelle / Ort der Probenahme: Dreierstraße 9, 88131 Lindau

Zweck der Probenentnahme/Untersuchung: Aushubbewertung
 Analysenumfang: VwV Boden Baden-Württemberg 2007
 Probenehmende Stelle: Baugrund Süd 88410 Bad Wurzach, Zeppelinstraße 10
 Probenehmer: B.Sc.-Geol. Daniel Svorc
 Probenahmedatum: 26.04.2022

B. Vor-Ort-Gegebenheiten/Materialbeschreibung

Probenbezeichnung	BK 4 - A	
Tiefenintervall [m]:	BK 4/22: 0.20 - 1.80	
Materialart / Beimengungen:	Auffüllung Kornzus.: Schluff, sandig, kiesig, schwach steinig, Ziegelbruch < 10 Vol.-%	
Farbe / Geruch:	dunkelgrau	
Konsistenz:	weich	
vermutete Schadstoffe	-	
Witterung	(Kernlager)	
Probenentnahme		
Entnahmeverfahren:	Entnahme aus Kernkiste	
Entnahmegesetz:	Edelstahlschaufel	
Anzahl Einzelproben:	15	
Volumen Einzelproben:	ca. 0,3 L	
Misch-/Sammelprobe:	ja	
Homogenisierung:	ja	
Teilung:	-	
Menge Laborprobe:	ca. 4.5 L	
Probengefäß:	Eimer (luftdicht verschlossen)	
Rückstellprobe:	ja	
Untersuchungsstelle	Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH, 87733 Markt Rettenbach	
Probentransfer	BVU GmbH	
Versanddatum:	26.04.22	
Kühlung/Lagerung:	ja	
Bemerkungen:		
Unterschrift / Probenehmer:		

2.1 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1	3	10	DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30	100	200	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	-	400	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25	-	-	3	10	DIN EN ISO 17380 :2013-10
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01					
Σ PCB (6):	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1	0,15	0,5	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Σ BTXE:	[mg/kg TS]	n.n.	1	1	1	1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01					
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01					
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Σ LHKW:	[mg/kg TS]	n.n.	1	1	1	1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	0,06					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,07					
Pyren	[mg/kg TS]	0,07					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,08					
Chrysen	[mg/kg TS]	0,06					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,12					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,08	0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	0,54	3	3	3 / 9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

3.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert		Z0/Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung								DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	8,83		6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	109		250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 4		- 14	14	20	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		- 40	40	80	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2		- 1,5	1,5	3	6	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		- 125	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		- 20	20	60	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		- 15	15	20	70	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15		- 0,5	0,5	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1						DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		- 150	150	200	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		20	20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		5	5	10	20	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	2		30	30	50	100	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	17		50	50	100	150	EN ISO 10304 :2009-07

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (VwV:2007-03) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

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

Markt Rettenbach, den 29.04.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift
Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

2.1 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1	3	10	DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30	100	200	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	-	400	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25	-	-	3	10	DIN EN ISO 17380 :2013-10
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01					
Σ PCB (6):	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1	0,15	0,5	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Σ BTXE:	[mg/kg TS]	n.n.	1	1	1	1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01					
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01					
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Σ LHKW:	[mg/kg TS]	n.n.	1	1	1	1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	0,06					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,04					
Pyren	[mg/kg TS]	0,05					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,06					
Chrysen	[mg/kg TS]	0,05					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,09					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,05	0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	0,4	3	3	3/9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

3.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert		Z0/Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung								DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	8,10		6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	94		250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	5		- 14	14	20	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		- 40	40	80	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2		- 1,5	1,5	3	6	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		- 125	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		- 20	20	60	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		- 15	15	20	70	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15		- 0,5	0,5	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1						DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		- 150	150	200	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		20	20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		5	5	10	20	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	2		30	30	50	100	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5		50	50	100	150	EN ISO 10304 :2009-07

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (VwV:2007-03) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

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

Markt Rettenbach, den 29.04.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift
Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

2.1 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1	3	10	DIN 38 409-17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30	100	200	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	-	400	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25	-	-	3	10	DIN EN ISO 17380 :2013-10
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01					
Σ PCB (6):	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1	0,15	0,5	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Σ BTXE:	[mg/kg TS]	n.n.	1	1	1	1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01					
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01					
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Σ LHKW:	[mg/kg TS]	n.n.	1	1	1	1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	0,06					
Fluoren	[mg/kg TS]	0,05					
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,2					
Anthracen	[mg/kg TS]	0,07					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,8					
Pyren	[mg/kg TS]	0,74					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,46					
Chrysen	[mg/kg TS]	0,28					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,56					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,2					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,43	0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	0,21					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,22					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	4,28	3	3	3 / 9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

