

Dipl.-Ing.(FH)  
Achim Schneider

# Festlegung der Einteilungsgrenzen für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten

Kolloquium „Einteilung des Baugrunds in Homogenbereiche“

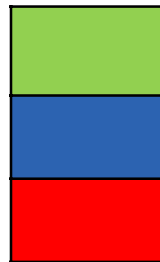
Hannover, 30. Januar 2018



# 0. Einleitung

## Sachstand MEH zu DIN 18304:

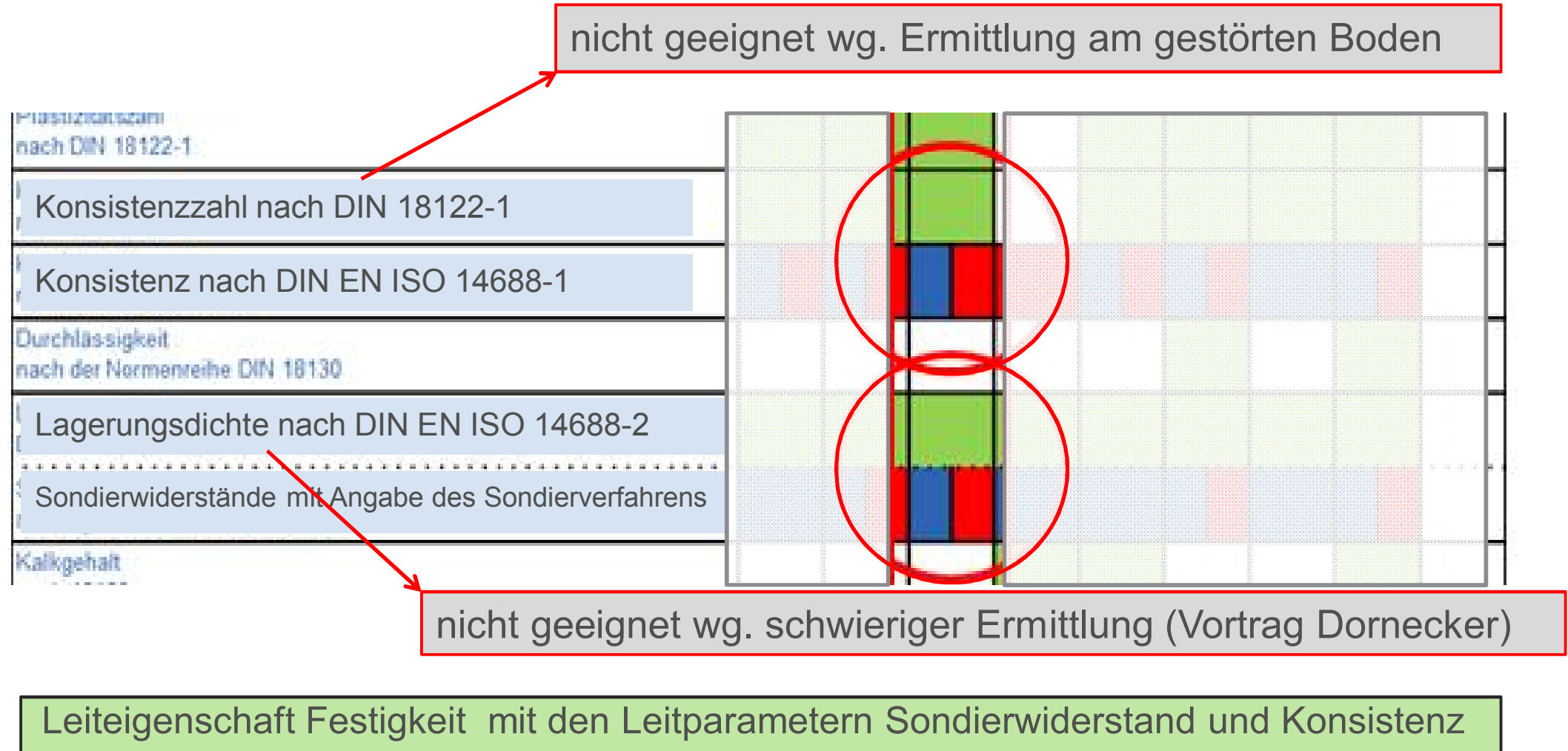
Nach VOB/C erforderliche Angabe  
 Angabe zusätzlich zur ATV  
 Leitparameter



