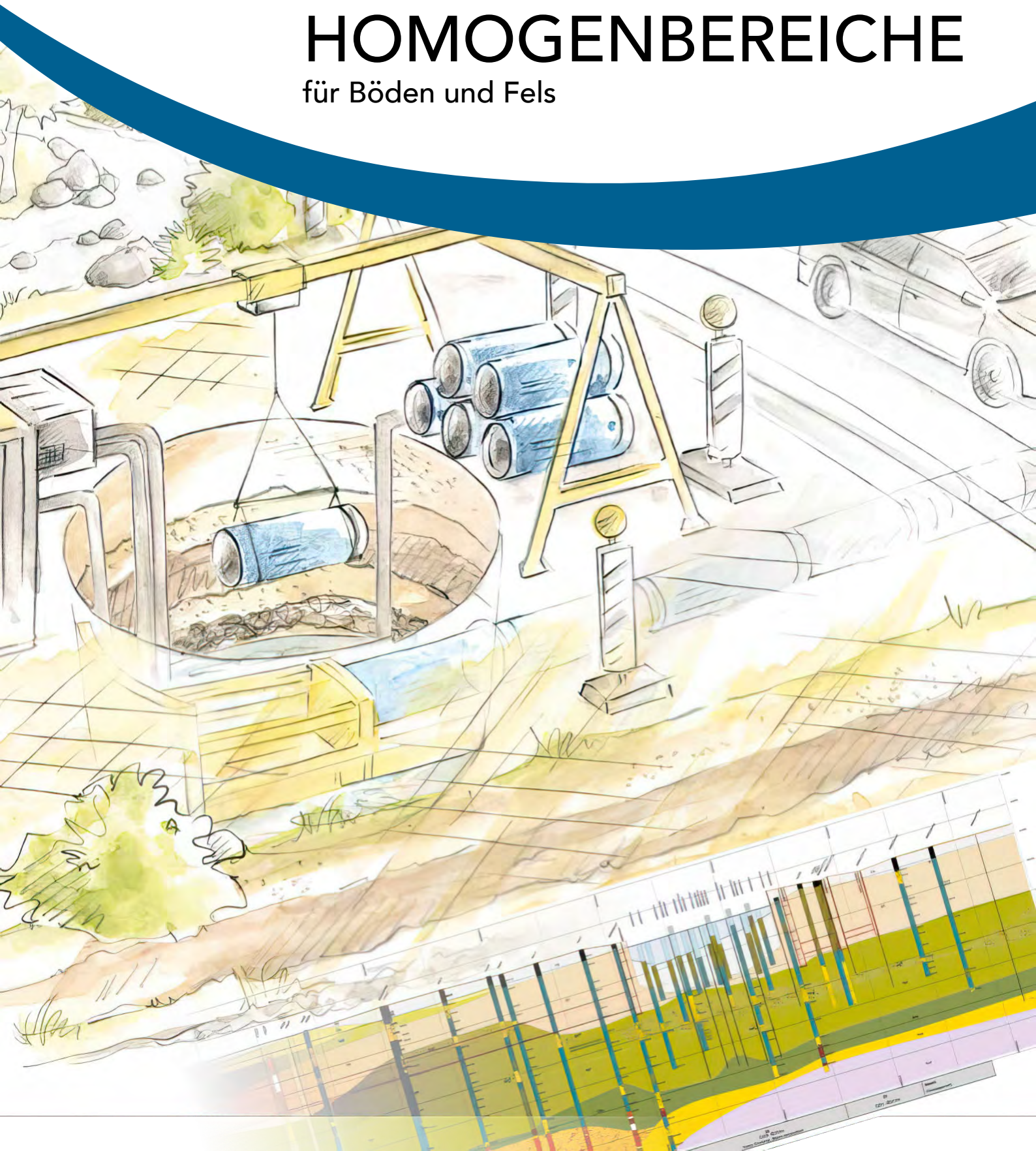



Baugrunderkundung und
Baugrundbeschreibung für Rohrvortriebe

HOMOGENBEREICHE

für Böden und Fels





Baugrunderkundung und Baugrundbeschreibung für Rohrvortriebe – Homogenbereiche für Böden und Fels

Die Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) Rohrvortriebsarbeiten – DIN 18319 in der jeweils aktuellen Fassung bilden die Grundlage für die VOB-gerechte Ausschreibung, Durchführung und Abrechnung von Rohrvortriebsarbeiten.

Der Abschnitt 2 - Stoffe, Bauteile - der Norm enthält u.a. auch Regelungen für die durch den Auftraggeber vorzunehmende Untersuchung und Beschreibung des Baugrunds.

Die erfolgreiche Anwendung des Rohrvortriebsverfahrens ist in besonderem Maße von einer sorgfältigen Baugrunderkundung und Baugrundbeschreibung abhängig. Nur so werden die Bieter in die Lage versetzt, das für die anstehenden Baugrundverhältnisse geeignete Rohrvortriebsverfahren auswählen und ihre Preise sicher kalkulieren zu können.

Seit der Einführung der DIN 18319 im Jahr 1992 erfolgte die Beschreibung des Baugrunds durch Boden- und Felsklassen sowie Zusatzklassen für Steine und Blöcke, die auf die besonderen Erfordernisse von Rohrvortriebsarbeiten zugeschnitten waren. Dieses System der Baugrundbeschreibung wurde im Laufe der Jahre durch die Einführung weiterer Boden- und Zusatzklassen fortentwickelt und somit den Erkenntnissen der Praxis, aber auch dem technischen Fortschritt angepasst.

Die Zuordnung der einzelnen Bodenschichten zu den Bodenklassen erfolgte aufgrund der Parameter Korngrößenverteilung, Lagerungsdichte und Konsistenz. Fels wurde entsprechend der Druckfestigkeit sowie des Trennflächenabstands differenziert. Die Unterteilung der Boden- und Felsklassen orientierte sich an den Einsatzmöglichkeiten und -grenzen der verschiedenen Rohrvortriebsverfahren und der dafür verfügbaren Maschinenteknik.

Trotz der unbestreitbar vorhandenen Schwächen war das System bei Auftraggebern, Planern, Gutachtern und Auftragnehmern bekannt und akzeptiert.

Seit 2015 gilt nun die überarbeitete ATV DIN 18319. Die Baugrundbeschreibung für Rohrvortriebsarbeiten hat jetzt, wie für die übrigen Gewerke des Tiefbaus, durch die Einteilung der erkundeten Schichten in Homogenbereiche zu erfolgen.

Ein Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für Rohrvortriebsarbeiten vergleichbare Eigenschaften aufweist.

Für jeden Homogenbereich sind Eigenschaften und Kennwerte sowie deren Bandbreite anzugeben, die für Boden und Fels unterschieden werden und dem Abschnitt 2.3 der ATV DIN 18319 zu entnehmen sind.

Die neue Systematik stellt die Bildung der Homogenbereiche in die Verantwortung des Sachverständigen für Geotechnik und des Planers. Diese sind frei in der Zuordnung der erkundeten Schichten zu Homogenbereichen.

Das kann z.B. zur Folge haben, dass der gleiche Baugrund von verschiedenen Sachverständigen in unterschiedliche Homogenbereiche eingeteilt wird.

Auch ist nicht mehr sichergestellt, dass die die Auswahl des Rohrvortriebsverfahrens und der Maschinenteknik bestimmenden Baugrundparameter maßgeblich für die Bildung von Homogenbereichen sein werden.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass das neue System nach seiner Einführung bei allen Beteiligten viele Fragen aufwirft, zumal die „alte“ Regelung mit ihren standardisierten und allseits bekannten Boden- und Felsklassen, die bereits die Anforderungen an Homogenbereiche erfüllte, eine einfache und bewährte Handhabung ermöglichte.

Mit der GSTT Information 28-2a Arbeitshilfe Homogenbereiche für Böden wurde ein System mit fest definierten Homogenbereichen vorgestellt, das die Anforderungen der neuen Systematik mit den Vorteilen des bisherigen Systems verknüpft. Die Homogenbereiche werden so definiert, dass Anbieter von Rohrvortriebsmaßnahmen sowie Maschinenhersteller mit den entsprechenden Kurzbezeichnungen das erforderliche Mindestmaß an Informationen über den Baugrund erhalten, um ein geeignetes Rohrvortriebsverfahren auswählen zu können. Die hierfür bestimmenden Baugrundparameter werden als Leitparameter bezeichnet.

Für Böden sind die Baugrundparameter Bodengruppe nach DIN 18196, Lagerungsdichte bzw. Konsistenz, Plastizität und ggfs. der Anteil von Steinen und Blöcken als Leitparameter anzusehen. Folgerichtig können die Homogenbereiche für Böden entsprechend den Bodenklassen LN, LB und LO und den Zusatzklassen P und S der DIN 18319:2012-09 definiert und bezeichnet werden. Ergänzt werden die Homogenbereiche durch die Eigenschaften und Kennwerte und ihre Bandbreite, wie sie seit 2015 in der ATV DIN 18319 definiert sind.