3.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert		Z0/Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung								DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	8,31		6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	107		250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 4		- 14	14	20	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		- 40	40	80	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2		- 1,5	1,5	3	6	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		- 125	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		- 20	20	60	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		- 15	15	20	70	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15		- 0,5	0,5	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1						DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		- 150	150	200	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		20	20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		5	5	10	20	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	2		30	30	50	100	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5		50	50	100	150	EN ISO 10304 :2009-07

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (VwV:2007-03) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

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

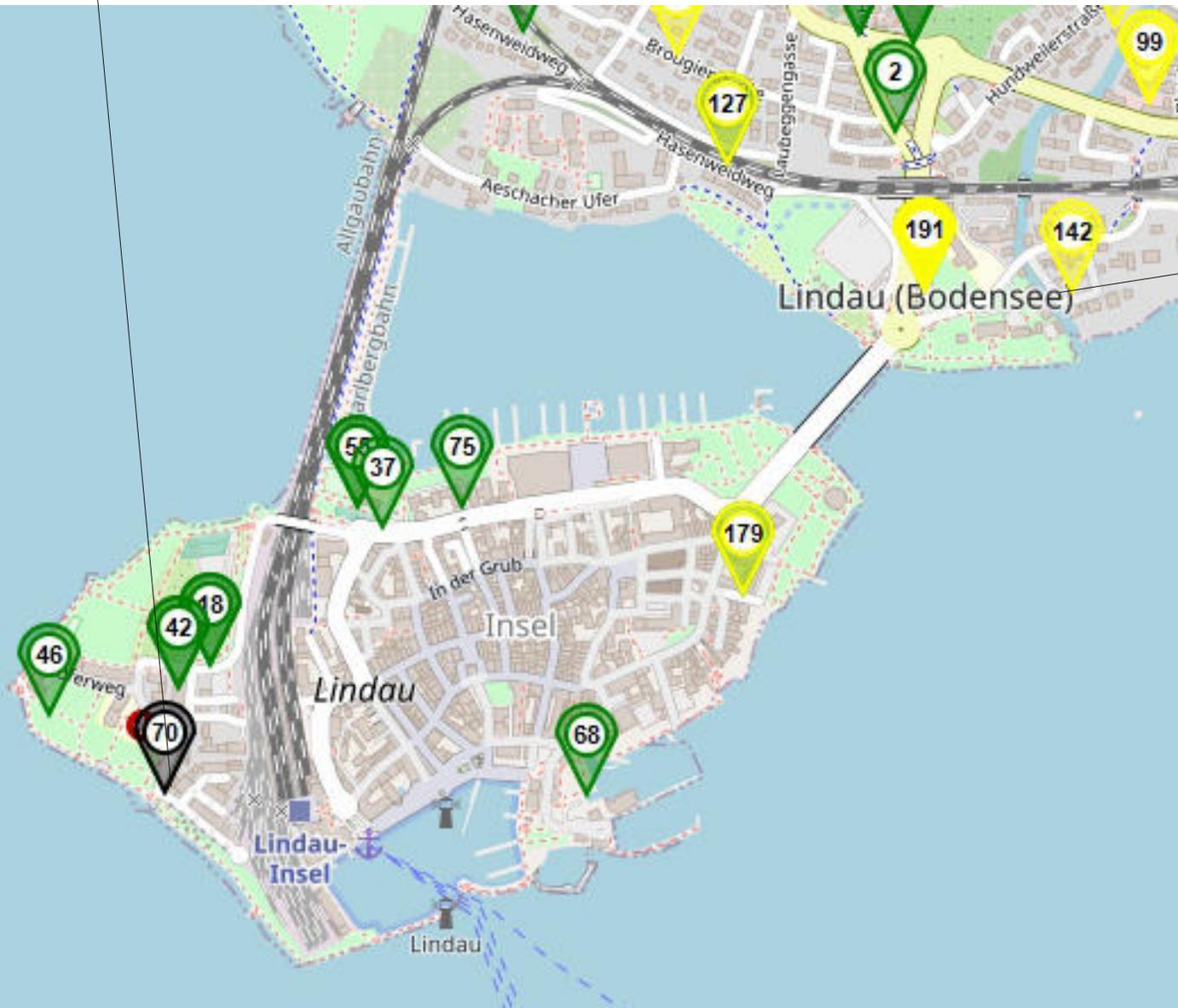
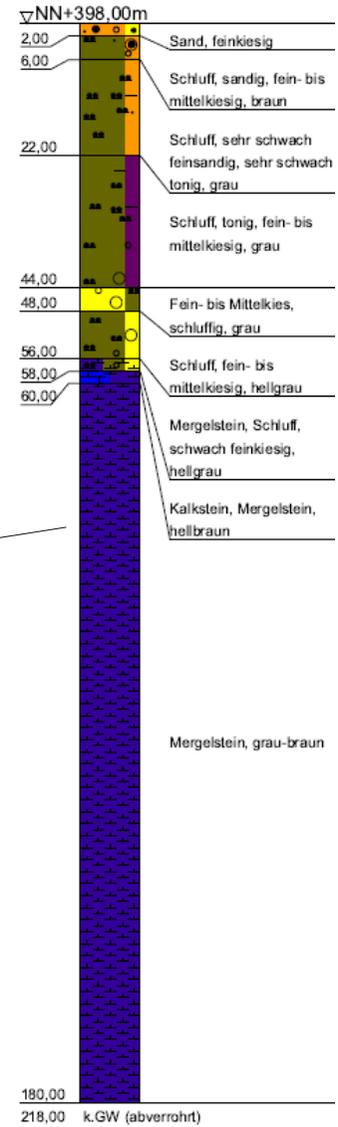
Markt Rettenbach, den 29.04.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift
Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