(8)

	Erarbeiten DIN 18300	Bohrarbeiten DIN 18301	Ramm-, Rüttel-, Pressarb. DIN 18304	Nassbegearbeiten DIN 18311	Schlitzwandarbeiten DIN 18313	Rohrvorfriearb. 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									
mineralogische Zusammensetzung Steine und 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									
undrionierte 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									
Konsistenzzahl nach DIN 18122-1									
Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1									
Durchlässigkeit nach der Normenreihe DIN 18130									
Lagerungsdichte Def. nach DIN EN ISO 14688-2, Best. nach DIN 18126									
Sondienwiderstände 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									
Schalentanteil									

# 0. Einleitung



---

## Inhalt

1. Vorgehensweise bei Merkblatterstellung
2. Bisherige Praxis bei der Beurteilung der Einbringbarkeit
3. Einteilungsgrenzen des MEH
4. Beurteilung der Rammbarkeit
5. Beurteilung der Rüttelbarkeit
6. Beurteilung der Pressbarkeit
7. Zusammenfassung

# 1. Vorgehensweise

## 1. Schritt: Literaturrecherche

„Wissenschaft das ist und bleibt,  
was einer ab vom andern schreibt -

doch trotzdem ist, ganz unbestritten,  
sie immer weiter fortgeschritten.“

(Eugen Roth)

Georg Maybaum |  
Wolfgang Oltmann  
Verfahren  
Baubet  
und Sp  
Baugrund – Baugr  
Pfahlgründungen  
2. Auflage

Günter Kühn  
Der  
maschinelle  
Tiefbau  
4.2  
ubner Stuttgart

Conrad Boley (Hrsg.)  
Handb  
Geote  
Grundlagen – Anwend

RAMMFIBEL  
FÜR  
STAHLSPUNDBOHELEN

Empfehlungen des  
Arbeitsausschusses  
„Uferbefestigungen“  
Häfen und Wasserstraßen  
EAU 2012  
11. Auflage  
Ernst & Sohn

Kempfert  
Raithel  
GEOTECHNIK nach Eurocode  
Band 2: Gründung  
Grundlagen  
Nachweise  
Berechnungsbeispiele  
3. Auflage

Bauwerk BBB  
Leuth

# 1. Vorgehensweise

---

## 2. Schritt: Umfrage bei erfahrenen Firmen

Beurteilung der Einbringbarkeit erfolgt in erster Linie nach internen (d.h. nicht öffentlichen) Erfahrungswerten sowie

Angaben der Rammfibel oder auch „Rammbibel“  
(Angaben eher allgemein formuliert, wenig differenziert)



