

# SYMPOSIUM GRABENLOS

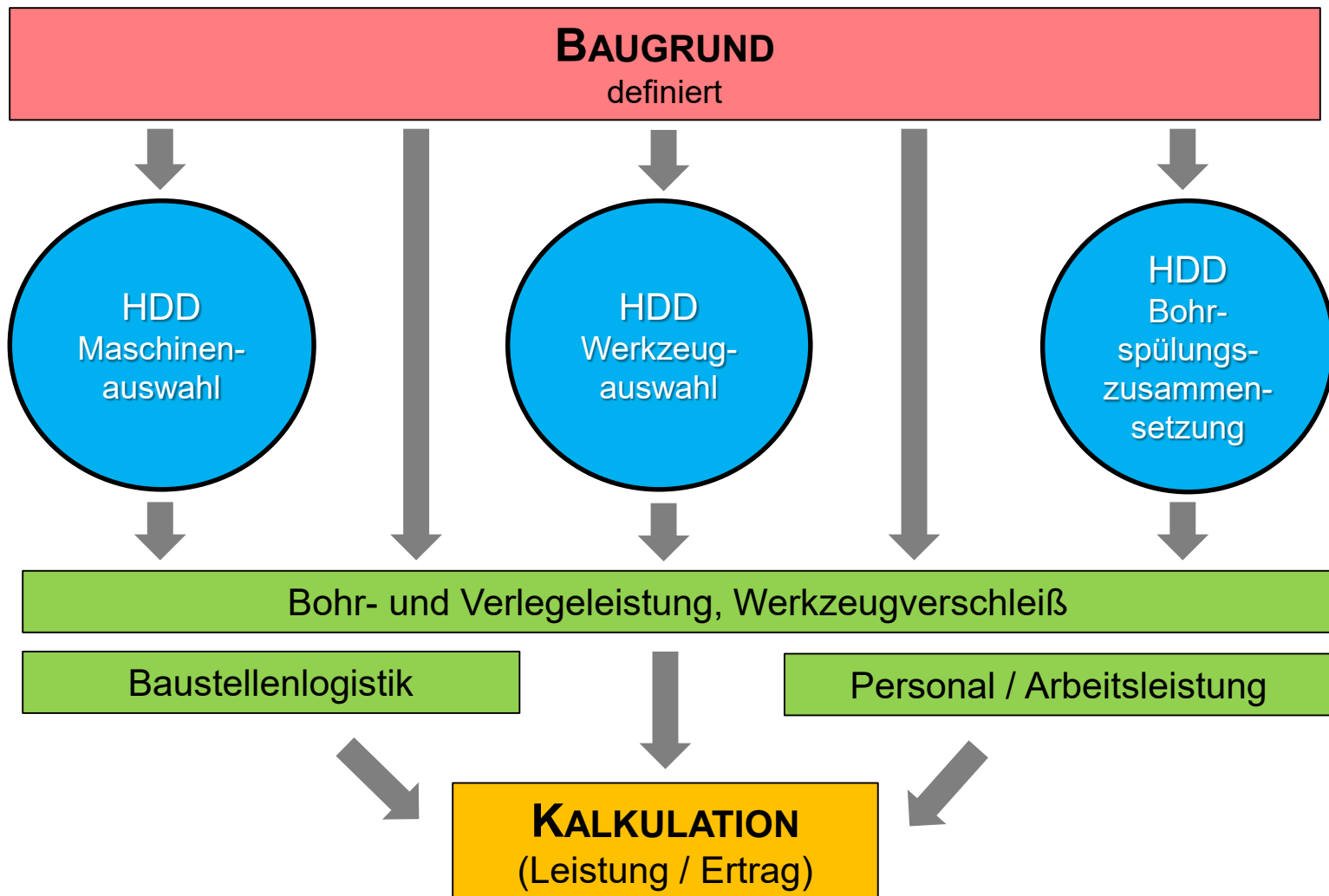
DIE DIALOGPLATTFORM DER GRABENLOSEN BRANCHE



## **Baugrunderkundung für Rohrvortriebs- und Horizontalspülbohrarbeiten** in Deutschland auf Basis der VOB 2016

Referent: Dr. Ralf Plinninger, Diplom-Geologe (Univ.)

