

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Kayser, Jan

Geotechnische Prinzipien bei der Umsetzung der Homogenbereiche nach VOB/C für den Verkehrswasserbau nach MEH

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/105283>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

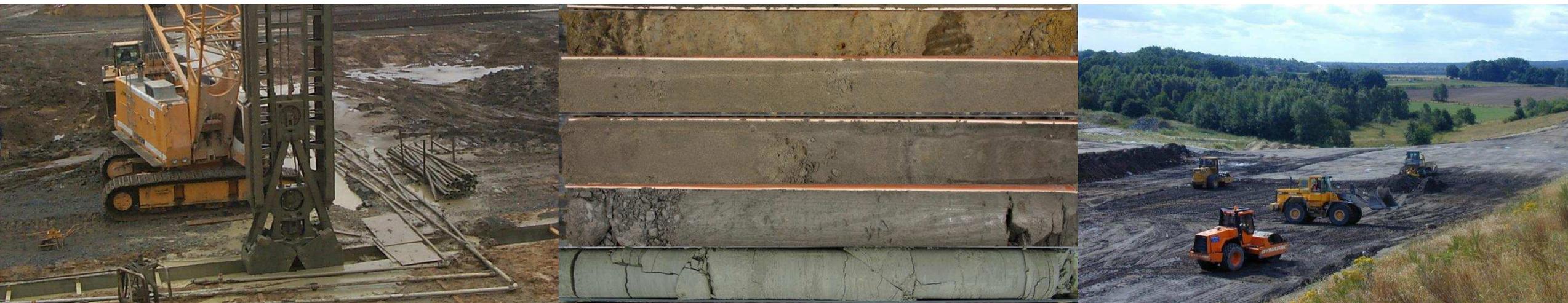
Kayser, Jan (2018): Geotechnische Prinzipien bei der Umsetzung der Homogenbereiche nach VOB/C für den Verkehrswasserbau nach MEH. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Einteilung des Baugrundes in Homogenbereiche. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 15-20.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.





Jan Kayser

Geotechnische Prinzipien bei der Umsetzung der Homogenbereiche nach VOB/C für den Verkehrswasserbau nach MEH

BAW-Kolloquium Einteilung des Baugrunds in Homogenbereiche

Hannover, 30. Januar 2018

Homogenbereiche – Wunsch und Wirklichkeit

Wunsch

Optimale
Maschinentechnik



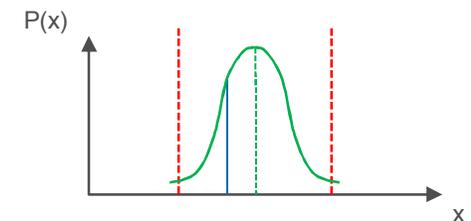
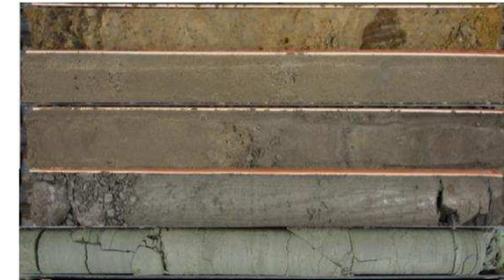
**Homogen-
bereiche**

Baupraktische
Umsetzung



Wirklichkeit

Natürliche
Schwankungen



Sinn und Zweck einer vertragsgerechten Baugrundspezifikation (Klassifikation oder Homogenbereiche)

1. Boden bzw. Fels mit gleichen Eigenschaften und Verhalten zusammenzufassen
2. Übersichtliche Beschreibung der Baugrundverhältnisse
3. Ein einheitliches Verständnis über die Eigenschaften der Böden zu erreichen
4. Grundlage der klaren Kommunikation zwischen den Beteiligten hinsichtlich der Baugrundverhältnisse
5. Mit standardisierter Terminologie Interpretationsspielräume von Baugrundgutachten zu verringern

Welche VOB - Parameter sind wirklich wichtig?

Wie groß dürfen die Bandbreiten in einem Homogenbereich sein?

Wie viel muss untersucht werden?

Wie homogen müssen Homogenbereiche sein?

Wie können Homogenbereiche dargestellt werden?

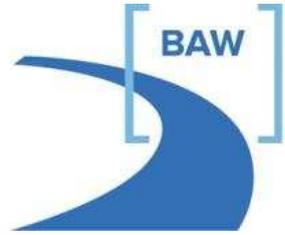
Wer legt die Homogenbereiche fest?

Wie genau müssen/können die Kennwerte angegeben werden?

Wie kann die Beschreibung des Baugrunds für alle Beteiligten verbessert werden?

MEH

www.baw.de / blog.baw.de

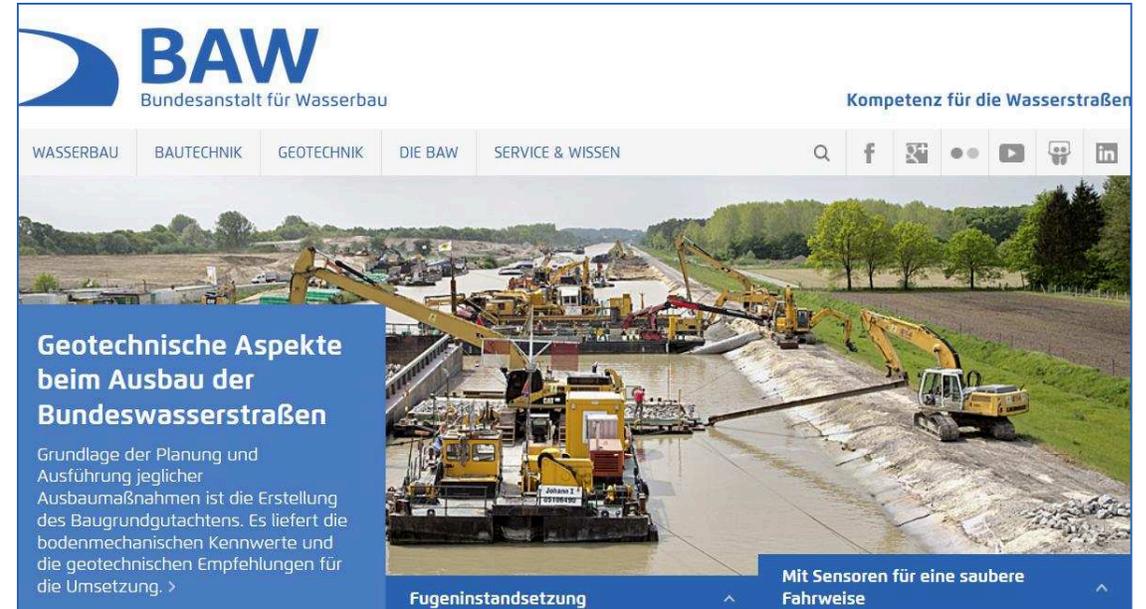


Bundesanstalt für Wasserbau
Kompetenz für die Wasserstraßen

BAWMerkblatt

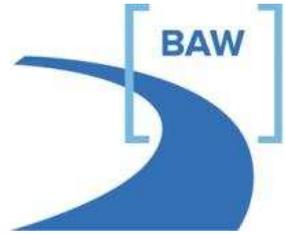
**Einteilung des Baugrunds in
Homogenbereiche nach VOB/C (MEH)**

Ausgabe 2017



MEH

Verkehrswasserbau mit Großgeräten



Bundesanstalt für Wasserbau
Kompetenz für die Wasserstraßen

BAWMerkblatt

**Einteilung des Baugrunds in
Homogenbereiche nach VOB/C (MEH)**

Ausgabe 2017



Welche VOB - Parameter sind wirklich wichtig?

Wichtig?		
Kornverteilungskurven DIN 18123		Erdarbeiten DIN 18300
Steine/Blöcke EN ISO 14688-1	DIN	Bohrarbeiten DIN 18301
Mineral. Steine/Blöcke EN ISO 14688-1	DIN	Rammen DIN 18304
Bodengruppe DIN 18196		Nassbaggern DIN 18311
ortsübliche Bez.		Untertagebau DIN 18312
Dichte 18125-2/DIN EN ISO 17892-2	DIN	Schlitzwand DIN 18313
Kohäsion DIN 18137-1 bis -3		Rohrvortrieb DIN 18319
undrännierte Scherf. DIN 4094-4/DIN 18136/DIN18137-2		Düsenstrahl DIN 18321
Sensitivität DIN 4094-4		Horiz.-spülb. DIN 18324
Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1		
Plastizitätszahl DIN 18122-1		
Konsistenzgrenzen,-zahl DIN 18122-1/DIN EN ISO 14688-1		
Konsistenz DIN EN ISO 14688-1		
Durchlässigkeit DIN 18130		
Lagerungsdichte DIN EN ISO 15488-2 DIN 18126		
Kalkgehalt DIN 18129		
Organischer Anteil DIN 18128		
Benennung org. Böden DIN EN ISO 14688-1		
Abrasivität NF P 18-579		
Sulfatgehalt DIN EN 1997-2		

Leitparameter

- Klassifizierende Parameter
- Maßgeblich für die Geräte- und Verfahrenswahl
- Ggf. erhebliche Auswirkung auf Wirtschaftlichkeit

- Hilfestellung inwieweit verschiedene Schichten hinsichtlich des jeweiligen Verfahrens vergleichbar sein können.
- Anwendung ist projektspezifisch
- Ggf. auch andere Parameter zur differenzierteren Einteilung der Homogenbereiche zu berücksichtigen.

Leitparameter und Einteilungsgrenzen

	Erdarbeiten DIN 18300	Bohrarbeiten DIN 18301	Ramm-, Rüttel-, Pressarb. DIN 18304	Nassbaggerarbeiten DIN 18311	Schlitzwandarbeiten DIN 18313	Rohrvortriebsarb. DIN 18319	Düsenstrahlarbeiten DIN 18321	Horizontalspülbohra. DIN 18324	Landschaftsbauarb. DIN 18320
ortsübliche Bezeichnung									
Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern nach DIN 18123									
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688	a)		b)						
mineralogische Zusammensetzung Steine und Blöcke nach DIN EN ISO 14689-1									
Bodengruppe nach DIN 18196	a)								
Bodengruppe nach DIN 18915									
Dichte nach DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2									
Kohäsion nach DIN 18137-1 bis 3									
undränirte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4, 18136 oder 18137-2									
Sensitivität bindige Böden nach DIN 4094-4									
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1									
Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	b)								
Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	c)								
Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1			d)						
Durchlässigkeit nach der Normenreihe DIN 18130									
Lagerungsdichte Def. nach DIN EN ISO 14688-2, Best. nach DIN 18126	e)								
Sondierwiderstände mit Angabe des Sondierverfahrens									
Kalkgehalt nach 18129									
Organischer Anteil nach DIN 18128									
Benennung und Beschreibung organischer Böden nach DIN EN ISO 14688-1									
Abrasivität nach NF P18-579									
Sulfatgehalt , nach DIN EN 1997-2 mit Angabe säure-/wasserlöslich									
Korndichte nach DIN 18124									
Schalenteil									

Nach VOB/C erforderliche Angabe

Angabe zusätzlich zur ATV

Leitparameter



Konsistenz DIN 14688

Sondierwiderstände
Vortrag Dornecker

..... Boden und Fels sind entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen.

