

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Article, Author's Postprint

Kayser, Jan; Stelzer, Oliver

Geotechnische Prinzipien bei der Umsetzung der Homogenbereiche nach VOB/C- BAW-Merkblatt MEH

Straße und Autobahn

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/110801>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Kayser, Jan; Stelzer, Oliver (2020): Geotechnische Prinzipien bei der Umsetzung der Homogenbereiche nach VOB/C- BAW-Merkblatt MEH. In: Straße und Autobahn 71 (6). S. 502-506.

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.

Verwertungsrechte: Alle Rechte vorbehalten

**Erstveröffentlichung in Straßen und Autobahn Band 71, Heft 6(2020).
S. 502-506.**

Geotechnische Prinzipien bei der Umsetzung der Homogenbereiche nach VOB/C - BAW-Merkblatt MEH

Jan Kayser^a, Oliver Stelzer^a

^a Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe

Gemäß den Normen der VOB Teil C ist der Baugrund für Erdbau-, Tiefbau- und Spezialtiefbauarbeiten in Homogenbereiche einzuteilen. Dabei lassen die VOB-Normen einen weiten Spielraum zu. Mit dem Merkblatt „Einteilung des Baugrunds in Homogenbereiche nach VOB/C (MEH)“ werden der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes als Bauherrin sowie den von ihr beauftragten Planern und Geotechnischen Sachverständigen Hilfestellungen gegeben, nach welchen Kriterien diese Einteilung verfahrensspezifisch erfolgen kann. Ergänzend werden Hinweise zu einzelnen Parametern, zur Zusammenarbeit von Planer und Geotechnischem Sachverständigen bei der Festlegung der Homogenbereiche und zu deren Darstellung im Geotechnischen Bericht gegeben.

According to the German Construction Contract Procedures (VOB), Par C: General Technical Specifications in Construction Contracts (AN), the subsoil must be classified into homogeneous zones. In order to facilitate the determination of the homogeneous zones, the Federal Waterways Engineering and Research Institute for Waterways published the Code of Practice: "Classification of Subsoil into Homogeneous Zones for Construction Contracts - MEH". In this code of practice a system is presented with the identification of the main parameters for the description of soil and rock with the definition of classification limits for these main parameters. Additional hints are given for the use and the determination of certain parameters.

1 Einführung

Die in der „Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen, Teil C (VOB/C)“ (VOB 2016) veröffentlichten VOB-Normen beinhalten die Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV). Die fachgerechte Anwendung der VOB-Normen bei der Ausschreibung von Bauleistungen soll sicherstellen, dass die Leistungen eindeutig und erschöpfend beschrieben werden. Für die Gewerke des Tiefbaus und des Spezialtiefbaus kommt es besonders auf eine präzise und gleichzeitig knappe Beschreibung der anstehenden Böden an, damit eine Kalkulation der Bauleistungen ohne große Vorarbeiten möglich ist. Gemäß den Normen der VOB Teil C ist der Baugrund für Erdbau-, Tiefbau- und Spezialtiefbauarbeiten in Homogenbereiche einzuteilen.

Jeder Homogenbereich ist durch mehrere Kennwerte zu beschreiben. Abhängig vom Bauverfahren sind zwischen 7 und 17 Kennwerte für Boden bzw. 3 bis 11 Kennwerte für Fels in einer Bandbreite mit unterer und oberer Grenze anzugeben. Besondere Bedeutung bei der Ermittlung dieser Kennwerte haben hierbei die Normen

- DIN 18196: Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke.
- DIN EN 1997-2/NA EC 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes, zusammen mit dem nationalen Anwendungsdokument DIN 4020 Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke, Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2.
- DIN EN ISO 14688: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden.
- DIN EN ISO 14689-1: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels - Teil 1: Benennung und Beschreibung.

Für die Einteilung des Baugrunds in Homogenbereiche lassen die VOB-Normen einen weiten Spielraum zu. In der Praxis ergeben sich daraus folgende Fragen:

1. Welche Kennwerte sind besonders wichtig?
2. Wie groß dürfen Bandbreiten innerhalb eines Homogenbereichs sein?
3. Wie können alle geforderten Kennwerte bereits für die Ausschreibung zuverlässig ermittelt werden?
4. Wie ist der Ablauf und wer führt die Einteilung in Homogenbereiche durch?
5. Welche Darstellung der Homogenbereiche ist notwendig und sinnvoll?