## Bedeutung des Baugrunds am Beispiel HDD



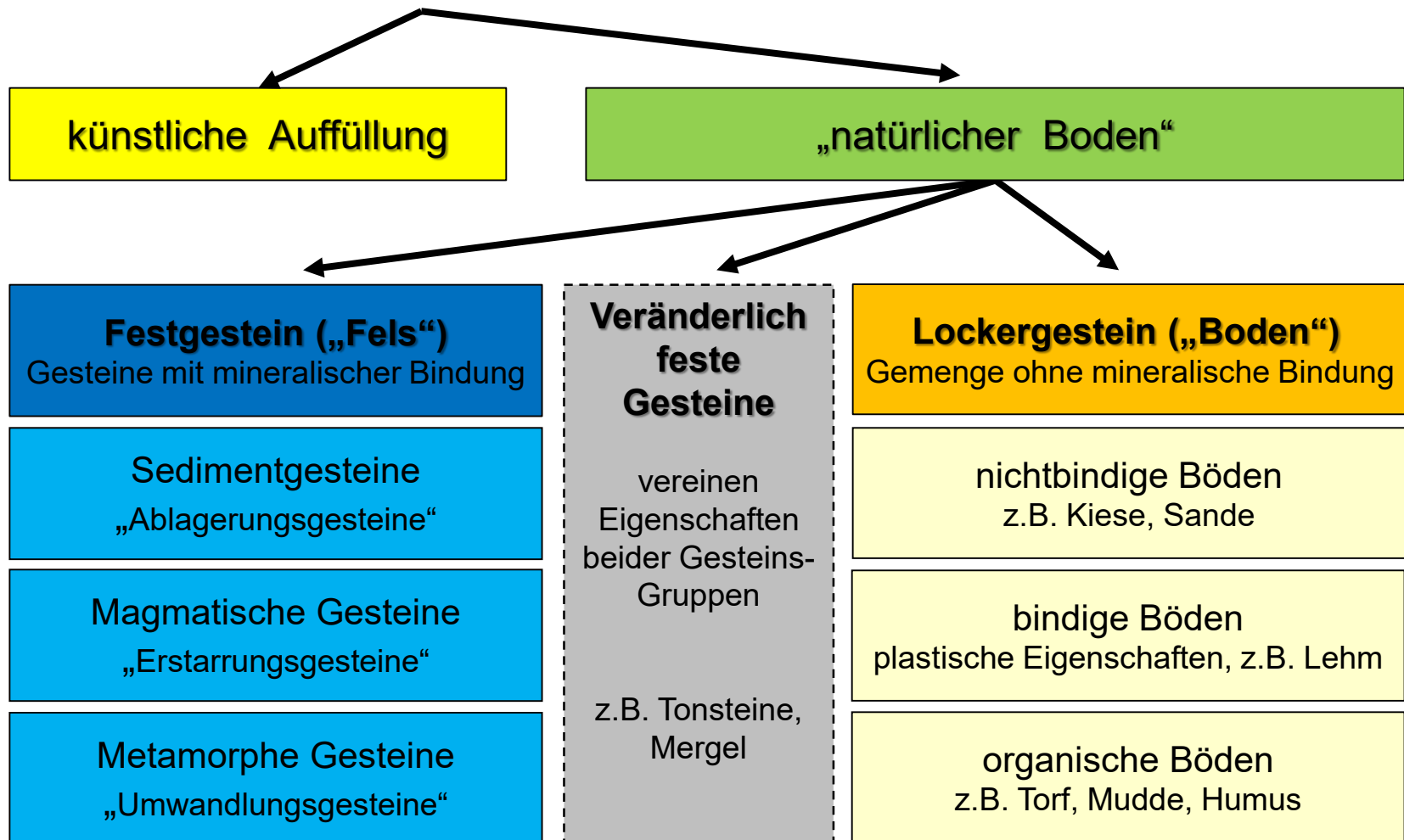
in Anlehnung an BAYER, 2017

# Bedeutung des Baugrunds am Beispiel HDD

- *„...bestimmt der Faktor Baugrund bei HDD-Maßnahmen mindestens zur Hälfte, oft jedoch zu zwei Drittel die Kalkulation der gesamten Baumaßnahme.“*
- *„Bei Felsbohrungen entscheidet er bis zu 75 % die Kostenstruktur der Baumaßnahme“*

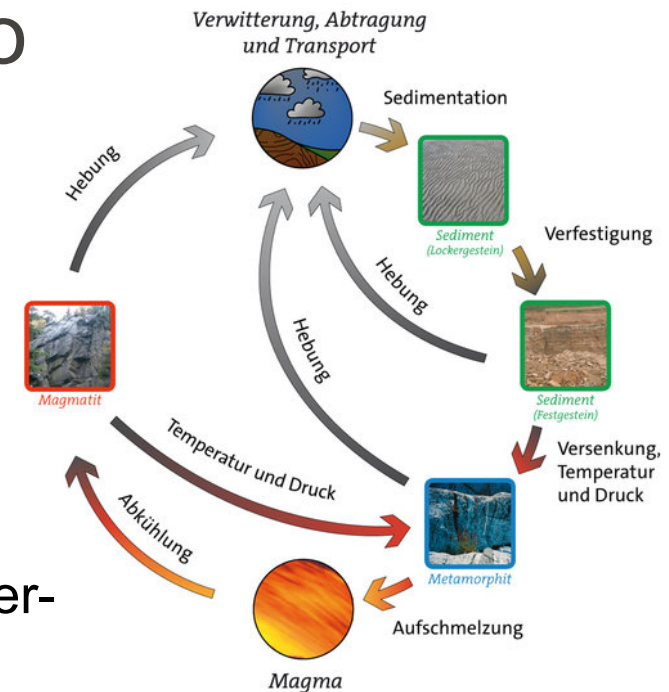
aus: BAYER, 2017: HDD-Praxishandbuch

## Was ist "Baugrund"?



# Baugrund – Chance und Risiko

- Natürliche Böden wurden im Laufe von Jahrtausenden bzw. Jahrmillionen gebildet und haben dabei eine oft wechselvolle Geschichte aus Ablagerung und Abtragung, Verfestigung und Verwitterung erfahren.
- Die physikalischen, fels- oder bodenmechanischen Eigenschaften von Boden und Fels unterliegen stets einer gewissen Streuung.
- Die Baugrunderkundung kann meist nur stichprobenartig erfolgen.
- Auch mit der detailliertesten und kompetentesten Standortuntersuchung wird daher auch im grabenlosen Leitungsbau **stets ein Restrisiko** unerwarteter (ggf. ungünstiger) Baugrundverhältnisse verbleiben.





# Die deutsche VOB

- Grundsätze des Bauvertrags, der Vergabe und Vergütung von Bauleistungen sind in Deutschland in der „Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistung“ (VOB) geregelt.
- Die VOB stellt ein insgesamt ausgewogenes Vertragswerk dar, das die Interessen von Auftraggeber und Auftragnehmer gleichermaßen berücksichtigt.
- Die VOB wird in regelmäßigen Intervallen überarbeitet, die aktuelle Ausgabe ist die VOB-Gesamtausgabe 2016.
- Bei der Vorläuferausgabe, der VOB-Gesamtausgabe 2012 ergab sich die Besonderheit, dass diese entweder alleine (mit „Bodenklassen“), oder in Kombination mit der Ergänzungsausgabe 2015 (dann bereits mit den sogenannten „Homogenbereichen“) vereinbart werden konnte.