VOB

Konsistenzzahl I_c

Laborversuche am aufbereiteten
(gestörten) Boden

➔ Zahlenwert für I_c

MEH

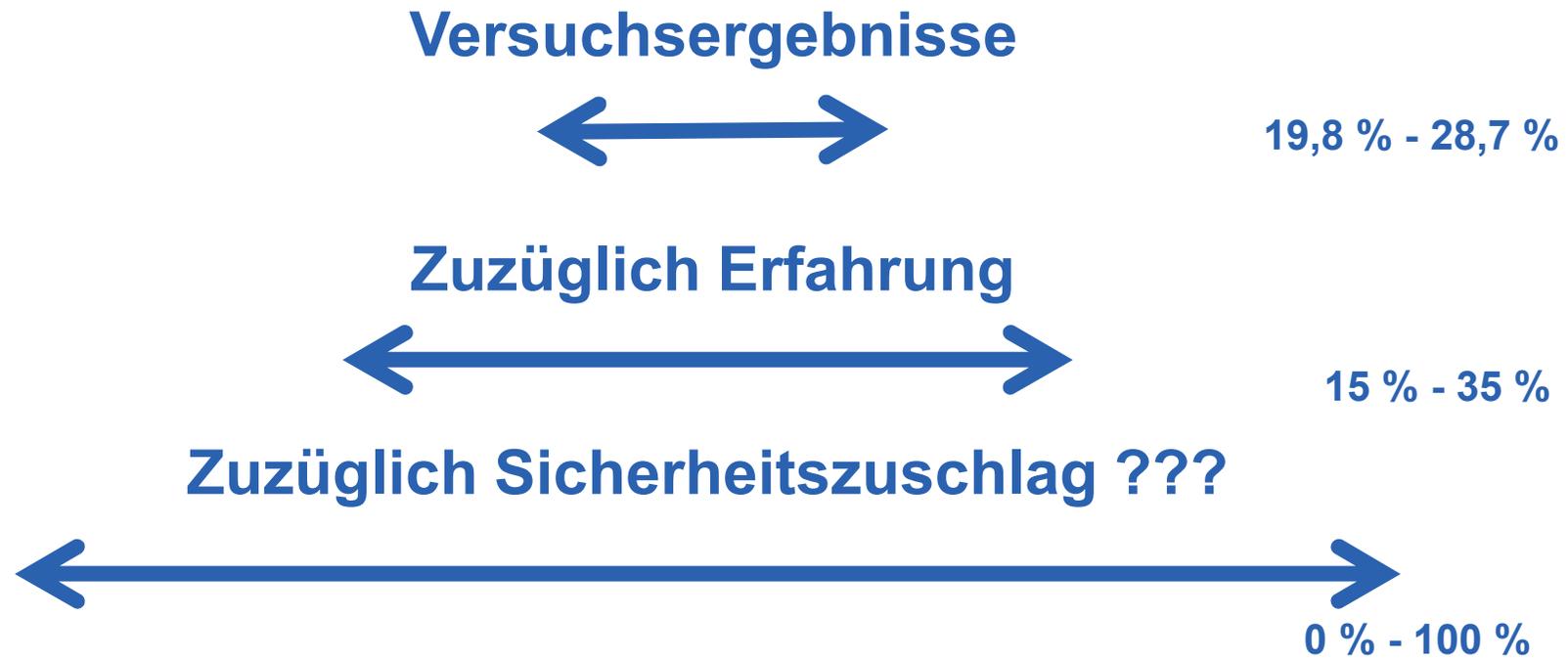
Konsistenz nach DIN 14688

Manuelle Verfahren am
ungestörten Boden

➔ Verbale Beschreibung

Wie groß dürfen die Bandbreiten in einem Homogenbereich sein?

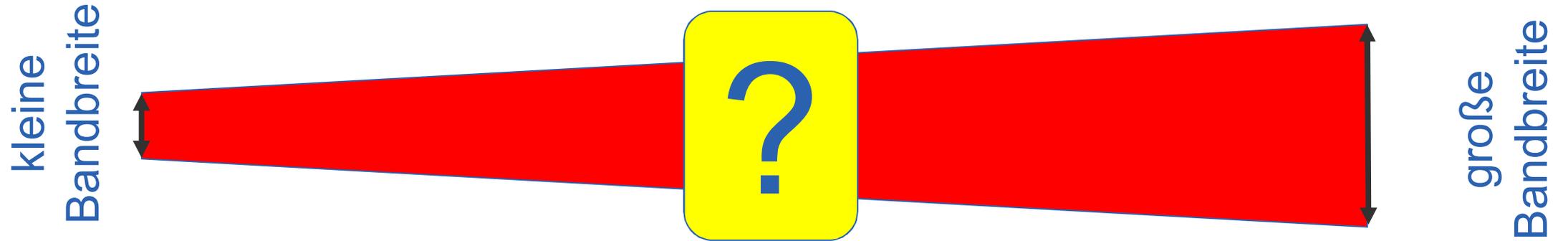
... Für die Homogenbereiche sind folgende Eigenschaften und Kennwerte sowie deren **ermittelte Bandbreite** anzugeben.....



Bandbreite – Groß oder klein?



Wie groß dürfen die Bandbreiten in einem Homogenbereich sein?



Gemäß §7 Abs. 1 Nr. 1 VOB/A ist die Leistung **eindeutig** und **erschöpfend** zu beschreiben, sodass alle Bewerber ihre Preise sicher berechnen können.

Gemäß §7 Abs. 1 Nr. 2 VOB/A sind für eine einwandfreie Preisermittlung **alle beeinflussenden Umstände** festzustellen und in den Vergabeunterlagen anzugeben.

Einteilungsgrenzen

Verfahrensspezifische Grenzwerte für die Leitparameter

- Grenzwert, bei dem Wechsel der Maschinen- oder Verfahrenstechnik technisch oder wirtschaftlich geboten ist
- Ggf. Homogenbereiche über die Einteilungsgrenzen hinaus bilden
 - um die Anzahl der Homogenbereiche gering zu halten
 - wenn bodenmechanische Eigenschaften oder projektspezifische Randbedingungen keine genauere Differenzierung zulassen.



bindige Böden

Leitparameter

Undrained Scherfestigkeit c_u kN/m ²	Konsistenz	Klasse
≤ 20	flüssig bis breiig	BOB 1
> 20 bis 200	weich bis steif	BOB 2
> 200 bis 600	halbfest	BOB 3
> 600	fest	BOB 4

Klassifikation

Einteilungsgrenzen

nichtbindige Böden

Kiesanteil %	Feinkornanteil %	Klasse
≤ 10	≤ 15	NB 1
	> 15	NB 2
> 10 bis 40	≤ 15	NB 3
	> 15	NB 4
> 40	beliebig	NB 5

Boden:

- Nichtbindige, weiche bis halbfeste bindige Böden ohne großen Blöcke (> 63 cm) zu einem Homogenbereich zusammenfassen
- Breiige bindige Böden, Böden mit großen Blöcken und Böden mit ausgeprägtem Klebepotential (z. B. steife bis halbfeste TA) eigener Homogenbereich

Fels:

Leitparameter Fels	Einteilungsgrenze
Einaxiale Druckfestigkeit	kleiner 5 MPa 5 bis 25 MPa 25 bis 50 MPa 50 bis 150 MPa über 150 MPa
Trennflächenabstand	unter 6 cm 6 bis 20 cm 20 bis 60 cm über 60 cm

- **Beschreibung des Bodens gilt für Lösen, Laden, Transportieren, Verbessern, Einbauen**
- **Homogenbereich für Einbau abhängig von der Verwendung (qualifizierter Einbau, Deponierung) und Gewinnung (trocken/nass) des Bodens**
- **Einteilung nach dem Lösen muss auch Gerätegröße berücksichtigen (z. B. Differenzierung Handschachtung und Großgeräten)**

Leitparameter und Einteilungsgrenzen Bohrarbeiten DIN 18301 – Vorschlag MEH

Leitparameter nichtbindiger Boden	Einteilungsgrenzen
Spitzenwiderstand q_c	unter 25 MPa über 25 MPa
Anteil Steine und Blöcke	unter 5 % 5 bis 20 % über 20 %

Leitparameter bindiger Boden	Einteilungsgrenzen
Konsistenz	breiig weich bis halbfest fest
Anteil Steine und Blöcke	unter 5 % 5 bis 20 % über 20 %

Leitparameter Fels	Einteilungsgrenze
Einaxiale Druckfestigkeit q_u	unter 5 MPa 5 MPa bis 25 MPa 25 MPa bis 50 MPa 50 MPa bis 80 MPa 80 MPa bis 100 MPa über 100 MPa ¹⁾
Trennflächenabstand	unter 6 cm 6 bis 20 cm 20 bis 60 cm über 60 cm

1) zusätzliche Maßnahmen beim Bohren erläutern

Systematik Leitparameter mit Einteilungsgrenzen erarbeitet für:

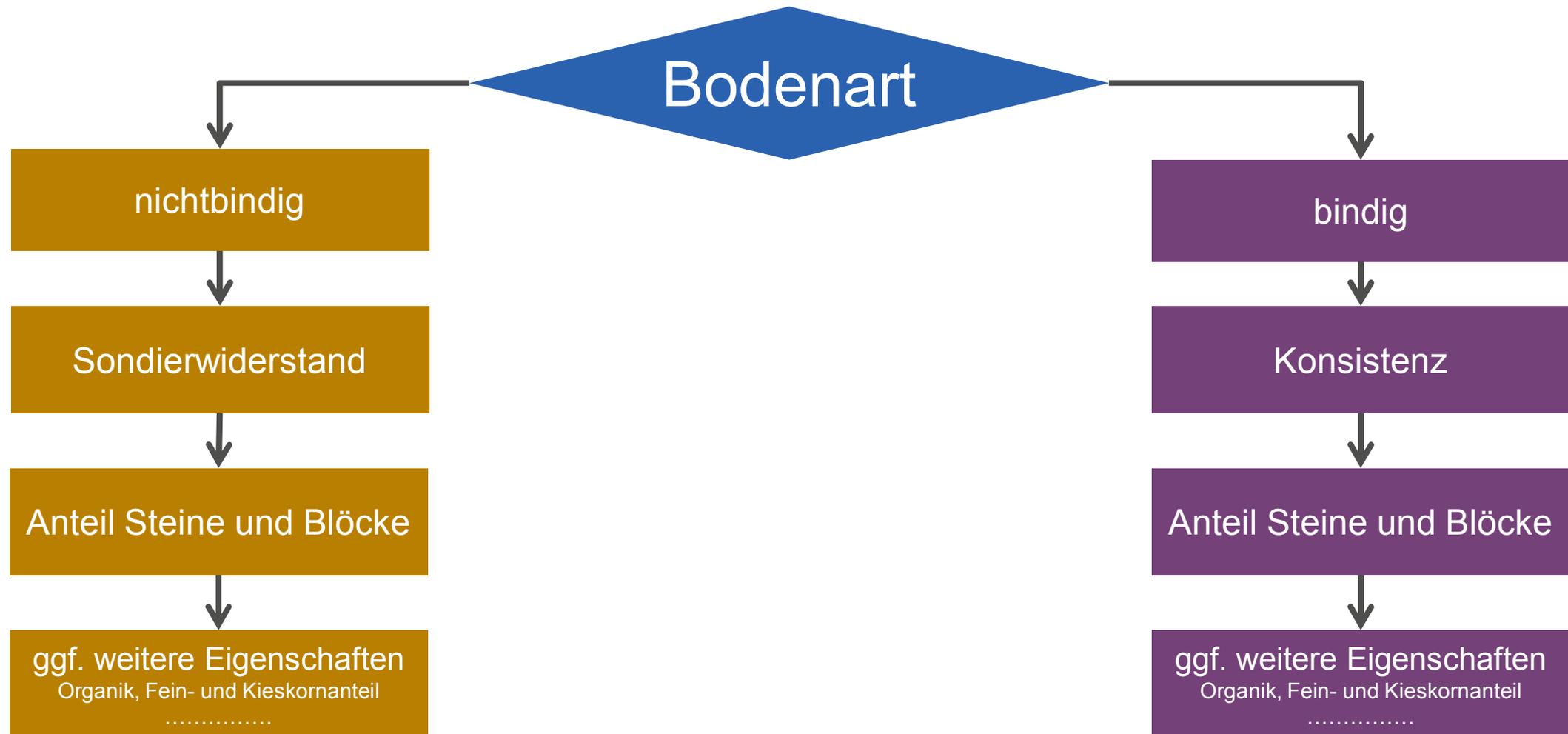
- DIN 18300 Erdarbeiten
- DIN 18301 Bohrarbeiten
- DIN 18304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten
- DIN 18311 Nassbaggerarbeiten
- DIN 18312 Untertagebauarbeiten
- DIN 18313 Schlitzwandarbeiten mit stützenden Flüssigkeiten
- DIN 18319 Rohrvortriebsarbeiten
- DIN 18321 Düsenstrahlarbeiten
- DIN 18324 Horizontalspülbohrarbeiten

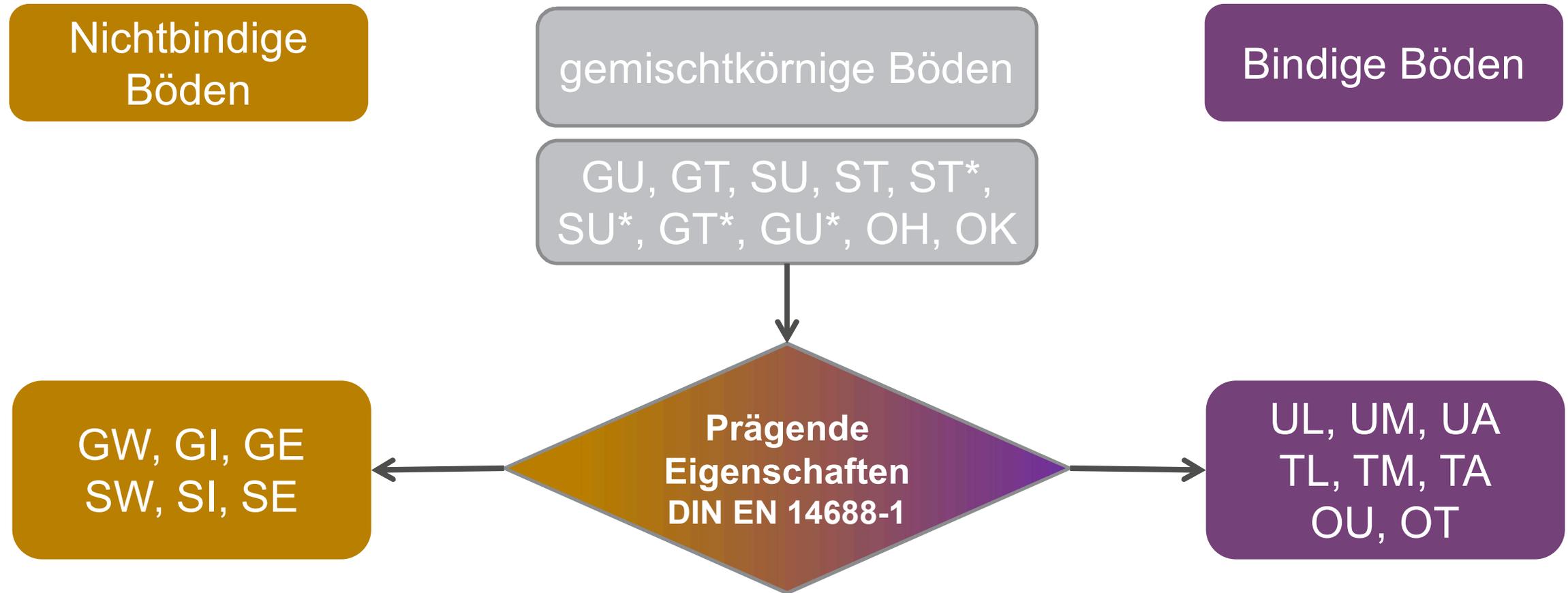
Grundlage: Literatur, eigene Erfahrungen, graue Regelwerke, alte VOB-Normen

Boden

Leitparameter	Einteilungsgrenzen	Häufigkeit
Bodengruppe DIN 18196	Bindig – nichtbindig Ausgeprägt plastisch Leicht plastisch Leicht und Mittelplastisch Mittel und ausgeprägt plastisch	8 2 1 1 1
Konsistenz Bindige Böden	Fest Breilig Breilig bis weich Weich bis halbfest Weich bis steif Halbfest Steif Steif bis halbfest	6 5 3 3 2 2 1 1
Sondierwiderstand nichtbindige Böden Spitzenwiderstand q_c Schlagzahlen N_{10}	0,2 / 0,5 / 0,75 Mpa 1,0 Mpa 7,5 / 15 MPa 11 / 20 / 25 MPa 15 / 20 MPa 25 Mpa $N_{10} = 7 / 15 / 25 / 80$	Jeweils einmal
Massenanteil Steine und Blöcke	5 % / 20 %	6
Organik	Glühverlust Vgl 5 % HZ, HN, OU, OT, OH Nur HN	Jeweils einmal
Korngrößenanteile	Anteil Feinkorn 15 % Anteil Feinkorn 10 % / 30 % Anteil Kieskorn 10 % / 40 %	Jeweils einmal

Einteilung in Homogenbereiche für Boden - generelles Schema





Bodengruppen nach DIN 18196

Einteilungsgrenzen für Leitparameter Fels

Grundlage 6 Bauverfahren

Leitparameter	Einteilungsgrenze	Häufigkeit
Einaxiale Druckfestigkeit q_u	2 MPa	1
	5 MPa	6
	25 MPa	4
	50 MPa	4
	80 MPa	1
	100 MPa	3
	150 MPa	1
Trennflächenabstand	6 cm	6
	20 cm	6
	60 cm	5
	100 cm	1

- Nur ein geringer Anteil an Parameter ist für die Einteilung der Homogenbereiche geeignet (Leitparameter)
- Viele Parameter haben rein beschreibenden Charakter (Begleitparameter)
- Einteilungsgrenzen sind wichtige Orientierung bei der Einteilung in Homogenbereiche

DIN EN 1997-2: Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds

- DIN EN 1997-2: Nationaler Anhang

- DIN 4020: Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke

DIN EN ISO 14688-2: Geotechnische Erkundung und Untersuchung, Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen

DIN EN ISO 14689: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels

DIN 18196: Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke

Festlegung der Homogenbereiche

Geotechnischer Bericht

Geotechnischer Untersuchungsbericht (DIN EN 1997- 2):

- Baugrunduntersuchung (Feld- und Laborarbeiten) planen, durchführen und auswerten
- Schichten festlegen
- schichtweise Kennwerte (gemessen und gelichtet) in Spannbreiten angeben

- Charakteristische Kennwerte der Schichten für Standsicherheitsnachweise nach DIN EN 1997-1 („sichere Seite“)

~~• Bodenklassen~~

- Gründungsempfehlung
- Hinweise für Ausführung

• Empfehlung zur Festlegung der Homogenbereiche nach ATV-DIN aus einzelnen oder mehreren Schichten

- Kennwerte der Homogenbereiche mit Bandbreite

Umsetzung der Empfehlung in
Bemessung/Planung

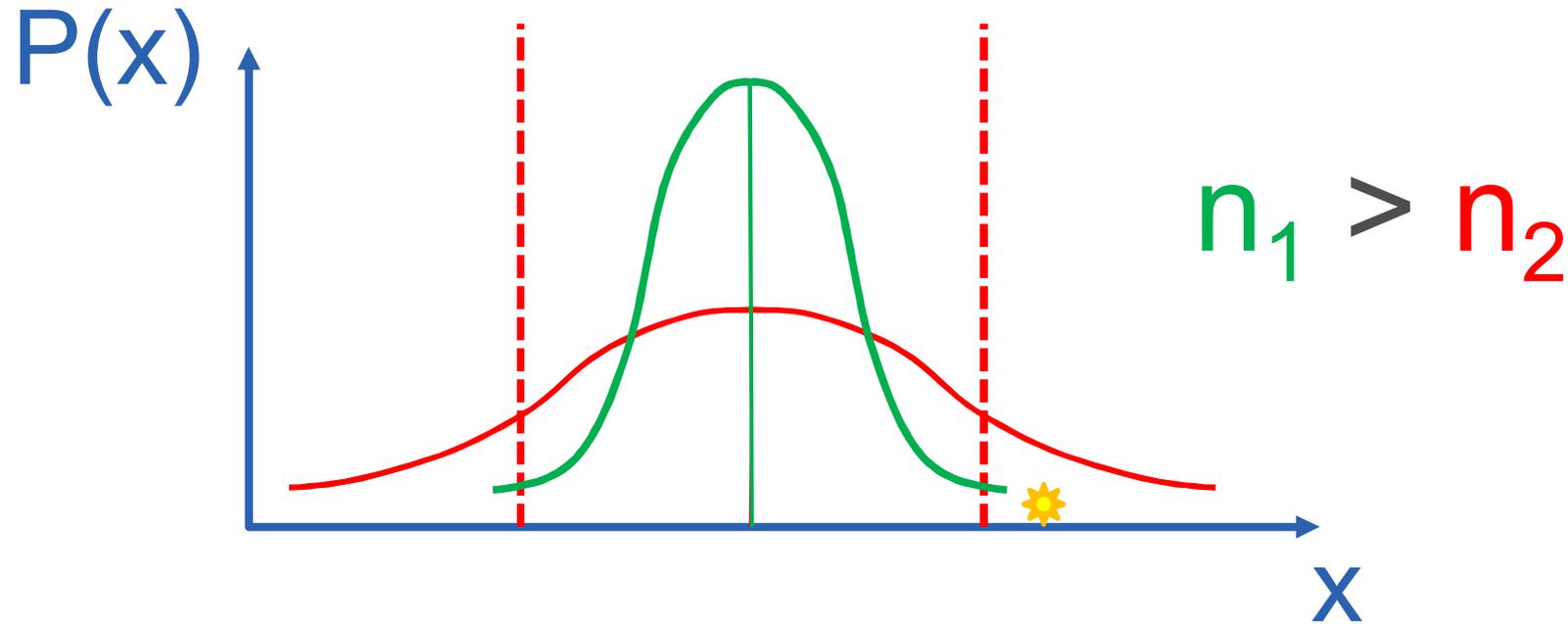
Umsetzung der Empfehlung in
Ausschreibung

Festlegung VOB-Normen:

..... Nachfolgend sind die Normen oder Empfehlungen angegeben, mit der diese Kennwerte ggf. **zu überprüfen** sind.....