Die positive Aufnahme der Arbeitshilfe in der Fachwelt führte dazu, diese um ein System mit ebenfalls fest definierten Homogenbereichen für Fels zu ergänzen. Ausgehend von den Erfahrungen mit den bisherigen Felsklassen der DIN 18319:2012-09 wurde das eingeführte System weiterentwickelt. Es basiert zukünftig auf den Leitparametern einaxiale Druckfestigkeit, Trennflächenabstand, Abrasivität und Tenazität (Zähigkeit). Die Nomenklatur der Homogenbereiche für Fels wird so gewählt, dass diese alle relevanten Informationen wiedergibt. Analog zu den Homogenbereichen für Böden sind die vorgeschlagenen Homogenbereiche für Fels ebenfalls durch die Eigenschaften und Kennwerte, wie sie in der ATV DIN 18319 seit 2015 vorgegeben sind, zu ergänzen.

Mit der Überarbeitung der GSTT Information 28-2a erfolgt die Umbenennung in GSTT Information 28-2 Arbeitshilfe Baugrunderkundung und Baugrundbeschreibung für Rohrvortriebe – Homogenbereiche für Böden und Fels.

Arbeitshilfen zur GSTT - Information 28-2

Die teilweise oder vollständige Anwendung dieser Arbeitshilfen erfolgt in eigener Verantwortung des Sachverständigen für Geotechnik und des Planers.

ARBEITSHILFE 1

Baugrundgutachten für Rohrvortriebsmaßnahmen - Checkliste zum Aufbau und Inhalt

ARBEITSHILFE 2

Einteilung der Leitparameter und Bildung von Homogenbereichen für Böden.

ARBEITSHILFE 3

Zuordnung Bodengruppen nach DIN 18196 zu den fest definierten Homogenbereichen für Böden [bisher Arbeitshilfe 1 der GSTT-Information 28-2a].

ARBEITSHILFE 4

Korrelation zwischen den Bodengruppen nach DIN 18196, den Homogenbereichen und den geforderten Bodenkennwerten und -eigenschaften nach ATV DIN 18319. Die Bandbreite der Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche ist davon abhängig, welche Bodengruppen nach DIN 18196 im Einzelfall dem jeweiligen Homogenbereich zugeordnet werden. Mögliche Bandbreiten werden in der Arbeitshilfe angegeben und sind vom Baugrundgutachter festzulegen [bisher Arbeitshilfe 2 der GSTT-Information 28-2a].

ARBEITSHILFE 5

Einteilung der Leitparameter und Bildung von Homogenbereichen für Fels.

ARBEITSHILFE 6

Erfahrungswerte über die Einsatzmöglichkeiten von gesteuerten Rohrvortriebsverfahren für Außendurchmesser DA 213-4200 mm in Böden in Abhängigkeit von den Homogenbereichen [Überarbeitung der bisherigen Arbeitshilfe 3 der GSTT-Information 28-2a].

ARBEITSHILFE 7

Erfahrungswerte über die Einsatzmöglichkeiten von gesteuerten Rohrvortriebsverfahren für Außendurchmesser DA 324 – 4200 mm in Fels in Abhängigkeit von den Homogenbereichen.

ARBEITSHILFE 8

Anwendungsbeispiel Boden [bisher Arbeitshilfe 4 der GSTT-Information 28-2a].

ARBEITSHILFE 9

Anwendungsbeispiel Fels

1

ARBEITSHILFE

BAUGRUNDGUTACHTEN FÜR ROHRVORTRIEBSMASSNAHMEN – CHECKLISTE ZUM AUFBAU UND ZUM INHALT

1. Vorgang

- Veranlassung
- Beauftragung
- Grundsätzliches (z.B. Baugrundgutachten ist keine Hindernisrecherche)
- Einstufung in die Geotechnische Kategorie GK 3 gemäß DIN EN 1997 bzw. DIN 1054

2. Unterlagen (-verzeichnis)

- Planunterlagen des AG zur Baumaßnahme
- Geologische und hydrogeologische Kartenwerke
- alte Gutachten, Gutachten aus der Nachbarschaft

3. Bauvorhaben, örtliche Situation

- Beschreibung des geplanten Bauvorhabens
 - Rohrvortriebe (DN, Vortriebslängen, Trasse, Gradienten)
 - Überdeckungshöhen
 - Start-/Zielbaugruben
 - (Schacht-) Bauwerke
- Beschreibung der örtlichen Verhältnisse
 - vorhandene Geländehöhen (ebenes Gelände?)
 - vorhandene Bebauung
 - vorhandene Verkehrswege
 - kreuzende Leitungen

4. Art und Umfang der Felderkundungen und Laborversuche

- Felderkundungen
 - großkalibrige Maschinenbohrungen
 - kleinkalibrige Schlitzsondierungen
 - Rammsondierungen (z.B. DPH, DPL)
 - Bohrlochversuche (z.B. SPT, Kamerabefahrung, Dilatometerversuche)
 - Pump-/Versickerungsversuche, WD-Tests
- Laborversuche
 - Bodenmechanische Versuche (Untersuchungsparameter siehe DIN 18319)
 - felsmechanische Versuche (Untersuchungsparameter siehe DIN 18319)
 - chemische Laborversuche (z.B. LAGA, DepV, DIN 4030, DIN 50929)
- Untersuchungen zur Bewertung des Baugrunds nach Ersatzbaustoffverordnung

5. Geologische Situation (Auswertung von Kartenwerken)

- Tektonische Verhältnisse (Gebirgsbildung, Störungen)
- Stratigraphie (Baugrundsichtung)
- Böden gemäß Bodenkarte

6. Hydrogeologische Verhältnisse

- Grundwasserleiter
 - oberstes Stockwerk
 - weitere bedeutsame Stockwerke
 - Grundwasserhemmer, Stauhorizonte
- Grundwasserspiegelhöhen
 - im obersten Stockwerk
 - in weiteren bedeutsamen Stockwerken
 - Fremdeinflüsse (z.B. Bergbau, Entnahmen)
 - Grundwassergefälle, Fließrichtung
 - Angabe der bauzeitlichen Bemessungsgrundwasserspiegel HGW und NGW
 - Angabe des höchsten Bemessungsgrundwasserspiegels HHGW
- Grundwasserchemie
 - Betonaggressivität
 - Stahlaggressivität
 - Schadstoffe, Schadstofffahnen
- Schutzgebiete
 - Wasserschutzgebiet
 - Thermalwasserbereich

7. Seismologie, Bergbau

- Erdbebenzone, Untergrund- und Baugrundklasse
- Verbreitung geologisch oder bergbaulich bedingter Untergrundgefährdungen
- bewegungsaktive geologische Störungen

8. Baugrundaufbau, Baugrundbeschreibung, Klassifizierung (Beschreibung und Auswertung der Erkundungsergebnisse)

- Baugrundaufbau
 - Benennung der Schichten (geologische Bezeichnungen)
 - Schichtgrenzen
 - Schichtdicken
- Beschreibung der Baugrundsichten
 - Baugrundbeschreibung anhand der Bohrerergebnisse (Lockergestein: DIN EN ISO 14688, Festgestein: DIN EN ISO 14689)
 - Auswertung der Rammsondierungen, SPT u.a.
 - Auswertung der geotechnischen Feld- und Laborversuche
- Klassifizierung, Kennwerte
 - Festlegen der Bodengruppen nach DIN 18196 (Lockergestein)
 - Empfehlung: zusätzlich Klassifizierung nach DIN 18300:2012, DIN 18301:2012 und DIN 18319:2012
 - Festlegen der charakteristischen bodenmechanischen/felsmechanischen Kennwerte
 - Empfehlung: gewerkespezifische Definition von Homogenbereichen erst i m Rahmen der Gründungsberatung

9. Geohydraulische Baugrundeigenschaften

- Auswertung der geohydraulischen Feldversuche (Pumpversuche, Versickerungs-/ Schluckversuche, WD-Tests u.a.)
- Auswertung der geohydraulischen Laborversuche (Durchlässigkeitsversuch u.a.)
- Abschätzung der Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte anhand von Körnungslinien
- Festlegen des Streubereichs der Wasserdurchlässigkeit aller Baugrundsichten
- Angabe des Rechenwerts k_f zur Dimensionierung von Wasserhaltungsmaßnahmen, Druckluftanlagen etc.
- bei Bedarf: Abschätzung des Luftdurchlässigkeitsbeiwerts

10. Umwelteinflüsse, Kontaminationen

- Auswertung der chemischen Laborversuche
- Zuordnung in Einbauklassen nach LAGA bzw. in Deponieklassen
- Bewertung des Baugrunds nach Ersatzbaustoffverordnung