# 1. Vorgehensweise

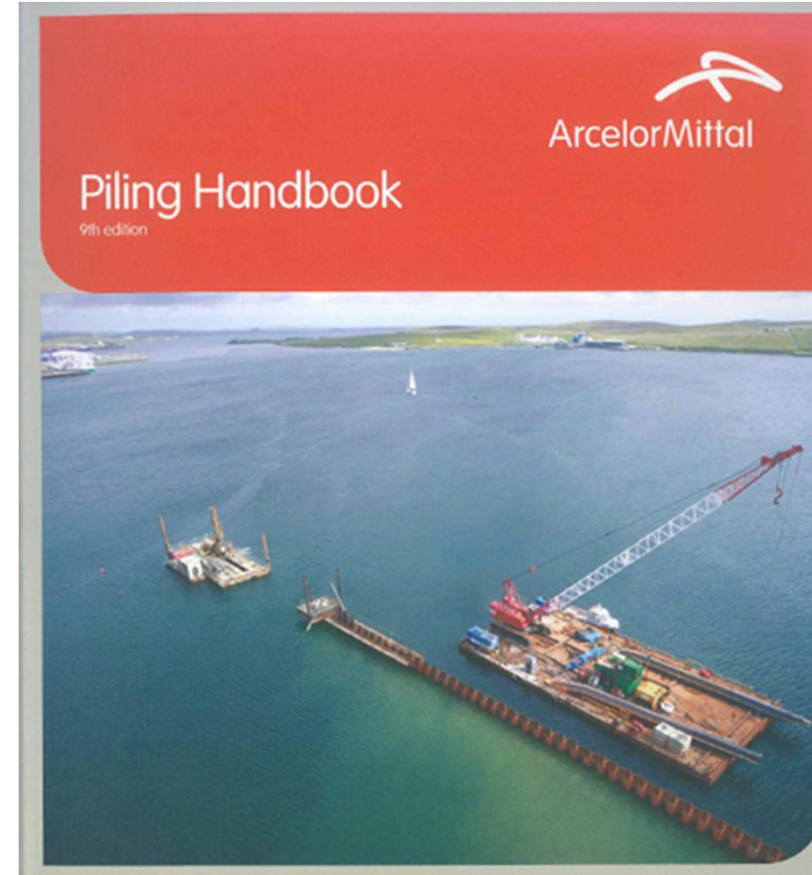
---

3. Schritt: Arbeitspapier zur Einbringbarkeit auf Basis des Leitparameters Sondierwiderstand

wichtigste Quelle:

Piling Handbook von ArcelorMittal

(Grund: am besten differenziert nach Bodenarten und Widerständen)



# 1. Vorgehensweise

---

4. Schritt: Abschließende Diskussion(en) im Redaktionskreis des MEH unter Einbeziehung eigener Erfahrungen aus WSV-Projekten





## 2. Bisherige Praxis

---

### kein Klassifizierungssystem in DIN 18304

DEUTSCHE NORM		Dezember 2000
	VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) <b>Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten</b>	<b>DIN</b> <b>18304</b>

#### **0.2 Angaben zur Ausführung**

**0.2.1** Art und Beschaffenheit des Arbeitsplanums, gegebenenfalls für die verschiedenen Bauphasen.

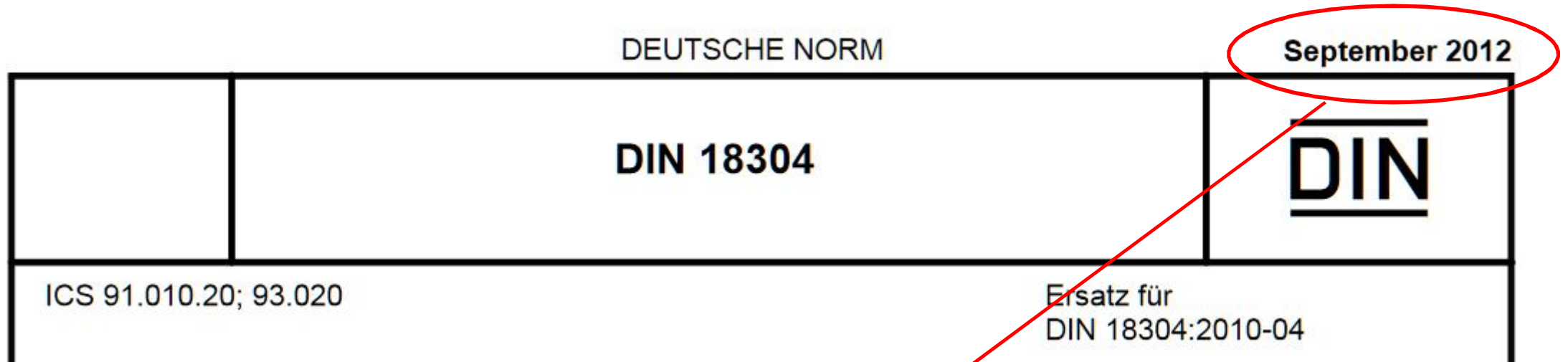
**0.2.2** Besondere Umstände, die auf die Durchführung der Bauarbeiten und den Bestand der Bauelemente von Einfluss sein können, z. B. schädliche Wässer und Böden, Fäulnisgrenzen, Sandschliff, erhöhte Korrosion, Holzschädlinge.