Referenzkarte

BV: Dreierstraße 9 Lindau

Bohrung B1



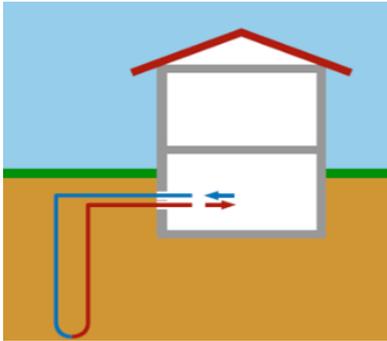
Standortbeurteilung BauGrund Süd

Standort

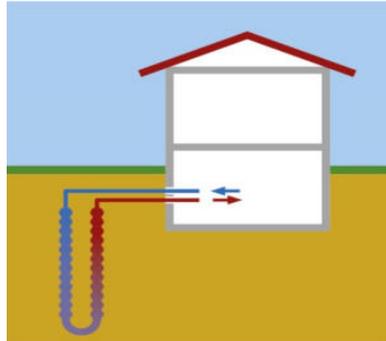
Dreierstraße 9
88131 Lindau

Standortbewertung

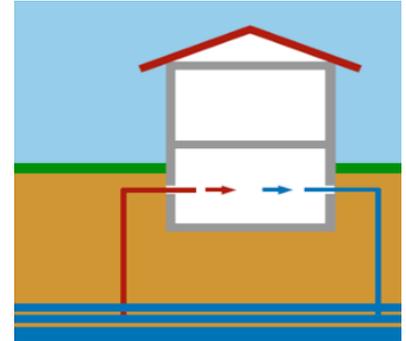
Erdwärmesonde:
voraussichtlich nicht möglich



Wellrohrsonde:
bedingt zu empfehlen



Brunnen:
nicht zu empfehlen



- Der Bau einer Wellrohrsonde ist nach unserer ersten Einschätzung möglich, Bedarf aber einer Einzelfallprüfung durch die Fachbehörde.
- Das Bauvorhaben liegt außerhalb eines Wasserschutzgebietes (WSG).

Quellen

- Bodeninformationssystem Bayern (BIS)
- GIS-Datenbank BauGrund Süd

Gerne unterbreiten wir Ihnen kostenfrei ein Angebot und bitten Sie, uns hierzu über die von Ihnen geplante Heiz- und Kühllast zu informieren. Sie erreichen uns unter 07564/9313-40 oder info@baugrundsued.de. Informationen zu unserem Leistungsspektrum und zum Thema Förderungen finden Sie unter: www.baugrundsued.de

**Heizen und Kühlen mit Erdwärme - gut für Sie und gut für die Umwelt
Wir beraten Sie gerne!**