11. Gründungsberatung Rohrvortrieb

- Diskussion der geplanten Trassierung (Achse, Gradiente, Bögen)
- Diskussion der Überdeckungshöhen
- Festlegen von Homogenbereichen gemäß DIN 18319 bzw. gemäß GSTT-Information 28-2 in Abstimmung mit dem Objektplaner, Diskussion Steinanteil und Steingröße, Diskussion Zulagepositionen (z.B. Abrasivität, Druck- und Spaltzugfestigkeit Festgestein, Verklebung Lockergestein)
- Abschätzen des Anteils der verschiedenen Homogenbereiche im Vortriebshorizont
- Hinweise auf Schadstoffe im Baugrund und/oder im Grundwasser
- Empfehlung der geeigneten Vortriebsverfahren (ggfs. Fachgutachter einschalten)
- geotechnische Grundlagen für Rohrstatik (insbesondere Auflagerwinkel 2α , Schneiden- oder Punktlagerung, Lastglocke)
- Setzungsabschätzung
- Empfehlungen zur Beweissicherung und messtechnischen Überwachung

12. Gründungsberatung Vortriebsbaugruben und Schachtbauwerke

- Erdaushub
 - Festlegen von Homogenbereichen gemäß DIN 18300 in Abstimmung mit dem Objektplaner, ggfs. Diskussion Nassbaggerarbeiten
 - Diskussion Zulagepositionen (z.B. breiige Böden, Boden-Bauschutt-Gemische, Abrasivität, Druckfestigkeit des Gesteins, Massengestein)
 - Diskussion Zulagepositionen bei variierenden Schadstoffgehalten
 - Abschätzen des Anteils der verschiedenen Homogenbereiche
 - Empfehlungen zur Wiederverwendung der Erdstoffe
- Verbau
 - Empfehlungen für geeignete Verbauarten (insbesondere unter Berücksichtigung des Aspekts, ob eine Grundwasserabsenkung zulässig ist), Hinweise zur Sicherung der Baugrubensohle
 - Vorgaben zur Dimensionierung des Verbaus (Erddruckansatz, Wasserdruck), zum Nachweis der Vertikalkräfte, zum Nachweis des hydraulischen Grundbruchs
 - Vorgaben zur Dimensionierung von Verankerungen
 - Festlegen von gewerkespezifischen Homogenbereichen (z.B. DIN 18301, DIN 18304 ua.) in Abstimmung mit dem Objektplaner
 - Hinweise und Empfehlungen zur Herstellung des Verbaus (z.B. Auflockerungsbohrungen bei Spundwänden, Ankerprüfungen etc.)
 - Empfehlungen zu den Ein- und Ausfahrvorgängen des Vortriebs (z.B. erforderliche Abdichtungsmaßnahmen)
 - Hinweise und Empfehlungen zur Herstellung und Bemessung der Pressenwiderlager
- Wasserhaltung
 - Vorgabe der bauzeitlichen Bemessungsgrundwasserspiegel HGW und NGW
 - Abschätzen der abzupumpenden Wassermengen, Vorgaben für zulässige Leckagewassermengen
 - Randbedingungen für die Einleitung, Hinweise auf Schadstoffe im Grundwasser
 - Abschätzung der Reichweite der Grundwasserabsenkung und möglicher Setzungen
 - Hinweis: Das Baugrundgutachten ersetzt nicht den Antrag auf eine wasserwirtschaftliche Erlaubnis (siehe entsprechende Anforderungskataloge)
- Schachtbauwerke
 - Empfehlungen zur Gründung (z.B. Polsterschichten)
 - Angabe des Bemessungswert des Sohlwiderstands in Anlehnung an DIN 1054 bzw. Festlegung eines Bettungsmoduls in Abstimmung mit dem Tragwerksplaner
 - Setzungsabschätzungen
 - Vorgaben für die Bemessung (Erddruckansatz, Wasserdruckansatz) und den Nachweis gegen Aufschwimmen

13. Darstellung der Erkundungsergebnisse

- Lageplan und Längsschnitt auf einem Plan übereinander anordnen
- Erkundungsansatzpunkte in Lageplan mit Vortriebsstrecken und Baugruben eintragen
- Bohrprofile, Rammdiagramme u.a. höhengerecht in Längsschnitt mit Rohrstrang und Baugruben einhängen
- Baugrundsichtung im Längsschnitt darstellen
- Bemessungswasserspiegelhöhen für HGW, NGW und HHGW im Längsschnitt darstellen
- Homogenbereiche gemäß DIN 18319 bzw. GSTT-Information 28-2 als Tunnelband unterhalb des Längsschnitts darstellen

2

ARBEITSHILFE

EINTEILUNG DER LEITPARAMETER UND BILDUNG VON HOMOGENBEREICHEN FÜR BÖDEN.

Die Auswertung der mit der Einführung der DIN 18319 im Jahr 1992 erstmalig vorgestellten und in der Folge weiter entwickelten Bodenklassen für Böden zeigt, dass eine Baugrundbeschreibung mit den Leitparametern Korngrößenverteilung, Lagerungsdichte bzw. Konsistenz, Plastizität und Gehalt an Steinen und Blöcken geeignet ist, für anstehende Baugrundverhältnisse einsetzbare Rohrvortriebsverfahren auszuwählen. Es wird ein System fest definierter Homogenbereiche vorgeschlagen, das auf den Kennwerten Korngrößenverteilung (Tabelle 2-1 und 2-2), Lagerungsdichte bzw. Konsistenz (Tabelle 2-3) und, falls erforderlich, Plastizität (Tabelle 2-4) und Gehalt an Steinen und Blöcken (Tabelle 2-5) basiert.

Feinkornanteil (Korngröße bis 0,063 mm) bis 40 % Massenanteil		
bis 15 % Massenanteil		15 % -40 % Massenanteil
enggestuft	weit- oder intermittierend gestuft	
LNE	LNW	LN

Tabelle 2-1: Kurzbezeichnungen Leitparameter Korngrößenverteilung (grob- und gemischtkörnige Böden)

Feinkornanteil (Korngröße bis 0,063 mm) > 40 % Massenanteil	
mineralisch	organogen
LBM	LBO

Tabelle 2-2: Kurzbezeichnungen Leitparameter Korngrößenverteilung (feinkörnige Böden)

Lagerungsdichte – Konsistenz			
Lagerungsdichte		Konsistenz	
locker	1	breiig-weich	1
mitteldicht	2	steif-halbfest	2
dicht	3	fest	3

Tabelle 2-3: Kurzbezeichnungen Leitparameter Lagerungsdichte und Konsistenz

Plastizität	
leicht bis mittel	P 1
ausgeprägt	P 2

Tabelle 2-4: Kurzbezeichnungen Ergänzungsparameter Plastizität

Gehalt an Steinen und Blöcken*		
Korngröße	Anteil	
	bis 30 % Volumenanteil	über 30 % Volumenanteil
über 63 mm bis 200 mm	S 1	S 2
über 63 mm bis 630 mm	S 3	S 4

Tabelle 2-5: Kurzbezeichnungen Ergänzungsparameter Gehalt an Steinen und Blöcken

*Die Angabe des Gehalts an Steinen und Blöcken S 1 bis S 4 stellt keine vertragliche Regelung von Hindernissen dar. Hier gelten ausschließlich die Regelungen der DIN 18319:2019-09, Abschnitte 3.1.7 und 4.2.2

Nachfolgend wird beispielhaft die Ableitung der Bezeichnung eines Homogenbereiches für einen halbfesten Geschiebemergel, Bodengruppe GU* nach DIN 18196, mit leichter Plastizität und einem Anteil an Steinen bis 200 mm von 15 % Volumenanteil erläutert. Der Homogenbereich trägt die Kurzbezeichnung

LBM 2 P 1 S 1

- mit
- LBM

2

P 1

S 1

Boden, Feinkornanteil > 40 % Massenanteil, bindig, mineralisch

Konsistenz steif-halbfest

Plastizität leicht bis mittel

Gehalt an Steinen über 63 mm bis 200 mm bis 30 % Volumenanteil

Literaturhinweise:

DIN 18319:2019-09 Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Rohrvortriebsarbeiten
DIN 18196:2011-05 Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
DIN 1054:2010-12 Baugrund – Sicherheitsregeln im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regeln zu DIN EN 1991-1
DIN EN ISO 14688-1:2012-12 – Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden –Teil 1: Benennung und Beschreibung
DIN EN ISO 14688-1:2012-12 – Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden –Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen

3

ARBEITSHILFE

ZUORDNUNG BODENGRUPPEN NACH DIN 18196 ZU DEN FEST DEFINIERTEN HOMOGENBEREICHEN FÜR BÖDEN

Bodengruppen nach DIN 18196			Lagerungsdichte			Konsistenz			Zusatzklassen	
			locker	mitteldicht	dicht	breiig-weich	steif-halbfest	fest	Plastizität	Steine und Blöcke
Hauptgruppen	Kurzzeichen Gruppensymbol	Gruppen	Homogenbereiche für Rohrvortriebsarbeiten in Böden							
grobkörnige Böden (nichtbindige Böden)	GE	eng gestufte Kiese	LNE 1	LNE 2	LNE 3					ggf. Steinklassen ⁵⁾
	GW	weit gestufte Kies-Sand-Gemische	LNW 1	LNW 2	LNW 3					
	GI	intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische	LNW 1	LNW 2	LNW 3					
	SE	eng gestufte Sande	LNE 1	LNE 2	LNE 3					
	SW	weit gestufte Sand-Kies-Gemische	LNW 1	LNW 2	LNW 3					
	SI	intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische	LNW 1	LNW 2	LNW 3					
gemischtkörnige Böden (nichtbindige / bindige Böden)	GU ¹⁾	Kies-Schluff-Gemische	LNW 1	LNW 2	LNW 3	LBM 1	LBM 2	LBM 3	P 1	
	GU★ ²⁾		LN 1	LN 2	LN 3	LBM 1	LBM 2	LBM 3	P 1	
	GT ¹⁾	Kies-Ton-Gemische	LNW 1	LNW 2	LNW 3	LBM 1	LBM 2	LBM 3	P 1	
	GT★ ²⁾		LN 1	LN 2	LN 3	LBM 1	LBM 2	LBM 3	P 1	
	SU ¹⁾	Sand-Schluff-Gemische	LNW 1	LNW 2	LNW 3	LBM 1	LBM 2	LBM 3	P 1	
	SU★ ²⁾		LN 1	LN 2	LN 3	LBM 1	LBM 2	LBM 3	P 1	
	ST ¹⁾	Sand-Ton-Gemische	LNW 1	LNW 2	LNW 3	LBM 1	LBM 2	LBM 3	P 1	
	ST★ ²⁾		LN 1	LN 2	LN 3	LBM 1	LBM 2	LBM 3	P 1	
feinkörnige Böden (bindige Böden)	UL	leicht plastische Schluffe				LBM 1	LBM 2	LBM 3	P 1	
	UM	mittelpastische Schluffe				LBM 1	LBM 2	LBM 3	P 1	
	UA	ausgeprägt plastische Schluffe				LBM 1	LBM 2	LBM 3	P 2	
	TL	leicht plastische Tone				LBM 1	LBM 2	LBM 3	P 1	
	TM	mittelpastische Tone				LBM 1	LBM 2	LBM 3	P 1	
	TA	ausgeprägt plastische Tone				LBM 1	LBM 2	LBM 3	P 2	
organogene und Böden mit organischen Beimengungen	OU	Schluffe mit organischen Beimengungen und organogene Schluffe				LBO 1	LBO 2	LBO 3	P 1 / P 2	
	OT	Tone mit organischen Beimengungen und organogene Tone				LBO 1	LBO 2	LBO 3	P 1 / P 2	
	OH ³⁾	grob- gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art	LNW 1 LN 1	LNW 2 LN 2	LNW 3 LN 3	LBO 1	LBO 2	LBO 3		
	OK ³⁾	grob- gemischtkörnige Böden mit kalkigen, kieseligen Beimengungen	LNW 1 LN 1	LNW 2 LN 2	LNW 3 LN 3	LBO 1	LBO 2	LBO 3		
organische Böden	HN	nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)	LO ⁴⁾							
	HZ	zersetzte Torfe								
	F	Schlamme als Sammelbegriff für Faulschlamm, Mudde, Gytja, Dy und Sapropel								
Auffüllungen	A []	Auffüllung aus natürlichen Böden (jeweiliges Gruppensymbol in Klammern)	[Einteilung wie gewachsene Böden]							
		Auffüllung aus Fremdstoffen								
Steine (63-200 mm)	X								<=30% = S 1 ⁵⁾ >30% = S 2 ⁵⁾	
Blöcke (200-630 mm)	Y								<=30% = S 3 ⁵⁾ >30% = S 4 ⁵⁾	

Anmerkungen:

Erläuterung gemäß DIN 18196, Abschnitt 4.2.1, Korngrößenbereiche, zu gemischtkörnigen Böden: Gehören von den Korngrößen $< 63 \text{ mm}$ 5 % bis 40 % Massenanteil dem Feinkornbereich $\leq 0,063 \text{ mm}$ an, so sind für die Bodenklassifizierung sowohl die Korngrößenverteilung als auch die plastischen Eigenschaften maßgebend

Erläuterung gemäß DIN 1054, Abschnitt: Zu „3 Geotechnische Unterlagen“, zu gemischtkörnigen Böden:

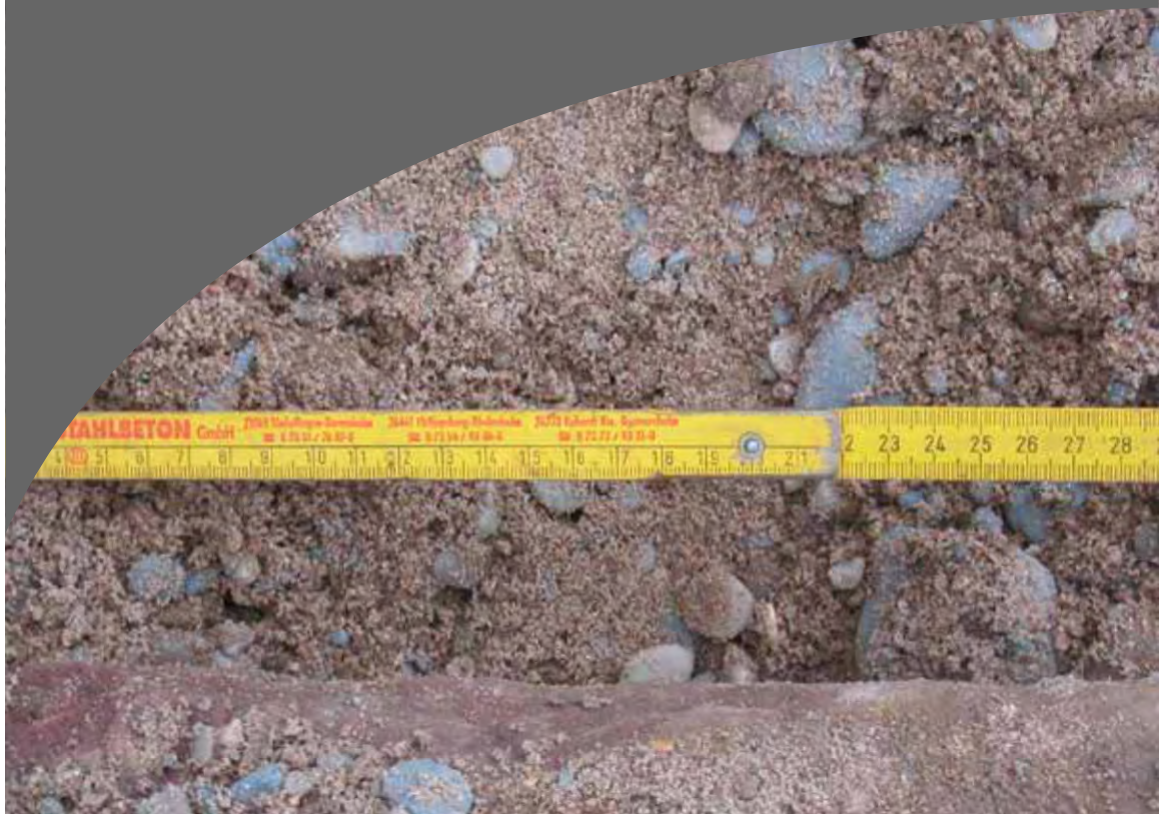
zu 1): DIN 1054 A 3.1.2 Nichtbindige Böden: A (2) Die gemischtkörnigen Böden der Bodengruppen GU, GT, SU und ST sowie im Einzelfall auch GU*, GT*, SU* und ST* nach DIN 18196:2006-06, Tabelle 4, werden den nichtbindigen Böden zugeordnet, wenn der Feinkorn-Massenanteil das Verhalten des Bodens nicht bestimmt, z. B. wegen fehlender Plastizität

zu 2): DIN 1054 A 3.1.3 Bindige Böden: A (2) Die gemischtkörnigen Böden der Bodengruppen GU*, GT*, SU* und ST* sowie im Einzelfall auch GU, GT, SU und ST nach DIN 18196:2006-06, Tabelle 4, werden den bindigen Böden zugeordnet, wenn der Feinkorn-Massenanteil das Verhalten des Bodens bestimmt, z. B. durch seine Plastizität.

zu 3): Böden der Bodengruppen OH und OK sind entsprechend ihrer Korngrößenverteilung und des Verhaltens des Feinkorn-Massenanteils den nichtbindigen oder den bindigen Böden zuzuordnen.