Als Grundlage für die Beantwortung dieser Fragen hat die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) das „Merkblatt Einteilung des Baugrunds in Homogenbereiche nach VOB/C (MEH)“ erarbeitet (BAW 2017). Es ist eine Handlungshilfe für die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) und gibt den Planern und Geotechnischen Sachverständigen Hilfestellungen, nach welchen Kriterien die Einteilung des Baugrunds in Homogenbereiche erfolgen kann. Ergänzend werden Hinweise zu einzelnen Parametern und zur Darstellung der Homogenbereiche gegeben. Im Fokus stehen dabei Bauvorhaben, bei denen Großgeräte zum Einsatz kommen.

Die Homogenbereiche wurden vor über vier Jahren in allen relevanten VOB-Normen eingeführt. Erste Erfahrungen mit der Festlegung von Homogenbereichen in der geotechnischen Bearbeitung konnten im Rahmen der Planung mehrerer Projekte gewonnen werden. Dabei hat sich die nachfolgend beschriebene Systematik des MEH bewährt. Konkrete Rückmeldungen aus der Ausführung stehen noch aus.

2 Grundlagen für die Einteilung des Baugrunds in Homogenbereiche

Für die Festlegung der Homogenbereiche sind sowohl bodenmechanische als auch baubetriebliche bzw. verfahrenstechnische Kriterien zu beachten. Daher ist hier eine enge Zusammenarbeit zwischen

dem Bauherrn bzw. dem von ihm beauftragten Planer und dem Geotechnischen Sachverständigen erforderlich. Ein entsprechender Workflow ist in Bild 1 dargestellt.

Im ersten Schritt muss der Bauherr sein Bauziel definieren und die Bauverfahren, mit denen er dieses Ziel erreichen will, festlegen. Darauf ausgerichtet führt der Geotechnische Sachverständige die Baugrunduntersuchung durch, wobei mögliche alternative Bauverfahren auch berücksichtigt werden sollten. Nach der Auswertung der Labor- und Felduntersuchungen beschreibt er die Schichtenfolge und gibt die Bandbreiten der für die Schichten ermittelten Kennwerte an.



Bild 1: Workflow für die Zusammenarbeit zwischen Planer und Geotechnischen Sachverständigen

Auf dieser Grundlage macht der Geotechnische Sachverständige für jedes der festgelegten Bauverfahren einen Vorschlag zur Festlegung der Homogenbereiche. Dabei kann ein Homogenbereich einer Schicht entsprechen. Es sollte jedoch versucht werden, möglichst viele Schichten zusammenzufassen, um die Ausschreibung und die Abrechnung übersichtlich zu halten. Die in einem Homogenbereich zusammengefassten Schichten sollen hinsichtlich des ausgeschriebenen Bauverfahrens vergleichbare Eigenschaften haben. Die Bandbreite für die Kennwerte eines Homogenbereichs ergibt sich aus

Tabelle 1: Leitparameter und Einteilungsgrenzen für Bohren in Böden

Boden	nichtbindig	bindig
Leitparameter	Einteilungsgrenzen	
Spitzenwiderstand q_c	unter 25 MPa über 25 MPa	–
Konsistenz	–	breiig weich bis halbfest fest
Massenanteil Steine und Blöcke	unter 5 % über 5 bis 20 % über 20 %	

Tabelle 2: Leitparameter und Einteilungsgrenzen für Bohren im Fels

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

¹⁾ zusätzliche Maßnahmen beim Bohren sind einzuplanen

der Vereinigungsmenge der Bandbreiten der zusammengefassten Schichten. Wie groß die Bandbreite für die Kennwerte innerhalb eines Homogenbereichs sein darf, ist in den Normen nicht festgelegt. Sie muss zum einen groß genug sein, um die natürlichen Schwankungen innerhalb eines Homogenbereichs widerzuspiegeln. Zum anderen sollte sie aber auch nicht zu groß und damit unpräzise sein, sodass sie nicht mehr als Kalkulationsgrundlage geeignet ist.