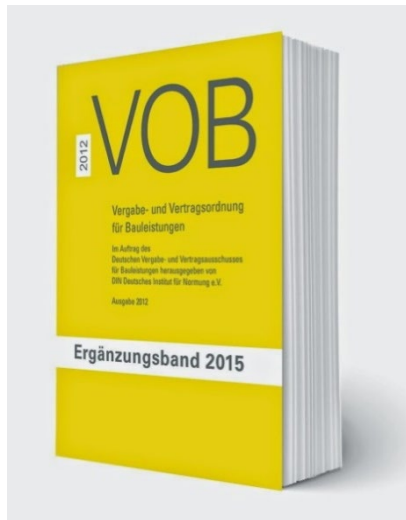


# Aufbau der VOB

- VOB/A: „Allgemeine Bestimmungen für die Vergabe von Bauleistungen“
- VOB/B: „Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen“
- VOB/C: „Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen“ (**ATV**)  
mit gewerkespezifischen technischen Vorschriften (DIN-Normen DIN 18300 – DIN 18459 ) für die Ausführung und Abrechnung.
- Für den grabenlosen Leitungsbau sind dabei insbesondere relevant:
  - VOB/C DIN 18319, ATV „Rohrvortriebsarbeiten“ (seit 1992)
  - VOB/C DIN 18324 ATV „Horizontalspülbohrarbeiten“ (seit 2015)



# Die “Homogenbereiche” der neuen VOB



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

Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für *[das jeweilige Gewerk]* **vergleichbare [bautechnische] Eigenschaften** aufweist.

Für die Homogenbereiche sind **folgende Eigenschaften und Kennwerte** sowie deren **ermittelte Bandbreite** anzugeben: (...) „

- Beim Konzept der Homogenbereiche **entfallen** die bis dato verwendeten Boden- und Felssklassen der alten ATVen (letzte „Altfassung“: VOB 2012).
- Die projektspezifische Definition der Homogenbereiche, die Festlegung der als maßgeblich erachteten Parameter und der klassenspezifischen Ober- und Untergrenzen liegt jetzt **ausschließlich im Ermessen des Baugrundgutachters**



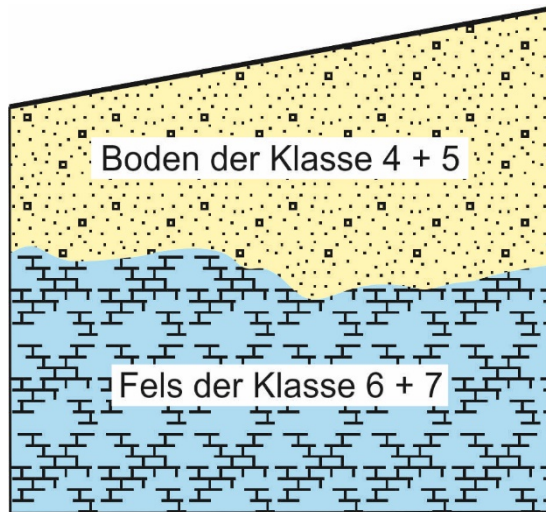
## Bezeichnung von Homogenbereichen

- Auch die Bezeichnung der Homogenbereiche liegt ausschließlich im Ermessen des Baugrundgutachters
- Ein Vorschlag für eine einheitliche Bezeichnung (z.B. R1, R2, R3...) liegt vor.

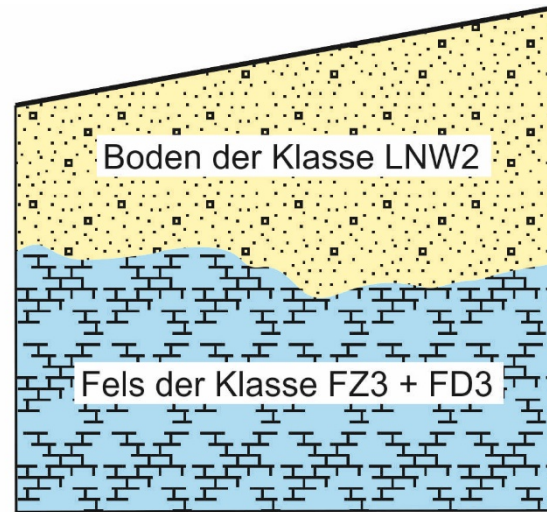
VOB/C DIN	ATV	Kürzel
DIN 18300	Erdarbeiten	E
DIN 18301	Bohrarbeiten	B
DIN 18304	Ramm- Rüttel- und Pressarbeiten	P
DIN 18311	Nassbaggerarbeiten	N
DIN 18312	Untertagebauarbeiten	U
DIN 18313	Schlitzwandarbeiten	S
DIN 18319	Rohrvortriebsarbeiten	R
DIN 18320	Landschaftsbauarbeiten	L
DIN 18321	Düsenstrahlarbeiten	D
DIN 18324	Horizontalspülbohrarbeiten	H

