

Geotechnischer Bericht

Baugrundvoruntersuchung DIN EN 1997

Bauvorhaben: Erschließung GE Steimerberg,
84186 Münchsdorf

Gegenstand: Baugrunderkundung/
Baugrundgutachten

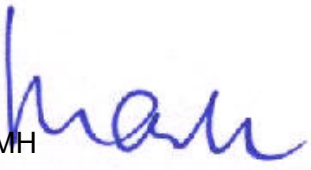
Auftraggeber: Rudolf Stiller
Steimerberg 6
84186 Münchsdorf

Projektnummer 25221234

Bearbeiter: Dipl.-Ing. (FH) M. Loibl

Datum: 20.05.2025

Dieser geotechnische Bericht umfasst 31 Seiten und 5 Anlagen.


IMH
Ingenieurgesellschaft für
Bauwesen und Geotechnik mbH
Dipl.-Ing. (FH) C. Hartl
Geschäftsführer


Dipl.-Ing. (FH) M. Loibl
Sachbearbeiter

digital signiert von:
IMH Office
20.05.2025

Sitz der Gesellschaft:
Hengersberg
Registergericht
Deggendorf HRB 2564

Geschäftsführer:
Dipl.-Ing. (FH)
Stefan Müller
Dipl.-Ing. (FH)
Christian Hartl
M.Eng.
Andreas Müller
Dipl.-Ing. (Univ.)
Simon Hartl

- Baugrunduntersuchung
- Altlastenuntersuchung
- Beweissicherung
- Erschütterungsmessung
- Bausubstanzuntersuchung
- Hydrologie
- Geothermie
- Spezialtiefbau
- Erd-/Grundbaustatik
- Kontrollprüfungen
- Prüfstelle nach
RAP Stra 15/A1,3



Deggendorfer Straße 40
94491 Hengersberg

Telefon (099 01) 94 905 - 0
Telefax (099 01) 94 905 - 22

info@imh-baugeo.de
www.imh-baugeo.de

Inhaltsverzeichnis:

1. BAUVORHABEN UND AUFTRAG	4
2. UNTERLAGEN	4
3. UNTERSUCHUNGEN	4
3.1 FELD- UND LABORUNTERSUCHUNGEN	4
3.2 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE/ SCHICHTENFOLGE	6
3.3 WASSERVERHÄLTNISSE	8
4. CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE, BODENKLASSIFIKATION	8
5. FOLGERUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG	10
5.1 GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG	10
5.2 FLACHGRÜNDUNG MIT SONDERGRÜNDUNGSVARIANTEN	12
5.2.1 BRUNNENGRÜNDUNG / MAGERBETONLASTTIEFERFÜHRUNG (ZUR VORBEMESSUNG)	12
5.2.2 BODENSTABILISIERUNG DURCH SAND-ZEMENT-SÄULEN (CSV-VERFAHREN)	14
5.2.3 BETONRÜTTELSÄULEN	15
5.2.4 GRÜNDUNGSPLATTE AUF GRÜNDUNGSPOLSTER $D \geq 1,0$ M (NUR ZUR VORBEMESSUNG)	16
5.3 GRÜNDUNG HALLENBODEN	17
6. HINWEISE FÜR DIE AUSSCHREIBUNG	19
6.1 ALLGEMEINES	19
6.2 HOMOGENBEREICHE	19
6.3 HOMOGENBEREICHE NACH DIN 18 300 „ERDARBEITEN“ (2019-09)	20
6.4 HOMOGENBEREICHE NACH DIN 18 301 (2023-09) „BOHRARBEITEN“ UND DIN 18 304 „RAMM-, RÜTTEL- UND PRESSARBEITEN“ (2019-09)	21
7. HINWEISE FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG	22
7.1 ALLGEMEINE HINWEISE	22
7.2 FOLGERUNGEN FÜR KANÄLE	23
7.2.1 ALLGEMEINES	23
7.2.2 AUFLAGER/ ROHRBETTUNG	23
7.2.3 WIEDERVERFÜLLUNG	24
7.2.4 GRÜNDUNG DER SCHÄCHTE	26
7.3 WASSERHALTUNG/ VERBAU FÜR KANÄLE/ LEITUNGEN	26
7.3.1 KEIN SCHICHTENWASSER	26
7.3.2 SCHICHTWASSERZUTRITT	27
7.4 WASSERHALTUNG/ VERBAU FÜR BAUWERKE	27
7.5 ERDARBEITEN	28
7.6 ABDICHTUNG/ DRÄNUNG	30
7.7 VERSICKERUNGSMÖGLICHKEIT	30

8. ERGÄNZENDE HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN**31**

Anlagenverzeichnis:

Anlage 1:	Planunterlagen
Anlage 2:	Bodenprofile
Anlage 3:	Schichtenverzeichnisse
Anlage 4:	Labordatenblätter
Anlage 5:	Fotoaufnahmen

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1:	Ansatzhöhen/ Endteufen der Felderkundungen
Tabelle 2:	Ausgeführte Laborversuche
Tabelle 3:	Charakteristische Bodenkennwerte
Tabelle 4:	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf Bodenschicht 4 – tertiären Tone, mind. steife bis halbfeste Konsistenzen
Tabelle 5:	Erforderlicher Verformungsmodul des Untergrundes und der Tragschicht unter Betonplatten
Tabelle 6:	Homogenbereiche Boden B1, B2, B3 und B4 nach DIN 18 300 „Erdarbeiten“ (2019-09)
Tabelle 7:	Homogenbereiche Boden B1 nach DIN 18 301 (2023-09) „Bohrarbeiten“ und DIN 18 304 „Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten“ (2019-09)

1. BAUVORHABEN UND AUFTRAG

Herr Rudolf Stiller plant die Erschließung des Gewerbegebiets Steimerberg. Herr Stiller erteilte den Auftrag an die IMH Ingenieurgesellschaft mbH Baugrunderkundungen durchzuführen und ein Baugrundgutachten für o. g. genanntes Bauvorhaben zu erstellen. Grundlage der Auftragserteilung ist unser Kostenangebot vom 09.01.2025.

Nach derzeitigen Informationen ist geplant, ein neues Gewerbegebiet mit ca. 11500 m² zu erschließen. Es sollen voraussichtlich zwei Zufahrten projektiert werden.

Zum derzeitigen Planungsstand liegen keine Detailplanungen, Lastangaben, Gründungstiefen, Verlegetiefen von Leitungen, Kanälen etc. vor.

Nach DIN EN 1997 handelt es sich vorliegend um eine Baugrundvoruntersuchung.

Das Bauvorhaben ist nach DIN EN 1997-1 (2014-03) der geotechnischen Kategorie 2 zuzuordnen.

Der Standort kann den Planunterlagen der Anlage 1 entnommen werden.

2. UNTERLAGEN

U1: Geologische Karte von Bayern M 1 : 500.000

U2: Ausschnitt aus digitaler Geologischer Karte von Bayern, 7538 Buch a. Erlbach, M 1 : 25.000

U3: Hydrogeologische Karte von Bayern, Planungsregion 13, Landshut, Blatt 2: Grundwasserhöhengleichen, M 1 : 100.000

U4: Luftbild, Historische Karte Bayernatlas

U5: Lageplan / Auszug Liegenschaftskataster mit Skizze der Lage der geplanten Bebauung, M 1:1000, Herr Stiller

3. UNTERSUCHUNGEN

3.1 Feld- und Laboruntersuchungen

Am 17.04.2025 wurden, nach gemeinsamer Festlegung der Bohrpunkte vor Ort drei Kleinrammbohrungen (BS) abgeteuft. Da die Bodenaufschlüsse nur einen Überblick der zu erwartenden Böden im Untergrund ermöglichen sollen, wurden derzeit nicht mehr Aufschlüsse abgeteuft. Die Aufschlusspunkte wurden lage- und höhenmäßig mittels GPS eingemessen und gehen aus dem Detaillageplan der Anlage 1.3 sowie den Fotoaufnahmen der Anlage 5 hervor.

Die Kleinrammbohrungen (BS) dienten dabei zur Erkundung der vorliegenden Baugrundsichten unter baugrundtechnischen Aspekten und auch hinsichtlich evtl. vorliegender Altlasten. Die aufgeschlossenen Bodenprofile wurden durch den Gutachter in Anlehnung an DIN 4023, DIN EN ISO 14688, DIN EN ISO 14689-1 und DIN EN ISO 22475-1 dokumentiert und das Bohrgut einer Vor-Ort-Prüfung der sensorischen Merkmale Aussehen und Geruch unterzogen. Es erfolgte eine Bodenansprache nach DIN 18 196.

Die nachfolgenden von der IMH GmbH mittels GPS eingemessenen Ansatzpunkte der Aufschlüsse sind im Koordinatenreferenzsystem „**ETRS89/ UTM – Zone 32**“ und im Höhen Bezugssystem „**DHHN2016 (NHN)**“ angegeben.

Tabelle 1: Ansatzhöhen/ Endteufen der Felderkundungen

Erkundungsart	Rechtswert	Hochwert	Ansatzhöhe [m ü. NHN]	Endteufe	
				[m u. GOK]	[m ü. NHN]
BS 1	732576,63	5370952,96	472,15	4,00	468,15
BS 2	732595,37	5370899,50	475,64	4,70	470,94
BS 3	732641,17	5370954,34	470,52	3,80	466,72

Die Bodenprofile können der Anlage 2 entnommen werden. Die zugehörigen, Schichtenverzeichnisse nach DIN EN ISO 14 688, DIN EN ISO 14 689-1 und DIN EN ISO 22 475-1 sind in der Anlage 3 zusammengestellt.

Zur Überprüfung der augenscheinlichen Ansprache und Ermittlung der Bodengruppen nach DIN 18 196 wurde eine gestörte Bodenprobe im Erdbaulabor der IMH Ingenieurgesellschaft mbH untersucht.

Tabelle 2: Ausgeführte Laborversuche

Entnahmestelle	Tiefe [m u GOK]	Sieb-/ Schlämmanalyse	Siebanalyse	Fließ- und Ausrollgrenze	Wassergehalt	Glühverlust	Ersatzbaustoffverordnung	Verfüll-Leitfaden	Teeranalytik (Schnelltest)	Teeranalytik (Deklarationsanalyse)
BS 1 – E2	1,0-3,0			X						
BS 1 – E3	4,0				X					
BS 2 – E1	1,0				X					
BS 2 – E2	2,0-3,7			X	X					
BS 3 – E1	1,0			X						

Entnahmestelle	Tiefe [m u GOK]	Sieb-/ Schlämmanalyse	Siebanalyse	Fließ- und Ausrollgrenze	Wassergehalt	Glühverlust	Ersatzbaustoffverordnung	Verfüll-Leitfaden	Teeranalytik (Schnelltest)	Teeranalytik (Deklarationsanalyse)
BS 3 – E2	2,0-3,0			X	X					

Die Laborprotokolle sind in der Anlage 4 zusammengefasst.

3.2 Untergrundverhältnisse/ Schichtenfolge

Nach U1 und U2 bzw. Anlage 1.2a ist im Untersuchungsgebiet mit pleistozänen Lößlehmen in Form von Schluff, tonig, feinsandig, karbonatfrei, auch Löß > 1 m verlehmt, mit pleistozänen bis holozänen umgelagerten Lehmen in Form von Schluff, tonig, sandig, Frostbodenbildung, Hang- oder Schwemmlehm sowie mit pleistozänen bis holozänen polygenetischen Talfüllungen in Form von Lehm oder Sand, z. T. kiesig, Lithologie in Abhängigkeit vom Einzugsgebiet zu rechnen. Im Untergrund ist mit einem Übergang zu Tertiären Böden der Oberen Süßwassermolasse zu rechnen.

Aufgrund der landwirtschaftlichen Nutzung des Baugeländes ist mit einer unterschiedlich mächtigen Acker-/ Mutterbodenaufgabe (Homogenbereich O) zu rechnen.

Der bei den Felderkundungen angetroffene Untergrund kann nach den derzeitigen Erkenntnissen in folgende Bodenschichten eingeteilt werden. Die Bodenschichteinteilung kann der Anlage 1.3 entnommen werden.

Bodenschicht 1 – Auffüllungen

In dieser Bodenschicht wurden bei BS 1 bis ca. 0,9 m u. GOK gelb gefärbte Auffüllungen in Form von schwach schluffigen bis schluffigen, sandigen Kiesen erkundet.

Nach der Schwere des Rammvorgangs können diesen Böden lockere bis mitteldichte Lagerungsverhältnisse zugeordnet werden.

Nach DIN 18 196 können diese Böden mit den Gruppensymbolen [GU/GT] gekennzeichnet werden. Nach DIN 18 300 (2012-09) handelt es sich um Böden der Bodenklasse 3. Da es sich um Auffüllungen handelt, kann bei Einlagerung von Steinen, Findlingen etc. eine Zuordnung zu Bodenklasse 5, 6 nicht ausgeschlossen werden.

Die Böden der Bodenschicht 1 können in Anlehnung an die DIN 18 300 „Erdarbeiten“ (2019-09) dem Homogenbereich B1 und in Anlehnung an die DIN 18 301 „Bohrarbeiten“ (2023-09) und DIN 18 304 „Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten“ (2019-09) dem Homogenbereich B1 zugeordnet werden (siehe Kap. 6.3 und 6.4).

Bodenschicht 2 – bindige Deckschicht, mind. steif

In dieser Bodenschicht wurden unter dem ca. 30 cm mächtigen Ackerboden bei BS 2 und BS 3 bis ca. 1,1 m u. GOK braun gefärbte schluffige Tone aufgeschlossen.

Nach der örtlichen Bodenansprache und den Laborergebnissen können diesen Böden steife bis halbfeste Konsistenzen zugeordnet werden.

Nach DIN 18 196 können diese Böden überwiegend mit den Gruppensymbolen TL/TM gekennzeichnet werden. Nach DIN 18 300 (2012-09) handelt es sich um Böden der Bodenklasse 4. Bei Wasserzutritt und/ oder dynamischer Belastung sowie Entspannung können deutliche Verschlechterungen der bodenmechanischen Kennwerte mit Zuordnung zu Bodenklasse 2 auftreten.

Die Böden der Bodenschicht 2 können in Anlehnung an die DIN 18 300 „Erdarbeiten“ (2019-09) dem Homogenbereich B2 und in Anlehnung an die DIN 18 301 „Bohrarbeiten“ (2023-09) und DIN 18 304 „Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten“ (2019-09) dem Homogenbereich B1 zugeordnet werden (siehe Kap. 6.3 und 6.4).

Bodenschicht 3 – bindige Deckschicht, weich

Unter den Böden der Bodenschicht 1 und 2 wurden bei BS 1, BS 2 und BS 3 bis ca. 3,5 m u. GOK ($\pm 0,3$ m) gelbgrau bis braun gefärbte schluffige Tone erkundet.

Nach der örtlichen Bodenansprache sowie den Laborergebnissen können diesen Tonen überwiegend weiche Konsistenzen zugeordnet werden.

Nach DIN 18 196 können diese Böden überwiegend mit den Gruppensymbolen TL/TM gekennzeichnet werden. Nach DIN 18 300 (2012-09) handelt es sich bei Vorliegen mind. weicher Konsistenzen um Böden der Bodenklasse 4. Bei Wasserzutritt zu den Böden mit Zuordnung zu Bodenklasse 4 und/ oder dynamischer Belastung sowie Entspannung ist mit einer deutlichen Verschlechterung der bodenmechanischen Kennwerte mit Zuordnung zur Bodenklasse 2 (fließende Bodenarten) zu rechnen.

Die Böden der Bodenschicht 3 können in Anlehnung an die DIN 18 300 „Erdarbeiten“ (2019-09) dem Homogenbereich B3 und in Anlehnung an die DIN 18 301 „Bohrarbeiten“ (2023-09) und DIN 18 304 „Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten“ (2019-09) dem Homogenbereich B1 zugeordnet werden (siehe Kap. 6.3 und 6.4).

Bodenschicht 4 – Tertiäre Tone

In dieser Bodenschicht wurden unter Bodenschicht 3 bei BS 1, BS 2 und BS 3 bis zum Endteufenbereich von 3,8 – 4,7 m u. GOK gelbgrau/ gelbbrau bis braun-brau gefärbten feinsandige, schluffige Tone aufgeschlossen.

Nach der örtlichen Bodenansprache können diesen Böden überwiegend steife bis halbfeste, bereichsweise feste Konsistenzen zugeordnet werden.

Nach DIN 18 196 können diese Böden überwiegend mit den Gruppensymbolen TL/TM/TA gekennzeichnet werden. Nach DIN 18 300 (2012-09) handelt es sich überwiegend um Böden der Bodenklasse 4, 5. Bei anstehenden festen Konsistenzen ist eine Zuordnung zu Bodenklasse 6 gegeben. Bei Wasserzutritt und/ oder dynamischer Belastung sowie Entspannung können deutliche Verschlechterungen der bodenmechanischen Kennwerte mit Zuordnung zu Bodenklasse 2 auftreten.

Die Böden der Bodenschicht 4 können in Anlehnung an die DIN 18 300 „Erdarbeiten“ (2019-09) dem Homogenbereich B4 und in Anlehnung an die DIN 18 301 „Bohrarbeiten“ (2023-09) und DIN 18 304 „Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten“ (2019-09) dem Homogenbereich B1 zugeordnet werden (siehe Kap. 6.3 und 6.4).

3.3 Wasserverhältnisse

Mit den durchgeführten Erkundungen konnte kein Grund-/ Schichtenwasserstand gemessen werden. Durch das gewählte Bohrverfahren kann technisch bedingt erst nach Ziehen der Bohrschappe ein Wasserstand im Bohrloch gemessen werden.

Nach den Ansatzhöhen der Bodenaufschlüsse liegt das Baugrundstück auf einer Höhe von ca. 470 – 476 m ü. NHN.

Die nördlich gelegene Kleine Vils liegt nach dem Bayernatlas auf einer Höhe von ca. 462 m ü. NN.

Nach der Hydrogeologischen Karte von Bayern (Anlage 1.2a)/ U3 kann nach Stichtagsmessungen im Bereich der Baumaßnahme ein tertiärer Grundwasserstand von ca. 432 m ü. NN abgeschätzt werden.

Nach dem GKD Bayern liegt in der Nähe des Bauvorhabens keine quartäre Grundwassermessstelle vor. Jedoch liegt nach dem GKD ca. 50 m nordwestlich der Baumaßnahme auf Flur-Nr. 437/2, Gemarkung Gundihausen, eine tertiäre Grundwassermessstelle vor. Hier ist ein mittlerer tertiärer Grundwasserstand von ca. 434,91 m ü. NN und ein höchster tertiärer Grundwasserstand von ca. 435,54 m ü. NN zu entnehmen.

Aufgrund der aufgeweichten Böden ist jahreszeitlich bedingt mit unterschiedlich stark laufenden Schichten-/ Quellwasserzutritten zu rechnen.

Zur Planungssicherheit wird empfohlen zusätzlich Erfahrungswerte von Anwohnern einzuholen.

4. CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE, BODENKLASSIFIKATION

Für erdstatische Berechnungen können die in Tabelle 3 aufgeführten charakteristischen Bodenkennwerte angewendet werden. Für die Ausschreibung erbaulicher Arbeiten sind die Bodenkennwerte nach Kap. 6.3 und 6.4 (Homogenbereichseinteilung) heranzuziehen.

Sofern in der Tabelle Schwankungsbreiten angegeben werden, darf in der Regel mit Mittelwerten gerechnet werden. In kritischen Bauzuständen oder Einzelabschnitten sollte jedoch der ungünstigere Wert in der Berechnung angesetzt werden. Bei der Anwendung der charakteristischen Werte sind zusätzlich die Hinweise nach Kap. 2.4.5 der DIN EN 1997-1 zu berücksichtigen.