**0.2.3** Bodenkennwerte, z. B. Lagerungsdichte, Korngrößenverteilung.

**0.2.4** Besondere Anforderungen und Maßnahmen zum Schutz von benachbarten Grundstücken und baulichen Anlagen.

## 2. Bisherige Praxis

---



### 2.3 Beschreibung von Boden und Fels und Einteilung in Homogenbereiche

Sonderfall:  
erste VOB-Norm mit  
Homogenbereichen  
bereits 2012  
d.h. lange vor VOB 2016  
(wenig beachtet)

## 2. Bisherige Praxis

---

Literaturrecherche ergab, dass Zuordnung abhängig

von Bodenart und Festigkeit (Lagerungsdichte, Konsistenz)

Nachteile :

- Grobe Unterteilung in nicht bindig-bindig,
- Hierbei „lückenhafte“ Angaben zur Einbringbarkeit (nicht alle Böden erfasst)
- Keine Angaben zu gemischtkörnigen Böden
- Nur indirekte Berücksichtigung der Kornform und Lage des GW-Spiegels
- Teilweise unterschiedliche verbale Begriffe für Rammbarkeit  
(z.B. Boden ist „gut geeignet“ oder Boden ist „leicht rammbar“)

## 2. Bisherige Praxis

---

- Bewertung der Einbringbarkeit von Böden auf Basis der genannten Literaturquellen
  - Leichte Rammung (locker gelagerte Sande und Kiese, weiche bindige Böden)
  - Mittelschwere Rammung
  - Schwere Rammung (dicht gelagerter Sand oder Kies, steife bindige Böden, Fels)
  - (evtl. sehr schwere Rammung)
- eckige Kornform oder geringer Wassergehalt ergeben höheren Eindringwiderstand

### 3. Einteilungsgrenzen des MEH

---

Angabe von Homogenbereichen erfordert  
Definition von Einteilungsgrenzen

aber: Einteilungsgrenzen für alle Eventualitäten nicht sinnvoll und nicht möglich

deshalb: **klar definierter Geltungsbereich**

### 3. Einteilungsgrenzen des MEH

---

Geltungsbereich der Einteilungsgrenzen des MEH

- **Rammgut:** Spundwände, Rohr- und I-Profile entsprechend EA Pfähle.  
Elemente mit größerem Querschnitt sind gesondert zu betrachten.
- **Rammhilfen:** keine Rammhilfen; beim Einsatz von Rammhilfen können die Grenzen überschritten werden
- **Boden:** hindernisfreie, stein- und blockfreie sowie nicht verkittete Böden  
Torfe und andere organische Böden, sowie Böden die nicht in DIN 18196 erfasst sind (z.B. sehr grobkörnige Böden) sind gesondert zu betrachten.
- **Fels:** Einbringen ohne Rammhilfen nur mit geringer Eindringtiefe möglich, daher keine Leitparameter und keine Einteilungsgrenzen definiert

### 3. Einteilungsgrenzen des MEH

---

Zuordnung abhängig von den Leitparametern

Bodenart und Festigkeit

- Sondierwiderstand  $N_{10}$ ,  $q_c$  (nicht bindige Böden) und
- Konsistenz bzw.  $q_c$  (bindige Böden)



### 3. Einteilungsgrenzen des MEH

---

#### Verbesserungen

- Berücksichtigung bindiger Nebenanteile durch Zuordnung gemischtkörniger Böden nach DIN EN ISO 14688-1 in nicht bindig und bindig
- Klarere Unterteilung der Bodenarten in nicht bindig-bindig
- Einflüsse wie Kornform, Wassergehalt und Feinkorngehalt werden summarisch im Sondierwiderstand erfasst



## 4. Beurteilung der **Rammpbarkeit**

Tabelle 8: Leitparameter und Einteilungsgrenzen für Rammarbeiten in nichtbindigem Boden

Leitparameter	Einteilungsgrenze	Rammpbarkeit
Sondierwiderstand DPH-Schlagzahl $N_{10}$	unter 7	leicht
	über 7 bis 15 <sup>1)</sup>	mittelschwer
	über 15 bis 25	schwer
	über 25 bis 80 <sup>2)</sup>	sehr schwer
	über 80 <sup>2)</sup>	nicht rammpbar

<sup>1)</sup> Eng gestufte Feinsande mit  $N_{10} > 7$  und Böden mit Steinen sind mindestens schwer rammpbar