nach: GROßE, 2018

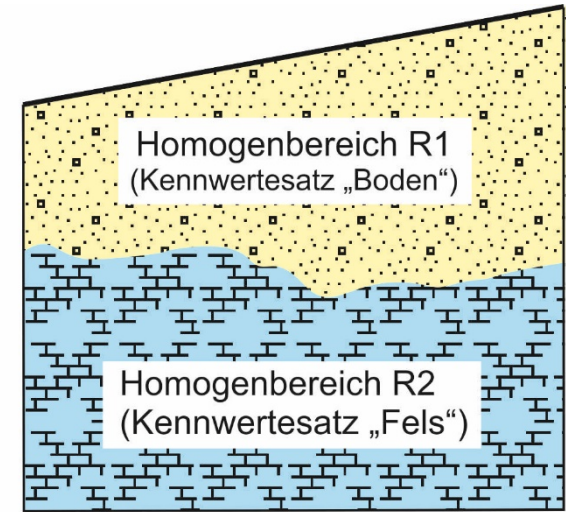
## Klassifizierungsbeispiel



**DIN 18300 (alt)  
ÖNORM B2205**



**DIN 18319 (alt)**



**DIN 18319 (neu)**

## Kennwerteübersicht “Boden”



Bodenkennwert	DIN 18319 Rohrvor- triebsarbei- ten	DIN 18324 Horizontal- spülbohrar- beiten	Referenzierte Prüfnorm
ortsübliche Bezeichnung	√	√	-
Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern	√	√	DIN 18123
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke	√	√	DIN EN ISO 14688-1
min. Zusammensetzung Steine und Blöcke	√	√	DIN EN ISO 14689-1
Dichte	√	√	DIN EN ISO 17892-2, DIN 18125-2
undrainede Scherfestigkeit	√	√	DIN 4094-4, DIN 18136, DIN 18137-2
Sensitivität	√	⊗	DIN 4094-4
Wassergehalt	√	√	DIN EN ISO 17892-1
Plastizitätszahl	√	√	DIN 18122-1
Konsistenzzahl	√	√	DIN 18122-1
Durchlässigkeit	√	√	DIN 18130
Lagerungsdichte	√	√	DIN 18126
Kalkgehalt	⊗	√	DIN 18129
Sulfatgehalt	⊗	√	DIN EN 1997-2
Organischer Anteil	√	√	DIN 18128
Benennung, Beschreibung organischer Böden	√	√	DIN EN ISO 14688-1
Abrasivität (LCPC-Verfahren)	√	√	NF P18-579
Bodengruppe	√	√	DIN 18196



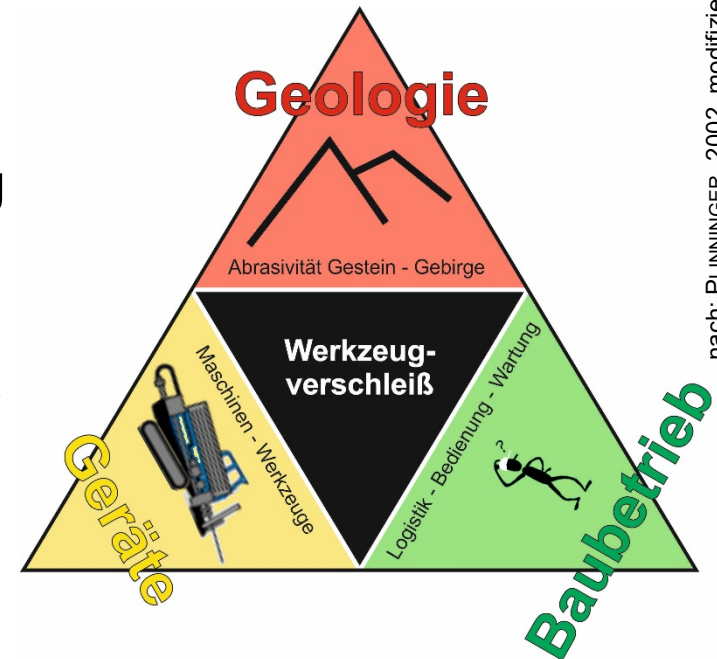
## Kennwerteübersicht “Fels”



Gesteins- / Gebirgskennwert	DIN 18319 Rohrvor- triebsarbei- ten	DIN 18324 Horizontal- spülbohrar- beiten	Referenzierte Prüfnorm
ortsübliche Bezeichnung	√	√	-
Benennung von Fels	√	√	DIN EN ISO 14689-1
Dichte	√	√	DIN EN ISO 17892-2, DIN 18125-2
Verwitterung und Veränderungen, Veränder- lichkeit	√	√	DIN EN ISO 14689-1
Einaxiale Druckfestigkeit	√	√	DIN 18141-1
Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform	√	√	DIN EN ISO 14689-1
Gebirgsdurchlässigkeit	√	√	DIN EN ISO 14689-1
Abrasivität (CERCHAR-Verfahren)	√	√	NF P94-430-1