Häufig kommen im Rahmen eines Bauvorhabens mehrere Gewerke mit unterschiedlichen Bauverfahren zum Einsatz, sodass es erforderlich sein kann, den Baugrund verfahrensabhängig unterschiedlich in Homogenbereiche einzuteilen.

Vorgaben zur Ermittlung der in den Vertragsunterlagen anzugebenden Kennwerte und deren Bandbreite macht die VOB nicht. Die Kennwerte können daher auf Labor- bzw. Felduntersuchungen oder auf Erfahrungswerten beruhen. Größere Planungs- und Ausführungssicherheit wird sicherlich mit der Ermittlung auf der Grundlage von Labor- und Feldversuchen erreicht.

3 Leitparameter und Einteilungsgrenzen

Die VOB-Normen fordern für die Beschreibung der Homogenbereiche die Angabe einer Vielzahl von Parametern. Einige dieser Parameter haben besondere Bedeutung für das jeweilige Bauverfahren, weil sie die Auswahl der Maschinenteknik und ggf. auch die Wirtschaftlichkeit entscheidend beeinflussen. Diese Parameter werden wegen ihrer herausragenden Bedeutung nachfolgend als Leitparameter bezeichnet. Es empfiehlt sich, bei der Baugrunderkundung ein besonderes Augenmerk auf die Ermittlung der Leitparameter zu legen. Für die Leitparameter gibt es Grenzwerte, bei denen sich möglicherweise Grenzen für den Einsatz von Maschinentekniken ergeben. Diese Werte können als Einteilungsgrenze bei der Bildung der Homogenbereiche berücksichtigt werden.

Die Einstufung eines Parameters als Leitparameter und dessen Einteilungsgrenzen haben orientierenden Charakter. Die Einteilungsgrenzen sind nicht als strenge Klassifizierungsgrenzen der Homogenbereiche zu sehen. Vielmehr geben sie eine Hilfestellung zur Beantwortung der Frage, inwieweit die Eigenschaften verschiedener Schichten hinsichtlich des jeweiligen Verfahrens vergleichbar sein können.

Es ist durchaus möglich, sinnvoll oder auch erforderlich, Homogenbereiche über die Einteilungsgrenzen hinaus zu bilden. Sei es, um die Anzahl der Homogenbereiche gering und übersichtlich zu halten oder weil die bodenmechanischen Eigenschaften oder die projektspezifischen Randbedingungen (z. B. schwierige Trennung unterschiedlicher Schichten im Baubetrieb) keine genauere Differenzierung zulassen. Ein solcher Homogenbereich ist dann aus bodenmechanischer Sicht heterogen.

Die Relevanz der Leitparameter ist projektspezifisch im Einzelfall kritisch zu prüfen. Grundsätzlich kann es notwendig sein, neben den Leitparametern auch andere Parameter zur differenzierteren Einteilung der Homogenbereiche heranzuziehen.

Für die meisten Bauverfahren ist es entscheidend, ob der Boden bindige oder nichtbindige Eigenschaften hat. Die Unterscheidung in bindige und nichtbindige Böden kann auf der Grundlage der Bodengruppen nach DIN 18196 in Verbindung mit der Einteilung entsprechend der prägenden Eigenschaften von gemischtkörnigen Böden nach DIN EN 14688-1 erfolgen. Leitparameter und Einteilungsgrenzen für die einzelnen Verfahren werden daher im MEH vorwiegend getrennt für nichtbindige und bindige Böden und für Fels angegeben. Für die Beschreibung von bindigen Böden stellt die Konsistenz und für nichtbindige Böden der Sondierwiderstand einen zentralen Parameter dar. Daneben spielt der Massenanteil an Steinen und Blöcken oftmals eine wichtige Rolle. Für Fels ist meist die einaxiale Druckfestigkeit zusammen mit dem Trennflächengefüge entscheidend. Diese Parameter werden daher als Leitparameter für viele Bauverfahren vorgeschlagen.

Beispielhaft für die Systematik der mit Einteilungsgrenzen versehenen Leitparameter sind in den Tabellen 1 und 2 Angaben für Bohrarbeiten im Boden und Fels gemacht. Die Einteilungsgrenzen orientieren sich an den Leistungsklassen entsprechender Bohrgeräte.