<sup>2)</sup> Schichten mit verkitteten Einlagerungen, Geröll und Moränenschichten sind mindestens schwer oder nicht rammpbar. Hier ist eine Beurteilung im Einzelfall erforderlich

Leitparameter bei nicht bindigen Bodenarten:

Sondierwiderstand  $N_{10}$  der **Schweren Rammsonde** (DPH)

Vorteil: Vergleichbares Einbringverfahren

## 4. Beurteilung der Rammbarkeit

Tabelle 8: Leitparameter und Einteilungsgrenzen für Rammarbeiten in nichtbindigem Boden

Leitparameter	Einteilungsgrenze	Rammbarkeit
Sondierwiderstand DPH-Schlagzahl $N_{10}$	unter 7 über 7 bis 15 <sup>1)</sup> über 15 bis 25 über 25 bis 80 <sup>2)</sup> über 80 <sup>2)</sup>	leicht mittelschwer schwer sehr schwer nicht rammbaar

<sup>1)</sup> Eng gestufte Feinsande mit  $N_{10} > 7$  und Böden mit Steinen sind mindestens schwer rammbaar

<sup>2)</sup> Schichten mit verkitteten Einlagerungen, Geröll und Moränenschichten sind mindestens schwer oder nicht rammbaar. Hier ist eine Beurteilung im Einzelfall erforderlich

Festlegungen:

Grenze der Rammbarkeit bei  $N_{10} > 80$

Grenze schwere Rammung/sehr schwere Rammung bei  $N_{10} = 25$

(eigene Erfahrungen)

eng gestufte Feinsande ab  $N_{10} > 7$  „mindestens schwer rammbaar“

## 4. Beurteilung der Rammbarkeit

---

*Tabelle 9: Leitparameter und Einteilungsgrenzen für Rammarbeiten in bindigem Boden*

Leitparameter	Einteilungsgrenze	Rammbarkeit
Konsistenz	breiig bis weich steif halbfest fest	leicht mittelschwer schwer nicht rammbar

Leitparameter bei bindigen Bodenarten: **Konsistenz**

(verbale Bezeichnung nach DIN 14688-1,  
ermittelt am ungestörten Boden)

## 5. Beurteilung der **Rüttel-** bzw. **Vibrierbarkeit**

---

grundsätzlich gilt:

- Widerstand in trockenen Böden höher als in wassergesättigten
- Widerstand bei scharfkantigen Körnern größer als bei runden

Im Regelfall erfolgt aufgrund dieser Eigenschaften keine Unterteilung da Einfluss im Sondierwiderstand summarisch enthalten

## 5. Beurteilung der Rüttel- bzw. Vibrierbarkeit

Tabelle 10: Leitparameter und Einteilungsgrenzen für Rüttelarbeiten in nichtbindigem Boden

Leitparameter	Einteilungsgrenze	Rüttelbarkeit
Spitzenwiderstand $q_c$	unter 11 MPa <sup>1)</sup> über 11 bis 20 MPa über 20 bis 25 MPa über 25 MPa	gut geeignet geeignet sehr schwierig nicht geeignet

<sup>1)</sup> eng gestufte Feinsande mit  $q_c > 7,5$  MPa sind mindestens sehr schwierig rüttelbar, ggf. sollte ein eigener Homogenbereich ausgewiesen werden

Leitparameter: Spitzenwiderstand  $q_c$  der **Drucksonde** (CPT)

Festlegungen: Unterteilung auf Grundlage ArcelorMittal-Handbuch (8. Auflage!)

**Ausnahme: Feinsande**, mindestens „sehr schwierig“

## 5. Beurteilung der Rüttel- bzw. Vibrierbarkeit

Tabelle 11: Leitparameter und Einteilungsgrenzen für Rüttelarbeiten in bindigem Boden

Leitparameter	Einteilungsgrenze	Rüttelbarkeit
Spitzenwiderstand $q_c$	unter 0,20 MPa	$c_U < 20 \text{ kPa}$ geeignet
	über 0,20 bis 0,50 MPa <sup>1)</sup>	$20 \text{ kPa} < c_U < 50 \text{ kPa}$ net
	über 0,50 bis 0,75 MPa	$50 \text{ kPa} < c_U < 75 \text{ kPa}$ schwierig
	über 0,75 MPa	$c_U > 75 \text{ kPa}$ geeignet