# Abrasivitätsbewertung in der neuen VOB

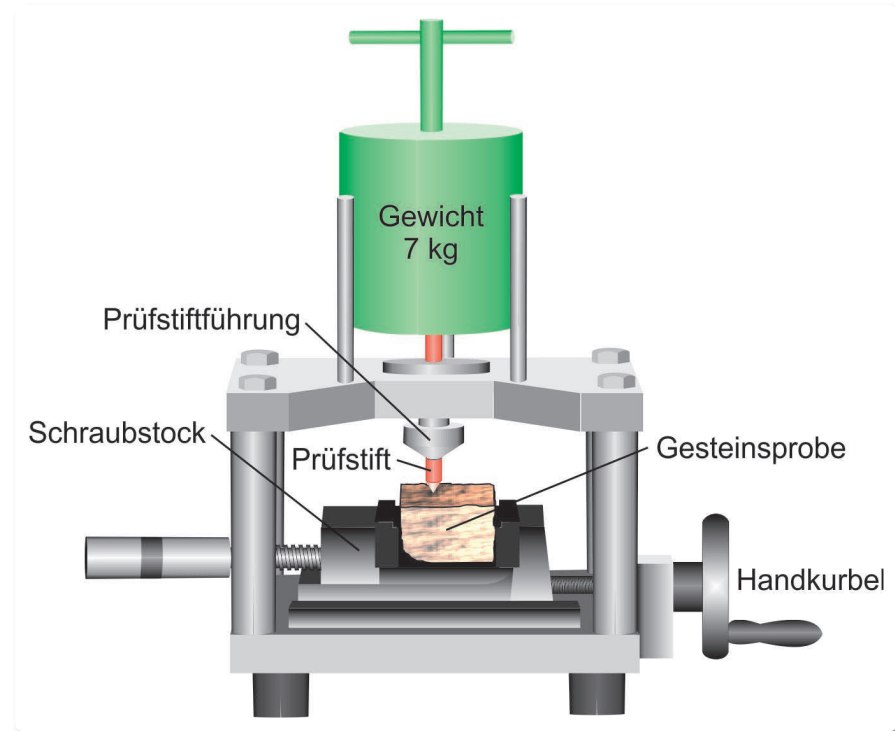
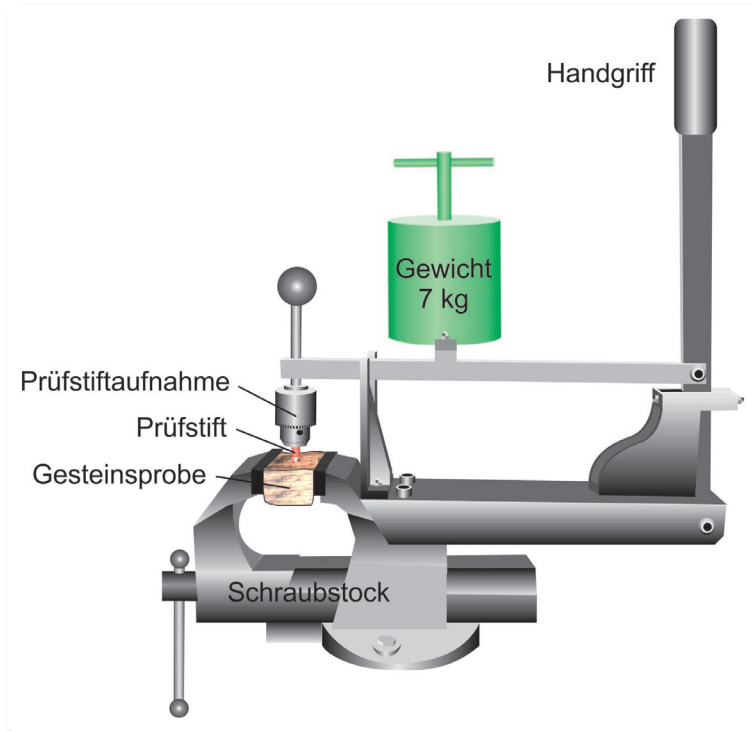
- Unter „Abrasiveität“ wird die **Fähigkeit des Baugrunds** verstanden, **Verschleiß** an in Boden oder Fels eingesetztem Werkzeug **hervorzurufen**.
- Abrasiveität und Werkzeugverschleiß stellen im komplexen, sog. „tribologischen System“ **Ursache und Wirkung** dar.
- Vor dem Hintergrund der in der VOB verankerten Risikoverteilung dienen Angaben zur Abrasiveität des Baugrunds durch den Auftraggeber (Bauherrn) dem Zweck, dem Auftragnehmer (Bauunternehmung) **Prognosen zum Verschleiß** der von ihm eingesetzten Baumaschinen und Werkzeuge **zu ermöglichen**.