Tabelle 3: Charakteristische Bodenkennwerte

Nr.	Bodenschicht 1	Bodenschicht 2	Bodenschicht 3	Bodenschicht 4
Bezeichnung	Auffüllungen	bindige Deckschicht, mind. steif	bindige Deckschicht, weich	Tertiäre Tone
Wichte γ_k [kN/m³]	18,5 – 20,5	19,5 – 21,0	19,0 – 20,0	19,0 – 21,0
Wichte unter Auftrieb γ'_k [kN/m³]	10,0 – 11,5	9,5 – 11,0	9,0 – 10,0	9,0 – 11,0
Reibungswinkel φ'_k [°]	30,0 – 35,0	22,5 – 27,5 ¹⁾	22,5 – 27,5 ¹⁾	17,5 – 27,5 ¹⁾
Dränierter Kohäsion c'_k [kN/m²]	0	2 – 10 ¹⁾	0 – 5 ¹⁾	2 – 25 ¹⁾
Undränierter Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m²]	0	15 – 60 ¹⁾	0 – 20 ¹⁾	15 – 80 ¹⁾
Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m²]	70 – 110	10 – 25 ¹⁾	3 – 8 ¹⁾	10 – 45 ¹⁾
Konsistenz (je nach Bodenart)	-	steif bis halbfest	weich	steif bis fest
Lagerungsdichte (je nach Bodenart)	locker bis mitteldicht	-	-	-
Bodenklasse DIN 18 300 (2012- 09)	3 / 5, 6 ²⁾	4 / 2 ¹⁾	4 / 2 ¹⁾	4, 5, 6 / 2 ¹⁾
Bodengruppe DIN 18 196	[GU/GT]	TL/TM	TL/TM	TL/TM/TA
Bodengruppe ATV- DVWK-A 127	G2	G4	G4	G4
Verdichtbarkeits- klasse DWA-A 139	V1	V3	V3	V3
Frostempfindlichkeits- klasse gemäß ZTVE-StB 17	F2	F3	F3	F2/F3
Wasserdurchlässigkeit k_f [m/s]	$1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-9} - 1 \cdot 10^{-10}$	$1 \cdot 10^{-9} - 1 \cdot 10^{-10}$	$1 \cdot 10^{-9} - 1 \cdot 10^{-11}$

Nr.	Bodenschicht 1	Bodenschicht 2	Bodenschicht 3	Bodenschicht 4
Bezeichnung	Auffüllungen	bindige Deckschicht, mind. steif	bindige Deckschicht, weich	Tertiäre Tone
Eignung für gründungstechnische Zwecke nach DIN 18 196 (2023- 02)	wenig geeignet (im Lasteinflussbereich anstehende Bodenschicht 3)	wenig geeignet (im Lasteinflussbereich anstehende Bodenschicht 3)	wenig geeignet	mäßig geeignet
Verdichtungsfähig- keit nach DIN 18 196 (2023-02)	mittel bis gut	sehr schlecht	sehr schlecht	sehr schlecht

¹⁾ Konsistenzabhängig

²⁾ Einlagerung von Steinen, Blöcken etc.

Die in der Tabelle angegebenen charakteristischen Bodenkennwerte beruhen auf den Erkenntnissen der örtlichen Untersuchungen und stützen sich auf die Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufer-einfassungen (EAU) sowie den Empfehlungen der ZTVE-StB 17, den Empfehlungen des Arbeits-ausschusses Baugruben (EAB) und darüber hinaus auf die Angaben des Grundbautaschenbuches Teil 1.

5. FOLGERUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG

5.1 Gründungsempfehlung

Nach derzeitigen Informationen ist geplant, ein neues Gewerbegebiet zu erschließen. Zum derzeitigen Planungsstand liegen keine Detailplanungen, Lastangaben, Gründungstiefen etc. vor.

Unter Voraussetzung einer frostfreien Einbindetiefe im Bereich von 1,0 m (Frosteinwirkungszone II) liegen die Aufstandsflächen der Gründungssohlen nicht unterkellerten Gebäude in den Böden der Bodenschicht 3 mit weichen Konsistenzen.

Die im Baufeld vorhandene Acker-/ Mutter-/ Oberbodenauflage ist zur Gründung von Bauwerken nicht geeignet und vollständig abzutragen.

Die Auffüllungen der Bodenschicht 1 sind zur Gründung von Bauwerken nicht geeignet.

Die anstehenden Böden der Bodenschicht 3 zeigen aufgrund der weichen Konsistenzen und der tiefreichenden Bodenschicht sehr geringe Tragfähigkeiten und ein ungünstiges Last-/Verformungsverhalten. Eine unmittelbare Gründung von Bauwerken in/ auf dieser Bodenschicht führt ohne Zusatzmaßnahmen zu nicht DIN-gerechten Setzungsbeträgen im Dezimeterbereich und insbesondere aufgrund der starken Kompressibilität, der geringen Scherfestigkeiten zu Verdrehungen und Verkippen des Bauwerks mit Rissbildungen. Eine Flachgründung von Bauwerken in/ auf den Böden der Bodenschicht 3 ohne Zusatzmaßnahmen ist daher nicht möglich.

Die anstehenden Böden der Bodenschichten 2 sind aufgrund der im Lasteinflussbereich anstehenden Böden der Bodenschicht 3 ebenfalls ohne Zusatzmaßnahmen nicht zur Gründung geeignet. Eine Flachgründung von Bauwerken in/ auf den Böden der Bodenschichten 2 ohne Zusatzmaßnahmen ist daher nicht möglich.

Die tertiären Tone der Bodenschicht 4 sind nach DIN 18 196 (2023-02) für gründungstechnische Zwecke als mäßig geeignet zu beurteilen. Eine Gründung von Bauwerken in/ auf den Böden der Bodenschichten 4 kann ausgeführt werden.

Es wird daher empfohlen, eine Flachgründung mit Sonderbauweisen näher in Betracht zu ziehen. Als Gründung mit Sonderbauweisen können z. B. eine Brunnengründung/ Magerbetonlasttieferführung, CSV-Säulen zur Untergrundverbesserung, Betonrüttelsäulen o. ä. angewendet werden.

Für diese Varianten ist jedoch im Hinblick auf die punktuelle Tragwirkung ein entsprechendes Trägerrostsystem einzuplanen. Die Bodenplatte ist dabei als „frei gespannte“ Decke statisch aufzulagern.

Bei Gebäuden in Leichtbauweise kann ggf. noch eine günstig wirkende Flachgründung mittels bewehrter Bodenplatte auf einem Bodenaustausch/ Gründungspolster ausgeführt werden. Hier sollte vorab mindestens von einer Gründungspolstermächtigkeit von ca. 1,0 m mit auf Unterkante eingebautem Filtervlies und Geogitter (knotensteif, monolithisch, gestreckt, Höchstzugfestigkeit ca. 30kN/m) ausgegangen werden. Das Gründungspolster ist mittels Drainageleitungen zu entwässern. Ggf. ist hier zusätzlich der Einbau einer unteren Schroppenlage einzuplanen. Ggf. kann bei einer Halle in Leichtbauweise noch eine Gründung auf einem Bodenaustausch/ Bodenstabilisierung erfolgen, bzw. es sind die Fundamente auf einem Bodenaustausch/ Bodenstabilisierung als Fundamentbalken auszubilden. Ob eine Plattengründung/ Fundamentbalken auf einem Gründungspolster möglich ist, ist nach einer Setzungsberechnung und in Abstimmung mit dem Tragwerksplaner zu klären. Der in Kap. 5.2.4 angegebene Bettungsmodul ist nur zur Vorbemessung zu verwenden.

Welche Gründungsvariante letztendlich ausgeführt wird, ist in einem wirtschaftlichen Vergleich unter Berücksichtigung der technischen Ausführungsvorteile zu ermitteln.

5.2 Flachgründung mit Sondergründungsvarianten

5.2.1 Brunnengründung / Magerbetonlasttieferführung (Zur Vorbemessung)

Bei dieser Gründungsmethode erfolgt die Stützung des vorhandenen Erdreichs durch vorgefertigte Umfassungswände (Brunnenringe), die nach Ausheben des Bodens im Inneren in den tragfähigen Baugrund (Bodenschicht 4) abgesenkt werden. Hierbei wird die Reibung an der abzusenkenden Umfassungswand durch das Eigengewicht der Wand überwunden. Bei Aushub des Bodens unter Wasser muss der Wasserspiegel im Brunnen ständig ca. 10 bis 50 cm über dem Grundwasserstand liegen; eine Wasserhaltung im Brunnen darf nicht ausgeführt werden, da sonst zufließendes Wasser Bodenteile in den Brunnen schlämmt und einen hydraulischen Grundbruch begünstigt.

Die Brunnenringe müssen eine Stützwirkung auf den anstehenden Boden ausüben.

Aufgrund der weichen Konsistenzen (Bodenschicht 3) ist ggf. jahreszeitlich bedingt nicht durchgängig von einer vorübergehenden/ kurzzeitigen Standfestigkeit ungesicherter Aushubgräben für eine Magerbetonlasttieferführung auszugehen. Brunnenringe sind einzuplanen.

Nach DIN 1054 (2021-04) können für die anstehenden tertiären Tone der Bodenschicht 4 mit mind. steifen bis halbfesten Konsistenzen die in der nachfolgenden Tabelle enthaltenen Bemessungswerte des Sohlwiderstands für einfache Fälle angesetzt werden. In den Tabellenwerten sind die Bodenfestigkeiten, die Wasserstände, das Brunnen-/ Magerbetoneigengewicht sowie die geologische Vorbelastung bereits eingearbeitet. Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Tabelle 4: Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf Bodenschicht 4 – tertiären Tone, mind. steife bis halbfeste Konsistenzen

Kleinste Einbindetiefe des Fundamentes m (von niedrigster GOK bis UK Magerbeton/ Brunnen)	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands b bzw. b' von 0,5 m bis 2,0 m kN/m ²
0,5	170
1,0	200
1,5	220
2,0	250
ACHTUNG – Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11. (Zum Erreichen des aufnehmbaren Sohldrucks σ_{zul} , nach DIN 1054:2005-01 sind die Tabellenwerte um den Faktor 1,4 zu reduzieren ($\sigma_{zul} \approx \sigma_{R,d} / 1,4$))	

Voraussetzung für die Anwendung der Tabellenwerte

- Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden

$$\tan \delta = H / V \leq 0,2$$

- Keine klaffende Fuge in der Sohlfläche infolge der aus ständigen Einwirkungen resultierenden charakteristischen Beanspruchung. Bei Rechteckfundamenten ist diese Bedingung eingehalten, wenn die Sohldruckresultierende innerhalb der ersten Kernweite liegt.
- Bei außermittiger Lage der Sohldruckresultierenden darf nur derjenige Teil A' der Sohlfläche angesetzt werden, für den die resultierende charakteristische bzw. repräsentative Beanspruchung im Schwerpunkt steht, also bei Rechteckfundamenten mit den Seitenlängen b_L und b_B und zugeordneten Außermittigkeiten e_L und e_B die Fläche:

$$A' = b_L' \cdot b_B' = (b_L - 2 \cdot e_L) \cdot (b_B - 2 \cdot e_B)$$

- Die Anwendung der genannten Werte für den Bemessungswert des Sohlwiderstands kann bei mittig belasteten Fundamenten zu Setzungen in der Größenordnung von 2 bis 4 cm führen.

Erhöhung der Tabellenwerte

- Ist die Einbindetiefe auf allen Seiten des Gründungsköpers $d > 2,00$ m, so darf der Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands um die Spannung erhöht werden, die sich aus der 1,4-fachen Bodenentlastung ergibt, die sich aus der über 2 m hinausgehenden Tiefe ergibt. Dabei darf der Boden weder vorübergehend noch dauernd entfernt werden, solange die maßgebende Beanspruchung vorhanden ist.
- Bei Rechteckfundamenten mit einem Seitenverhältnis $b_L / b_B < 2$ bzw. $b_L' / b_B' < 2$ und bei Kreisfundamenten darf der Tabellenwert um 20 % erhöht werden.

Verminderung der Tabellenwerte

- Bei Fundamentbreiten zwischen 2,00 und 5,00 m muss der in der Tabelle angegebene Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands um 10% je Meter zusätzlicher Fundamentbreite vermindert werden.

Formelzeichen

- δ Wand- oder Sohlreibungswinkel [°]
- H Horizontallast oder Einwirkungskomponente parallel zur Fundamentsohle [kN]
- V Vertikallast oder Komponente der Einwirkungs-Resultierenden normal zur Fundamentsohlfläche [kN]
- A' rechnerische Sohlfläche [m²]
- b_L' reduzierte Fundamentbreite b_L [m]
- b_B' reduzierte Fundamentbreite b_B [m]
- b_L längere Fundamentbreite [m]
- b_B kürzere Fundamentbreite [m]
- e_L Ausmittigkeit der resultierenden charakteristischen bzw. repräsentativen Beanspruchung in der Sohlfläche in Richtung der Fundamentachse x [m]
- e_B Ausmittigkeit der resultierenden charakteristischen bzw. repräsentativen Beanspruchung in der Sohlfläche in Richtung der Fundamentachse y [m]

5.2.2 Bodenstabilisierung durch Sand-Zement-Säulen (CSV-Verfahren)

Die Gründung des Bauwerkes kann nach derzeitigem Kenntnisstand über Sand-Zement-Säulen bzw. Kalk-Zement-Säulen erfolgen. Die Säulenherstellung ist nach einem Voraushub von einem befahrbaren Planum, welches aus z. B. ca. 30 – 50 cm Recyclingmaterial 0/32 auf einem geotextilen Filtervlies herzustellen ist, möglich. Das Arbeitsplanum ist in Abhängigkeit des Einsatzgewichtes der vorgehaltenen Bohrgeräte durch den Spezialtiefbauer vorzugeben. Bei diesem Verfahren fällt kein zusätzlicher Aushub an. Ggf. anstehendes Grund-/ Schichtwasser unterhalb der Arbeitsebene muss nicht abgesenkt werden.

Das System passt sich den vorgefundenen Bodenverhältnissen bei der Herstellung der Säulen an, so dass lokal vorliegende Schwachstellen, wie z.B. tieferliegende Torflinsen, Feinsandschichten und dergleichen, systembedingt aufgefunden und verbessert werden.

Bei Anwendung des CSV-Verfahrens werden die Säulen in einem bestimmten Raster entsprechend der Belastung unterhalb der Fundamente/ bzw. flächig unter der Bodenplatte bis mind. zu den anstehenden tertiären Tonen der Bodenschicht 4 eingebracht.

Nach der Stabilisierung und vor Erhärtung der Säulenköpfe sind die Böden und Säulenköpfe statisch abzuwalzen. Zwischen den Säulenköpfen und der Bodenplatten-/ Fundamentunterkante ist eine Ausgleichsschicht in einer Mächtigkeit von 10 cm bis 15 cm anzuordnen. Als Schüttmaterial wird ein Frostschutzkies der Körnung 0/32 empfohlen.

Zur Gründung über Sand-Zement-Säulen (z.B. CSV-Säulen) können Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands von bis zu 350 kN/m² aufgenommen werden. Die genauen Werte können herstellerbedingt variieren und sind von der ausführenden Spezialtiefbaufirma vorab zu bestätigen.

Zur Vorbemessung und Abschätzung der Säulenzahl darf von einer zulässigen Säulengebrauchslast von ca. 70 kN ausgegangen werden. Je nach Herstellungsverfahren variieren die Säulengebrauchslasten.

Die Dimensionierung und Herstellung der Säulen hat nach dem „Merkblatt für die Herstellung, Bemessung und Qualitätssicherung von Stabilisierungssäulen zur Untergrundverbesserung“ gemäß Arbeitskreis 2.8 DGGT zu erfolgen. Vor Baubeginn und vor Ausführung sind die Berechnungen und Säulenanordnungen der ausführenden Spezialtiefbaufirma in jedem Fall mit einem Sachverständigen für Geotechnik bzw. dem Berichtsverfasser abzustimmen. Erst nach Freigabe durch den Baugrundgutachter darf mit der Ausführung begonnen werden. Zum Nachweis der Tragfähigkeit der Säulen sind Probelastungen in Abstimmung mit dem Baugrundsachverständigen durchzuführen.

5.2.3 Betonrüttelsäulen

Die Betonrüttelsäulen werden nach DIN 1054 als unbewehrte Pfähle zur Übertragung von Bauwerkslasten in den tieferen Untergrund bis ausreichend in die mind. steifen Böden der Bodenschicht 4 eingebracht. Die Herstellung der Betonrüttelsäulen erfolgt zweckmäßigerweise von einem befestigten Arbeitsplanum aus, das etwa auf Höhe der Fundament-/ Bodenplattenunterkante liegt.

Ein Stahlrohr mit Aufsatzrüttler wird mäklergeführt in den Boden gerüttelt. Das Rohr ist unten mit einem Verschlussmechanismus oder einer Fußplatte verschlossen. Der Boden wird seitlich verdrängt und dabei soweit als möglich verdichtet. Nach Erreichen der Absetztiefe beginnt der unter Druck (ca. 2 – 10 bar) ausgeführte Betoniervorgang unter gleichzeitigem langsamen Ziehen des Vortreibrohres, wobei der Beton an der Spitze herausgepresst wird und den Hohlraum sofort verpresst, damit kein Bodenmaterial einbrechen kann und es damit nicht zu Einschnürungen kommt. Danach kann bei Bedarf der Säulenfuß durch mehrere Stopfzyklen, d.h. kurzes Anziehen und Wiederversenken des Vortreibrohres unter gleichzeitigem Pumpen des Betons unter hohem Druck, aufgeweitet und der umgebende Boden weiter verdichtet werden. Die Güte des pumpfähigen Betons wird den statischen Erfordernissen angepasst. Die Herstellung der Betonrüttelsäulen erfolgt mit einem erschütterungs- und geräuscharm arbeitenden hochfrequenten Rüttler.

Durch die volle Bodenverdrängung ist eine Auflockerung des Bodens ausgeschlossen. Beim Gründungsentwurf wird für diese Gründungselemente ein äußeres Tragverhalten angegeben, das sich in Anlehnung an die DIN 4014 / DIN EN 1536 aus dem Pfahlwiderstand und der Pfahlkopfverschiebung ergibt. Übliche charakteristische Belastungen sind 400 – 500 kN/Säule. Die äußere Tragfähigkeit wird bestimmt durch die Beschaffenheit des Aufstandshorizonts. In Fällen, in denen diese Bodenschicht keine ausreichende Tragfähigkeit besitzt, aber aus verdichtungsfähigem Material besteht, kann ihre Belastung durch Einwirkung der Schwingungsenergie des Tiefenrüttlers erheblich gesteigert werden.

Die genaue Dimensionierung der Säulen erfolgt entsprechend dem letztendlich verwendeten Verfahren mit den in diesem Geotechnischen Bericht erarbeiteten bodenmechanischen Kenndaten.

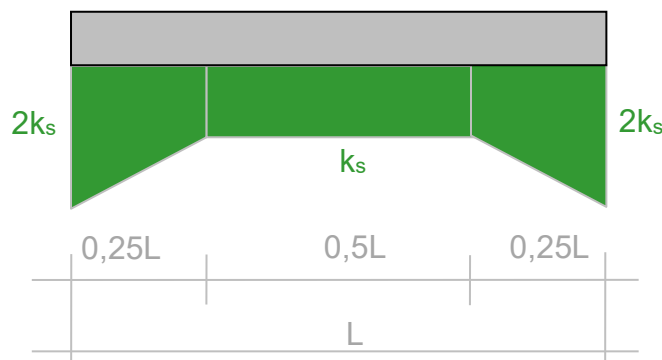
An einer repräsentativen Stelle im Baufeldbereich ist eine Probelastung einer Betonrüttelsäule mit Auswertung durchzuführen. Der Bereich ist vom Sachverständigen für Geotechnik festzulegen.

5.2.4 Gründungsplatte auf Gründungspolster $d \geq 1,0$ m (nur zur Vorbemessung)

Bei einer Plattengründung kann für die Bemessung einer Bodenplatte nach dem derzeitigen Kenntnisstand ein Bettungsmodul $k_s = 2\text{--}5 \text{ MN/m}^3$ auf den anstehenden Böden in Kombination mit einem mindestens 1,0 m mächtigen Gründungspolster, welches nachfolgende Anforderungen erfüllt, abgeschätzt werden. **Da es sich hierbei um eine Kenngröße für die Setzung der Bodenoberfläche unter einer Flächenlast handelt, sollte der genaue Bettungsmodul sowie die genaue Gründungspolstermächtigkeit nach Vorlage der Bauwerkslasten und -abmessungen zwingend in einer gesonderten Setzungsberechnung unter Berücksichtigung der Steifemoduln ermittelt und bestätigt werden.**

Das klassische Bettungsmodulverfahren (Federkissenmodell) geht davon aus, dass sich die Setzungen proportional zu den Sohlspannungen verhalten und eine Last auf dem Baugrund eine Verformung nur direkt unter der Last selbst hervorruft. Aufgrund der Modellvorstellung von einem Federkissen (diskrete Federn, die keine Verbindung untereinander haben und eine Interaktion nur über generierte Plattenelemente ermöglichen) kann bei diesem Modell keine Setzungsmulde außerhalb der Plattenränder und auf direktem Weg auch keine Schubsteifigkeit des Bodens berücksichtigt werden. Bodenschichtungen und Interaktionen zwischen den Bauwerken können ebenfalls nicht abgebildet werden. Mit dem modifizierten Bettungsmodulverfahren unter Berücksichtigung eines veränderlichen Bettungsmoduls können diese Unzulänglichkeiten näherungsweise erfasst werden. Nach Dörken / Dehne kann dabei der Bettungsmodul von einem konstanten Wert im mittleren Bereich ($= 0,5 \cdot L$) linear auf das Doppelte zum Rand ($= 0,25 \cdot L$) hin ansteigen.