4 Datenbasis der Kennwerte - Umfang der Baugrunderkundung und Laboruntersuchungen

Zur Datenbasis, auf der die zur Beschreibung der Schichten bzw. Homogenbereiche angegebenen Kennwerte beruhen, gibt es in den VOB-Normen keine Vorgaben. Grundsätzlich ist dem Bauherrn der Umfang der geotechnischen Untersuchungen freigestellt. Der Auftragnehmer hat die Möglichkeit, anhand der in den VOB-Normen vorgegebenen Parameter und zugehörigen Prüfvorschriften die Angaben der Ausschreibung zu den Homogenbereichen zu überprüfen. Ziel einer bauseitigen Überprüfung ist in der Regel der Nachweis von Abweichungen zwischen dem Bau-Soll und dem Bau-Ist als Grundlage für Nachträge.

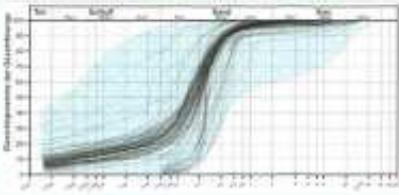
Der Nachweis abweichender Verhältnisse ist nur möglich, wenn der Untersuchungsumfang der Nachprüfung in einem sinnvollen Verhältnis zum Untersuchungsumfang im Rahmen der Baugrunderkundung steht. Je umfangreicher der Bauherr im Vorfeld untersucht hat, umso schwieriger wird der Nachweis abweichender Verhältnisse in der Bauphase zu führen sein. Es ist daher davon auszugehen, und das entspricht auch den Erfahrungen aus Projekten der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung, dass sich ein ausführliches geotechnisches Untersuchungsprogramm im Feld und im Labor durch die erhöhte Ausführungs- und Kostensicherheit bezahlt macht. Die im Labor und im Feld ermittelten Kennwerte sollten zusätzlich mit Erfahrungswerten verglichen und ggf. um diese erweitert werden.

Im Eurocode 7 (DIN EN 1997-2) wird für Laborversuche zur Bodenklassifikation ein Mindestumfang je Schicht angegeben. Im MEH wird empfohlen, diese Richtwerte auch für die Ermittlung der Kennwerte für Homogenbereiche zu berücksichtigen.

5 Hinweise zu speziellen Parametern

Die Bandbreite von vielen Parametern kann mit guter Genauigkeit im Rahmen einer Baugrunderkundung bereits in der Planungsphase ermittelt werden. Einige, z. T. wichtige Parameter sind jedoch nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand in Labor- oder Feldversuchen ermittelbar. Ebenso sind einige Prüfvorschriften unpräzise, sodass sie einen weiten Gestaltungsspielraum lassen und eine Vergleichbarkeit von Versuchsergebnissen daher nicht gegeben ist. Diesbezüglich enthält das MEH Hinweise zu

- der Lagerungsdichte bzw. der bezogenen Lagerungsdichte,
- dem Massenanteil Steine und Blöcke,
- der Kornverteilung bzw. dem Körnungsband,
- der Abrasivität von Boden und
- der Konsistenz bzw. der Konsistenzzahl.