nach: PLINNINGER, 2002, modifiziert



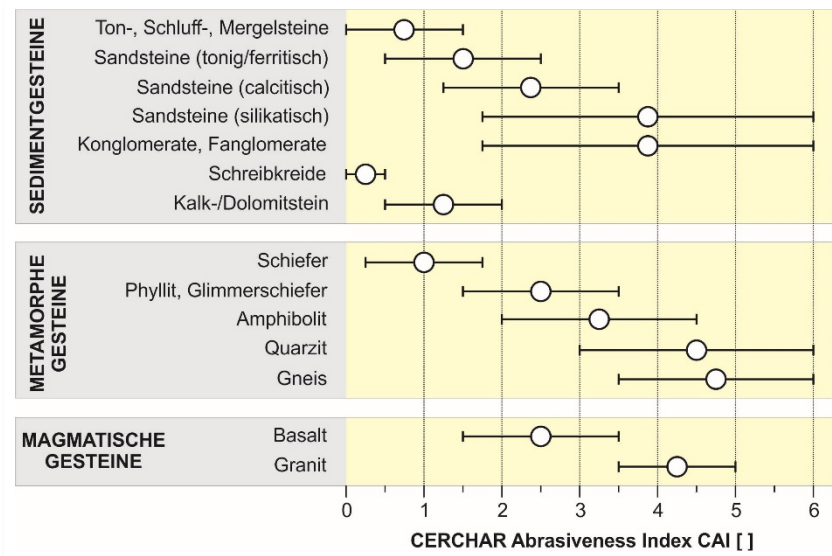
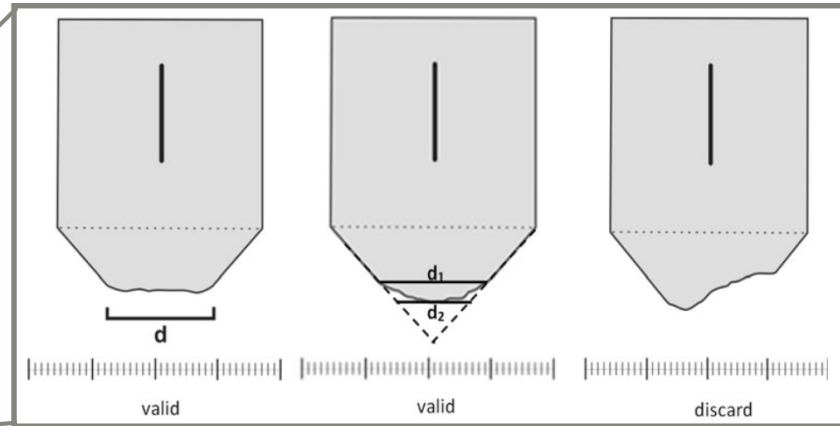
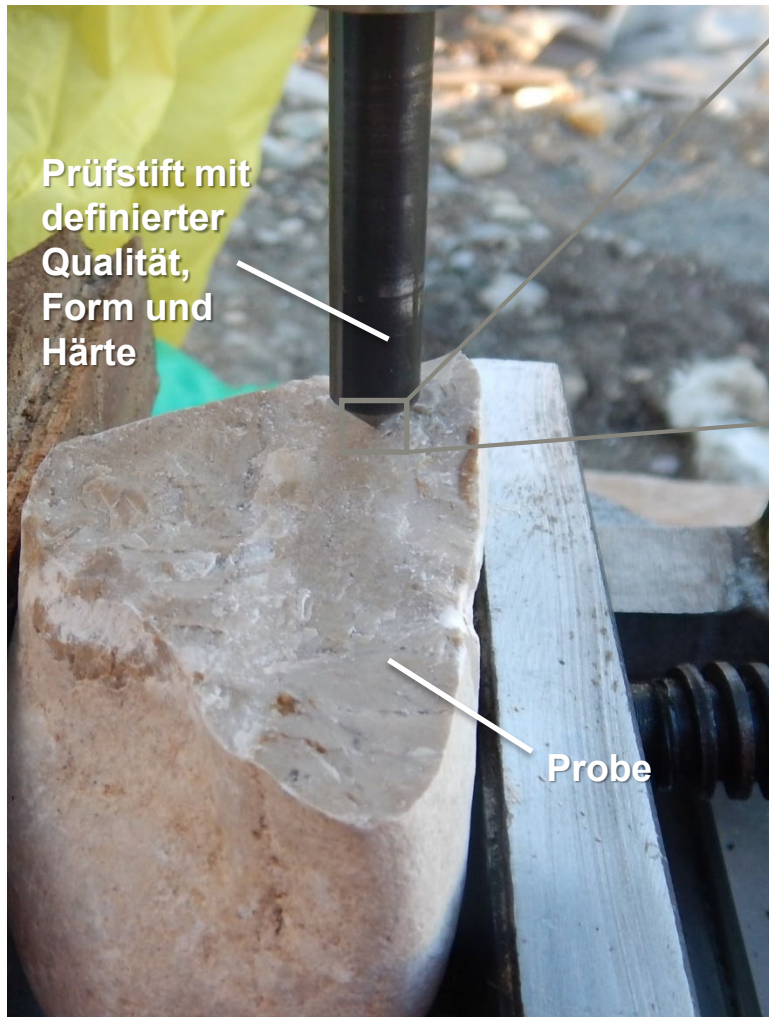
## CERCHAR-Verfahren (Fels)



(aus: PLINNINGER & RESTNER, 2008, modifiziert)

Prüfgeräte zur Durchführung des CERCHAR-Versuchs:  
 links: Originalgerät (Typ 1) nach CERCHAR (1986)  
 rechts: Modifiziertes Prüfgerät (Typ 2) nach WEST (1989)