zu 4): Rohrvortriebe können üblicherweise im Homogenbereich LO nicht ausgeführt werden

zu 5): die Angabe von Zusatzklassen S 1 bis S 4 stellt keine vertragliche Regelung von Hindernissen dar. Hier gelten ausschließlich die Regelungen der DIN 18319, 2019-09, Abschnitte 3.1.7 und 4.2.2



4
ARBEITSHILFE

KORRELATION ZWISCHEN DEN BODENGRUPPEN NACH DIN 18196, DEN HOMOGENBEREICHEN UND DEN GEFORDERTEN BODENKENNWERTEN UND -EIGENSCHAFTEN NACH DIN 18319:2016-09

Spalte	Zeile																																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28						
	DIN 18196					Homogenbereiche		DIN 18319, Ausgabe 2016-09																										
	Definition und Benennung					für Rohrvortrieb DN 150 bis DN 800		Kennwerte und Eigenschaften, Erfahrungswerte																										
	Hauptgruppen	Bodengruppe	d ≤ 0,063 mm	d ≤ 2,0 mm	Fließgrenze w _L	Homogenbereiche	Zusatzklassen	Korngrößenverteilung mit Kornungsbändern	Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke	mineralogische Zusammensetzung der Steine und Blöcke	Dichte ρ [t/m³]	undränierte Scherfestigkeit c _u [kN/m²]	Sensitivität St [-]	Wassergehalt w [%]	(Konsistenz)	Konstistenzzahl I _c [-]	(Plastizität)	Plastizitätszahl I _p [-] (d < 0,4 mm)	Durchlässigkeit k [m/s]	Lagerungsdichte D [%]	organischer Anteil VGL [%]	Benennung und Beschreibung organischer Böden	Abrasivität LAK [g/t]	Bodengruppen	ortsübliche Bezeichnung	umweltrelevante Inhaltsstoffe	0.2 Angaben zur Ausführung							
2	grobkörnige Böden (nichtbindige Böden)	GE	< 5%	≤ 60%	-	LNE 1	-				1,6 - 1,9			4 - 1					2 x 10 ⁻¹	15 - 35			100-250 (Kalk, Dolomit) 500-2000 (Quarz)											
3						LNE 2														35 - 65														
4		LNE 3				1 x 10 ⁻²														65 - 85														
5		LNW 1				1 x 10 ⁻¹														15 - 35														
6		GW, GI				> 60%														LNW 2								35 - 65						
7																				LNW 3								65 - 85						
8		SE		LNE 1							15 - 35																							
9				LNE 2							2 x 10 ⁻³	35 - 65																						
10				LNE 3							2 x 10 ⁻⁵	65 - 85																						
11				LNW 1							5 x 10 ⁻⁴	15 - 35																						
12				LNW 2		35 - 65																												
13				LNW 3		65 - 85																												
14	gemischtkörnige Böden	GU, GT	5% - 15%	≤ 60%	LNW 1 (LBM 1)	(P 1)				2,1 - 2,4	< 60	9 - 3	breiig-weich	0 - 0,75	(leicht)	4 - 25	2 x 10 ⁻⁵	15 - 35			100-250 (Kalk, Dolomit) 500-2000 (Quarz)													
15					LNW 2 (LBM 2)						60 - 400		steif-halbfest	0,75 - I _c Schwingel			35 - 65																	
16					LNW 3 (LBM 3)						> 400		fest	f> I _c Schwingel			65 - 85																	
17					LN 1, LBM 1						< 60		breiig-weich	0 - 0,75			1 x 10 ⁻⁷	15 - 35																
18		GU*, GT*	> 15% - 40%		LN 2, LBM 2	< 60				breiig-weich	0 - 0,75	35 - 65																						
19					LN 3, LBM 3	> 400				steif-halbfest	0,75 - I _c Schwingel	f> I _c Schwingel	65 - 85																					
20				LNW 1 (LBM 1)	< 60	breiig-weich				0 - 0,75	2 x 10 ⁻⁵	15 - 35																						
21				LNW 2 (LBM 2)	60 - 400	steif-halbfest				0,75 - I _c Schwingel	f> I _c Schwingel	35 - 65																						
22		SU, ST	5% - 15%	> 60%	LNW 3 (LBM 3)	> 400				fest	0 - 0,75	4 - 25	2 x 10 ⁻⁷	65 - 85																				
23					LN 1, LBM 1	< 60				breiig-weich	0 - 0,75	2 x 10 ⁻⁶	15 - 35																					
24					LN 2, LBM 2	60 - 400				steif-halbfest	0,75 - I _c Schwingel	f> I _c Schwingel	35 - 65																					
25					LN 3, LBM 3	> 400				fest	f> I _c Schwingel	65 - 85																						
26	feinkörnige Böden (bindige Böden)	UL	> 40%		-	LBM 1	P1				1,75 - 2,1	< 60	28 - 15	breiig-weich	0 - 0,75	leicht	4 - 11	1 x 10 ⁻⁵	15 - 35			50-100 (Schluff, Kalk, Dolomit) 250-500 (Quarz)	-											
27						LBM 2						60 - 400		steif-halbfest	0,75 - I _c Schwingel			f> I _c Schwingel	1 x 10 ⁻⁷															
28				LBM 3		> 400						fest		f> I _c Schwingel	1 x 10 ⁻⁹																			
29				LBM 1		< 60						breiig-weich		0 - 0,75	2 x 10 ⁻⁵																			
30		UM		35% - 50%		LBM 2	< 60				breiig-weich	0 - 0,75	mittel	7 - 25	15																			
31						LBM 3	> 400				steif-halbfest	0,75 - I _c Schwingel	f> I _c Schwingel	65 - 85																				
32						LBM 1	< 60				breiig-weich	0 - 0,75	2 x 10 ⁻⁶																					
33						LBM 2	60 - 400				steif-halbfest	0,75 - I _c Schwingel	f> I _c Schwingel	35 - 65																				
34		UA		> 50%		LBM 3	> 400				fest	0 - 0,75	ausgeprägt	7 - 25	1 x 10 ⁻⁴																			
35						LBM 1	< 60				breiig-weich	0 - 0,75	leicht	7 - 16	1 x 10 ⁻⁷																			
36						LBM 2	60 - 400				steif-halbfest	0,75 - I _c Schwingel	f> I _c Schwingel	2 x 10 ⁻⁹																				
37						LBM 3	> 400				fest	f> I _c Schwingel	2 x 10 ⁻¹⁰																					
38		TM		35% - 50%		LBM 1	< 60	breiig-weich	0 - 0,75	mittel	16 - 28	5 x 10 ⁻⁸																						
39						LBM 2	60 - 400	steif-halbfest	0,75 - I _c Schwingel	f> I _c Schwingel	1 x 10 ⁻¹⁰																							
40						LBM 3	> 400	fest	f> I _c Schwingel	1 x 10 ⁻⁹																								
41						LBM 1	< 60	breiig-weich	0 - 0,75	ausgeprägt	33 - 55	1 x 10 ⁻¹²																						
42	TA	> 50%	LBM 2	< 60	breiig-weich	0 - 0,75	leicht / mittel / ausgeprägt	10 - 30	1 x 10 ⁻⁹																									
43			LBM 3	> 400	fest	f> I _c Schwingel	2 x 10 ⁻¹¹																											
44			LBO 1	< 60	breiig-weich	0 - 0,75	1 x 10 ⁻⁹																											
45			LBO 2	60 - 400	steif-halbfest	0,75 - I _c Schwingel	f> I _c Schwingel	2 x 10 ⁻¹¹																										
46	organogene und Böden mit organischen Beimengungen	OU	> 40%	35% - 50%	LBO 3	P 1 / P 2				1,55 - 1,85	< 60	60 - 26	breiig-weich	0 - 0,75	leicht / mittel / ausgeprägt	10 - 30	1 x 10 ⁻⁹																	
47					LBO 1						< 60		breiig-weich	0 - 0,75	leicht / mittel / ausgeprägt	10 - 30	1 x 10 ⁻⁹																	
48		OT			> 50%	LBO 2				60 - 400	steif-halbfest	0,75 - I _c Schwingel	f> I _c Schwingel	2 x 10 ⁻¹¹																				
49						LBO 3				> 400	fest	f> I _c Schwingel	65 - 85																					
50	OH	≤ 40%	-	-		-				-	leicht / mittel / ausgeprägt	-	-	15 - 35																				
51			-	-		-				-	35 - 65																							
52			-	-	-	-				15 - 35																								
53			-	-	-	-				35 - 65																								
54	OK	-	-	-	LNW 1, LN 1, LBO 1	P 1 / P 2							-	-	-	-	leicht / mittel / ausgeprägt	-	-	15 - 35														
55					LNW 2, LN 2, LBO 2															35 - 65														
56					LNW 3, LN 3, LBO 3															65 - 85														
57					-															-	-	-	65 - 85											
58	organische Böden	HN	-	-	-	LO							1,04 - 1,25	-	-	800 - 80	-	-	-	1 x 10 ⁻⁴ - 1 x 10 ⁻⁵	-													
59		F																		10 - 170									10 ⁻⁷ - 10 ⁻⁸					
60	Auffüllungen	A []	-	-	-	[Einteilung wie gewachsene Böden]																												
61	Steine (63-200 mm)	X		-		-	≤ 30% = S 1 > 30% = S 2		-				Feld- und Laborversuche	Laborversuche	Laborversuche																			
62	Blöcke (200-430 mm)	Y		-		-	≤ 30% = S 3 > 30% = S 4																											
63																																		
64																																		
65																																		
																		</																