<sup>1)</sup> bei größeren Schichtdicken ab  $q_c > 0,30 \text{ MPa}$  ggf. nicht geeignet

Einteilungsgrenzen auf Basis  $q_c/c_U$ -Beziehungen und nicht über Konsistenzangaben, da unterschiedliche verbale Bezeichnungen in EN 14688-1 und EN 14688-2 bzw. DIN EN 14688-1 und DIN EN 14688-2 für gleiche Festigkeitsbereiche existieren

## 6. Beurteilung der **Pressbarkeit**

---

*Tabelle 12: Leitparameter und Einteilungsgrenzen für Pressarbeiten in nichtbindigem Boden*

Leitparameter	Einteilungsgrenze	Einpressbarkeit
Spitzenwiderstand $q_c$	unter 15 MPa über 15 bis 20 MPa über 20 MPa	geeignet weniger geeignet nicht geeignet

Grundlage: ArcelorMittal-Handbuch und EAU

## 6. Beurteilung der Pressbarkeit

---

*Tabelle 13: Leitparameter und Einteilungsgrenzen für Pressarbeiten in bindigem Boden*

Leitparameter	Einteilungsgrenze	Einpressbarkeit
Spitzenwiderstand $q_c$	unter 1,0 MPa über 1,0 MPa	geeignet nicht geeignet

Grundlage: ArcelorMittal-Handbuch und EAU



## 7. Zusammenfassung

---

Rammen-, Rütteln und Pressen sind Einbringverfahren, die nur im Zusammenspiel der Komponenten

- Gerät (z.B. Leistungsgröße, Schlaggewicht)
- Verfahren (z.B. schnell oder langsam schlagend)
- Personal (Erfahrung)
- Rammgut (Gewicht, Steifigkeit, Länge) und
- Boden (Bodenart, Festigkeit, Schichtdicke, geforderte Eindringtiefe)

abschließend beurteilt werden können.

## 7. Zusammenfassung

---

Mit der Einteilung des Baugrunds in Homogenbereiche versuchen wir, die Einschätzbarkeit der Komponente „Boden“ zu verbessern.

Die vorgestellten Einteilungsgrenzen können nur zutreffen, wenn die übrigen Komponenten richtig gewählt wurden. Wird z.B. eine zu kleine Ramme gewählt (weil keine andere vorhanden), kann auch ein eigentlich rammbarer Boden Probleme bereiten (bzw. evtl. nicht ausgeschriebene Rammhilfen provozieren).

Das erfolgreiche Einbringen hängt daher auch ganz wesentlich von der richtigen Geräte- bzw. Verfahrensauswahl des AN ab.

Manchmal auch vom guten Willen der Beteiligten

## 7. Zusammenfassung

---





BAW

Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit

Bundesanstalt für Wasserbau  
76187 Karlsruhe

[www.baw.de](http://www.baw.de)

# Quellenverzeichnis

---

- [1] Maybaum et. al.                      Verfahrenstechnik und Baubetrieb im Grund- und Spezialtiefbau, 2. Auflage (2009)
- [2] HTG & DGGT                              EAU, 11. Auflage (2012)
- [3] Kempfert, Raithel                      Geotechnik nach Eurocode Band 2: Grundbau, 3. Auflage
- [4] Berner et.al.                              Rammen, Ziehen, Pressen, Rütteln  
in Witt, K. J.: GBT, Teil 2, S.451-484, 7. Auflage (2009)
- [5] Schenk                                      GB Taschenbuch, 2. Auflage, S. 748 (1966)
- [6] Hoesch                                      Rammfibel für Spundbohlen, 1984
- [7] ArcelorMittal                              Piling Handbook, 8th edition, Reprint (2008)
- [8] BAW    Erfahrungen Proberammung Venhaus , Bevergern, Gleesen
- [9] AK Pfähle, DGGT                          EA Pfähle, 2. Auflage (2012)
- [10] Kühn, G.                                    Der maschinelle Tiefbau (1992)



Bundesanstalt für Wasserbau  
76187 Karlsruhe

[www.baw.de](http://www.baw.de)