Bild 1: Verteilung des Bettungsmoduls k_s unter der Gründungsplatte

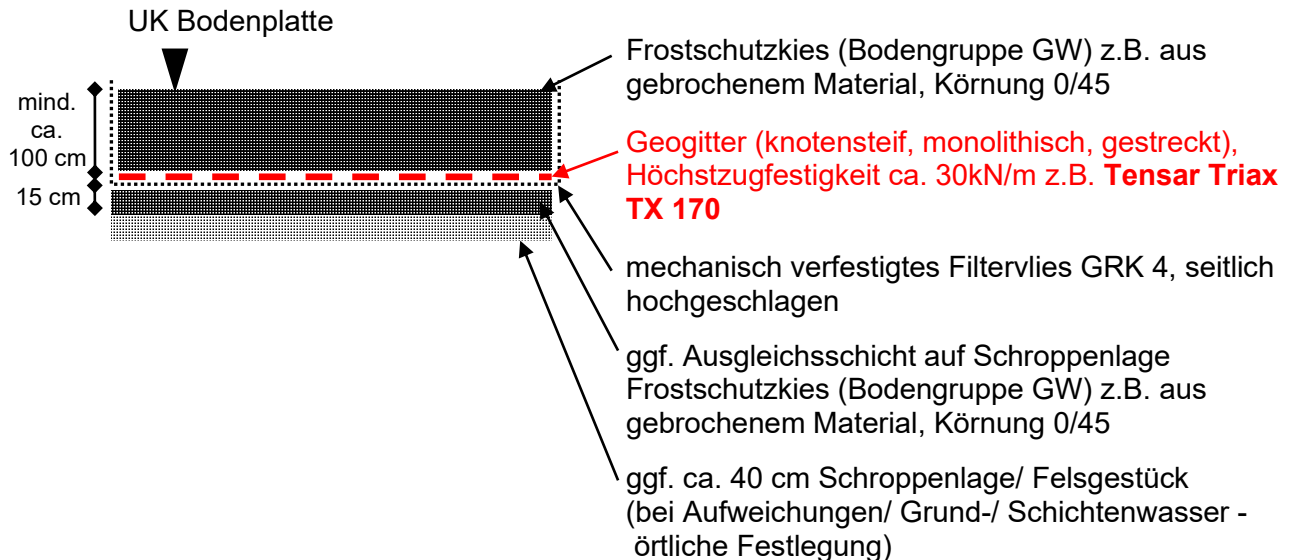


Aufbau Gründungspolster

Bei ggf. starken oberflächigen Aufweichungen (z. B. sehr weiche Böden) wird zur Schaffung einer stabilen Aufstandsfläche eine zusätzliche untere Schicht aus Schroppen mit einer Mächtigkeit von ca. 0,3–0,5 m empfohlen. Auf den Schroppen mit Ausgleichsschicht (siehe Bild 2) bzw. dem natürlich anstehenden bindigen Boden ist ein mechanisch verfestigtes Filtervlies (GRK 4) aufzubringen. Das Vlies sollte seitlich hochgeschlagen werden! Darauf ist zusätzlich eine Geogitterlage (z.B. knotensteifes, gestrecktes Geogitter mit einer Mindestzugfestigkeit von ca. 30 kN/m und einer monolithischen Gitterstruktur, Kreuzungspunkte nicht thermisch/ mechanisch fixiert, nach DIN ISO 10 319) in Längs- und Querrichtung zur Erreichung der Tragfähigkeitswerte überlappend zu

verlegen. Darauf ist wiederum gut verdichtbarer, nichtbindiger Boden unter lagenweiser Verdichtung (max. Schüttlage = 30 cm) aufzulegen.

Bild 2: Systemskizze Bodenaustausch/ Gründungspolster



Für das Gründungspolster/ Bodenaustausch empfehlen sich Auffüllkiese der Bodengruppen GW oder gemischtkörnige Fremdböden der Bodengruppe GU, GT. Für die zur Schüttung vorgesehenen Böden ist ein Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100\%$ i. M., mindestens jedoch 98% nachzuweisen. Für die Bodenaustauschmaßnahmen ist gut verdichtbarer, nicht bindiger Boden (siehe oben) lagenweise (ca. 25 bis 30 cm) verdichtet einzubauen. Zwischen Bodenaustausch und den anstehenden bindigen Böden sollte ein geotextiles Filtervlies (GRK 4) eingebaut werden. Ab Außenkante Bodenplatte ist ein Lastausbreitungswinkel von $\alpha \leq 60^\circ$ gegen die Horizontale bei Verwendung von gebrochenem Korn bzw. $\alpha \leq 45^\circ$ gegen die Horizontale bei Rundkornmaterial zu berücksichtigen!

5.3 Gründung Hallenboden

Der Hallenboden ist in Anlehnung an „Betonböden im Industriebau“ des Beton-Verlags GmbH zu planen. Je nach Belastung durch maximale Einzellasten werden die in der nachfolgenden Tabelle angegebenen Verformungsmodule E_{v2} auf dem Untergrund erforderlich.

Tabelle 5: Erforderlicher Verformungsmodul des Untergrundes und der Tragschicht unter Betonplatten

Belastung max. Einzellast Q in kN (t)	Verformungsmodul E_{V2} in N/mm ² bzw. MN/m ² *)	
	des Untergrundes	der Tragschicht
$\leq 32,5$ ($\leq 3,25$)	≥ 30	≥ 80
≤ 60 ($\leq 6,00$)	≥ 45	≥ 100
≤ 100 ($\leq 10,00$)	≥ 60	≥ 120
≤ 150 ($\leq 15,00$)	≥ 80	≥ 150
≤ 200 ($\leq 20,00$)	≥ 100	≥ 180

*) Bedingung: $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,5$

Auf den Tonen der Bodenschicht 2 mit im Lasteinflussbereich anstehenden Tonen der Bodenschicht 3 liegen schätzungsweise die Verformungsmodule im Bereich von E_{V2} ca. 5-10 MN/m².

Zur Erzielung eines Anforderungswertes auf dem Erdplanum von z. B. $E_{V2} \geq 45$ MN/m² ist im Bereich mit anstehenden Tone 2 ein Bodenaustausch mit einer Mächtigkeit im Bereich 50 cm bzw. im Bereich Bodenschicht 3 ein Bodenaustausch mit einer Mächtigkeit im Bereich 60 cm mit unterer Schroppenlage auszuführen/ einzuplanen. Auf Unterkante des Bodenaustausches ist zusätzlich ein geotextiles Filtervlies (GRK 3, mechanisch verfestigt) zu verlegen.

Alternativ kann zur Erzielung eines Anforderungswertes von z. B. $E_{V2} \geq 45$ MN/m² auf dem Erdplanum auch eine Bodenstabilisierung ($\frac{1}{2}$ Zement, $\frac{1}{2}$ Kalk) mit einer Mächtigkeit im Bereich 40-50 cm ausgeführt werden. Die geschätzte Zugabemenge liegt dabei in einem Bereich von 2 – 4 Gew.-%, ist den Witterungsverhältnissen anzupassen und sollte in einer Eignungsprüfung detailliert bestimmt werden. In bereichen mit erkundeten halbfesten Konsistenzen ist bei der Bodenverbesserung insbesondere bei trockener Witterung mit einer Wasserzugabe zu rechnen, um ein Aufschollen zu vermeiden. Vor Aufbringung der ersten Schüttlage ist der anstehende natürliche Boden anzustabilisieren.

Zur ausreichenden Entwässerung der stabilisierten Fläche bzw. des Untergrunds sollte ein Dachprofil ausgebildet und im Abstand von ca. 15 m am Tiefpunkt Dränagen verlegt werden. Die Dränagen sind zur Vermeidung von Verschlammung mit Kies und geotextilem Filtervlies zu ummanteln.

Auf die stabilisierte Fläche bzw. den Bodenaustausch ist Frostschutzkies unter lagenweiser Verdichtung mit max. Schüttlagen $d = 30$ cm aufzubauen. Zur Erzielung eines z. B. E_{V2} -Wertes ≥ 100 MN/m² auf OK Tragschicht wird die Schichtmächtigkeit der Kiestragschicht auf der stabilisierten Fläche bei etwa 40 cm und zur Erzielung eines z. B. E_{V2} -Wertes ≥ 120 MN/m² auf OK Tragschicht wird die Schichtmächtigkeit der Kiestragschicht auf der stabilisierten Fläche bei etwa 50 cm geschätzt.

Der auf OK Tragschicht erforderliche Verformungsmodul ist in Abhängigkeit der Belastung der Bodenplatte zu bestimmen und daraus die erforderliche Aufbauhöhe (s. Tabelle 5) festzulegen.

Welche Tragfähigkeiten auf dem Gründungsplanum des Untergrundes erreicht werden können, ist durch gesonderte Plattendruckversuche zwingend in einem Probefeld vorab zu ermitteln! In Abstimmung mit der projektierten maximalen Einzellast soll durch rasterartige Plattendruckversuche die notwendige Bodenaustausch/ -verbesserungsmächtigkeit ermittelt werden. Bei einer Bodenstabilisierung ist die genaue Zugabemenge in einer Eignungsprüfung zu ermitteln.

6. HINWEISE FÜR DIE AUSSCHREIBUNG

6.1 Allgemeines

Boden und Fels sind entsprechend ihrem Zustand nach DIN 18 300 (2019-09) DIN 18 301 (2023-09) und DIN 18 304 (2019-09) vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen. Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für Erdarbeiten, Bohrarbeiten und/ oder Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten vergleichbare Eigenschaften aufweist.

Sind umweltrelevante Inhaltsstoffe zu beachten, so sind diese bei der Einteilung in Homogenbereiche zu berücksichtigen. Die Einteilung in Homogenbereiche ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

6.2 Homogenbereiche

Die nachfolgende Einteilung in Homogenbereiche kann für flächenhaften Aushub Anwendung finden. Bei Lösen von Boden im Bereich von Kanalgräben, wo eine Trennung der einzelnen Bodenschichten nur bedingt möglich ist, sind alle Bodenschichten zu einem Homogenbereich zusammenzufassen. Eine Trennung erfolgt lediglich zwischen Boden (Homogenbereiche Bx) und z. B. ggf. anstehendem Felsgestein (Homogenbereich Xx, *vorliegend nicht zu erwarten*).

Aufgrund der landwirtschaftlichen Nutzung des Baugeländes ist eine unterschiedlich mächtige Acker- / Mutterbodenauflage (Homogenbereich O) entsprechend Anlage 1.3 und Anlage 2 vorhanden. Mutterboden ist in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung und Vergeudung zu schützen (§ 202 BauGB „Schutz des Mutterbodens“).

Für die Korngrößenverteilung werden die Kornkennzahlen im Übergangsbereich zwischen den einzelnen Böden (Massenanteil Ton, A/ Massenanteil Schluff, B/ Massenanteil Sand, C/ Massenanteil Kies, D/ Massenanteil Steine Blöcke große Blöcke, E) als Ober- und Untergrenze angegeben. Die angegebenen Zahlenwerte beschreiben den Massenanteil in Prozent. Auf eine Darstellung der Körnungsbänder wird verzichtet.

Die in der nachfolgenden Tabelle angegebenen Zahlenwerte beziehen sich direkt auf die einzelnen Homogenbereiche/ Böden. Wenn in der Tabelle keine Zahlenwerte angegeben sind, begründet sich dies durch die unterschiedlichen Böden. Hierbei ist zwischen bindigen und gemischt-/ grobkörnigen Böden zu unterscheiden.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die nachfolgenden Kennwerte ausschließlich zur Beschreibung der Eigenschaften der einzelnen Homogenbereiche zu verwenden sind. Für Berechnungen sind die charakteristischen Bodenkennwerte nach Tabelle 3, Kap. 4 heranzuziehen!

Durch die derzeit noch nicht auf die DIN 18 300 (2019-09) überarbeitete DIN 4020 hinsichtlich erforderlicher Beurteilungen und Bauhinweise in einem Geotechnischen Bericht, ist die vorliegende Homogenbereichseinteilung als vorläufig anzusehen.

Vorliegend wurden die Homogenbereiche unter Berücksichtigung der für den gelösten Boden vorgesehenen Verwendung festgelegt. Sollen verschiedene Böden unterschiedlich verwendet werden, sind sie getrennt zu lösen und hierfür jeweils eigene Homogenbereiche zu bilden und entsprechend anzupassen.

6.3 Homogenbereiche nach DIN 18 300 „Erdarbeiten“ (2019-09)

Tabelle 6: Homogenbereiche Boden B1, B2, B3 und B4 nach DIN 18 300 „Erdarbeiten“ (2019-09)

Parameter	Homogenbereich B1	Homogenbereich B2	Homogenbereich B3	Homogenbereich B4
	Bodenschicht 1	Bodenschicht 2	Bodenschicht 3	Bodenschicht 4
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen	bindige Deckschicht, mind. steif	bindige Deckschicht, weich	tertiäre Tone, mind. steif
Kornkennzahl A; B; C; D; E (untere/ obere)	A (0/10); B (0/20); C (15/70); D (75/0); E (10/0)	A (0/50); B (40/50); C (20/0); D (37/0); E (3/0)	A (0/50); B (40/50); C (20/0); D (37/0); E (3/0)	A (0/50); B (40/50); C (20/0); D (37/0); E (3/0)
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14 688-1	0 – 10 %	0 – 3 %	0 – 3 %	0 – 3 %
Feuchtdichte nach DIN EN ISO 17 892-2 und DIN 18 125-2	ρ : 1,80– 2,10 g/cm ³	ρ : 1,95 – 2,10 g/cm ³	ρ : 1,95 – 2,10 g/cm ³	ρ : 1,90 – 2,15 g/cm ³
undräßierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 oder DIN EN ISO 17 892-7 oder DIN EN ISO 17 892-8	c_u : 0 – 10 kN/m ²	c_u : 35 – 100 kN/m ²	c_u : 5 – 40 kN/m ²	c_u : 35 – 100 kN/m ²
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17 892-1	w : 0 – 15 % ⁴⁾	w : 15 – 30 % ^{3) 4)}	w : 17 – 35 % ^{3) 4)}	w : 10 – 35 % ^{3) 4)}

Parameter	Homogenbereich B1	Homogenbereich B2	Homogenbereich B3	Homogenbereich B4
	Bodenschicht 1	Bodenschicht 2	Bodenschicht 3	Bodenschicht 4
Plastizitätszahl nach DIN EN ISO 17 892-12	- ¹⁾	I _p : 10 – 40 % ^{3) 4)}	I _p : 10 – 40 % ^{3) 4)}	I _p : 10 – 50 % ^{3) 4)}
Konsistenzzahl nach DIN EN ISO 17 892-12	- ¹⁾	I _c : 0,75 - >1,00	I _c : 0,5 - 0,75	I _c : 0,75 - >1,00
Bezogene Lagerungsdichte: Bezeichnung nach DIN EN ISO 14 688-2, Bestimmung nach DIN 18 126	I _D : 15 – 65 %	²⁾	²⁾	²⁾
organischer Anteil nach DIN 18 128	0 – 6 % ³⁾⁴⁾	1 – 5 % ^{3) 4)}	1 – 5 % ^{3) 4)}	1 – 5 % ^{3) 4)}
Bodengruppe nach DIN 18 196	[GU/GT]	TL/TM	TL/TM	TL/TM/TA

¹⁾ Nur bei bindigen Böden

²⁾ Nur bei gemischt- und grobkörnigen Böden

³⁾ nur durch gesonderte Feld-/ Laborversuche bestimmbar

⁴⁾ Schätzwert durch örtliche Erfahrung

6.4 Homogenbereiche nach DIN 18 301 (2023-09) „Bohrarbeiten“ und DIN 18 304 „Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten“ (2019-09)

Tabelle 7: Homogenbereiche Boden B1 nach DIN 18 301 (2023-09) „Bohrarbeiten“ und DIN 18 304 „Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten“ (2019-09)

Parameter	Homogenbereich B1
	Bodenschicht 1, 2, 3, 4
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen, bindige Deckschicht, tertiäre Tone
Kornkennzahl A; B; C; D; E (untere/ obere)	A (0/50); B (0/50); C (15/0); D (75/45); E (10/0)

Parameter	Homogenbereich B1
	Bodenschicht 1, 2, 3, 4
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14 688-1	0 – 10 %
Feuchtdichte nach DIN EN ISO 17 892-2 und DIN 18 125-2	ρ : 1,80– 2,15 g/cm ³
undrÄnierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 oder DIN EN ISO 17 892-7 oder DIN EN ISO 17 892-8	c_u : 0 – 100 kN/m ²
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17 892-1	w : 0 – 35 % ⁴⁾
Plastizitätszahl nach DIN EN ISO 17 892-12	I_p : 10 – 50 % ⁴⁾
Konsistenzzahl nach DIN EN ISO 17 892-12	I_c : 0,5 – >1,00
Bezogene Lagerungsdichte: Bezeichnung nach DIN EN ISO 14 688-2, Bestimmung nach DIN 18 126	I_D : 15 – 65 %
organischer Anteil nach DIN 18 128	0 – 6 % ³⁾⁴⁾
Bodengruppe nach DIN 18 196	[GU/GT], TL/TM/TA

¹⁾ Nur bei bindigen Böden

²⁾ Nur bei gemischt- und grobkörnigen Böden

³⁾ nur durch gesonderte Feld-/ Laborversuche bestimmbar

⁴⁾ Schätzwert durch örtliche Erfahrung

7. HINWEISE FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG

7.1 Allgemeine Hinweise

Die nachfolgend dargestellten Hinweise für die Bauausführung sind als Empfehlungen für die Bauausführung nach DIN 4020 anzusehen.

Die Wahl des Bauverfahrens, des Bauablaufes und der Förderwege sowie die Wahl und der Einsatz der Geräte sind nach DIN 18 300 (2019-09) Sache des Auftragnehmers.

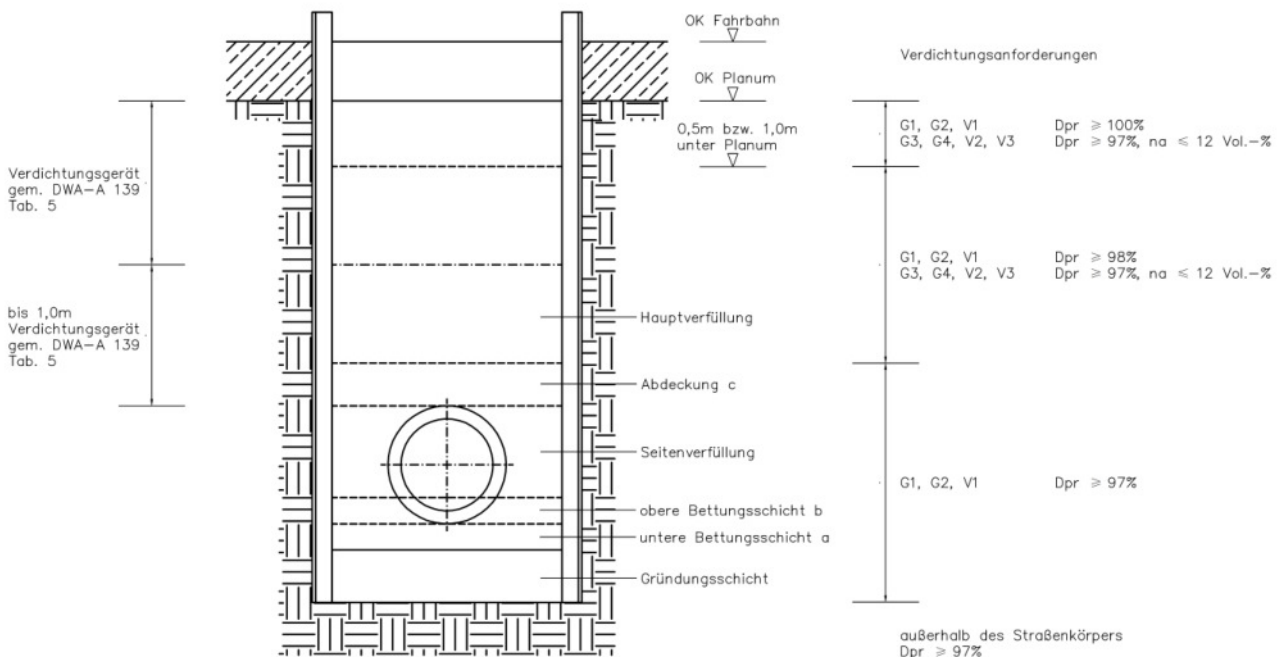
7.2 Folgerungen für Kanäle

7.2.1 Allgemeines

DIN EN 1610 „Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen“ legt Anforderungen an die ordnungsgemäße Herstellung (Planung und Bau) und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen fest und beschreibt den europäischen Standard für Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen außerhalb von Gebäuden.