→ **Für die Ausschreibung ist nach VOB/C keine Baugrunderkundung vorgeschrieben**





VOB-Normen geben keinen Mindestumfang und keine statistische Absicherung vor

Aber: Je größer n desto geringer das Risiko von Abweichungen

Welcher Versuch für welchen Boden?
Wie viele Versuche?

MEH Anlage 1.1.2

Mindestumfang Laboruntersuchungen
in Anlehnung an DIN EN 1997-Teil 2
(normativ für Berechnungen)

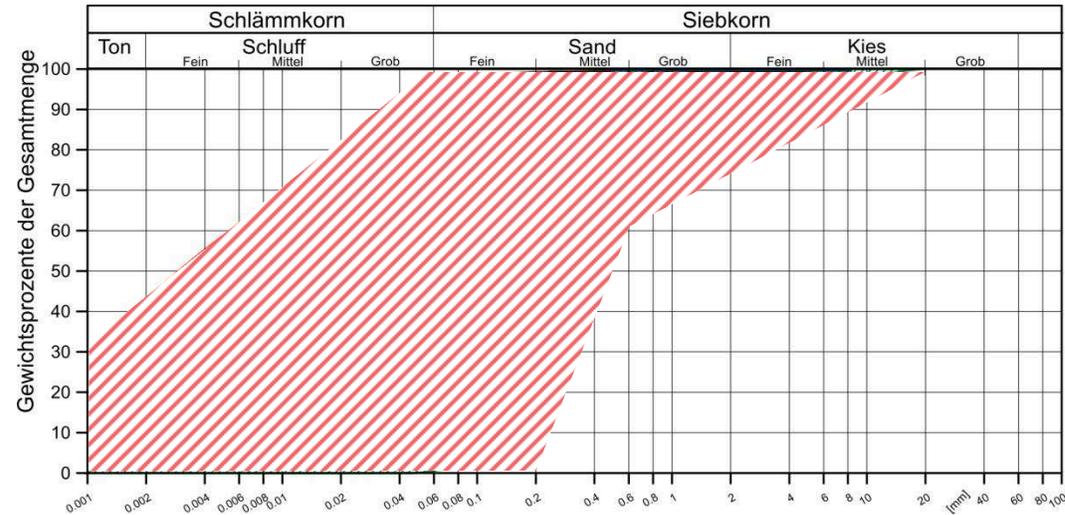
	Bindige Böden	Nichtbindige Böden	Mindestumfang je Schicht nach DIN EN 1997-2
ortsübliche Bezeichnung			
Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern nach DIN 18123			4
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688			
mineralogische Zusammensetzung Steine u. Blöcke nach DIN EN ISO 14689-1			
Bodengruppe nach DIN 18196			
Bodengruppe nach DIN 18915			
Dichte nach DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2			
Kohäsion nach DIN 18137-1 bis -3			
undräßierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4, 18136 oder 18137-2			
Sensitivität nach DIN 4094-4			
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1			
Plastizitätszahl nach DIN 18122-1			3
Konsistenzzahl nach DIN 18122-1			3
Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1			3
Durchlässigkeit nach der Normenreihe DIN 18130			
Lagerungsdichte D, Def. nach DIN EN ISO 14688-2, Best. s. MEH, Kap. 2.6.1			
Sondierwiderstände mit Angabe des Sondierverfahrens			
Kalkgehalt nach DIN 18129			
Organischer Anteil nach DIN 18128			5
Abrasivität nach NF P18-579			
Sulfatgehalt nach Handbuch EC 7, Band 2, wasserlöslich			
Korndichte nach DIN 18124			2
Schalenanteil			

Wie homogen müssen Homogenbereiche sein?



- Lage der einzelnen Schichten kann nicht zuverlässig erkundet werden
- Schichten sind aus bautechnischen oder baubetrieblichen Gründen nicht getrennt ver- und bearbeitbar
- Aufmaß einzelner Schichten erfordert einen unangebracht hohen Aufwand und stört ggf. den Baubetrieb erheblich
- Natürliche Eigenschaften gehen über die Grenzen der verfahrenstechnisch begründeten Bandbreiten

„Inhomogene“ Homogenbereiche

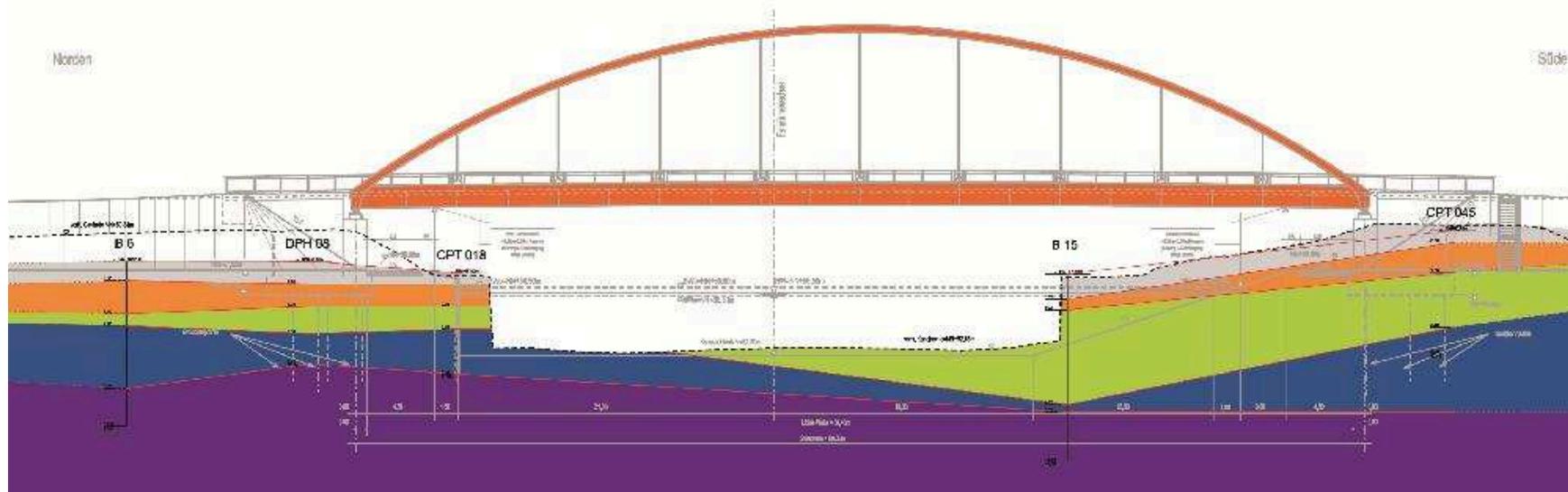


- Einen Homogenbereich mit mehreren Bodenarten bilden
- Jede Bodenart gesondert beschreiben
- Anteil der Bodenarten (grob) abschätzen
- Kornverteilungsbänder mit repräsentativen Kurven darstellen

9 Bauverfahren = 9 verschiedene Einteilungen?

1. Erfassung und graphische Darstellung der Schichten in Schnitten als kleinste geologische Einheit
2. Schichtbezogenen Auflistung aller relevanten Kennwerte in Bandbreiten
3. Zusammenfassung der Schichten zu Homogenbereichen gesondert für jedes anzuwendende Bauverfahren
4. Bandbreiten der Homogenbereiche ergeben sich aus der Vereinigungsmenge der zusammengefassten Schichten

Kleinste Einheit = Schicht



Kennblatt für eine Schicht - Leistungsbeschreibung

Name der Schicht / ortsübliche Bezeichnung	schluffige Fein- bis Mittelsande
Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern nach DIN EN ISO 18123	
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-2	0 – 5 %
mineralogische Zusammensetzung Steine und Blöcke nach DIN EN ISO 14689-1	-
Bodengruppe nach DIN 18196	SE, SU, ST, SÜ, S \bar{T} (TL, TM)
Dichte nach DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2	1,9 – 2,1 g/cm ³
Kohäsion nach DIN 18137-1 bis 3	5 – 20 kPa
undrÄnierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4, 18136 oder 18137-2	20 – 150 kPa
Sensitivität nach DIN 4094-4	-
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	10 – 35 %
Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	0 – 0,5

Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	0,6 – 1,1
Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1	Überw. steif bis halbfest, z.T. weich
Durchlässigkeit nach der Normenreihe DIN 18130	$1 \cdot 10^{-7} - 5 \cdot 10^{-4}$ m/s
Lagerungsdichte Def. nach DIN EN ISO 14688-2, Best. nach DIN 18126	sehr locker bis mitteldicht
Sondierwiderstände mit Angabe des Sondierverfahrens	CPT, $q_c = 2,5 - 10$ MPa
Kalkgehalt nach DIN EN ISO 18129	0 – 50 %
Organischer Anteil nach DIN 18128	0 – 1 %
Benennung und Beschreibung org. Böden nach DIN EN ISO 14688-1	-
Abrasivität nach NF P18-579	250 – 750 g/t
Sulfatgehalt nach DIN EN 1997-2	-

Zusammenfassen von Schichten zu Homogenbereichen - Leistungsbeschreibung

	Erdarbeiten DIN 18300	Bohrarbeiten DIN 18301	Ramm-, Rüttel-, Pressa. DIN 18304	Nassaggerarbeiten DIN 18311	Untertagebauarbeiten DIN 18312	Schlitzwandarbeiten DIN 18313	Rohrvortriebsarbeiten DIN 18319	Düsenstrahlarbeiten DIN 18321	Horizontalspülbohrarb. DIN 18324
Auffüllungen	Erd-1	Bohr-1	RRP-1	Nass-1					
Feinsandige Schluffe									
Sande				Nass-2					
Mergel, verwittert		Bohr-2	RRP-2	Nass-3					
Mergelstein	Erd-2	Bohr-3	RRP-3	Nass-4					