Name der Schicht/ortsübliche Bezeichnung	schluffige Fein- bis Mittelsande
Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern nach DIN 18123 ¹⁾	
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	0-5 %
mineralogische Zusammensetzung Steine und Blöcke nach DIN EN ISO 14689-1	-
Bodengruppe nach DIN 18196	SE, SU, ST, SÜ, ST (TL, TM, TA, GI)
Dichte zu überprüfen nach DIN EN ISO 17892-2	1,9-2,1 g/cm ³
Kohäsion zu überprüfen nach DIN 18137-1 bis 3	5-20 kPa
undrillierte Scherfestigkeit zu überprüfen nach DIN 4094-4	20-150 kPa
Sensitivität zu überprüfen nach DIN 4094-4	-
Wassergehalt zu überprüfen nach DIN EN ISO 17892-1	10-35 %
Plastizitätszahl zu überprüfen nach DIN 18122-1	0-0,5
Konsistenzzahl zu überprüfen nach DIN 18122-1	0,6-1,1
Konsistenz zu überprüfen nach DIN EN ISO 14688-1	überwiegend steif bis halbfest, z. T. weich
Durchlässigkeit zu überprüfen nach der Normenreihe DIN 18130	1*10 ⁻⁷ -5*10 ⁻⁴ m/s
Lagerungsdichte D Def. nach DIN EN ISO 14688-2, Best. s. MEH, Kap. 2.6.1	sehr locker bis mittelfest
Sondierwiderstände mit Angabe des Sondierverfahrens	CPT, q _c = 2,5-10 MPa
Kalkgehalt zu überprüfen nach DIN 18129	0-50 %
Organischer Anteil zu überprüfen nach DIN 18128	0-1 %
Benennung und Beschreibung organischer Böden zu überprüfen nach DIN EN ISO 14688-1	-
Abrasivität zu überprüfen nach NF P18-579	250-750 g/t
Sulfatgehalt (wasserlöslich) zu überprüfen nach DIN EN 1997-2	500-1.000 mg/kg
Kornichte zu überprüfen nach DIN 18124	2,6-2,7 g/cm ³

¹⁾ ggf. Anmerkung, wenn Steine und Blöcke nicht enthalten sind

Bild 2: Beispiel für die Darstellung der Bodenkennwerte für eine Schicht

Schicht	Erdarbeiten DIN 18300	Bohrarbeiten DIN 18301	Ramm-, Büttel-, Pressarbeiten DIN 18304	Nassbaggerarbeiten DIN 18311
Auffüllungen				Nass-1
Feinsandige Schluffe	Erd-1	Bohr-1	RRP-1	Nass-2
Sande		Bohr-2		Nass-3
Geschiebemergel				
Mergel, verwittert	Erd-2	Bohr-3	RRP-2	Nass-4
Mergel mit Mergelstein- bänken		Bohr-4		
Mergelstein	Erd-3	Bohr-5	RRP-3	Nass-5
Schlick	Erd-4	-	-	Nass-6

Bild 3: Beispiel für die Darstellung der Homogenbereiche

6 Darstellung der Homogenbereiche

Die Darstellung der Homogenbereiche in den Vergabe- und Vertragsunterlagen sollte in einheitlicher Form erfolgen und folgende Teile beinhalten:

- Zusammenstellung aller Parameter mit Bandbreiten und Körnungsbändern für jede Schicht.
- Angabe des Regelwerks, nach dem die Parameter zu überprüfen sind, sofern die VOB/C mehrere Möglichkeiten zulässt.
- Verfahrensabhängige Zusammenfassung der Schichten zu Homogenbereichen in einer Tabelle.

Bild 2 zeigt ein Beispiel für die tabellarische Darstellung der Bodenkennwerte für eine Schicht.

In Bild 3 ist die Zusammenfassung von mehreren Schichten zu Homogenbereichen, getrennt nach verschiedenen Bauverfahren, beispielhaft dargestellt. Aus der Bezeichnung der Homogenbereiche sollte zur Vermeidung von Missverständnissen das jeweils referenzierte Bauverfahren ersichtlich sein.

Für die Übersicht der räumlichen Verteilung der Homogenbereiche sollten zusätzlich zur tabellarischen Darstellung auch Längs- und Querschnitte mit den Schichten zur Verfügung gestellt werden.

Literaturverzeichnis

BAW (2017): Merkblatt Einteilung des Baugrunds in Homogenbereiche nach VOB/C (MEH), Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe

BAW (2018): Tagungsband zum BAW-Kolloquium Einteilung des Baugrunds in Homogenbereiche, 30.1.2018, Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe

VOB (2016): Gesamtausgabe Teil A, Bund C, Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil A (DIN 1960:2016-09), Teil B (DIN 1961:2016-09), Teil C (ATV), Hg. DIN/DVA, Beuth Verlag, Berlin

Autoren

Jan Kayser
Bundesanstalt für Wasserbau
Kußmaulstraße 17, 76187 Karlsruhe
E-Mail: jan.kayser@baw.de

Oliver Stelzer
Bundesanstalt für Wasserbau
Kußmaulstraße 17, 76187 Karlsruhe
E-Mail: oliver.stelzer@baw.de