Gemäß ZTV E-StB 17 sind in definierten Zonen (Leitungszone, Hauptverfüllung etc.) und je Bodengruppe nach DIN 18 196 unterschiedliche Verdichtungsanforderungen zu erfüllen. Eine Zuordnung ausgewählter Bodenarten nach DIN 18 196 zu den Bodengruppen aus dem Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 127 und Verdichtbarkeitsklassen nach DWA-A 139 ist mit den Verdichtungsanforderungen in Bild 3 dargestellt. Zusätzlich sind die Herstellerangaben einzuhalten.

Bild 3: Verdichtungsanforderungen nach ZTV E-StB 17



Die Rohrgrabenverfüllung im Straßenraum muss die Anforderungen an Verdichtung und Tragfähigkeit gemäß ZTV E-StB und ZTV A-StB erfüllen. Leitungsgräben müssen gemäß DIN 4124, DIN 18 300, DIN 18 303 und DIN 18 304 hergestellt werden.

7.2.2 Auflager/ Rohrbettung

Die Rohrauflager sind entsprechend den Herstellerangaben und des Rohrmaterials sowie der DIN EN 1610 auszubilden. Für die statische Berechnung ist die ATV-DVWK-A 127 anzuwenden.

Die DIN EN 1610 unterscheidet zwischen drei verschiedenen Bettungstypen. Nach DWA-A 139 sollte Bettung Typ 1 die Regelausführung sein.

Bettung Typ 1 – In Fällen, bei denen kein geeigneter Boden für eine unmittelbare Rohrbettung ansteht, muss die Grabensohle tiefer ausgehoben und eine Bettung aus verdichtungsfähigem Material eingebracht werden. Die in DIN EN 1610 angegebene Minstdicke der unteren Bettungsschicht a sollte aufgrund langjähriger Erfahrungen gemäß DWA A-139 erhöht werden und bei normalen Böden mindestens $100 \text{ mm} + 1/10 \text{ DN}$ in mm betragen.

Stehen in der Grabensohle Fels, steiniger Boden oder Böden mit fester Konsistenz bzw. dichter Lagerung an (z. B. Ton, Geschiebemergel, Moränenkies) sollte die untere Bettungsschicht unter dem Rohrschaft in einer Dicke $a = 100 \text{ mm} + 1/5 \text{ DN}$ ausgeführt werden; sie muss mindestens 150 mm dick sein, um Lastkonzentrationen zu vermeiden.

Bettung Typ 2 und Typ 3 (direkte Auflagerung) dürfen in gleichmäßigen, relativ lockeren, feinkörnigen Boden verwendet werden, der eine Unterstützung der Rohre über deren gesamte Länge zulässt. Rohre des Bettung Typ 2 dürfen direkt auf die vorgeformte und vorbereitete, bei Typ 3 auf die vorbereitete Grabensohle eingebaut werden.

Die Bettung muss eine gleichmäßige Druckverteilung unter dem Rohr im Auflagerbereich sicherstellen. Über mindestens eine Rohrlänge muss der gleiche Bettungstyp ausgeführt werden.

Mit welcher Auflagersituation (Bodenschicht) bei der Herstellung der Kanäle zu rechnen ist, kann den in nächster Nähe vorliegenden Aufschlüssen (vgl. Anlage 1.3) entnommen werden. Nach den Erkundungsergebnissen ist mit Auflagersituationen in/ auf den Böden der Bodenschichten 1 und 2 zu rechnen.

⇒ **Auflager im Bereich Bodenschicht 2, 3 und 4 – bindige Deckschicht (Tone), tertiäre Tone**

Bei einem Auflager der Rohrsohlen in/ auf den Böden der Bodenschicht 2 bis 4 wird aufgrund des hohen Feinkornanteils nach DIN EN 1610 die Ausführung des Bettung Typ 1 (Regelausführung) empfohlen.

Bei Vorliegen von weichen bindigen Böden bzw. unter Wasserzufluss aufgeweichten Böden (Bodenschicht 3) sind diese durch einen Bodenaustausch bis zu mind. steifen Böden der Bodenschicht 4 bzw. bis mind. ca. 50 cm Mächtigkeit auszutauschen. Ggf. sollte bei größeren Aufweichungen des Bodens zusätzlich zu einem Bodenaustausch eine untere Schrottenlage eingeplant werden. Sehr weiche bis breiige Böden sind grundsätzlich durch einen Bodenaustausch zu ersetzen! Auf UK Bodenaustausch sollte zur Verbesserung der Einbaufähigkeit ein geotextiles Filtervlies (GRK 3, mechanisch verfestigt) eingebaut werden und seitlich hochzuschlagen.

7.2.3 Wiederverfüllung

Die Verfüllung besteht aus der Seitenverfüllung, der Abdeckung innerhalb der Leitungszone sowie der Hauptverfüllung. Bauteile und Baustoffe müssen generell mit den Anforderungen des Planers und mit DIN EN 476 übereinstimmen. Die schriftlichen Herstellerangaben sind zu berücksichtigen.

Böden zur Verfüllung müssen vor Witterungseinflüssen geschützt werden. Die Wiederverwendung von Böden mit erhöhten Feinkornanteilen (V2- und V3-Böden) wird nach DWA-A 138 nicht empfohlen.

Leitungszone

Gemäß DIN EN 1610 dürfen Baustoffe für die Leitungszone entweder anstehender Boden, dessen Brauchbarkeit nachgewiesen wurde, oder angelieferte Baustoffe sein.

Baustoffe für die Bettung sollten keine Bestandteile enthalten, die größer sind als: 22 mm bei $DN \leq 200$; 40 mm bei $DN > 200$ bis $DN \leq 600$ und 60 mm bei $DN > 600$. Für $DN < 100$ sind die schriftlichen Herstellerangaben zu berücksichtigen. Sonstige Fremdkörper, die im Zuge der Verfüllung Schäden verursachen können, sind zu entfernen.

Zwischen der Oberkante der Verfüllung der Leitungszone und dem Planum sollte im Regelfall eine Mindestüberdeckung von 30 cm, mindestens aber 15 cm über dem Rohrschaft bzw. 10 cm über der Rohrverbindung betragen eingehalten werden. Die Verdichtung darf in diesem Bereich nur mit Handstampfern oder mit geeigneten leichten Verdichtungsgeräten ausgeführt werden.

Hauptverfüllung

Aushub mit darin enthaltenen Steinen bis maximal 300 mm Korngröße, oder der Dicke der Abdeckung, oder entsprechend der Hälfte der Dicke der zu verdichtenden Schicht – der jeweils geringere Wert ist maßgebend – sollte für die Hauptverfüllung verwendet werden. Dieser Wert darf darüber hinaus in Abhängigkeit vom Anwendungsbereich (z. B. unter Straßen), von den Bodenbedingungen, dem Grundwasser und dem Rohrwerkstoff noch weiter verringert werden. Spezielle Bedingungen dürfen bei felsigem Gelände festgelegt werden.

Wiederverwendbarkeit

Die beim Aushub gewonnenen Böden der Bodenschicht 1 mit Zuordnung zur Gruppe G2 und Zuordnung zu den Verdichtbarkeitsklasse V1 sind für den Wiedereinbau in der Hauptverfüllung überwiegend geeignet.

Die beim Aushub gewonnenen Böden der Bodenschichten 2 bis 4 mit Zuordnung zu den Gruppen G4 und Zuordnung zu den Verdichtbarkeitsklassen V3 sind für den Wiedereinbau in der Hauptverfüllung aufgrund des erhöhten Feinkornanteils als nur bedingt geeignet zu beurteilen. Diese Böden können nur mittels Bodenverbesserungsmaßnahmen ausreichend verdichtet werden. Bei halbfesten Konsistenzen ist zusätzlich mit einer Wasserzugabe zu rechnen. Ggf. durch Wasserzutritt anstehende sehr weiche bis breiigen Böden sind nicht für den Wiedereinbau geeignet.

Es ist zusätzlich die Verwendung von geeignetem Fremdboden einzuplanen.

Bei der Verwendung von Fremdboden ist darauf zu achten, dass möglichst gering durchlässige Böden im Bereich mit überwiegend anstehenden bindigen Böden eingebaut werden, um Dränwirkungen der Kanalgräben zu verhindern. Hierzu sollten gut verdichtbare nicht bindige Böden mit etwa 15 % Feinkornanteil verwendet werden. Alternativ sind entsprechende Querschotte zu installieren.

7.2.4 Gründung der Schächte

Detailpläne/ Gründungstiefen etc. von Schächten lagen zum Zeitpunkt der Berichterstellung nicht vor.

Es ist mit Auflagersituationen in Bodenschicht 3 und Bodenschicht 4 zu rechnen. Somit ist auch eine Auflagerung in weichen Tonen gegeben.

Zur Gründung in den Böden der Bodenschicht 3 (weiche bindige Deckschicht) oder in deren Lasteinflussbereich sind Zusatzmaßnahmen erforderlich. Hier ist zur Gründung der Schächte mind. ein ca. 50 – 70 cm mächtiger Bodenaustausch unter der Gründungssohle mit gut verdichtbarem, nicht bindigen Boden der Bodengruppe GW, GU, GT mit ggf. zusätzlicher Schroppenlage erforderlich. Für die zur Schüttung vorgesehenen Böden ist ein Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$ i. M., mindestens jedoch 98 % nachzuweisen. Der Bodenaustausch ist mit einem Lastausbreitungswinkel $\alpha \leq 45^\circ$ (Rundkorn) bzw. $\alpha \leq 60^\circ$ (gebrochenes Material) ab Aussenkante Fundament/ Bodenplatte lagenweise (max. Schüttdicke ca. 30-35 cm) verdichtet einzubauen. Bei starken Aufweichungen (teilweise erkundet) kann zusätzlich der Einbau einer unteren Schroppenlage erforderlich werden. Zwischen anstehenden bindigen Böden und einzubauendem Gründungspolster ist ein geotextiles Filtervlies zu verlegen. Die genaue Festlegung des Bodenaustausches ist vor Ort durch einen Sachverständigen für Geotechnik festzulegen. (vgl. Kap. 5)

Sehr weiche bis breiige/ organische Böden etc. sind grundsätzlich gänzlich auszutauschen und durch ein geeignetes Bodenmaterial oder eine Magerbetonlasttieferführung zu ersetzen.

7.3 Wasserhaltung/ Verbau für Kanäle/ Leitungen

Genaue Informationen, in welcher Tiefe Kanäle/ Leitungen verlegt werden, liegen nicht vor.

In den Baugrundaufschlüssen wurde kein Grund-/ Schichten-/ Quellwasser angetroffen. Jedoch ist aufgrund der erkundeten weichen Konsistenzen ggf. mit Schichtenwasser zu rechnen. Für die Verlegung der Wasserleitungen ist mutmaßlich mit keiner Wasserhaltung zu rechnen. Bei der Verlegung von Kanälen kann eine Rest-/ Wasserhaltung aufgrund Schichtenwasser nicht ausgeschlossen werden. Nach den in Kap. 3.3 aufgeführten Daten ist nicht mit Grundwasser zu rechnen.

7.3.1 kein Schichtenwasser

Bei ausreichendem Abstand zu Gebäuden etc. wird im Kanalgraben überwiegend ein herkömmlicher Plattenverbau einsetzbar sein.

In Engstellenbereichen bzw. bei Leitungserstellung ziemlich nahe an Gebäuden (untergeordnet zu erwarten) sind Verbauarten zu wählen, welche den statischen Erfordernissen entsprechen. Je nach Detailplanung ist jedoch ein Abrücken von Gebäuden außerhalb des Lastausbreitungswinkels des Fundamentes empfehlenswert. In Engstellenbereichen sind entsprechend kurze Bauabschnitte bei sorgfältiger Bauausführung unter Anwendung eines statisch ausreichenden Gleitschienenverbaus notwendig.

7.3.2 Schichtwasserzutritt

Bei geringem Schichtwasserzutritt können o. g. Verbauten bei gleichzeitiger offener Wasserhaltung mittels Pumpensäpfe und Längsdränagen ebenfalls angewendet werden. Falls quellartige Wasserzutritte auftreten (nicht erkundet, nicht gänzlich auszuschließen), kann ein dichter Spundwandverbau o. ä. in Ergänzung mit offenen Wasserhaltungsmaßnahmen notwendig werden. Alternativ sind partiell Vakuumentwässerungen erforderlich!

7.4 Wasserhaltung/ Verbau für Bauwerke

Böschungen (z.B. Voraushub)

Nach DIN 4124 dürfen nicht verbaute Baugruben und Gräben mit einer Tiefe $\leq 1,25$ m ohne besondere Sicherung mit senkrechten Wänden hergestellt werden, wenn die anschließende Geländeoberfläche bei nichtbindigen und weichen bindigen Böden nicht steiler als 1:10 oder bei mindestens steifen bindigen Böden nicht steiler als 1:2 ansteigt. Am oberen Rand ist beidseitig ein mindestens 0,60 m breiter Schutzstreifen freizuhalten. Bei Grabentiefen bis 0,80 m darf auf einer Seite auf den Schutzstreifen verzichtet werden. Nicht verbaute Baugruben und Gräben mit einer Tiefe $\leq 1,75$ m können nur unter Einhaltung aller Voraussetzungen gemäß DIN 4124 abgeböscht bzw. gesichert hergestellt werden.

Ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit dürfen nach DIN 4124 für die Böden der Bodenschichten 1 bis 3 mit mind. weichen Konsistenzen (ohne Schicht-/ Quellwasser) Böschungswinkel $\beta \leq 45^\circ$ bei Böschungshöhen bis 5,0 m ausgeführt werden. Hierfür ist am oberen Böschungsrand ein mindestens 0,60 m breiter Schutzstreifen freizuhalten.

Für Fahrzeuge, Baumaschinen oder Baugeräte ist gemäß DIN 4124 bei nicht verbauten Baugruben und Gräben mit Böschungen ein Abstand zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante von mindestens

- $\geq 1,00$ m für Fahrzeuge, die die zul. Achslasten nach StVZO einhalten (z. B. PKW, Omnibusse, übliche Lastzüge) und Baugeräte bis 12 t Gesamtgewicht
- bzw. $\geq 2,00$ m für Fahrzeuge, die die zul. Achslasten nach StVZO überschreiten und Baugeräte bei mehr als 12 t bis 40 t Gesamtgewicht.

Bei höheren Böschungen oder wenn ungünstige Gegebenheiten oder ein ungünstiger Einfluss (z. B. Störungen des Bodengefüges, Verfüllungen oder Aufschüttungen, Grundwasserabsenkungen, Zufluss von Schichtenwasser, anstehendes Grundwasser, starke Erschütterungen, etc.) die Standsicherheit oder bauliche Anlagen o. ä. gefährden, sind Böschungen entsprechend flacher auszubilden und durch eine Böschungsbruchberechnung nachzuweisen und ggf. zu verbauen. Lose Steine/ Blöcke sind abzutragen!

Böschungen mit einer Böschungsneigung im Bereich der maximal zulässigen Neigungen sind vor Witterungseinflüssen zu schützen. Im Allgemeinen reicht hierzu ein Abdecken mit Folien aus. Es ist in jedem Fall auf eine funktionsfähige Windsogsicherung zu achten.

Bei der Herstellung von Baugruben für unterkellerte Gebäude ist gemäß den Erkundungsergebnissen zur Baugrubenabdichtung, Baugrubensicherung, Sicherung von Leitungen, den angrenzenden Gebäuden, der Straße/ Gehwege etc. ggf. ein Baugrubenverbau mittels z. B. Spundwänden etc. notwendig.

Im Bereich der anstehenden tertiären Tonen sind beim Einrammen der Spundwanddielen Rammbehinderungen gegeben, weshalb eine entsprechend schwere Gerätetechnik einzusetzen ist und Zusatzmaßnahmen wie Vorbohren/ Spülen sowie ggf. Austauschbohrungen auch hinsichtlich Erschütterungsminimierung notwendig werden.

Die anstehenden Böden sind für Stapellasten, Aufstellung eines Krans etc. nicht geeignet! Hierfür sind ebenfalls Zusatzmaßnahmen entsprechend Kap. 5.2 erforderlich.

Nach Vorlage genauer Unterlagen (Gebäudestandorten, -abmessungen, Gründungssohlen, genauer Aushubtiefen etc.) ist die genaue Verbausituation nach DIN 4020 bzw. DIN EN 1997-1 in einer Baugrundhauptuntersuchung zwingend nochmals zu prüfen und durch den Sachverständigen für Geotechnik genau festzulegen! Hierfür sind zusätzliche Baugrundaufschlüsse erforderlich!

7.5 Erdarbeiten

für die Bauwerkshinterfüllung

Nach ZTVE-StB 17 sind für Hinterfüllbereiche sowie den Überschüttbereich grobkörnige und gemischtkörnige Böden der Bodengruppen SW/SI/SE/GW/GI/GE/SU/ST/GU/GT nach DIN 18 196 geeignet. In Verbindung mit einer qualifizierten Bodenverbesserung können auch gemischt- und feinkörnige Böden der Gruppen SU*/ST*/GU*/GT*/TL/TM/UM/UL nach DIN 18 196 verwendet werden. Böden und Baustoffe nach den TL BuB E-StB, sofern sie in o.g. grob- und gemischtkörnigen Bodengruppen mit weniger als 15 Gew.-% Korn unter 0,063 mm entsprechen, können ebenfalls eingebaut werden. Bei Straßen der Belastungsklassen $\geq$ Bk10 der RStO 12 sollten vorzugsweise grobkörnige Böden der Gruppe SW, SI, GW, GI zum Einsatz kommen.

Die im Zuge des Aushubs überwiegend gewonnenen Böden der Bodenschichten 2 bis 4 sind nach DIN 18 196 als sehr schlecht geeignet zu bewerten und ohne Zusatzmaßnahmen (Bodenverbesserungsmaßnahme etc.) nicht wieder einbaufähig. Ggf. unter Wasserzufluss auftretende bzw. erkundete sehr weiche oder breiige Böden sind gänzlich nicht wieder einbaufähig. Die Kiese (Auffüllungen) der Bodenschicht 1 besitzen nach DIN 18 196 eine gute bis mittlere Verdichtungsfähigkeit und sind mutmaßlich überwiegend (ggf. Aussonderung Fremdanteile) für den Wiedereinbau als gut geeignet zu bewerten.

Es sollte zusätzlich der Einbau von gut verdichtbarem, nicht bindigen Fremdmaterial eingeplant werden.

Die Hinterfüllung ist lagenweise (höchstens 30 cm Dicke) mit einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$ einzubauen. Beim Verdichten in engeren Arbeitsräumen sowie die unmittelbar an die Wände grenzenden Hinterfüllbereiche und Böschungskegel etc. sind mit leichten Verdichtungsgeräten zu verdichten.

Das Hinterfüllmaterial ist grundsätzlich mit der statischen Erddruckbemessung des Bauwerks abzustimmen.

für Verkehrsflächen

Die Straßen- und Platzbefestigungen sind nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12) bzw. entsprechend den statischen Vorgaben zu planen. Die im Erdplanumsbereich überwiegend anstehenden Böden der Bodenschichten 2 und 3 sind nach ZTVE-StB 17 einer überwiegenden Klassifikation der Frostepfindlichkeit F3 zuzuordnen, weshalb hier für Verkehrsflächen ein Anforderungswert an die Tragfähigkeit von $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen ist.

Auf den anstehenden Böden der Bodenschichten 2 und 3 wird der o. g. Anforderungswert an die Tragfähigkeit von $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nicht erreicht werden.

Zum Erreichen des Anforderungswert an die Tragfähigkeit von $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ sollte bei den anstehenden bindigen Böden eine entsprechende Bodenstabilisierung (Mächtigkeit ca. 50 cm) mittels Kalk-/ Zementzugabe ausgeführt werden. Die Zugabemenge wird auf ca. 2-4 Gew.-% Kalk-Zement-Gemisch (1/2 Kalk, 1/2 Zement) geschätzt und ist in einer Eignungsprüfung detailliert zu ermitteln. Im Bereich mit weichen Konsistenzen (Bodenschicht 3) ist ggf. mit einem zusätzlichen Bodenaustausch zu rechnen. Bei sehr starken Aufweichungen sind ggf. partiell zusätzlich Schroppen im Untergrund einzuwalzen.

Alternativ ist ein Bodenaustausch mit gut verdichtbarem, nicht bindigem Bodenmaterial von ca. 50-60 cm auf einem geotextilen Filtervlies (GRK 3, mechanisch verfestigt) einzuplanen. Aufgrund der hohen Witterungsempfindlichkeit der anstehenden Böden bzw. im Bereich Bodenschicht 3 (aufgeweichte Böden) ist partiell zusätzlich mit einer unteren Schroppenlage zu rechnen.