Bandbreite Kennwerte = Vereinigungsmenge der Schichten

205	2	BODENBEWEGUNG	
205	201	m3 Boden/Fels lösen u. weiterverwenden	205 201
	/	Boden/Fels nach Regelprofilen und Zeichnung lösen, laden, fördern und weiterverwenden.	
	***	<i>Örtliche Randbedingungen angeben,</i>	
	***	<i>z.B. Wasserstandsverhältnisse,</i>	
	***	<i>ggf. mit 'WASSERHALTUNG' (LB 208).</i>	
1.9		Baugrund = Freitext ...
	***	<u>Homogenbereich gemäß Leistungsbeschreibung angeben</u>	

Freitext = Homogenbereich Erd1

- Übersicht bei hoher Anzahl an Parametern und Homogenbereichen behalten
- Anzahl Homogenbereiche: so viel wie nötig, so wenig wie möglich
- Gilt für Ausschreibung, Abwicklung und Abrechnung

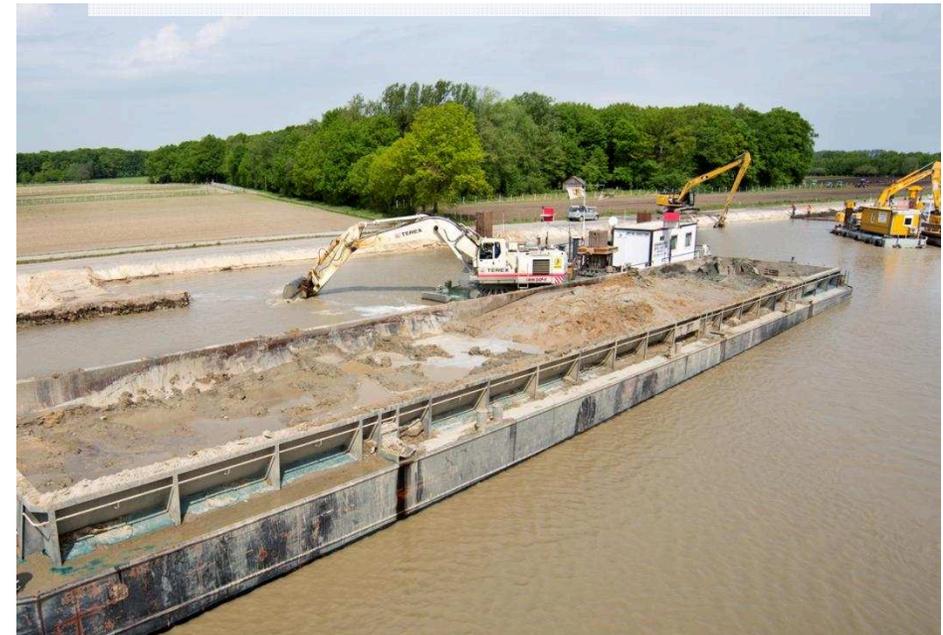
Wer legt die Homogenbereiche fest?



Geotechnik

Bodenmechanisch:
2 Homogenbereiche

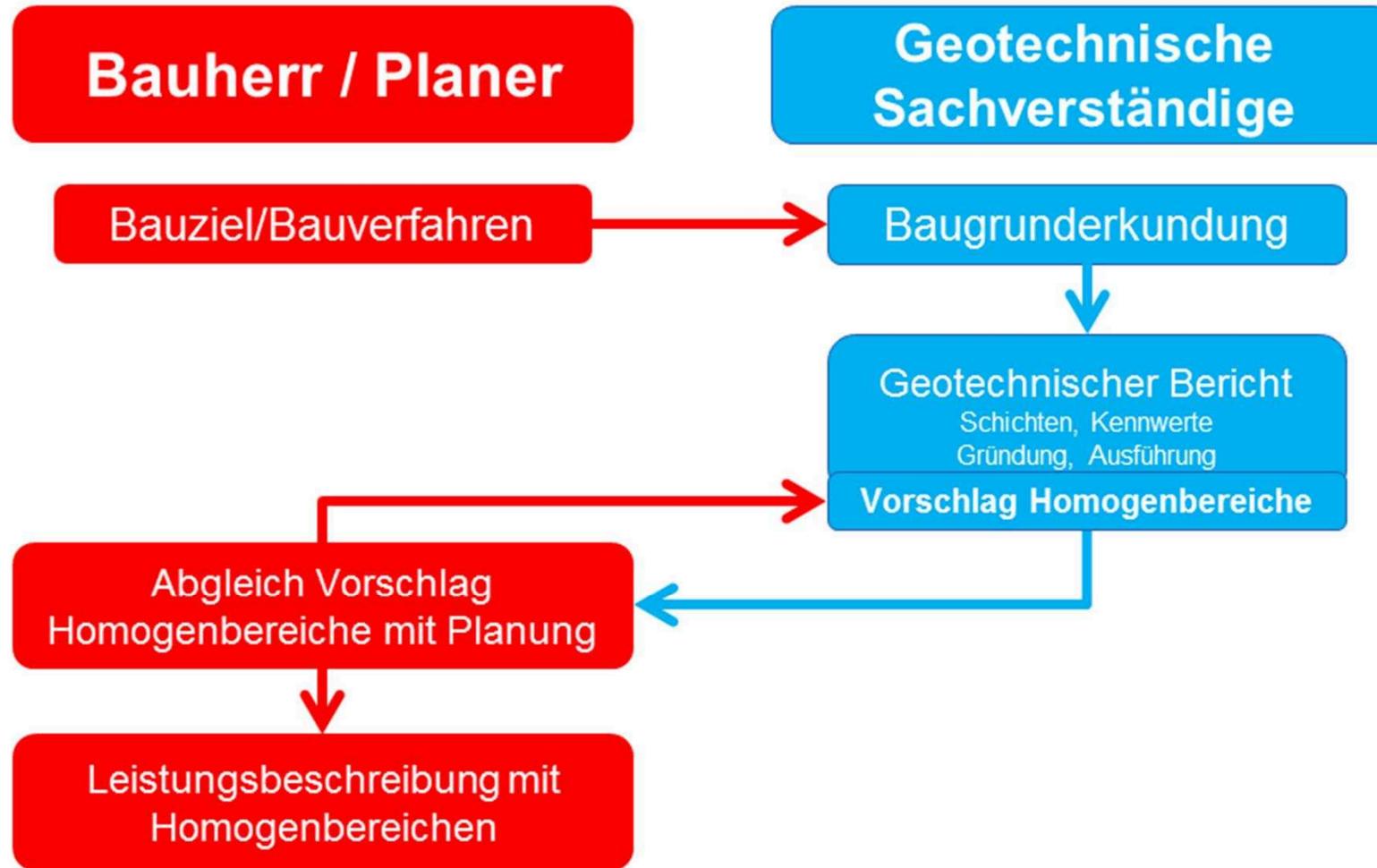
**Verfahrenstechnik
Baubetrieb**



Wer legt die Homogenbereiche fest?



Wer legt die Homogenbereiche fest?



Wie genau müssen/können die Kennwerte angegeben werden? Anteil Steine und Blöcke



Tabelle 1 — Klassifizierung von sehr grobkörnigen Böden

Korngrößenfraktion	Massen-%	Bezeichnung
Blöcke 20 bis 63 cm	< 5	geringer Blockanteil
	5 bis 20	mittlerer Blockanteil
	> 20	hoher Blockanteil
Steine 6,3 bis 20 cm	< 10	geringer Steinanteil
	10 bis 20	mittlerer Steinanteil
	> 20	hoher Steinanteil

- Keine Probenahme durch Bohrungen möglich
- Probenmenge mehrere Tonnen
- Unpräzise Prüfvorschrift
- Zahlenwert **nicht** durch übliche Baugrunderkundung bestimmbar

Boden oder Fels?



- Keine festgelegten Kriterien zur Abgrenzung
- Freiheit des Gutachters
- Im Zweifel Kennwerte für beide Fälle angeben
→ Anbieter kann sich eigenes Bild machen
- Anhaltswert DIN EN 14688: $q_u > 600 \text{ kN/m}^2$

Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen

Konsequenzen für Baugrundgutachten

- Die Festlegung der Homogenbereiche und deren Kennwerte erfolgt auf der Grundlage des Baugrundgutachtens
- Die Verantwortung des Baugrundgutachters steigt durch die Angabe der Kennwerte der Homogenbereiche
- Bodenmechanischen Labor- und Feldversuchen kommt höhere Bedeutung zu
- Auf Erfahrungswerte darf zurückgegriffen werden
- Baugrundgutachter muss über vertiefte Kenntnisse der relevanten Bauverfahren verfügen
- Anforderungen an die Qualifikation des Baugrundgutachters steigen, sorgfältige Auswahl des Gutachters unter Berücksichtigung des Qualifikationsprofils ist zu empfehlen

0.2 *Angaben zur Ausführung*

0.2.9 Ergebnisse von Sondierungen zur Bestimmung von Lagerungsdichten.

0.2.10 Wesentliche Änderungen der Eigenschaften und Zustände von Boden, Fels und sonstigen Stoffen nach dem Lösen.

0.2.12 Verwenden, Aufbereiten und Behandeln von Boden, Fels und sonstigen Stoffen sowie Art des Einbaus oder der sonstigen Verwertung unter Berücksichtigung der umweltrelevanten Inhaltsstoffe.

0.2.13 Benennen möglicher umweltrelevanter Inhaltsstoffe soweit diese für das Entsorgen von gelöstem Boden und Fels durch den Auftragnehmer von Bedeutung sind.

0.2.16 Verwenden von Boden für vegetationstechnische Zwecke nach DIN 18915 „Vegetationstechnik im Landschaftsbau — Bodenarbeiten“.

0.2.18 Anforderungen und Nachweise für das Verdichten.

0.2.19 Vorgaben, die aus Sachverständigengutachten resultieren, insbesondere aus geotechnischen Berichten nach DIN 4020, DIN EN 1997-2 und DIN EN 1997-2/NA sowie zur Hydrogeologie, und inwieweit diese Vorgaben bei der Ausführung zu beachten sind.

Fragestellung:

Ein Boden mit unterschiedlichen umweltrelevanten Inhaltsstoffen (LAGA-Klassen) und daher unterschiedlicher Weiterverwendung/Verbringung

Variante 1

Je Belastungsklasse (Entsorgungsweg) ein Homogenbereich
(Vorgabe VOB/C)

Variante 2

Ein Homogenbereich für den Boden
Gesonderte Position für Entsorgung

geschultes Personal, ggf. Labor



Baubetriebliche Bauleitung



Labor- oder Felduntersuchungen und Geotechnischer Sachverständiger für Abgrenzung der Homogenbereiche in schwierigen Fällen erforderlich

Geotechnischer Sachverständiger soll einfache Kriterien zur Abgrenzung der Homogenbereiche auf der Baustelle angeben

MEH

www.baw.de / blog.baw.de



Bundesanstalt für Wasserbau
Kompetenz für die Wasserstraßen

BAWMerckblatt

Einteilung des Baugrunds in Homogenbereiche nach VOB/C (MEH)

Ausgabe 2017

The screenshot shows the BAW website header with the logo and navigation menu (WASSERBAU, BAUTECHNIK, GEOTECHNIK, DIE BAW, SERVICE & WISSEN). Below the header is a large image of a construction site with yellow excavators. A blue overlay on the left contains the text: **Geotechnische Aspekte beim Ausbau der Bundeswasserstraßen**, followed by a short paragraph: 'Grundlage der Planung und Ausführung jeglicher Ausbaumaßnahmen ist die Erstellung des Baugrundgutachtens. Es liefert die bodenmechanischen Kennwerte und die geotechnischen Empfehlungen für die Umsetzung. >'. A blue box on the right contains the text: **BAWBlog**, 'Blog der Bundesanstalt für Wasserbau'. Below this, a blog post is visible with the title **Einteilung des Baugrunds in Homogenbereiche**, author 'Jan Kayser', date '10. November 2017', and 'Keine Kommentare'. The post includes a photograph of a cross-section of a waterway construction showing different soil layers and concrete structures.