## CERCHAR-Verfahren (Fels)

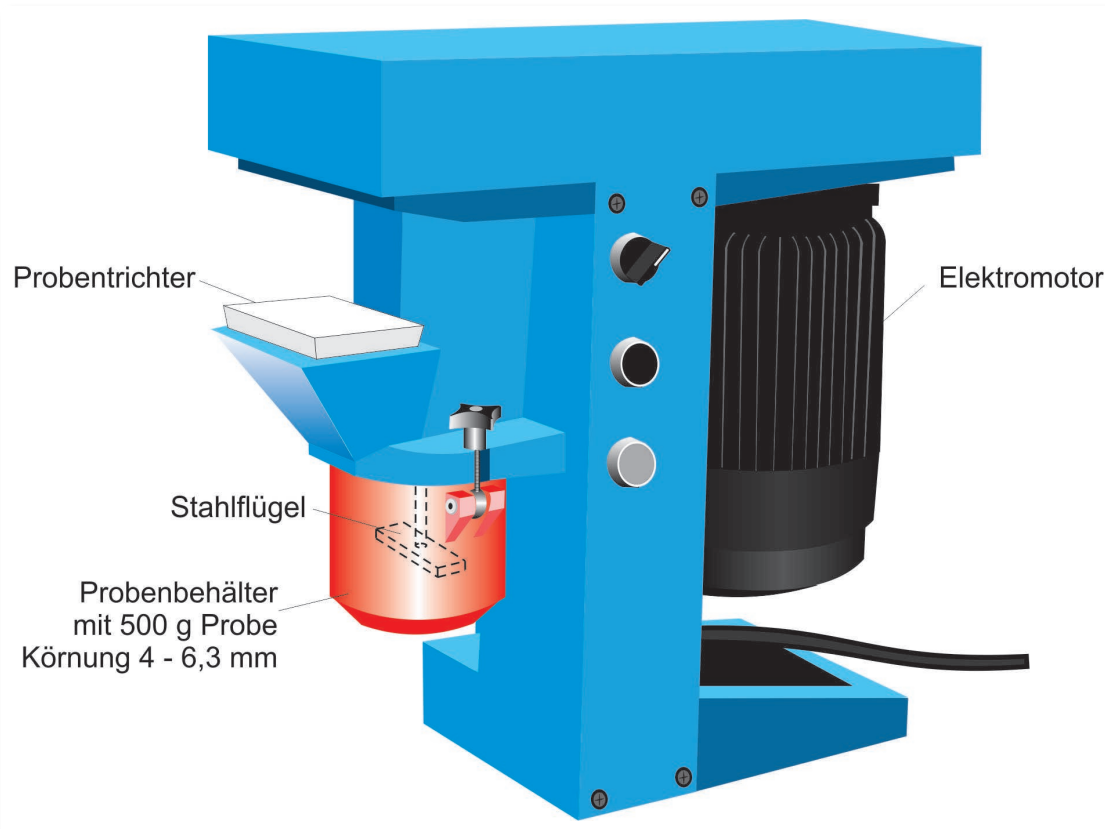


aus: ISRM Suggested Method (2014)

aus: Plinninger & Restner (2008)

## LCPC-Verfahren (Boden)

(aus: PLINNINGER & RESTNER, 2008, modifiziert)



Prüfgerät zur Durchführung des LCPC-Versuchs:  
links: Übersicht über den Versuchsapparat, rechts: Blick in den Verschleißtopf mit Prüflügel

## Kritik am LCPC-Verfahren

- Der Versuch stammt aus der Naturstein-Industrie und wurde ursprünglich für Festgestein entwickelt. Die Adaption für die Anwendung in Böden erfolgte in den 1990er Jahren.
- Die Probenvorbereitung erfolgt durch Trocknen, Sieben und ggf. Brechen.
- Dadurch werden eine Vielzahl verschleißrelevanter Eigenschaften bereits vor dem Versuch verändert, z.B.:
  - natürliche Lagerungsdichte
  - Wassergehalt
  - Feinkornanteil (und damit zusammenhängende bindige Eigenschaften)
  - Kornform
  - Verkittungen oder Zementierungen



(aus: FEINENDEGEN & ZIEGLER, 2018)

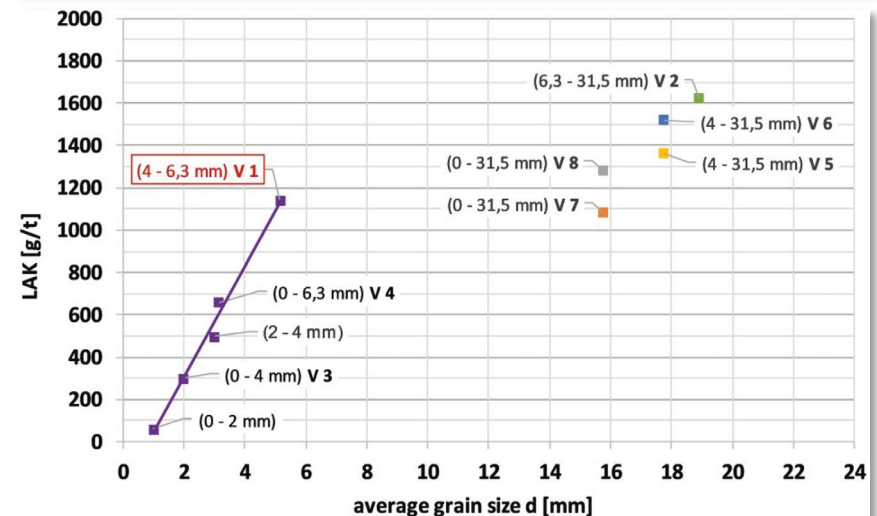


## Kritik am LCPC-Verfahren

- Die normgemäße Durchführung des Versuchs erfolgt an 500 g Material der Fraktion 4 - 6,3 mm
- Auf Basis dieser Vorgabe können feinkörnige Böden < 4 mm nicht geprüft werden.
- Allgemein gibt es keine Vorgaben für die Anwendung in Böden.
- Da die Korngröße der Probe eine maßgebliche Rolle für den ermittelten Abrasivitätswert spielt, ist die Aussagekraft von LCPC-Tests derzeit zu hinterfragen.

Variant Variante	Description Beschreibung	LAK [g/t]
1	according to AFNOR, only original fraction 4 to 6.3 mm <i>nach AFNOR, nur original Fraktion 4 bis 6,3 mm</i>	1,140
2	pure crushed grain 4 to 6.3 mm <i>reines Brechkorn 4 bis 6,3 mm</i>	1,620
3	fraction 0 to 4 mm completely <i>Fraktion 0 bis 4 mm komplett</i>	300
4	fraction 0 to 6.3 mm completely <i>Fraktion 0 bis 6,3 mm komplett</i>	660
5 <sup>a)</sup>	break fraction > 6.3 mm and add crushed grain 4 to 6.3 mm proportionally to original fraction 4 to 6.3 mm <i>Fraktion &gt; 6,3 mm brechen und Brechkorn 4 bis 6,3 mm anteilig zu original Fraktion 4 bis 6,3 mm zugeben</i>	1.360
6 <sup>a)</sup>	break fraction > 6.3 mm and add it to original fraction < 6.3 mm, then separate sample 4 to 6.3 mm <i>Fraktion &gt; 6,3 mm brechen und zu original Fraktion &lt; 6,3 mm zugeben, dann Messprobe 4 bis 6,3 mm abtrennen</i>	1.520
7 <sup>a)</sup>	break fraction > 6.3 mm and add it to original fraction < 6.3 mm, sample 0 to 6.3 mm <i>Fraktion &gt; 6,3 mm brechen und zu original Fraktion &lt; 6,3 mm zugeben, Messprobe 0 bis 6,3 mm</i>	1.080
8 <sup>a)</sup>	break fraction > 6.3 mm and add crushed grain 4 to 6.3 mm to original fraction 0 to 6.3 mm <i>Fraktion &gt; 6,3 mm brechen und Brechkorn 4 bis 6,3 mm zu original Fraktion 0 bis 6,3 mm zugeben</i>	1.280