Anmerkungen:

zu Zeile 14 bis 25: Erläuterung gemäß DIN 18196, Abschnitt 4.2.1 Korngrößenbereiche: Gehören von den Korngrößen < 63 mm 5 % bis 40 % Massenanteil dem Feinkornbereich $\leq 0,063$ mm an, so sind für die Bodenklassifizierung sowohl die Korngrößenverteilung als auch die plastischen Eigenschaften maßgebend (gemischtkörnige Böden).

zu Zeile 14 bis 16 und 20 bis 22: Erläuterung gemäß DIN 1054, Abschnitt 3 Geotechnische Unterlagen, A 3.1.2 Nichtbindige Böden: A (2) Die gemischtkörnigen Böden der Bodengruppen GU, GT, SU und ST sowie im Einzelfall auch GU*, GT*, SU* und ST* nach DIN 18196:2006-06, Tabelle 4, werden den nichtbindigen Böden zugeordnet, wenn der Feinkorn-Massenanteil das Verhalten des Bodens nicht bestimmt, z. B. wegen fehlender Plastizität.

zu Zeile 17 bis 19 und 23 bis 25: Erläuterung gemäß DIN 1054, Abschnitt 3 Geotechnische Unterlagen, A 3.1.3 Bindige Böden: A (2) Die gemischtkörnigen Böden der Bodengruppen GU*, GT*, SU* und ST* sowie im Einzelfall auch GU, GT, SU und ST nach DIN 18196:2006-06, Tabelle 4, werden den bindigen Böden zugeordnet, wenn der Feinkorn-Massenanteil das Verhalten des Bodens bestimmt, z. B. durch seine Plastizität.

zu Spalte 10: Massenanteile Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1

zu Spalte 21: Lagerungsdichte: Definition nach DIN EN ISO 14688-2, Tabelle 4: sehr locker (ID = 0 - 15%), locker (ID = 15 - 35%), mitteldicht (ID = 35 - 65%), dicht (ID = 65 - 85%), sehr dicht (ID = 85 - 100%)

zu Spalte 23: Benennung und Beschreibung organischer Böden nach DIN EN ISO 14688-1

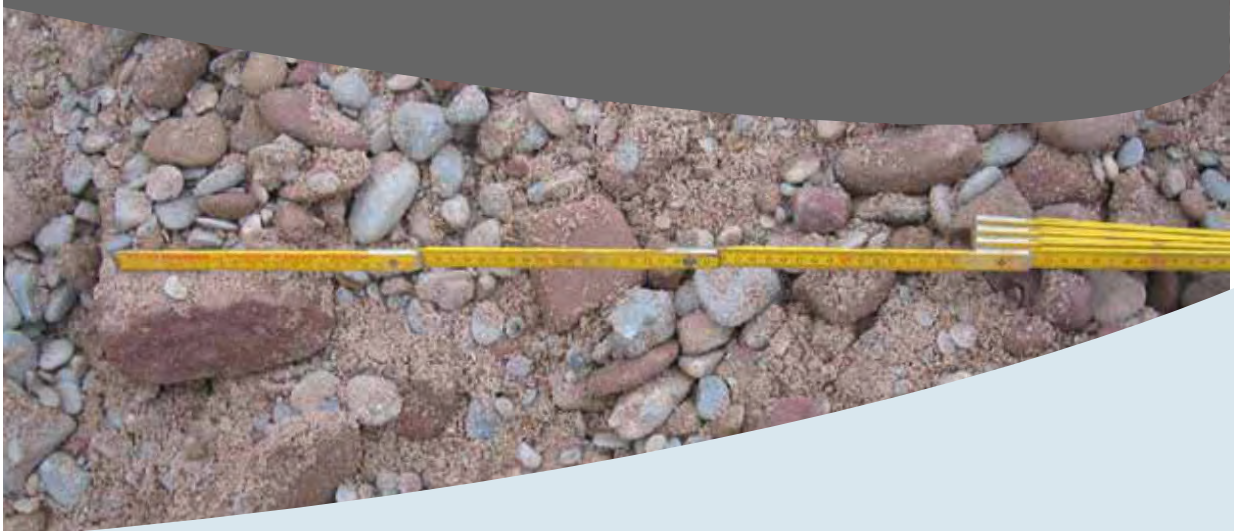
zu Zeile 61-64 / Spalte 7-8: die Angabe von Zusatzklassen S 1 bis S 4 stellt keine vertragliche Regelung von Hindernissen dar. Hier gelten ausschließlich die Regelungen der DIN 18319, 2019-09, Abschnitte 3.1.7 und 4.2.2

zu Zeile 50 bis 55: Böden der Bodengruppen OH und OK sind entsprechend ihrer Korngrößenverteilung und des Verhaltens des Feinkorn-Massenanteils den nichtbindigen oder den bindigen Böden zuzuordnen.

zu Spalte 12,15,19,und 20: GBT, von Soos, P. und Engel, J.: Eigenschaften von Boden und Fels – ihre Ermittlung im Labor, in: Witt, Karl Josef, Grundbau-Taschenbuch, Teil 1: Geotechnische Untersuchungen, 7. Auflage, August 2008, Verlag Ernst & Sohn

zu Spalte 13: TUM, TU München, Zentrum Geotechnik, Lehrstuhl für Grundbau, Bodenmechanik, Felsmechanik und Tunnelbau: Vorlesungsskript, Kapitel: E Klassifikation von Boden und Fels, Tabelle E06.10, homepage TUM, März 2017

zu Spalte 24: TUM, Thuro, K. & Käsling, H.: Abrasivität und Verschleiß – altes Thema in neuem Licht? - Technische Universität Wien, Institut für Geotechnik, Forschungsbereich Grundbau, Boden- und Felsmechanik / Universität für Bodenkultur Wien, Department für Bautechnik und Naturgefahren, Institut für Geotechnik, 11. Mai 2011



5

ARBEITSHILFE

EINTEILUNG DER LEITPARAMETER UND BILDUNG VON HOMOGENBEREICHEN FÜR FELS.

Eine kritische Analyse der Erfahrungen mit der Baugrundbeschreibung von Fels durch die bis 2015 gültigen Felsklassen FZ 1 - 4 und FD 1 - 4 zeigt, dass diese nicht immer ausreichende Informationen vermittelten, um für die beschriebenen Baugrundverhältnisse ein geeignetes Rohrvortriebsverfahren auswählen zu können. Auch war die Auswahl der Abbauwerkzeuge, die Kalkulation der Verschleißkosten sowie die Festlegung der möglichen Vortriebslänge mit großen Unsicherheiten behaftet. Dies traf insbesondere dann zu, wenn keine weiteren Angaben zum Fels gemacht wurden, wie sie in ATV DIN 18319, Abschnitt 0 vorgesehen sind. Es wird daher ein weiter entwickeltes System fest definierter Homogenbereiche vorgeschlagen, das auf den vier Eigenschaften bzw. Kennwerten einaxiale Druckfestigkeit (Tabelle 4-1), Trennflächenabstand (Tabelle 4-2), Abrasivität (Tabelle 4-3) und Tenazität (Zähigkeit, Tabelle 4-4) basiert. Bei einaxialen Druckfestigkeiten über 200 MPa ist der maximale Wert anzugeben. Vollständig verwitterter bzw. zersetzter Fels ist den entsprechenden Homogenbereichen für Böden zuzuordnen.