- Die Umstellung auf Homogenbereiche bedeutet einen Paradigmenwechsel
- Homogenbereiche erfordern erhöhten geotechnischen Sachverstand auf Seiten aller Beteiligten
- Homogenbereiche lassen mehr Freiheitsgrade für die Bodenbeschreibung und sind subjektiver als Bodenklassen
- fachgerechte Baugrunderkundung bekommt erhöhte Bedeutung
- Zuverlässigkeit der Ermittlung der Kennwerte im Rahmen der Baugrunderkundung berücksichtigen, ggf. vertragliche Lösungen vorsehen

Alles klar?

Wechsel von fest vorgegebenen Klassengrenzen hin zu gutachtlichen bzw. planerischen Gestaltungsspielräumen

Wenig Erfahrungen u. a.

- Ausschreibung mit Homogenbereichen
- besonders bei komplexen Bauvorhaben
- Verantwortlichkeiten bei den Beteiligten
- Gutachtlicher und planerischer Spielraum
- Umsetzung im Baubetrieb
- Auswirkungen auf Angebotsstrategie
- Unsicherheiten bei der rechtlichen Bewertung

→ In wichtigen Punkten bestehen noch Unklarheiten

Sinn und Zweck einer vertragsgerechten Baugrundspezifikation (Klassifikation oder Homogenbereiche)

1. Boden bzw. Fels mit gleichen Eigenschaften und Verhalten zusammenzufassen
2. Übersichtliche Beschreibung der Baugrundverhältnisse
3. Ein einheitliches Verständnis über die Eigenschaften der Böden zu erreichen
4. Grundlage der klaren Kommunikation zwischen den Beteiligten hinsichtlich der Baugrundverhältnisse
5. Mit standardisierter Terminologie Interpretationsspielräume von Baugrundgutachten zu verringern

Wie kann die Beschreibung des Baugrunds für alle Beteiligten verbessert werden?

- Anzahl der Parameter der VOB-Normen ist auf das notwendige Maß zu reduzieren
- Bedeutung jedes geforderten Parameters für das jeweilige Bauverfahren muss nachvollziehbar sein
- Einsatzgrenzen von Gerätetechniken müssen bekannt sein, ggf. durch Auftraggeber und Bauindustrie gemeinsam erarbeiten
- Regelungslücken bei Untersuchungsmethoden schließen (z. B. Abrasivität, Lagerungsdichte, Anteil Steine und Blöcke)
- Es fehlen transparente Angaben zum Zusammenhang zwischen Boden- bzw. Felskennwerten und Maschinenteknik bzw. Leistungsansätzen. Hier besteht Untersuchungsbedarf.



Bundesanstalt für Wasserbau
76187 Karlsruhe

www.baw.de

Leitparameter und Einteilungsgrenzen (nach MEH)

	Erdarbeiten DIN 18300	Bohrarbeiten DIN 18301	Ramm-, Rüttel-, Pressarb. DIN 18304	Nassbaggerarbeiten DIN 18311	Schlitzwandarbeiten DIN 18313	Rohrvortriebsarb. DIN 18319	Düsenstrahlarbeiten DIN 18321	Horizontalspülbohra. DIN 18324	Landschaftsbauarb. DIN 18320
ortsübliche Bezeichnung	■	■	■	■	■	■	■	■	
Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern nach DIN 18123	■	■	■	■	■	■	■	■	
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688	■ ²⁾	■	■	■ ¹⁾	■	■	■	■	■
mineralogische Zusammensetzung Steine und Blöcke nach DIN EN ISO 14689-1						■		■	
Bodengruppe nach DIN 18196	■ ²⁾	■	■	■	■	■	■	■	■
	•								
	•								
	•								

Nach VOB/C erforderliche Angabe

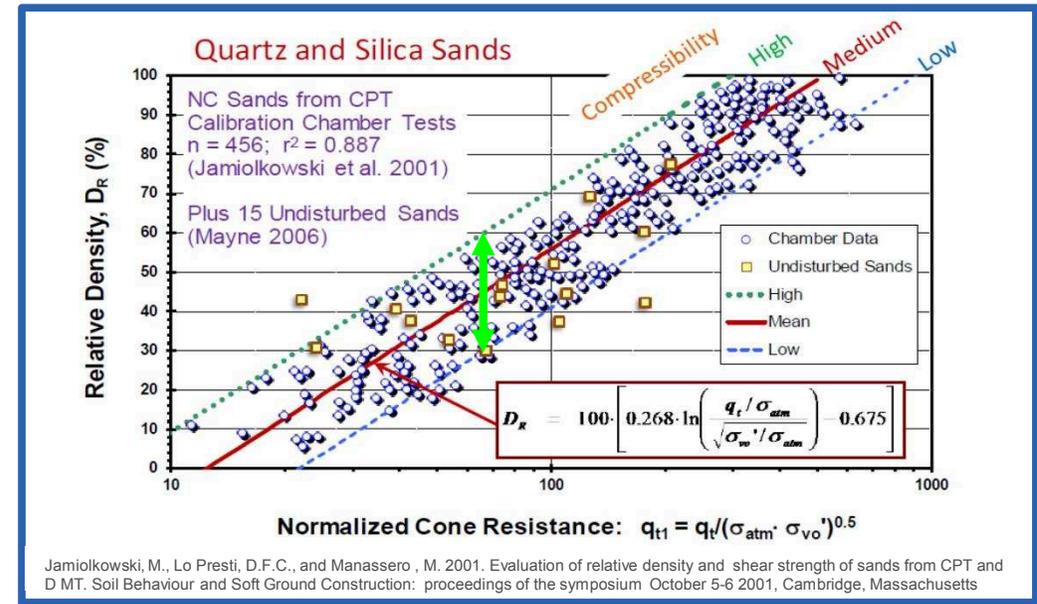
Leitparameter



Nichtbindige Böden: Sondierwiderstand vs. Lagerungsdichte

Dichte/Lagerungsdichte

- Versuch i. d. R. nicht durchführbar
- Schätzwerte aus Sondierungen ungenau



⇒ Angabe der Sondierwiderstände

Genauigkeit von Kennwerten aus der Baugrunderkundung – falsche Erwartungshaltung

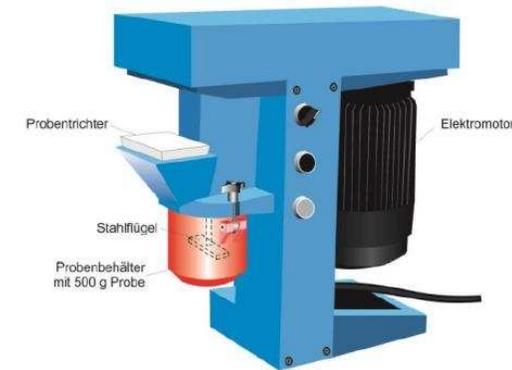
Anteil Steine und Blöcke

- mehrere Tonnen Versuchsmaterial
- Versuch nicht durchführbar
- Schätzwert 5%/20%



Abrasivität von Boden - LCPC-Test

- Für die meisten Böden nicht nach Norm durchführbar
- Randbedingungen des Versuchs unklar
- kein Bewertungsrahmen

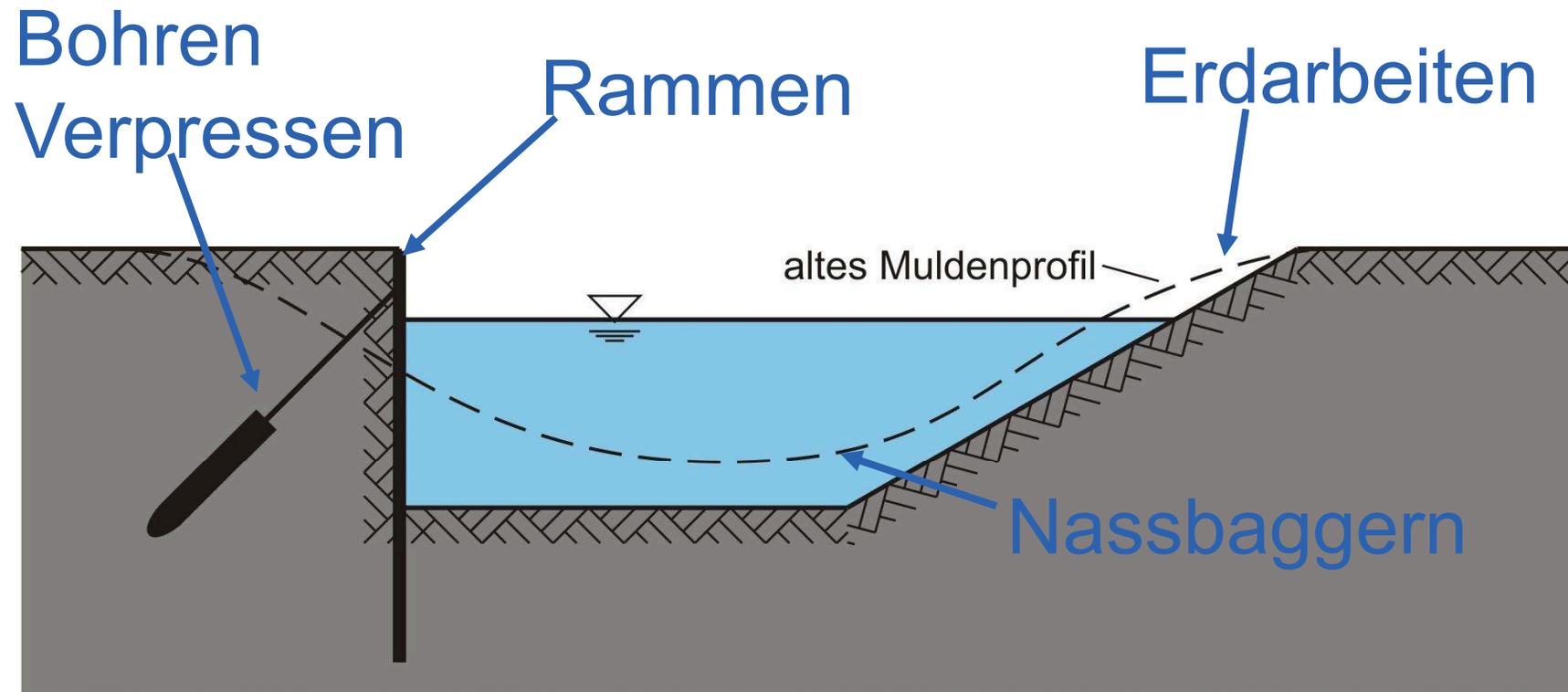


Düllmann, J. (2015): Ingenieurgeologische Untersuchungen zur Optimierung von Leistungs- und Verschleißprognosen bei Hydroschildvortrieben im Lockergestein