<sup>a)</sup> nach [3]

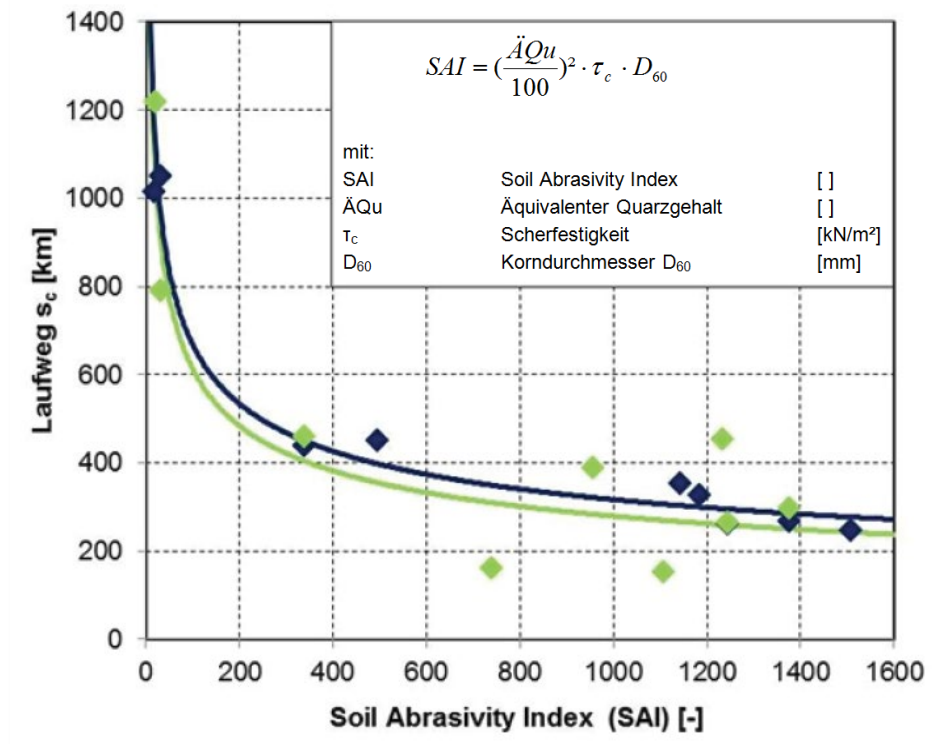


(aus: FEINENDEGEN & ZIEGLER, 2018)



## Alternative: Bodenmechanische Indices

- Die die Abrasivität von Böden bestimmenden Eigenschaften (v.a. Korngröße, Wassergehalt, Kornrundung, Mineralogie, Lagerungsdichte) sind bekannt und können mit „herkömmlichen“ Verfahren bestimmt und beschrieben werden.
- Einen dahingehend vielversprechenden Ansatz stellt beispielweise der „Soil Abrasivity Index“ (SAI) von KÖPPL (2012) dar.



aus: KÖPPL, 2012

## Fazit

- Ergänzend zur bereits existierenden ATV „Rohrvortriebsarbeiten“ erhält mit der VOB/C DIN 18324 auch die Horizontalspülbohrtechnik eine eigene ATV, die eine vertragssichere Ausschreibung, Vergabe und Abwicklung von HDD-Projekten unterstützen wird.
- Die Einführung des Konzepts der geotechnischen Homogenbereiche im Jahr 2015 bedeutet eine Abkehr von gewerkespezifischen Boden- und Felsklassen mit vorgegebenen Klassifizierungsparametern und Klassengrenzen.
- Das „Homogenbereich“-Konzept räumt dem Baugrundgutachter einen breiten Ermessensspielraum bei der Festlegung von Bodenschichten mit „gleichartigen Eigenschaften“ ein, fordert von ihm aber eindeutige Angaben und Bandbreiten zu einer Vielzahl relevanter Boden- und Felsparameter, für die auch eindeutige Prüfnormen vorgegeben sind.

## Fazit

- Die Beurteilung der Abrasivität ist zur Prognose von Werkzeugverschleiß, zur Preisbildung und zur Abgrenzung bauvertraglicher Risikosphären ein zunehmend relevantes Thema der Baugrunderkundung
- Hier sind mit der Einführung des LCPC-Versuchs für Boden und des CERCHAR-Versuchs für Fels erstmals „Standards“ gesetzt worden - auch wenn diese aus Sicht des Verfassers zumindest in Hinblick auf die Anwendung des LCPC-Verfahrens als Standardverfahren für Boden hinterfragt werden müssen.
- Die Vorgaben für die Kennwertedarstellung von Homogenbereichen sind grundsätzlich geeignet, eindeutigere Preisermittlungsgrundlagen für die Kalkulation, wie auch für die Bewertung ggf. aufgetretener Folgen geänderter Baugrundverhältnisse zu schaffen.
- Es ist zu hoffen, dass dies einer besser nachvollziehbaren Preisbildung und einer objektiveren Diskussion auf der Baustelle zu Gute kommt.



# SYMPOSIUM GRABENLOS

DIE DIALOGPLATTFORM DER GRABENLOSEN BRANCHE