Als Bodenaustauschmaterial ist gut verdichtbarer, nicht bindiger Boden lagenweise einzubauen. Es ist ein Lastausbreitungswinkel $\alpha \leq 45^\circ$ (Rundkornmaterial) bzw. $\alpha \leq 60^\circ$ (gebrochenes Bodenmaterial) zur Horizontalen zu berücksichtigen. Es empfehlen sich für die Anpassungsmaßnahmen Auffüllkiese der Bodengruppe GW oder gemischtkörnige Böden der Bodengruppe GU, GT nach DIN 18 196. Ggf. auftretende Sickerwässer und sonstige Wasserzutritte sind vor dem Überschütten zu fassen und abzuleiten. Beim Einbau von Bodenaustauschmaterial (lagenweise verdichtet, max. Schüttlage ca. 30 cm) ist ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100\%$ i. M., mindestens jedoch 98% nachzuweisen.

Der genaue Bodenaufbau (Bodenaustauschmächtigkeit etc.) ist entsprechend dem vorgesehenen Straßenoberbau nach RStO festzulegen. Zusätzlich muss in Probefeldern der Aufbau durch Plattendruckversuche überprüft und bestätigt werden.

Für die Anlage von Baustraßen gelten die o. g. Grundsätze gleichermaßen.

7.6 Abdichtung/ Dränung

Aufgrund der in Kap. 3.3 aufgeführten Daten ist mit Grundwasser nicht zu rechnen. Jedoch können Schichten-/ Quellwasserhorizonte nicht ausgeschlossen werden.

Zum derzeitigen Planungsstand liegen uns keine Detailpläne, Schnitte sowie Gründungstiefen etc. vor.

Nach den derzeitigen Erkenntnissen kann bei nicht unterkellerten und unterkellerten Bauteilen, welche in den sehr schwach durchlässigen Böden der Bodenschichten 2 bis 4 gründen, nach DIN 4095, Kapitel 3.6 b, eine Abdichtung mit Dränung gegen Stau- und Sickerwasser ausgeführt werden. Eine dauerhafte funktionsfähige Drainage ist sicherzustellen. Gemäß DIN 18 533 handelt es sich um die Wassereinwirkungsklasse W1.2-E. Die Abdichtung ist nach DIN 18 533 Kap. 8.5.1 vorzusehen. Falls ein Gründungspolster wird, wird die Verlegung der Dränage auf Höhe UK Gründungspolster außerhalb dem Lastausbreitungswinkel empfohlen.

Bei erhöhtem Schichten-/ Quellwasserzutritt sollte bei nicht unterkellerten und unterkellerten Bauteilen nach DIN 18533-1, Kapitel 5.1.3.2, eine Abdichtung gegen mäßige Einwirkung von drückendem Wasser – Hochwassereinwirkung bis 3 m (Wassereinwirkungsklasse W2.1-E nach DIN 18533-1, Tabelle 1) ausgeführt werden.

Die Hinweise der DIN 18 195 und DIN 18 533 für Bauwerksabdichtungen sind zusätzlich zu berücksichtigen.

Die erforderliche Abdichtung/ Dränung ist jedoch in einer Baugrundhauptuntersuchung nach DIN EN 1997 für die einzelnen Parzellen zu prüfen.

7.7 Versickerungsmöglichkeit

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 kann unbedenkliches und tolerierbares Niederschlagswasser entwässerungstechnisch in einem relevanten Versickerungsbereich mit einem k_f -Wert im Bereich von $1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s versickert werden. Sind die k_f -Werte kleiner als $1 \cdot 10^{-6}$ m/s, stauen die Versickerungsanlagen lange ein, wobei dann anaerobe Verhältnisse in der ungesättigten Zone auftreten können, die das Rückhalte- und Umwandlungsvermögen ungünstig beeinflussen können. In diesem Fall ist unter Umständen eine ergänzende Ableitungsmöglichkeit und/ oder der Anschluss an eine durchlässige Bodenschicht vorzusehen.

Die erkundeten Böden der Bodenschichten 2 bis 4 weisen deutlich geringere Durchlässigkeitsbeiwerte als $1 \cdot 10^{-6}$ m/s auf, weshalb eine Versickerung in diesen Bodenschichten nicht möglich ist.

Anfallendes Oberflächen- und Niederschlagswasser sollte in einem Kanal oder Vorfluter abgeleitet werden.

8. ERGÄNZENDE HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN

Vorliegend handelt es sich nach DIN EN 1997 um eine Baugrundvoruntersuchung. Für die sachgerechte Planung sind insbesondere die Verbausituation, Gründung, Wasserverhältnisse etc. detaillierter und ergänzend zu ermitteln.

Nach DIN EN 1997-1 ist spätestens nach dem Aushub der Baugrube von einem Sachverständigen für Geotechnik bzw. dem Berichtverfasser zu prüfen, ob die vorliegend getroffenen Annahmen über die Beschaffenheit und den Verlauf der die Gründung tragenden Schichten in der Gründungssohle zutreffen.

Die im vorliegenden Bericht angegebenen Tragfähigkeits- und Verdichtungsanforderungen sind durch Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen nachzuweisen.

Da durch Baustellenverkehr, Verdichtungsarbeit etc. Einflüsse auf die Nachbarbebauung und angrenzende Straßen nicht auszuschließen sind, wird eine Beweissicherung des Ist-Zustandes durch einen Sachverständigen für Geotechnik empfohlen.

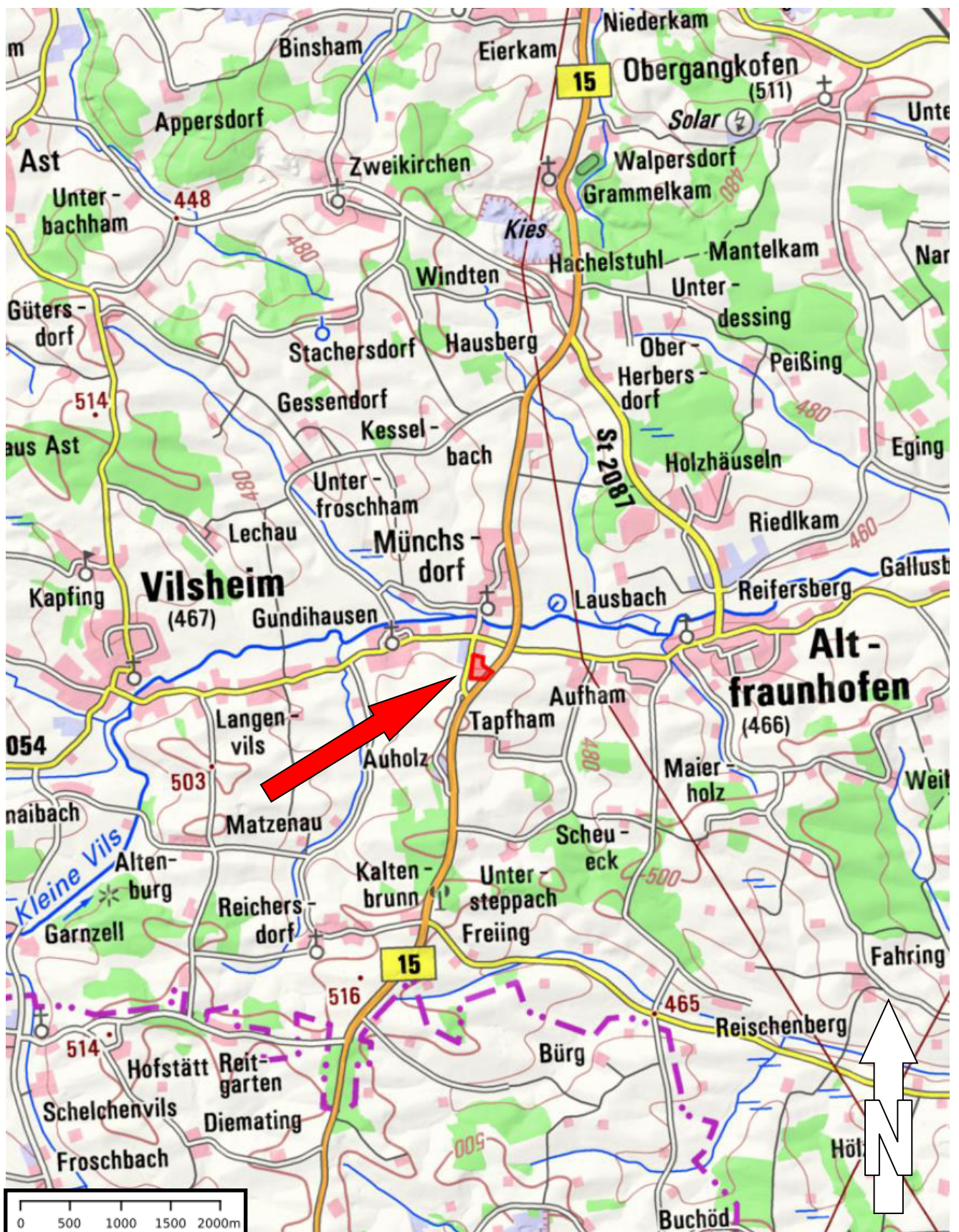
Bei Verdichtungsarbeiten, vor allem nahe an bestehender Bebauung, sind bauwerksunverträgliche Erschütterungseinwirkungen nicht auszuschließen, weshalb baubegleitende Erschütterungsmessungen empfohlen werden. Hierzu steht die IMH Ingenieurgesellschaft mbH kurzfristig zur Verfügung.

Bei den beauftragten Felduntersuchungen handelt es sich naturgemäß nur um punktuelle Aufschlüsse. Sollten sich während der Ausführung Abweichungen zum vorliegenden geotechnischen Bericht als auch planungsbedingte Änderungen ergeben, so ist der Berichtverfasser in Kenntnis zu setzen. Gegebenenfalls ist unsererseits die kurzfristige Erarbeitung einer ergänzenden Stellungnahme erforderlich.

Durch die derzeit noch nicht auf die DIN 18 300 (2019-09) angepasste ZTVE-StB und entsprechend überarbeitete DIN 4020 hinsichtlich erforderlicher Beurteilungen und Bauhinweise in einem Geotechnischen Bericht, ist die vorliegende Homogenbereichseinteilung als vorläufig anzusehen.

Die Einteilung der Homogenbereiche ist in Zusammenarbeit mit den Fachplanern unter Berücksichtigung der verschiedenen Gewerke, des Bauablaufs u. dgl. abzustimmen. Die endgültige, für die Ausschreibung gewählte Einteilung ist abschließend in einem Entwurfsbericht darzustellen.

Anlage 1



Erschließung GE Steimerberg 84186 Münchsdorf

Übersichtslageplan

Anlage 1.1a

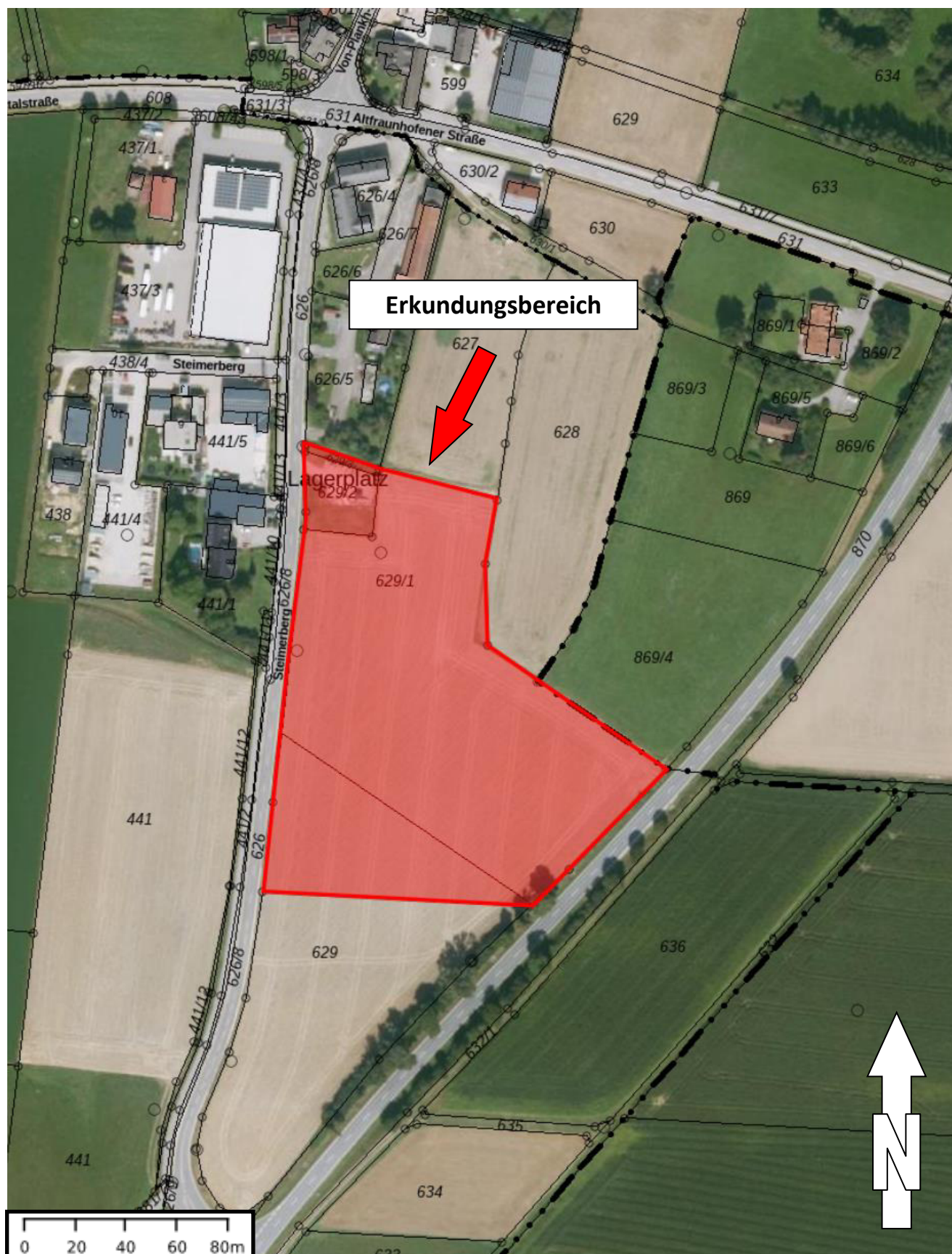
Datum: 12.03.2025

Maßstab: siehe Balken

Bearbeiter:

Annette Ranzinger





Erschließung GE Steimerberg 84186 Münchsdorf

Übersichtsaufnahme

Anlage 1.1b

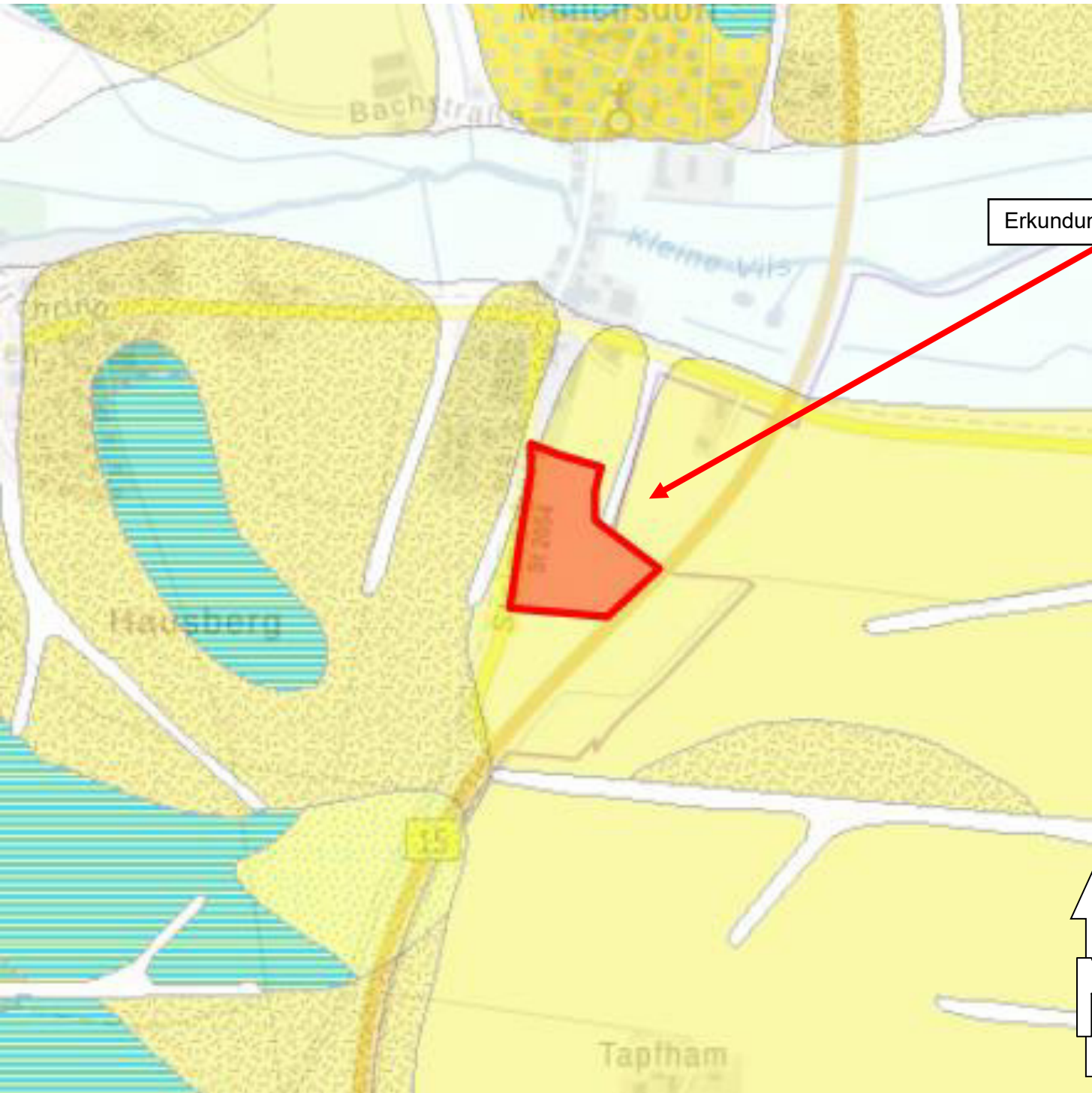
Datum: 12.03.2025

Maßstab: siehe Balken

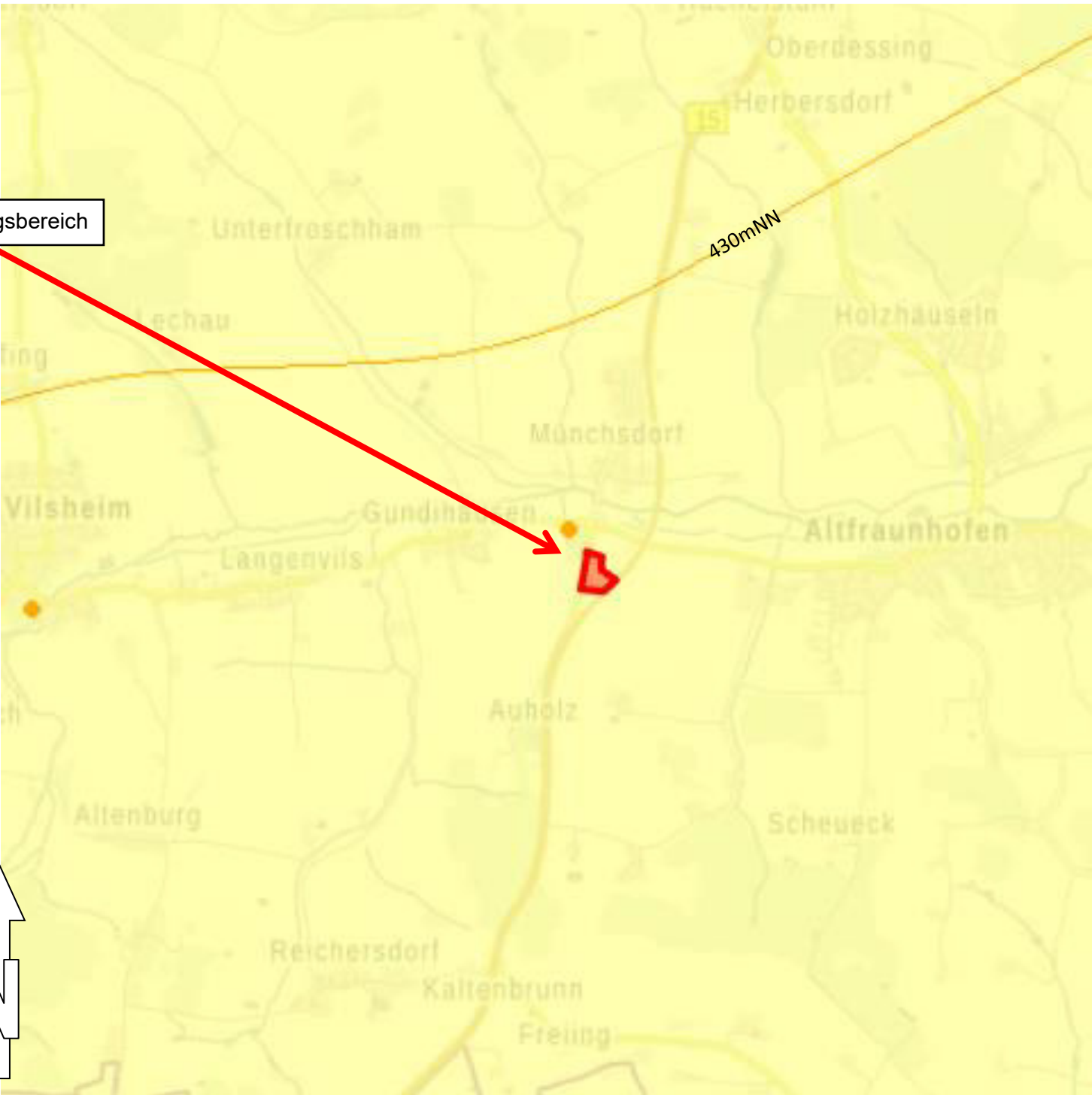
Bearbeiter:

Annette Ranzinger





Auszug digitale Geologische Karte von Bayern, M 1 : 25.000



Auszug digitale Hydrogeologische Karte von Bayern, M 1 : 100.000

Legende Geologie

Geologische Haupteinheit

- Talfüllung, polygenetisch, pleistozän bis holozän
- Bach- oder Flussablagerung, pleistozän bis holozän
- Lehm, umgelagert, pleistozän bis holozän
- Lößlehm, pleistozän
- Hangendserie (OSM), Feinsediment
- Hangendserie (OSM), Sand
- Nördliche Vollschotter-Abfolge (oberer Teil), Schotter

Legende Hydrogeologie

Verbreitung Grundwasserstockwerke

- Tertiär - Obere Süßwassermolasse (OSM)

Stützpunkte Grundwassergleichen

- Tertiär

Grundwassergleichen

- Tertiär, oberflächennah verbreitet
- Tertiär, vermutet und/oder überdeckt bzw. tiefer liegend

Erschließung GE Steierberg
84186 Münchsdorf

Geologischer/ Hydrogeologischer
Übersichtslageplan

Anlage 1.2a

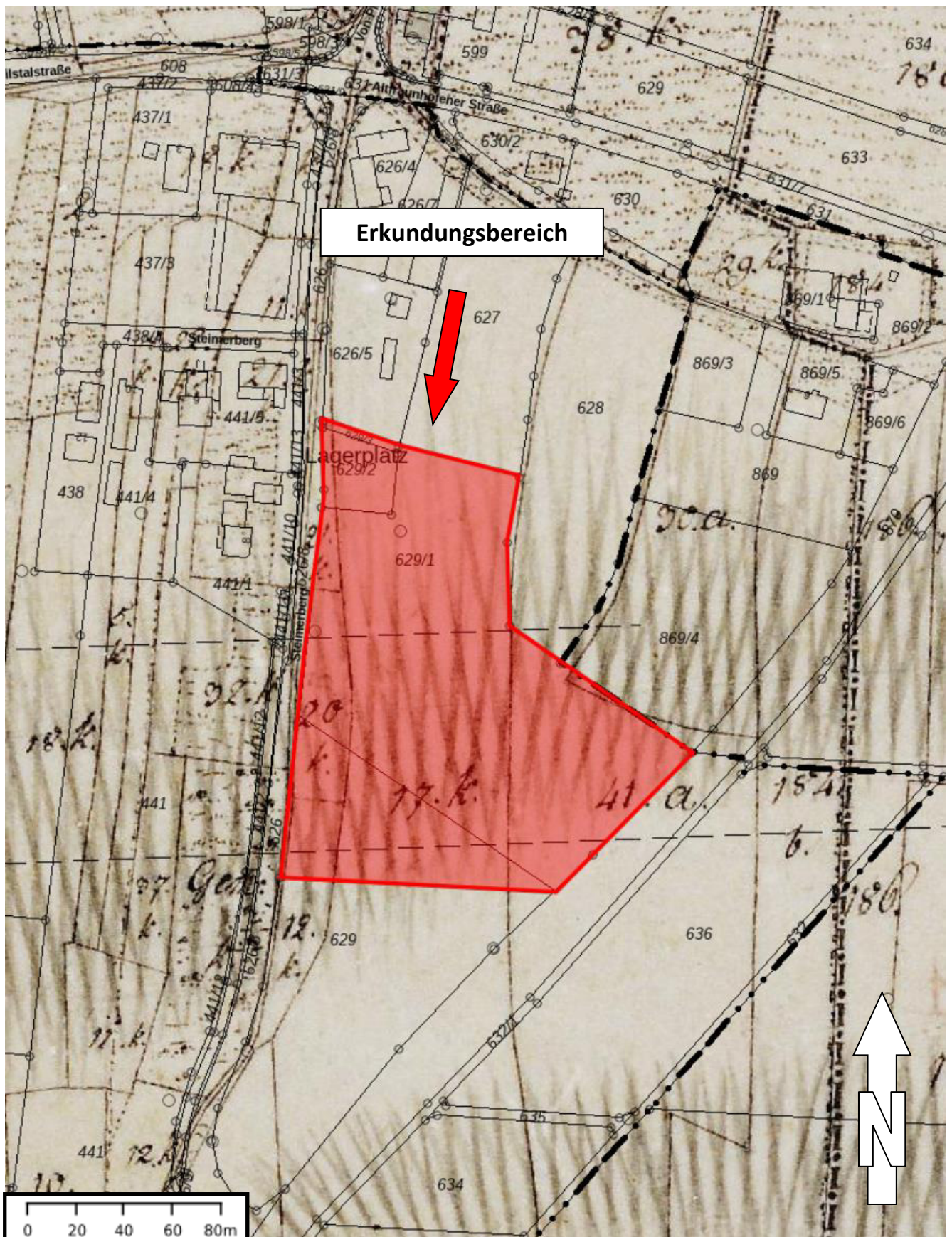
Datum: 12.03.2025

Maßstab: ohne

Bearbeiter:

Annette Ranzinger





Erschließung GE Steimerberg 84186 Münchsdorf

Historische Karte

Anlage 1.2b

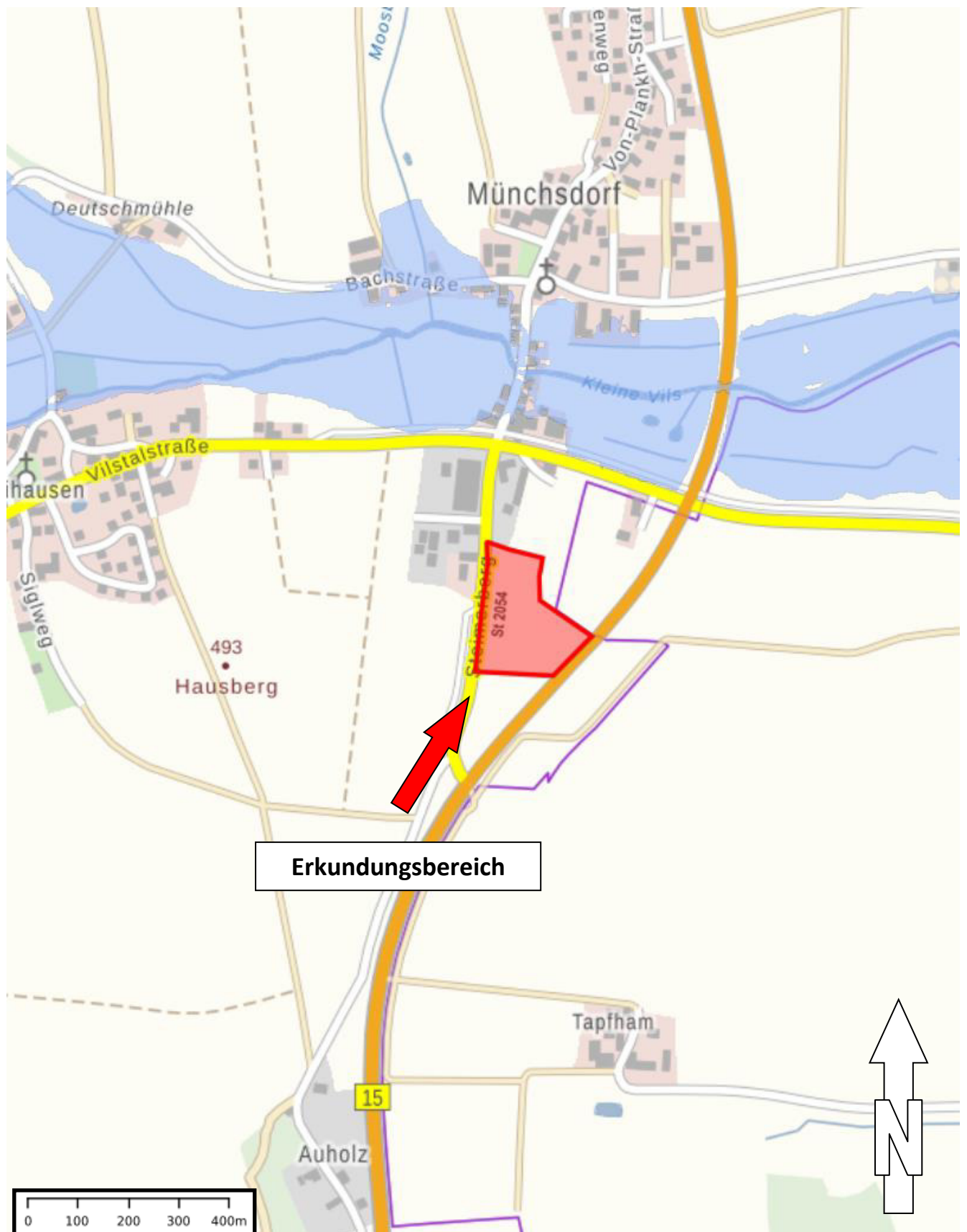
Datum: 12.03.2025

Maßstab: siehe Balken

Bearbeiter:

Annette Ranzinger





Legende:

- Hochwassergefahrenflächen HQ100
- Geschützte Gebiete HQ100

Erschließung GE Steimerberg 84186 Münchsdorf

Hochwassergefahrenflächen HQ100

Anlage 1.2c

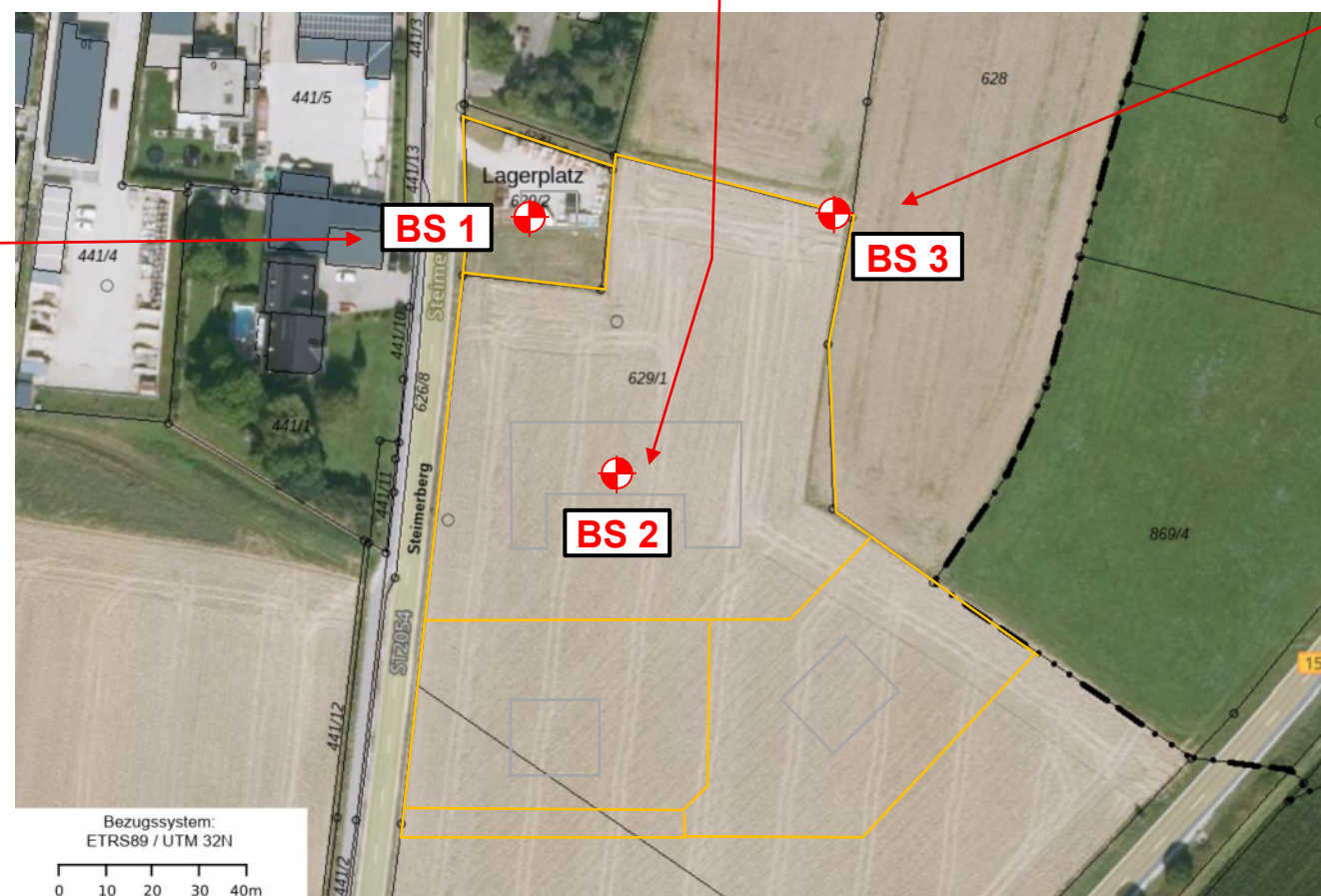
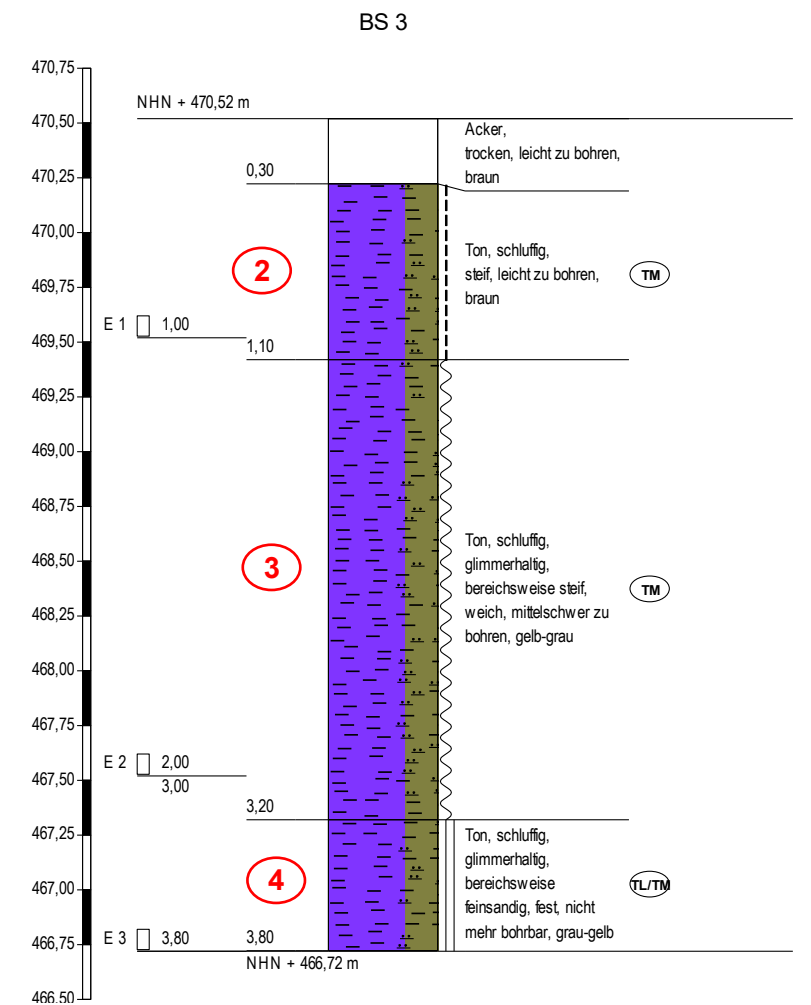
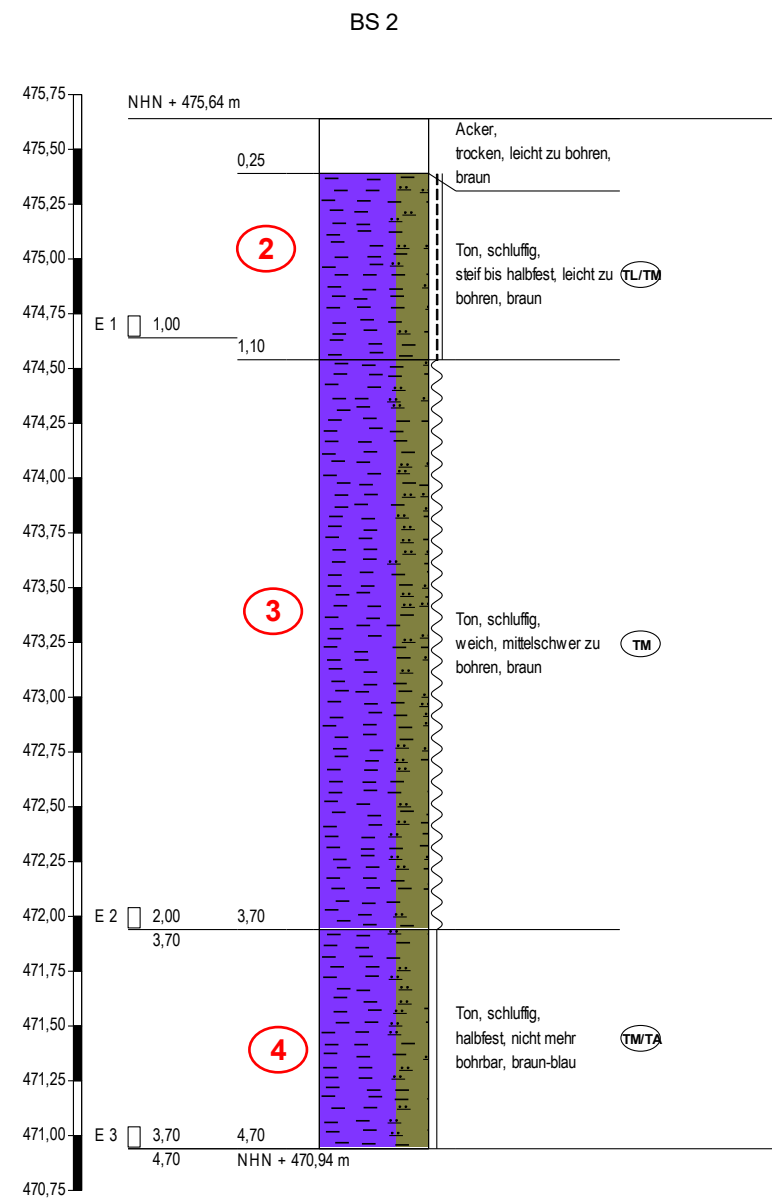
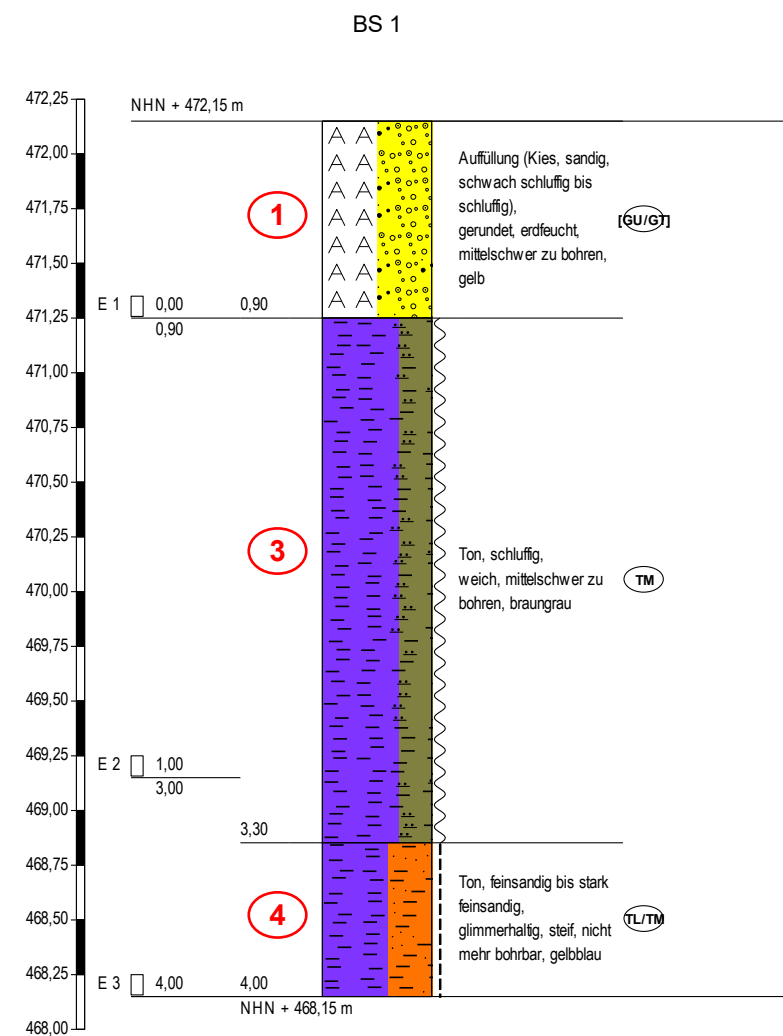
Datum: 12.03.2025

Maßstab: siehe Balken

Bearbeiter:

Annette Ranzinger





Legende:

	Bohrsondierung (BS)
	Bodenschicht Nr.