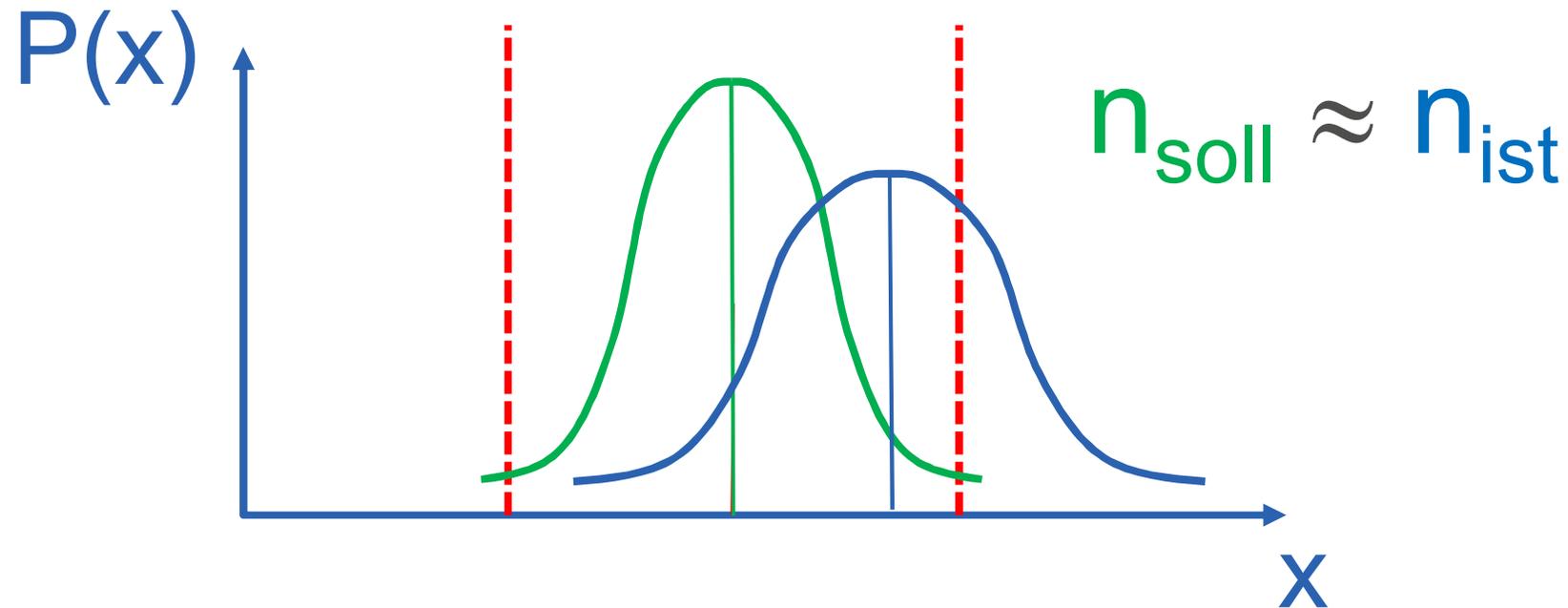
Spalte	1	2	3	4	5		7
					Körnung Massenanteile in %		
Zeile	Boden- gruppe	Benennung	Boden aus z. B.	Bearbeitbarkeit ohne Gefüge- schädigung	$d < 0,02$ mm	$d > 20$ mm	Größtkorn- durchmesser d mm
1	1	organischer Boden	Hoch- und Niedermoor	gefügestabil	—	—	—
2	2	nichtbindiger Boden	Sand	keine Ein- schränkungen	≤ 10	≤ 10	50
3	3	nichtbindiger, steiniger Boden	Kies, Schotter	keine Ein- schränkungen	≤ 10	über 10 bis 30	200
4	4	schwachbindiger Boden	anlehmigem Sand, Sandlöss, Löss	erst nach oberflächiger Abtrocknung bei mindestens steifer Konsistenz ($I_c \geq 0,75$)	über 10 bis 20	≤ 10	50
5	5	schwachbindiger, steiniger Boden	lehmigem Kies und Schotter	wie Bodengruppe 4	über 10 bis 20	über 10 bis 30	200
6	6	bindiger Boden	lehmigem Sand, sandigem Lehm	erst nach Abtrocknung bei mindestens halfester Konsistenz ($I_c \geq 1,00$)	über 20 bis 40	≤ 10	50
7	7	bindiger, steiniger Boden	lehmigem Kies und Schotter	wie Bodengruppe 6	über 20 bis 40	über 10 bis 30	200
8	8	starkbindiger Boden	leicht plastischem bis ausgeprägt plastischem Schluff und Ton, Lösslehm	wie Bodengruppe 6	> 40	≤ 10	50
9	9	starkbindiger, steiniger Boden	Bodengruppe 8 mit Kies- und Schotteranteilen	wie Bodengruppe 6	> 40	über 10 bis 30	200
10	10	stark steiniger Boden	leichtem Fels	—	—	> 30	—

1. Korngrößenverteilung
2. Plast. Eigenschaften u. Konsistenz
3. Wasserdurchlässigkeit
4. Gehalt organische Substanz
5. Bodenreaktion
6. Nährstoffvorrat

Beispiel Kanalerweiterung

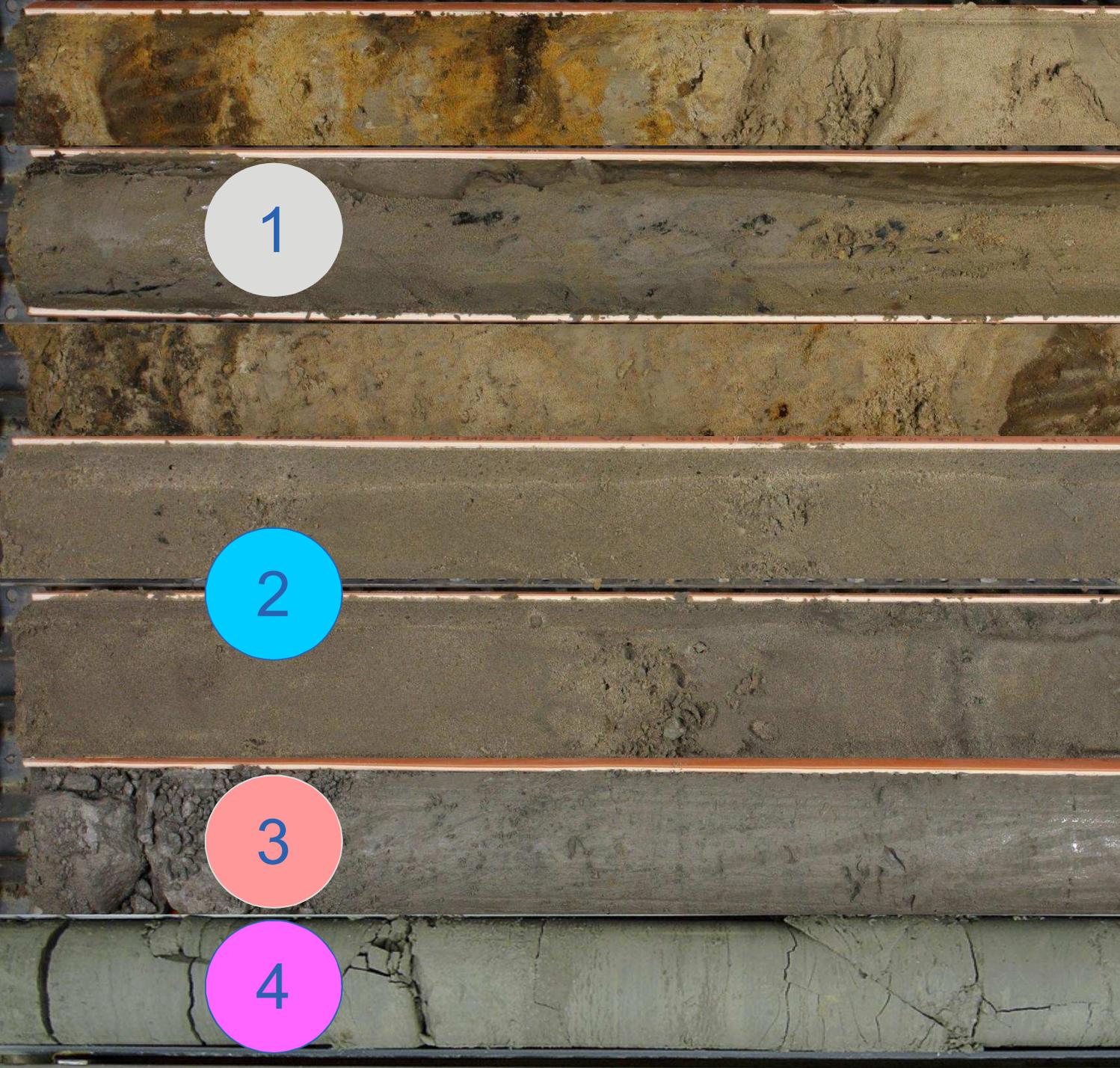


$Bau_{soll} \neq Bau_{Ist}$



Probenumfang und Probenauswahl des Bau_{Ist} muss mit dem Bau_{Soll} vergleichbar sein

n_{soll} ggf. in Baubeschreibung dokumentieren (Baugrundgutachten)



Schluffige Sande

Sand

Verw. Mergel

Felsmergel

Vorschlag Homogenbereiche umfangreich

	Bohren	Rammen	Erdbau Lösen	Erdbau Einbauen ¹⁾	Nass-baggern
Schluffige Sande	HB 1	HR 1	HEL 1	HEE 1	HN 1
Sande	HB 2	HR 2		HEE 2	
Mergel	HB 3		HEL 2	HEE 3	HN 2
Felsmergel	HB 4	HR 3	HEL 3	HEE 4	HN 3