Einaxiale Druckfestigkeit in Vortriebsrichtung [MPa]	Kurzbezeichnung
bis 30	F30
über 30 bis 50	F50
über 50 bis 100	F100
über 100 bis 150	F150
über 150 bis 200	F200

Tabelle 4-1: Leitparameter einaxiale Druckfestigkeit

Trennflächenabstand	Kurzbezeichnung
> 0 – 6 cm	Z _{0.6}
> 6 – 20 cm	Z _{6.20}
> 20 – 60 cm	D _{2.6}
> 60 – 200 cm	D _{6.20}

Tabelle 4-2: Leitparameter Trennflächenabstand

Abrasivität	Kurzbezeichnung
kaum/schwach abrasiv	A1
abrasiv	A2
sehr abrasiv	A3
extrem abrasiv	A4

Tabelle 4-3: Leitparameter Abrasivität

Tenazität [Zähigkeit]	Kurzbezeichnung
sehr spröde	T1
spröde	T2
zäh	T3
sehr zäh	T4

Tabelle 4-4: Leitparameter Tenazität [Zähigkeit]

Nachfolgend wird beispielhaft die Ableitung der Bezeichnung eines Homogenbereiches für einen zähen und sehr abrasiven Sandstein mit einer einaxialen Druckfestigkeit von 80 MPa und einem Abstand der Trennflächen von 30 cm erläutert. Der Homogenbereich trägt die Kurzbezeichnung

F100 D_{2.6} A3 T3

mit

- F** Fels
- 100** einaxiale Druckfestigkeit über 50 bis 100 MPa
- D** Trennflächenabstand im Dezimeterbereich
- 2.6** Abstand 20 – 60 cm
- A** Abrasivität
- 3** sehr abrasiv
- T** Tenazität [Zähigkeit]
- 3** zäh

Die Erstausswahl eines Rohrvortriebsverfahrens für den Einsatz im Fels kann anhand der einaxialen Druckfestigkeit und des Trennflächenabstands erfolgen. In der Arbeitshilfe 7 sind Erfahrungswerte über die Einsatzmöglichkeiten von gesteuerten Rohrvortriebsverfahren für Außendurchmesser von 324mm bis 4200 mm in Abhängigkeit von der einaxialen Druckfestigkeit und des Trennflächenabstands zusammengestellt.

Abrasivität und Tenazität beeinflussen die erreichbare Vortriebslänge in einem Pressgang. Der Wechsel verschlissener Werkzeuge unter Tage ist erst ab einem Außendurchmesser von 1505 mm zulässig. Für geringere Außendurchmesser wird der mögliche Abstand zwischen Start- und Zielbaugrube durch die Standzeit der Abbauwerkzeuge bestimmt. Für größere Außendurchmesser ist zu untersuchen, ob ein untertägiger Werkzeugwechsel technisch möglich und wirtschaftlich sinnvoll ist. Alternativ können Zwischenschächte zur Kontrolle und zum Austausch der Werkzeuge vorgesehen werden.

Die Tenazität bestimmt die Auswahl der Abbauwerkzeuge und ist von erheblicher Bedeutung für die erreichbare Vortriebsgeschwindigkeit.

Literaturhinweise:

Empfehlung Nr. 1 des Arbeitskreises 3.3 „Versuchstechnik Fels“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V.: Einaxiale Druckversuche an zylindrischen Gesteinsprüfkörpern Hrsg.: DGGT Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., Essen.

Empfehlung Nr. 10 des Arbeitskreises 3.3 „Versuchstechnik Fels“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V.: Indirekter Zugversuch Gesteinsproben - Spaltzugversuch Hrsg.: DGGT Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., Essen.

Käsling, H.; Plinninger, R.: Empfehlung Nr. 23 des Arbeitskreises 3.3 „Versuchstechnik Fels“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V.: Bestimmung der Abrasivität von Gesteinen mit dem CERCHAR-Versuch. Bautechnik 93 (2016) Heft 6, S. 409 – 415.

Wilfing, L.; Käsling, H.; Thuro, K.: Ansätze für eine einheitliche Definition der Zähigkeit zur verbesserten Penetrationsprognose bei TBM-Vortrieben. Tagungsband der 19. Tagung für Ingenieurgeologie. München, 2013.

6

ARBEITSHILFE

ERFAHRUNGSWERTE ÜBER DIE EINSATZMÖGLICHKEITEN VON GESTEUERTEN ROHRVORTRIEBsverfahren FÜR AUßENDURCHMESSER D_A 213 - 4200 MM IN BÖDEN IN ABHÄNGIGKEIT VON DEN HOMOGENBEREICHEN

Es sind grundsätzlich die anstehenden Baugrundverhältnisse und die projektspezifischen Randbedingungen zu berücksichtigen , erforderlichenfalls sind Zusatzmaßnahmen vorzusehen. Das Vorhandensein von Steinen und/oder Hindernissen im Baugrund sowie die Wasserdurchlässigkeit sind in der Darstellung nicht berücksichtigt.

Einteilung des Baugrundes			Boden									Rohraußendurchmesser Da [mm]	max. Vortriebslänge [m] (abhängig von Da)	Überdeckung	
			grob-/gemischtkörnig			gemischtkörnig			gemischt-/feinkörnig/organogen						
			nicht-bindig ¹			nicht-bindig			bindig						
			dicht	mitteldicht	locker ³	dicht	mitteldicht	locker ³	fest	steif-halbfest	breiig-weich ³				
Homogenbereich ⁷			LNE 3	LNE 2	LNE 1	LN 3	LN 2	LN 1	LBM 3	LBM 2	LBM 1				
			LNW 3	LNW 2	LNW 1				LBO 3	LBO 2	LBO 1				
DWA-A-125 Abschnitt	Rohrvortriebsverfahren														
6.1.3.1 Mikrotunnelbau sowie 6.2.3 bemannte steuerbare Verfahren															
6.1.3.1.2	Schneckenförderung	ohne GW											276 - 970	60 - 100	≥ 1,5 x Da min. 1,0m
		mit GW ²													
6.1.3.1.3	Spülförderung	mit/ohne GW ⁴											410 - 1080	80 - 150	≥ 1,5 x D _a min. 2,0m
													1280 - 1840	200 - 250	
													1940 - 4200	500 - 1500	
6.1.3.1.4 sowie 6.2.3.5	Spülförderung und Druckluftpolster (Mixschild)	mit/ohne GW ⁴										1940 - 4200	500 - 1500	≥ 1,3 x D _a	
6.1.3.1.5 sowie 6.2.3.6	Erddruckstützung (EPB)	mit/ohne GW										1720 - 4200	250 - 1200	≥ 1,0 x D _a	
6.2.3.2 sowie 6.2.3.3	Schild (offen) mit teilflächigem Abbau ohne Stützung oder mit mechanischer Teilstützung;	ohne GW										1280 - 1840	50 - 250	≥ 1,5 x D _a	
												1940 - 4200	500 - 1000		
	im Grundwasser unter Druckluftbeaufschlagung der Ortsbrust	mit GW ⁵										1940 - 4200	500 - 1000	≥ 2,0 x D _a	
6.1.3.2 Pilotrohr-Vortrieb mit															
6.1.3.2.2	Bodenverdrängung	ohne GW										213 - 276 ⁶	25 ⁶	≥ 10 x D _a (Pilot) ≥ 1,5 x D _a (>1,0m)	
		mit GW ²										276 - 970	80 - 100		
6.1.3.2.3	Bodenentnahme	ohne GW										324 - 970	80 - 100	1,5 x D _a min. 1,0m	
		mit GW ²													



Einsatz gut möglich
Einsatz nach Prüfung im Einzelfall möglich

GW = Grundwasser
¹ Mit zunehmender Engstufigkeit des Baugrunds ist der Stützung der Ortsbrust besondere Beachtung beizumessen
² Nur mit Wasserschnecke; Einsetzbarkeit von Grundwasserhöhe abhängig
³ Bei Böden mit lockerer/sehr lockerer Lagerungsdichte oder breiger/sehr weicher/weicher Konsistenz sind im Einzelfall die Einsetzbarkeit des Rohrvortriebsverfahrens und die Bettungssituation der Vortriebsrohre zu untersuchen
⁴ Bei Einsatz oberhalb des Grundwasserspiegels ist der Stützung der Ortsbrust besondere Bedeutung beizumessen
⁵ Besondere Beachtung des Bodendurchlässigkeitskennwertes erforderlich; die Ausbläsersicherheit ist nachzuweisen
⁶ Nur für Hausanschlüsse
⁷ Zur Erläuterung der Kurzbezeichnungen siehe Arbeitshilfe 2; ggf. sind Platzizität und Steingehalt bei der Auswahl des Rohrvortriebsverfahrens zu berücksichtigen

7

ARBEITSHILFE

ERFAHRUNGSWERTE ÜBER DIE EINSATZMÖGLICHKEITEN VON GESTEUERTEN ROHRVORTRIEBsverfahren FÜR AUSSENDURCHMESSER DA 324 – 4200 MM IN FELS IN ABHÄNGIGKEIT VON DEN HOMOGENBEREICHEN.