Erschließung GE Steimerberg,
84186 Münchsdorf

Detaillageplan

Anlage 1.3
Datum: 16.05.2025
Maßstab: s. Balken ohne
Bearbeiter:
Dipl.-Ing. (FH) Martin Loibl



Anlage 2

Boden- und Felsarten



Auffüllung, A



Feinsand, fS, feinsandig, fs



Schluff, U, schluffig, u



Kies, G, kiesig, g



Sand, S, sandig, s



Ton, T, tonig, t

Korngrößenbereich

f - fein
m - mittel
g - grob

Nebenanteile

' - schwach (<15%)
- - stark (30-40%)

Bodengruppe nach DIN 18196



enggestufte Kiese



Intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische



weitgestufte Sand-Kies-Gemische



Kies-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm



Kies-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm



Sand-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm



Sand-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm



leicht plastische Schluffe



ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff



mittelpastische Tone



Schluffe mit organischen Beimengungen



grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen
humoser Art



nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)



Schlämme (Faulschlamm, Mudde, Gytja, Dy,
Sapropel)



Auffüllung aus Fremdstoffen



weitgestufte Kiese



enggestufte Sande



Intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische



Kies-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm



Kies-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm



Sand-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm



Sand-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm



mittelpastische Schluffe



leicht plastische Tone



ausgeprägt plastische Tone



Tone mit organischen Beimengungen



grob- bis gemischtkörnige Böden mit kalkigen,
kieseligen Bildungen



zersetzte Torfe



Auffüllung aus natürlichen Böden

Konsistenz



breiig



weich



steif



halbfest



fest

Proben

A1 ☒ 1,00

Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der
Entnahmekategorie A aus 1,00 m Tiefe

C1 ☐ 1,00

Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der
Entnahmekategorie C aus 1,00 m Tiefe

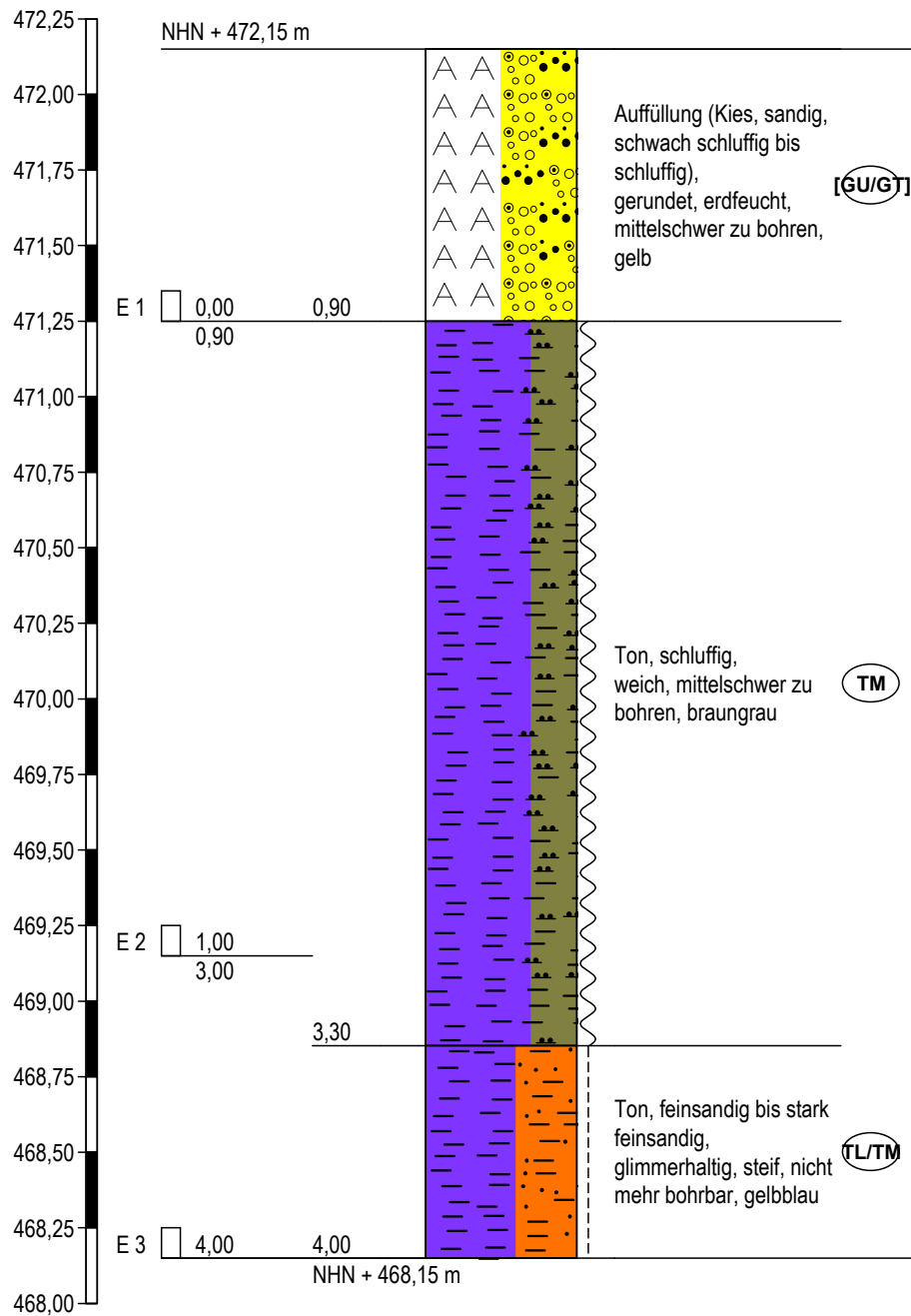
B1 ☒ 1,00

Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der
Entnahmekategorie B aus 1,00 m Tiefe

W1 ☐ 1,00

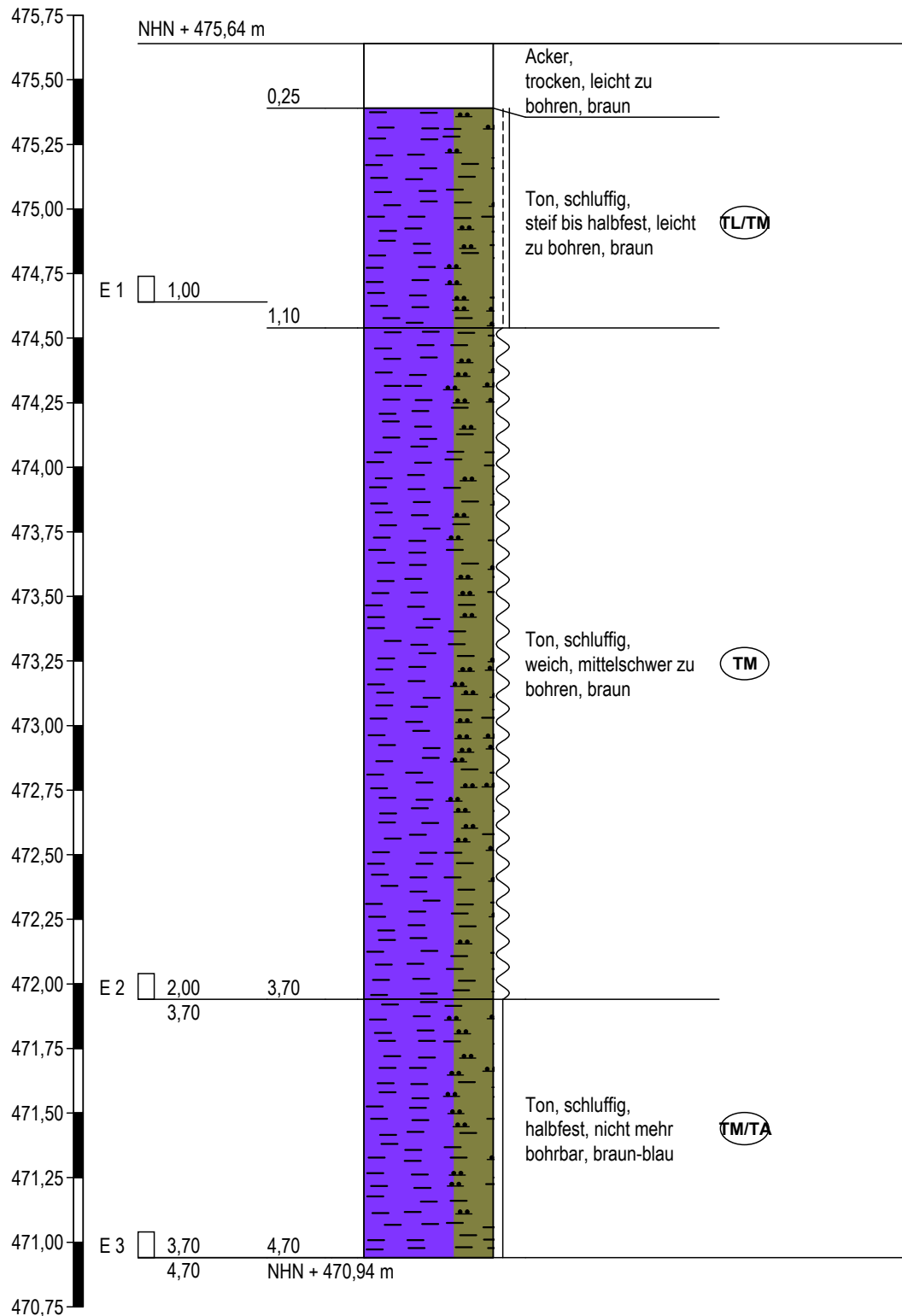
Wasserprobe Nr 1 aus 1,00 m Tiefe

BS 1



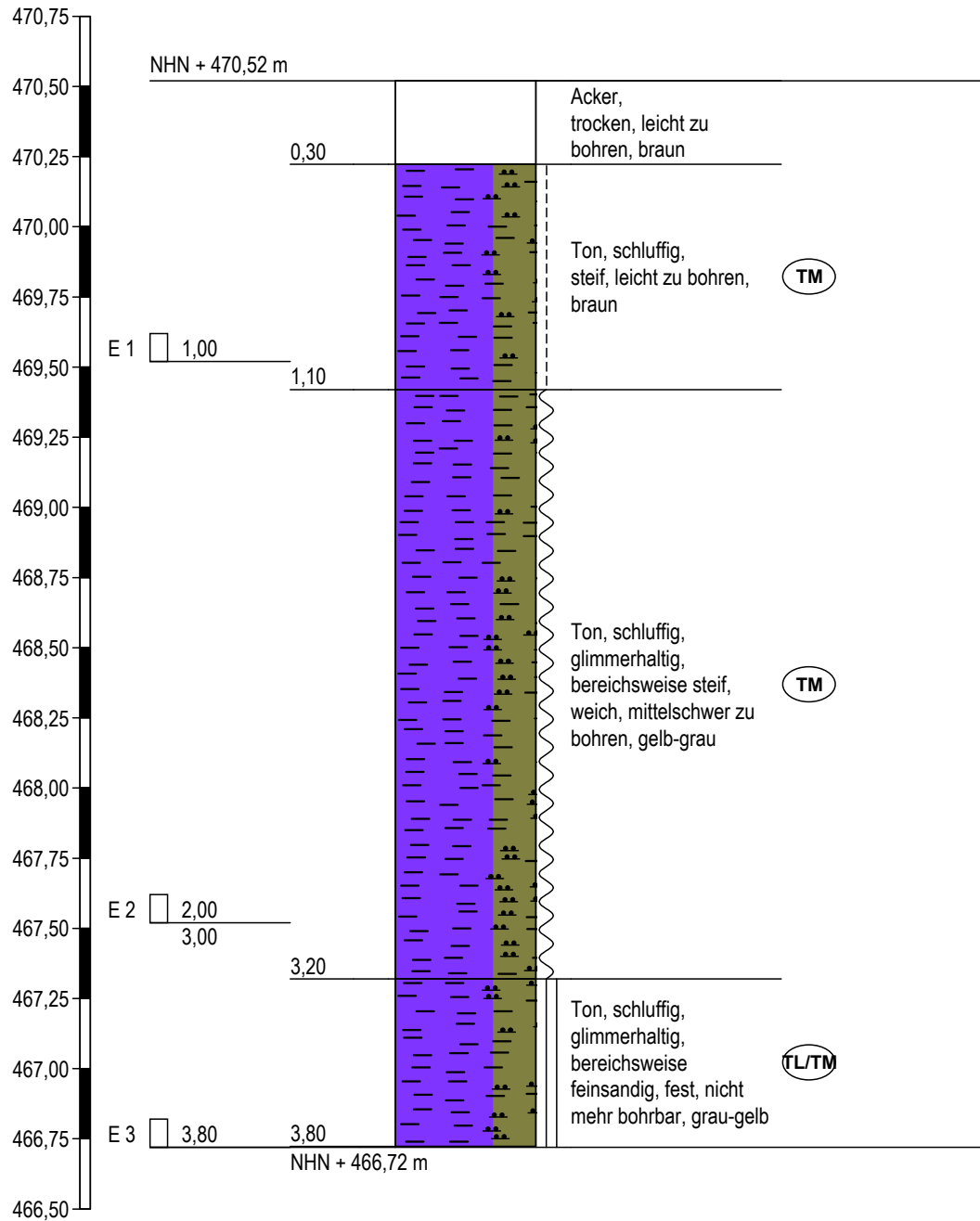
Höhenmaßstab 1:25

BS 2



Höhenmaßstab 1:25

BS 3



Höhenmaßstab 1:25

Anlage 3

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage 3 Bericht: 25221234 Az.: 25221234		
Bauvorhaben: Gewerbegebiet Steimerberg, Münchsdorf								
Bohrung Nr BS 1 /Blatt 1						Datum: 17.04.25		
1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk-gehalt				
0,90	a) Auffüllung (Kies, sandig, schwach schluffig bis schluffig)					C	E 1	0,90
	b)							
	c) gerundet, erdfeucht	d) mittelschwer zu bohren	e) gelb					
	f)	g)	h) [GU/GT]	i)				
3,30	a) Ton, schluffig					C	E 2	3,00
	b)							
	c) weich	d) mittelschwer zu bohren	e) braungrau					
	f)	g)	h) TM	i)				
4,00	a) Ton, feinsandig bis stark feinsandig				Gewicht springt zurück	C	E 3	4,00
	b) glimmerhaltig							
	c) steif	d) nicht mehr bohrbar	e) gelbblau					
	f)	g)	h) TL/TM	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage 3 Bericht: 25221234 Az.: 25221234		
Bauvorhaben: Gewerbegebiet Steimerberg, Münchsdorf								
Bohrung Nr BS 2 /Blatt 1						Datum: 17.04.25		
1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,25	a) Acker							
	b)							
	c) trocken	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
1,10	a) Ton, schluffig					C	E 1	1,00
	b)							
	c) steif bis halbfest	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) TL/TM	i)				
3,70	a) Ton, schluffig					C	E 2	3,70
	b)							
	c) weich	d) mittelschwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) TM	i)				
4,70	a) Ton, schluffig				Gewicht springt zurück	C	E 3	4,70
	b)							
	c) halbfest	d) nicht mehr bohrbar	e) braun-blau					
	f)	g)	h) TM/TA	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.								

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage 3 Bericht: 25221234 Az.: 25221234		
Bauvorhaben: Gewerbegebiet Steimerberg, Münchsdorf								
Bohrung Nr BS 3 /Blatt 1						Datum: 17.04.25		
1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter-kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk-gehalt				
0,30	a) Acker							
	b)							
	c) trocken	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
1,10	a) Ton, schluffig					C	E 1	1,00
	b)							
	c) steif	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) TM	i)				
3,20	a) Ton, schluffig					C	E 2	3,00
	b) glimmerhaltig, bereichsweise steif							
	c) weich	d) mittelschwer zu bohren	e) gelb-grau					
	f)	g)	h) TM	i)				
3,80	a) Ton, schluffig				Gewicht springt zurück	C	E 3	3,80
	b) glimmerhaltig, bereichsweise feinsandig							
	c) fest	d) nicht mehr bohrbar	e) grau-gelb					
	f)	g)	h) TL/TM	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Anlage 4

Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN EN ISO 17892-12

Prüfungs-Nr. : L25221234 - Att 01
Bauvorhaben : Erschließung Gewerbegebiet Steimerberg,
Münchsdorf
Ausgeführt durch : ES
am : 30.04.2025
Bemerkung :
Probe: 252037

Entnahmestelle : BS 1 - E 2
Entnahmetiefe : 1,0 - 3,0 m unter GOK
Bodenart : Ton, sandig, schwach schluffig
(gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 17.04.2025 durch :

Fließgrenze

Behälter Nr. :	60	78	57	11	
Zahl der Schläge :	39	30	26	19	
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g] :	43,60	46,54	70,61	67,16	
Trockene Probe + Behälter m_d+m_B [g] :	39,41	41,52	64,71	61,95	
Behälter m_B [g] :	28,38	29,07	50,32	49,82	
Wasser $m - m_d = m_w$ [g] :	4,19	5,02	5,90	5,21	
Trockene Probe m_d [g] :	11,03	12,45	14,39	12,13	
Wassergehalt $m_w / m_d * 100$ [%] :	37,99	40,32	41,00	42,95	
Wert übernehmen	☒	☒	☒	☒	

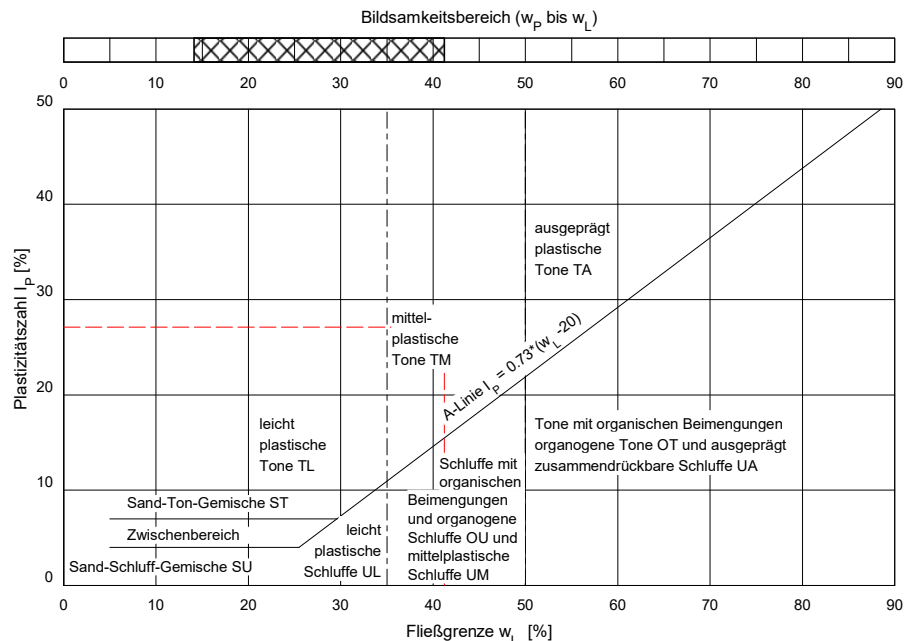
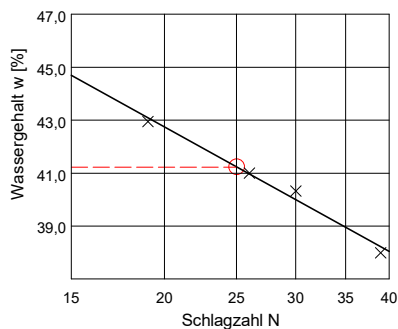
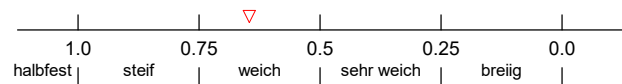
Ausrollgrenze