¹⁾ Abhängig vom Verbringungskonzept

**Umfangreiches LV
Aufwändige Abrechnung**

Konsequenzen für Baugrundgutachter

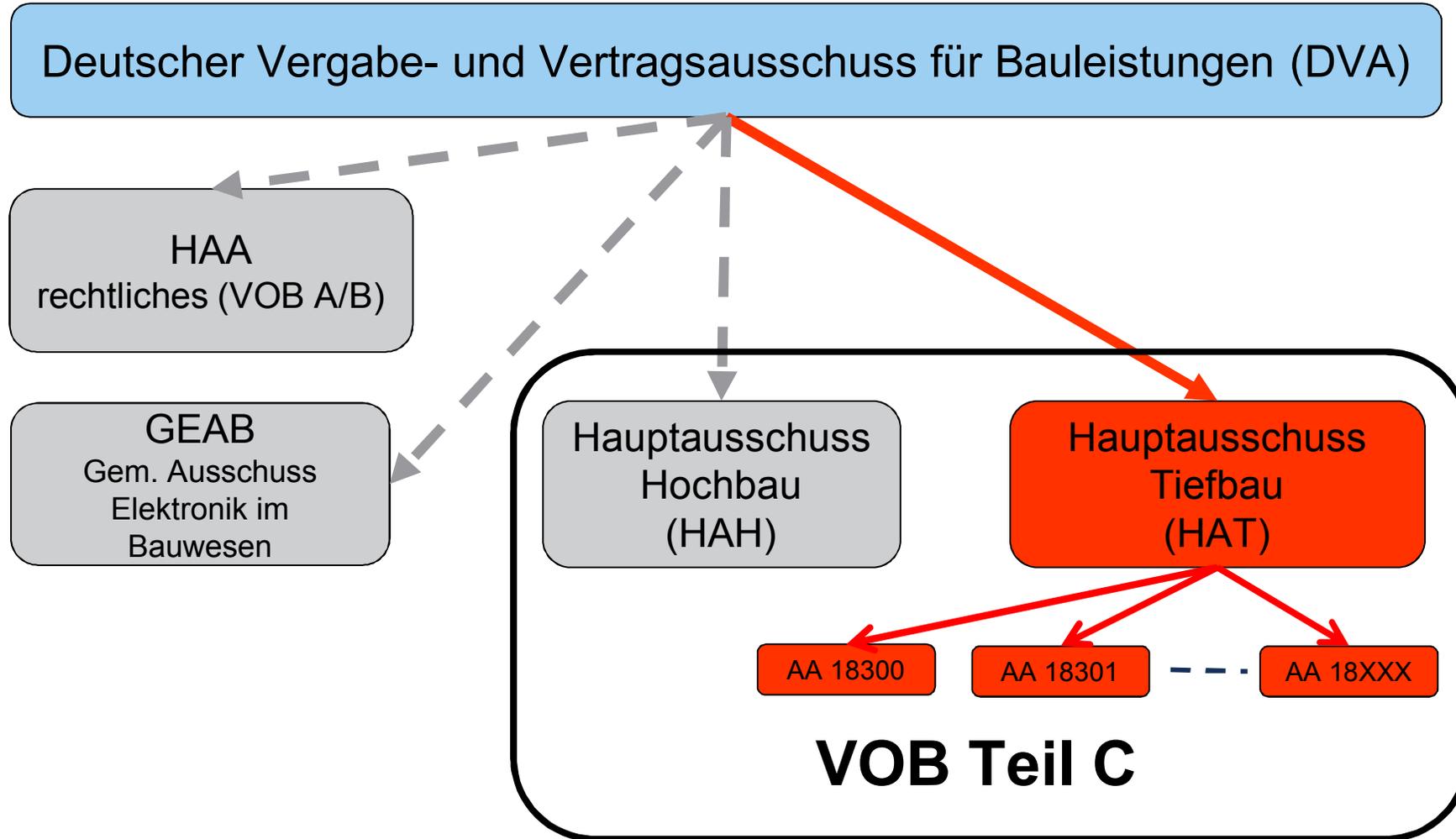
- Die Verantwortung des Baugrundgutachters steigt durch die Angabe der Kennwerte der Homogenbereiche
- Normativen Mindestumfang unbedingt einhalten
- Anforderungen an die Qualifikation des Baugrundgutachters steigen
- Baugrundgutachter muss über vertiefte Kenntnisse der in Frage kommenden Bauverfahren verfügen
- Sorgfältige Auswahl des Gutachters auch unter Berücksichtigung des Qualifikationsprofils ist zu empfehlen

Bodenkennwerte - Nachprüfbarkeit auf der Baustelle

Stoffliche Eigenschaften

Kennwerte	Bewertungs-/Prüfnorm	
Bodengruppe	DIN 18196	
Korngrößenverteilung	DIN 18123	
Anteil Steine/Blöcke	DIN EN ISO 14688-1	 
Mineralogie Steine/Blöcke	DIN EN ISO 14689-1	
Kalkgehalt	DIN 18129	
Organischer Anteil	DIN 18128	
Beschreibung org. Böden	DIN EN ISO 14688-1	
Abrasivität	NF P18-579	
Sulfatgehalt	DIN EN 1997-2	
Konsistenzgrenzen	DIN 18122-1	
Sensitivität	DIN 4094-4	
Plastizitätszahl	DIN 18122-1	

Kennwerte	Bewertungs-/Prüfnorm	
Ortsübliche Bezeichnung	-	
Konsistenzzahl	DIN 18122-1	
Durchlässigkeit	DIN 18130	
Lagerungsdichte	Def. EN 14688-2, Bestimmung 18126	 
Dichte	DIN 18125, Teil 1 oder 2	 
Kohäsion	DIN 18137, Teil 1 bis 3	
undrained Scherfestigkeit	DIN 4094-4 / DIN 18136 / DIN 18137-2	
Wassergehalt	DIN 18121-1	



Felskennwerte - Nachprüfbarkeit auf der Baustelle

Kennwerte	Bewertungs-/Prüfnorm	
Benennung von Fels	DIN EN ISO 14689-1	
ortsübliche Bezeichnung	-	
Dichte	DIN 18125, Teil 1 oder 2	
Verwitterung/Veränderlichkeit	DIN EN ISO 14689-1	
Kalkgehalt	DIN 18129	
Druckfestigkeit	DGGT Nr. 1	
Spaltzugfestigkeit	DGGT Nr. 10	
Gefügebeschreibung	DIN EN ISO 14689-1	
Öffnungsweite/Kluftfüllung	DIN EN ISO 14689-1	
Gebirgsdurchlässigkeit	DIN EN ISO 14689-1	
Abrasivität	NF P94-430-1	
Sulfatgehalt	DIN EN 1997-2	

Vorschlag Homogenbereiche einfach

	Bohren	Rammen	Erdbau Lösen	Erdbau Einbauen	Nass- baggern
Schluffige Sande	H1	H1	H1	H1 ¹⁾	H1
Sande					
Mergel	H2	H2	Boden und Fels gemischt?	Boden und Fels gemischt?	Revierspezifisch binnen/offshore
Felsmergel			H2	H2	H2

¹⁾ Gesonderte Verwertung Saned ggf. als eigene Position

Große Bandbreiten!

1.2 Geltungsbereich

Die ATV DIN 18300 gilt nicht für Oberbodenarbeiten und Rodungsarbeiten sowie den Schutz von Bäumen, Pflanzenbeständen und Vegetationsflächen (siehe ATV DIN 18320 „Landschaftsbauarbeiten“).

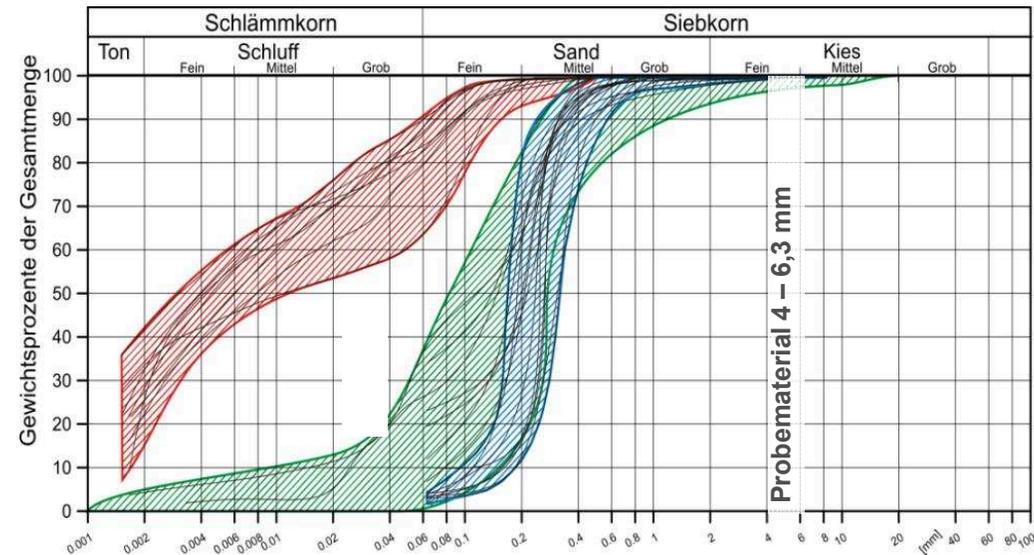
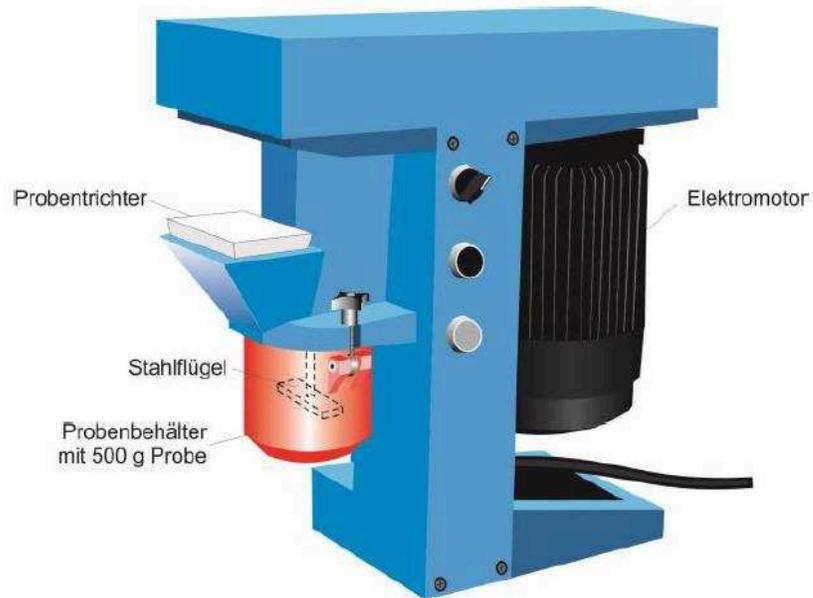


Eigenschaften nach DIN 18915
Vegetationstechnik im
Landschaftsbau, Bodenarbeiten

Abrasivität von Lockergestein – LCPC-Test

nicht erfasste Einflussfaktoren:

- Wassergehalt
- Kornverteilung (Form, Größenbereich, Feinkornanteil)
- Anteil gebrochenes Material



Düllmann, J. (2015): Ingenieurgeologische Untersuchungen zur Optimierung von Leistungs- und Verschleißprognosen bei Hydroschildvortrieben im Lockergestein