Einteilung des Baugrundes		Fels																				Rohraußendurchmesser ³ Da [mm]	Vortriebslänge ⁴ [m]
		Einaxiale Druckfestigkeit / Trennflächenabstand																					
Homogenbereich ¹		F30 Z _{0,6}	F30 Z _{6,20}	F30 D _{2,6}	F30 D _{6,20}	F50 Z _{0,6}	F50 Z _{6,20}	F50 D _{2,6}	F50 D _{6,20}	F100 Z _{0,6}	F100 Z _{6,20}	F100 D _{2,6}	F100 D _{6,20}	F150 Z _{0,6}	F150 Z _{6,20}	F150 D _{2,6}	F150 D _{6,20}	F200 Z _{0,6}	F200 Z _{6,20}	F200 D _{2,6}	F200 D _{6,20}		
DWA-A-125 Abschnitt	Rohrvortriebsverfahren ²																						
6.1.3.1 Mikrotunnelbau sowie 6.2.3 bemannte steuerbare Verfahren																							
6.1.3.1.2	Schneckenförderung																					350 - 960	60 - 100
6.1.3.1.3 6.1.3.1.4 sowie 6.2.3.5	Spülförderung Spülförderung und Druckluftpolster (Mixschild)																					410 - 665	60 - 100
																						780 - 1080	60 - 150
																						1280	60 - 200
																						1480 - 1840	60 - 250
																						1940 - 4200	500 - 1000
6.1.3.1.5 sowie 6.2.3.6	Erddruckstützung (EPB)																					1940 - 4200	500 - 1000
6.2.3.2	Schild offen mit teilflächigem Abbau (Zughacke)																					1480 - 4200	250 - 1000
	Schild offen mit teilflächigem Abbau (Schrämme)																					1720 - 4200	250 - 1000
6.1.3.2 Pilotrohr-Vortrieb mit																							
6.1.3.2.3	Bodenentnahme																					324 - 406	60 - 100
																						508 - 813	60 - 100
6.1.3.2.3	Bodenentnahme mit Imlochhammer																					324 - 813	60 - 100



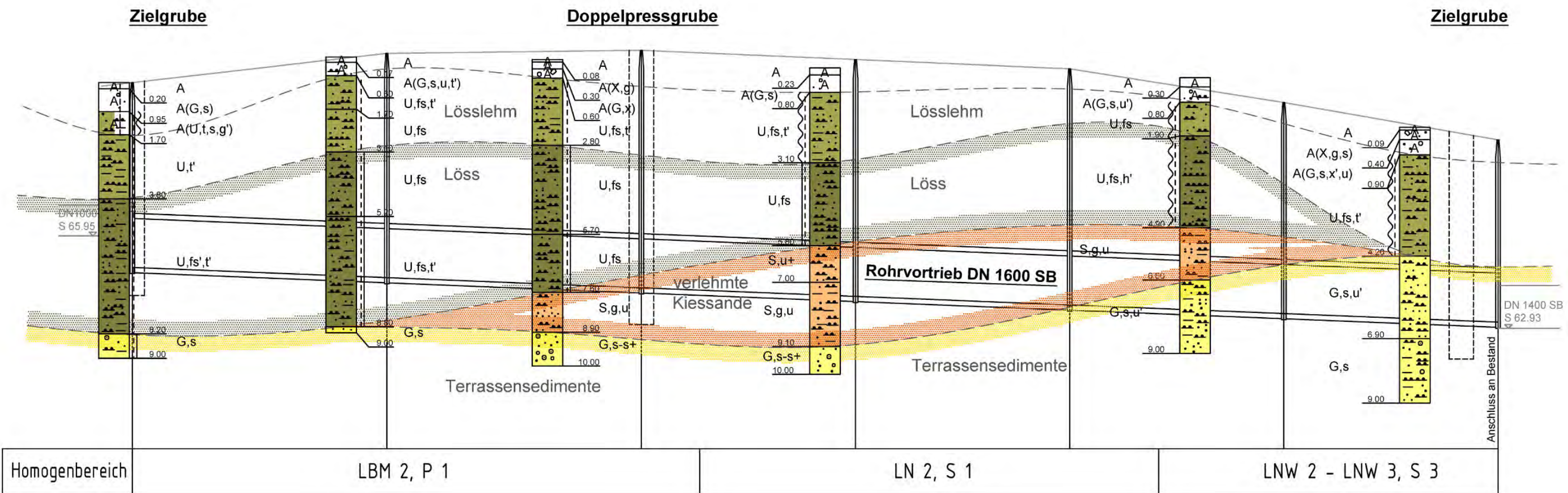
Einsatz gut möglich
Einsatz nach Prüfung im Einzelfall möglich

¹ Zur Erläuterung der Kurzbezeichnungen siehe Arbeitshilfe 5
² In grundwasserführendem Fels ist die Eignung des Rohrvortriebsverfahrens gesondert zu prüfen; ggf. sind Zusatzmaßnahmen erforderlich
³ Angaben gelten nicht für aufgedoppelte Maschinen
⁴ Erfahrungswerte; Erläuterungen siehe Arbeitshilfe 5

ARBEITSHILFE

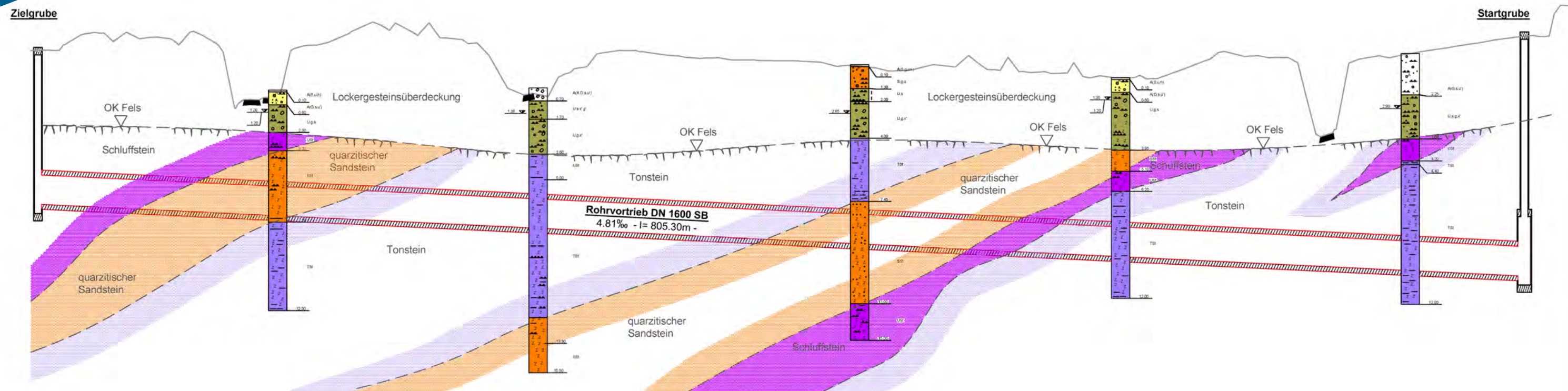
ARBEITSHILFE

ANWENDUNGS- BEISPIEL BODEN



ARBEITSHILFE

ANWENDUNGS- BEISPIEL FELS



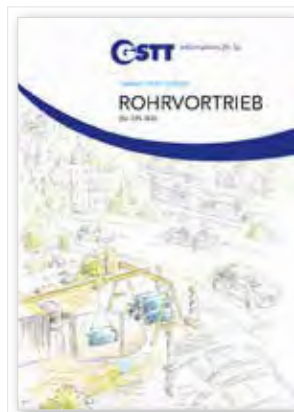
Homogenbereich	F100Z _{6,20} A2T2	F200D _{6,20} A4T3	F50Z _{0,6} A1T1	F150D _{2,6} A3T2	F50Z _{6,20} A2T1	F30Z _{0,6} A1T1
----------------	----------------------------	----------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------

DOWNLOADBEREICH



Alle **Informationen** dieser Ausgabe können Sie online auf unter **www.gstt.de** lesen und downloaden.

Das aktuelle **Musterleistungsverzeichnis** sowie die Ausgabe **GSTT Information 28-1a „Gruben statt Gräben – Rohrvortrieb bis DN 800“** stehen Ihnen auf der GSTT Webseite als Worddokument und PDF zur Verfügung.



GUT ZU WISSEN

GSTT Arbeitshilfen zur Anwendung der neuen DIN 18319

Herausgeber: GSTT - GERMAN SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY E.V. | Messedamm 22 | 14055 Berlin
Copyright für Bilder: Michael Hentrich, shutterstock.com: gabriel12, winnond, Noppharat616, Igor Stramyk, Bart Sadowsk
Autorenverzeichnis zum Zeitpunkt der Veröffentlichung Mai 2017: Prof. Jens Hölterhoff, Prof. Dr. Albert Hoch, Dr. Hans-Peter Uffmann, Dr. Marc Peters, Theo Hundertpfund, Michael Hentrich, Kurt Rippl, Harald Drexel, Dr. Ulrich Bohle, Karl-Heinz Flick, Christel Flittner, Sarah Burges, Jessica Münster, Andreas Hüttemann, Jürgen Knops, Christian Korndörfer, Hans-Georg Müller, Marc-Georg Pater, Steffen Prätorius

Autorenverzeichnis zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der Überarbeitung März 2023: Harald Drexel, Michael Hentrich, Prof. Jens Hölterhoff, Andreas Hüttemann, Theo Hundertpfund, Jürgen Knops, Christian Korndörfer, Hans-Georg Müller, Dr. Marc Peters, Steffen Prätorius, Dr. Hans-Peter Uffmann, Dr. Ulrich Bohle

www.gstt.de