89	52	5	
33,29	54,90	53,56	
32,74	54,37	53,02	
28,94	50,38	49,31	
0,55	0,53	0,54	
3,80	3,99	3,71	
14,47	13,28	14,56	

Natürlicher Wassergehalt : $w = 23,69$ %
Größtkorn : mm
Masse des Überkorns : g
Trockenmasse der Probe : g
Überkornanteil : $\bar{u} = 0,00$ %
Anteil $\leq 0,4$ mm : $m_d / m = 100,00$ %
Anteil $\leq 0,002$ mm : $m_T / m =$ %
Wassergehalt (Überkorn) $w_{\bar{u}} = 0,00$ %
korr. Wassergehalt : $w_K = \frac{w - w_{\bar{u}} * \bar{u}}{1,0 - \bar{u}} = 23,69$ %

Bodengruppe = TM
Fließgrenze $w_L = 41,23$ %
Ausrollgrenze $w_P = 14,10$ %
Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 27,13$ %
Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_K}{w_L - w_P} = 0,65 \triangleq$ weich
Liquiditätszahl $I_L = 1 - I_C = 0,35$
Aktivitätszahl $I_A = \frac{I_P}{m_T / m_d} =$

Zustandsform



Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN EN ISO 17892-12

Prüfungs-Nr. : L25221234 - Att 02
Bauvorhaben : Erschließung Gewerbegebiet Steimerberg,
Münchsdorf
Ausgeführt durch : ES
am : 30.04.2025
Bemerkung :
Probe: 252040

Entnahmestelle : BS 2 - E 2
Entnahmetiefe : 2,0 - 3,7 m unter GOK
Bodenart : Ton, schluffig, schwach sandig
(gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 17.04.2025 durch :

Fließgrenze

Behälter Nr. :	86	93	36	62	
Zahl der Schläge :	40	33	26	20	
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g] :	54,76	55,09	79,76	81,43	
Trockene Probe + Behälter m_d+m_B [g] :	47,45	47,81	71,26	71,75	
Behälter m_B [g] :	28,89	29,71	51,22	50,02	
Wasser $m - m_d = m_w$ [g] :	7,31	7,28	8,50	9,68	
Trockene Probe m_d [g] :	18,56	18,10	20,04	21,73	
Wassergehalt $m_w / m_d * 100$ [%] :	39,39	40,22	42,42	44,55	
Wert übernehmen	☒	☒	☒	☒	

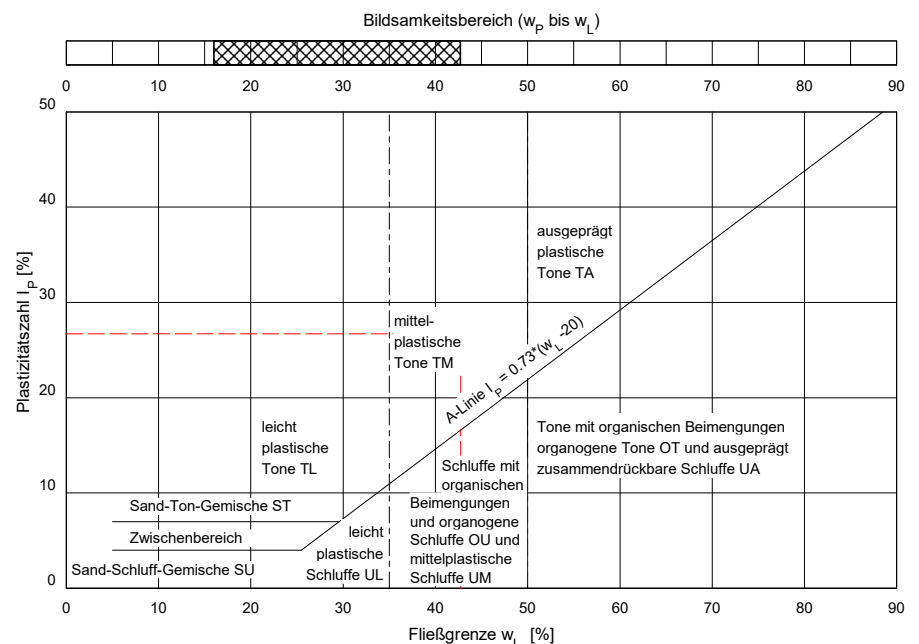
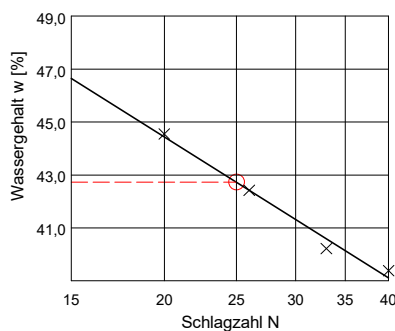
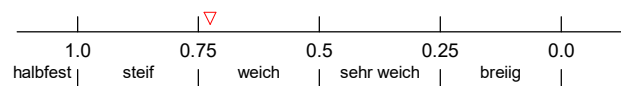
Ausrollgrenze

40	14	49	
34,09	54,61	50,45	
33,47	53,97	49,88	
29,47	50,11	46,31	
0,62	0,64	0,57	
4,00	3,86	3,57	
15,50	16,58	15,97	

Natürlicher Wassergehalt : $w = 23,33$ %
Größtkorn : mm
Masse des Überkorns : g
Trockenmasse der Probe : g
Überkornanteil : $\bar{u} = 0,00$ %
Anteil $\leq 0,4$ mm : $m_d / m = 100,00$ %
Anteil $\leq 0,002$ mm : $m_T / m =$ %
Wassergehalt (Überkorn) $w_{\bar{u}} = 0,00$ %
korr. Wassergehalt : $w_K = \frac{w - w_{\bar{u}} * \bar{u}}{1,0 - \bar{u}} = 23,33$ %

Bodengruppe = TM
Fließgrenze $w_L = 42,72$ %
Ausrollgrenze $w_P = 16,02$ %
Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 26,71$ %
Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_K}{w_L - w_P} = 0,73 \triangleq$ weich
Liquiditätszahl $I_L = 1 - I_C = 0,27$
Aktivitätszahl $I_A = \frac{I_P}{m_T / m_d} =$

Zustandsform



Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN EN ISO 17892-12

Prüfungs-Nr. : L25221234 - Att 03
Bauvorhaben : Erschließung Gewerbegebiet Steimerberg,
Münchsdorf
Ausgeführt durch : JHI
am : 02.05.2025
Bemerkung :
Probe: 252041

Entnahmestelle : BS 3 - E 1
Entnahmetiefe : 1,0 m unter GOK
Bodenart : Ton, schluffig
(gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 17.04.2025 durch :

Fließgrenze

Behälter Nr. :	83	17	76	6	
Zahl der Schläge :	38	31	26	16	
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g] :	58,11	54,57	75,93	79,22	
Trockene Probe + Behälter m_d+m_B [g] :	49,44	46,68	67,62	68,58	
Behälter m_B [g] :	29,31	28,95	49,34	46,11	
Wasser $m - m_d = m_w$ [g] :	8,67	7,89	8,31	10,64	
Trockene Probe m_d [g] :	20,13	17,73	18,28	22,47	
Wassergehalt $m_w / m_d * 100$ [%] :	43,07	44,50	45,46	47,35	
Wert übernehmen	☒	☒	☒	☒	

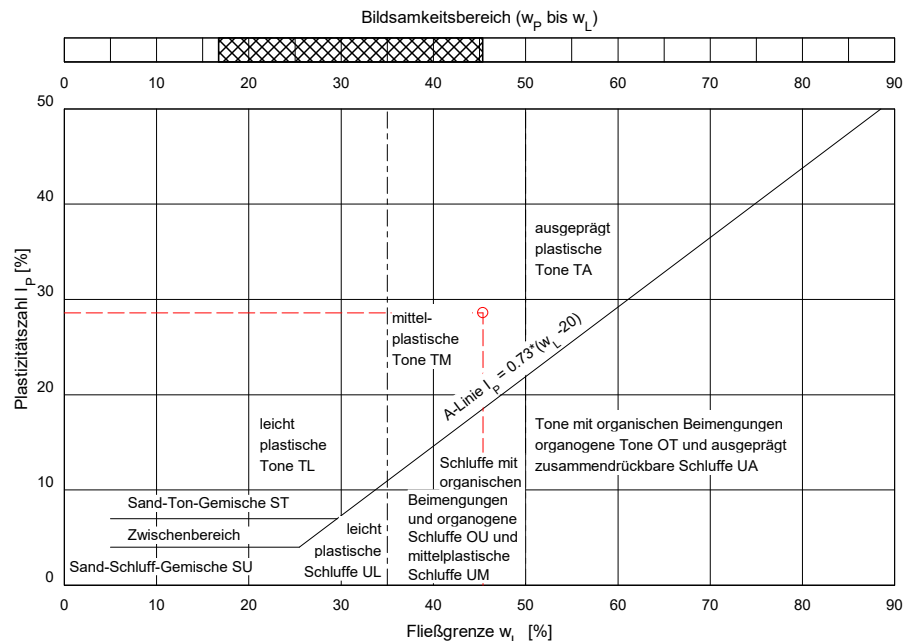
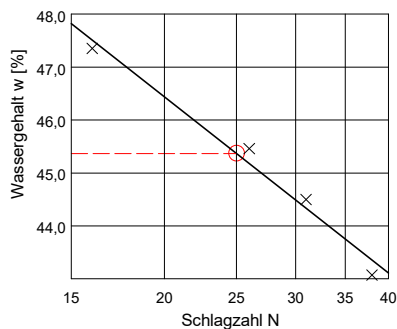
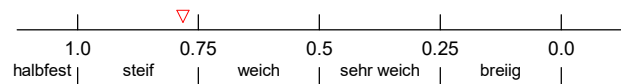
Ausrollgrenze

85	72	13	
33,34	51,88	48,31	
32,74	51,23	47,70	
29,10	47,36	44,12	
0,60	0,65	0,61	
3,64	3,87	3,58	
16,48	16,80	17,04	

Natürlicher Wassergehalt : $w = 23,01$ %
Größtkorn : mm
Masse des Überkorns : g
Trockenmasse der Probe : g
Überkornanteil : $\bar{u} = 0,00$ %
Anteil $\leq 0,4$ mm : $m_d / m = 100,00$ %
Anteil $\leq 0,002$ mm : $m_T / m =$ %
Wassergehalt (Überkorn) $w_{\bar{u}} = 0,00$ %
korr. Wassergehalt : $w_K = \frac{w - w_{\bar{u}} * \bar{u}}{1,0 - \bar{u}} = 23,01$ %

Bodengruppe = TM
Fließgrenze $w_L = 45,37$ %
Ausrollgrenze $w_P = 16,77$ %
Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 28,60$ %
Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_K}{w_L - w_P} = 0,78 \triangleq \text{steif}$
Liquiditätszahl $I_L = 1 - I_C = 0,22$
Aktivitätszahl $I_A = \frac{I_P}{m_T / m_d} =$

Zustandsform



Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN EN ISO 17892-12

Prüfungs-Nr. : L25221234 - Att 04
Bauvorhaben : Erschließung Gewerbegebiet Steimerberg,
Münchsdorf
Ausgeführt durch : JHi
am : 02.05.2025
Bemerkung :
Probe: 252042

Entnahmestelle : BS 3 - E 2
Entnahmetiefe : 2,0 - 3,0 m unter GOK
Bodenart : Ton, schluffig
(gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 17.04.2025 durch :

Fließgrenze

Behälter Nr. :	45	94	6	29	
Zahl der Schläge :	36	33	27	20	
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g] :	59,49	57,44	75,91	83,40	
Trockene Probe + Behälter m_d+m_B [g] :	51,22	49,84	68,24	74,09	
Behälter m_B [g] :	28,34	29,49	48,21	51,05	
Wasser $m - m_d = m_w$ [g] :	8,27	7,60	7,67	9,31	
Trockene Probe m_d [g] :	22,88	20,35	20,03	23,04	
Wassergehalt $m_w / m_d * 100$ [%] :	36,15	37,35	38,29	40,41	
Wert übernehmen	☒	☒	☒	☒	

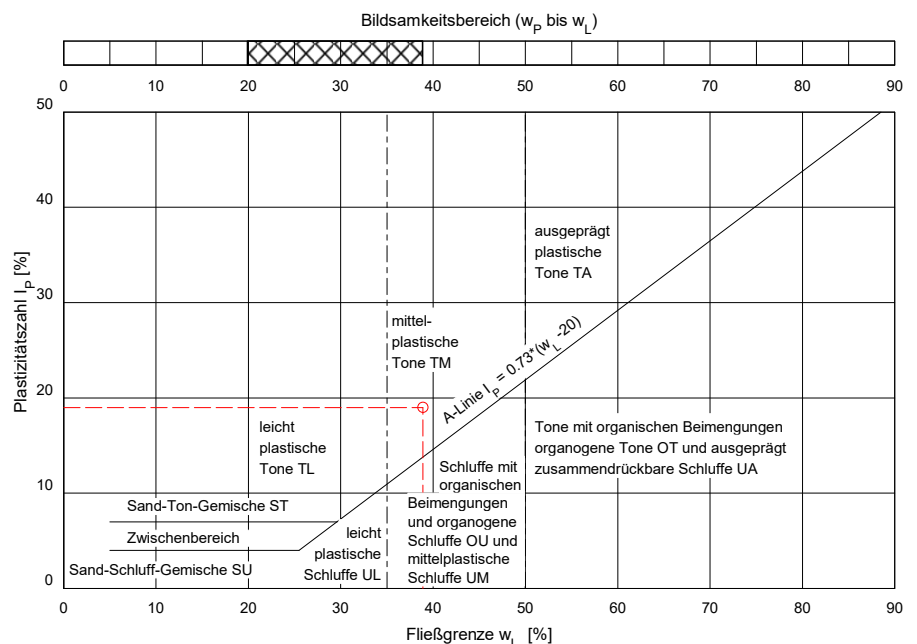
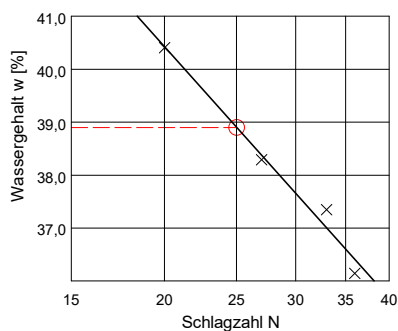
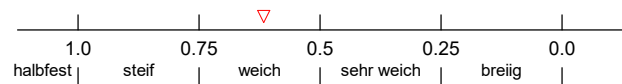
Ausrollgrenze

89	52	5	
33,20	54,71	53,37	
32,49	54,00	52,69	
28,94	50,38	49,31	
0,71	0,71	0,68	
3,55	3,62	3,38	
20,00	19,61	20,12	

Natürlicher Wassergehalt : $w = 27,19$ %
Größtkorn : mm
Masse des Überkorns : g
Trockenmasse der Probe : g
Überkornanteil : $\bar{u} = 0,00$ %
Anteil $\leq 0,4$ mm : $m_d / m = 100,00$ %
Anteil $\leq 0,002$ mm : $m_T / m =$ %
Wassergehalt (Überkorn) $w_{\bar{u}} = 0,00$ %
korr. Wassergehalt : $w_K = \frac{w - w_{\bar{u}} * \bar{u}}{1,0 - \bar{u}} = 27,19$ %

Bodengruppe = TM
Fließgrenze $w_L = 38,90$ %
Ausrollgrenze $w_P = 19,91$ %
Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 18,99$ %
Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_K}{w_L - w_P} = 0,62 \triangleq$ weich
Liquiditätszahl $I_L = 1 - I_C = 0,38$
Aktivitätszahl $I_A = \frac{I_P}{m_T / m_d} =$

Zustandsform





Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg
Telefon: 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L25221234 - W 01
Anlage : 4
zu : 25221234

Bestimmung des Wassergehaltes
durch Ofentrocknung
nach DIN EN ISO 17892-1

Prüfungs-Nr. : L25221234 - W 01
Bauvorhaben : Erschließung Gewerbegebiet Steimerberg,
Münchsdorf
Ausgeführt durch : ES
am : 30.04.2025
Bemerkung :
Probe: 252038

Entnahmestelle : BS 1 - E 3
Entnahmetiefe : 4,0 m unter GOK
Bodenart : Ton, schluffig, schwach sandig
(gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 17.04.2025 durch :

Nr. des Versuchs	1	2	3	4	5	Mittelwert
Bestimmung des Wassergehaltes w						
Bezeichnung der Probe	20	23	13			
Masse Feuchtprobe + Behälter $m + m_B$ [g]	346,40	365,00	335,00			
Masse trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	303,60	318,30	295,30			
Masse des Behälters m_B [g]	135,50	132,60	135,50			
Masse des Porenwassers m_w [g]	42,80	46,70	39,70			
Masse der trockenen Probe m_d [g]	168,10	185,70	159,80			
Wassergehalt $m_w / m_d = w$ [%]	25,46	25,15	24,84			25,15

Bemerkungen :



Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg
Telefon: 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L25221234 - W 02

Anlage : 4

zu : 25221234

Bestimmung des Wassergehaltes
durch Ofentrocknung
nach DIN EN ISO 17892-1

Prüfungs-Nr. : L25221234 - W 02
Bauvorhaben : Erschließung Gewerbegebiet Steimerberg,
Münchsdorf
Ausgeführt durch : ES
am : 30.04.2025
Bemerkung :
Probe: 252039

Entnahmestelle : BS 2 - E 1

Entnahmetiefe : 1,0 m unter GOK
Bodenart : Ton, schwach schluffig, schwach sandig
(gem. BA)

Art der Entnahme : gestört

Entnahme am : 17.04.2025 durch :

Nr. des Versuchs	1	2	3	4	5	Mittelwert
Bestimmung des Wassergehaltes w						
Bezeichnung der Probe	28	15	12			
Masse Feuchtprobe + Behälter $m + m_B$ [g]	335,30	337,50	328,60			
Masse trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	301,60	302,20	295,70			
Masse des Behälters m_B [g]	134,90	132,60	135,60			
Masse des Porenwassers m_w [g]	33,70	35,30	32,90			
Masse der trockenen Probe m_d [g]	166,70	169,60	160,10			
Wassergehalt $m_w / m_d = w$ [%]	20,22	20,81	20,55			20,53

Bemerkungen :



Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg
Telefon: 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L25221234 - W 03
Anlage : 4
zu : 25221234

Bestimmung des Wassergehaltes
durch Ofentrocknung
nach DIN EN ISO 17892-1

Prüfungs-Nr. : L25221234 - W 03
Bauvorhaben : Erschließung Gewerbegebiet Steimerberg,
Münchsdorf
Ausgeführt durch : ES
am : 30.04.2025
Bemerkung :
Probe: 252040

Entnahmestelle : BS 2 - E 2
Entnahmetiefe : 2,0 - 3,7 m unter GOK
Bodenart : Ton, schluffig, schwach sandig
(gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 17.04.2025 durch :

Nr. des Versuchs	1	2	3	4	5	Mittelwert
Bestimmung des Wassergehaltes w						
Bezeichnung der Probe	14	11	26			
Masse Feuchtprobe + Behälter $m + m_B$ [g]	329,60	366,70	346,30			
Masse trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	292,90	321,60	305,50			
Masse des Behälters m_B [g]	135,60	135,30	135,60			
Masse des Porenwassers m_w [g]	36,70	45,10	40,80			
Masse der trockenen Probe m_d [g]	157,30	186,30	169,90			
Wassergehalt $m_w / m_d = w$ [%]	23,33	24,21	24,01			23,85

Bemerkungen :



Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg
Telefon: 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L25221234 - W 04
Anlage : 4
zu : 25221234

Bestimmung des Wassergehaltes
durch Ofentrocknung
nach DIN EN ISO 17892-1

Prüfungs-Nr. : L25221234 - W 04
Bauvorhaben : Erschließung Gewerbegebiet Steimerberg,
Münchsdorf
Ausgeführt durch : ES
am : 30.04.2025
Bemerkung :
Probe: 252042

Entnahmestelle : BS 3 - E 2
Entnahmetiefe : 2,0 - 3,0 m unter GOK
Bodenart : Ton, schluffig
(gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 17.04.2025 durch :

Nr. des Versuchs	1	2	3	4	5	Mittelwert
Bestimmung des Wassergehaltes w						
Bezeichnung der Probe	27	21	25			
Masse Feuchtprobe + Behälter $m + m_B$ [g]	323,10	347,60	328,50			
Masse trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	280,60	298,40	286,00			
Masse des Behälters m_B [g]	135,00	133,80	135,50			
Masse des Porenwassers m_w [g]	42,50	49,20	42,50			
Masse der trockenen Probe m_d [g]	145,60	164,60	150,50			
Wassergehalt $m_w / m_d = w$ [%]	29,19	29,89	28,24			29,11

Bemerkungen :

Anlage 5

