

# **Standards und Normen bei geotechnischen Aufnahmen**

(Empfehlung für die geotechnische Benennung von Lockergestein im Feld; SFIG)

Dr. Ruedi Krähenbühl

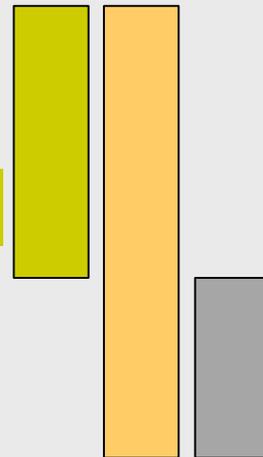
# Standards und Normen bei geotechnischen Aufnahmen



# Das wesentliche bei der geotechnischen Dimensionierung von Bauteilen

## *Grundlagen: Geotechnische Erkundung und Untersuchung*

- ⇒ Baugrundaufschlüsse
- ⇒ Geotechnische Benennung und Klassifizierung des Lockergesteins
- ⇒ Baugrundmodell (räumlicher Schichtaufbau und Baugrundwerte)



*Aufgaben des:*



*Geologen*

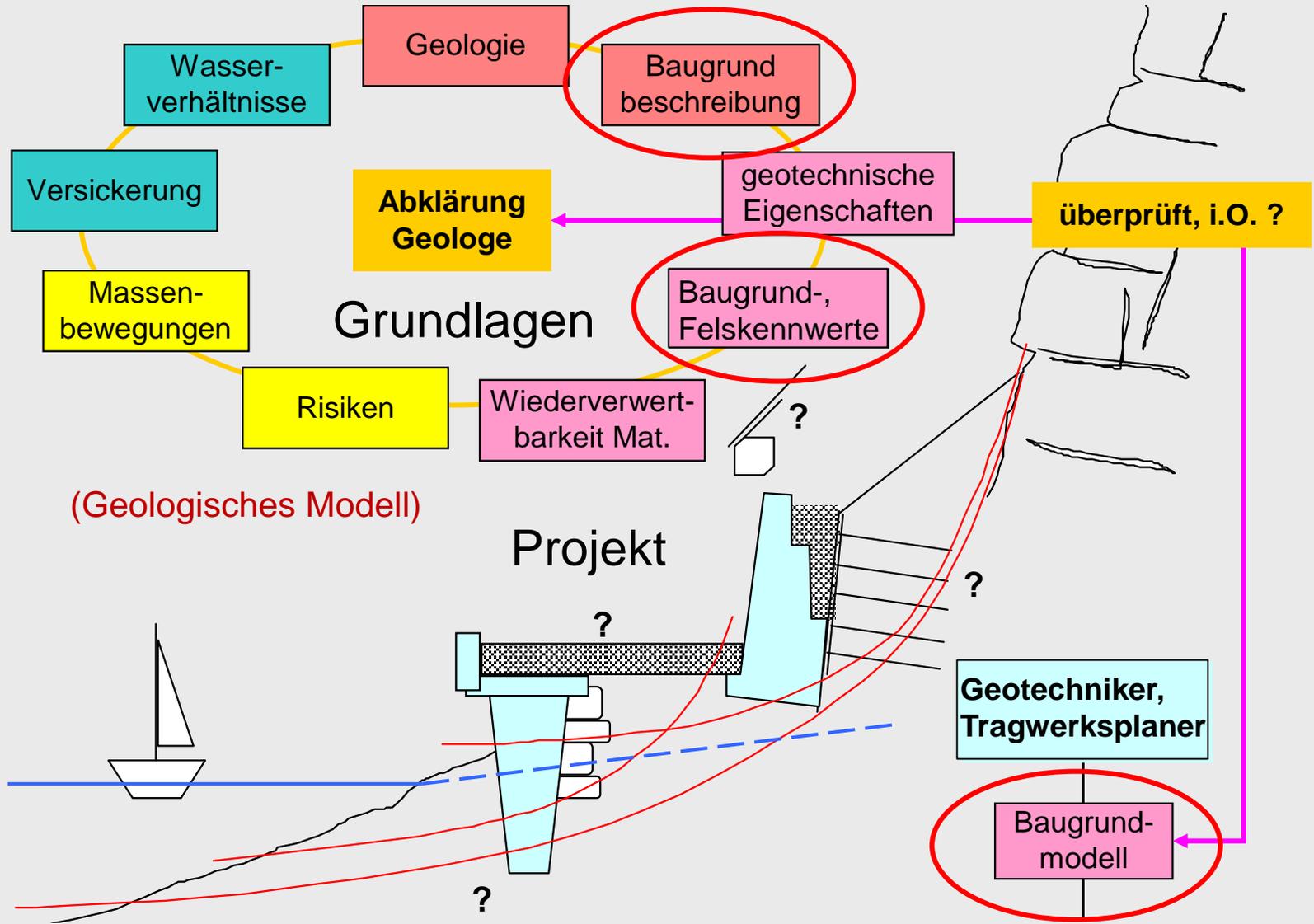


*Geotechnikers*

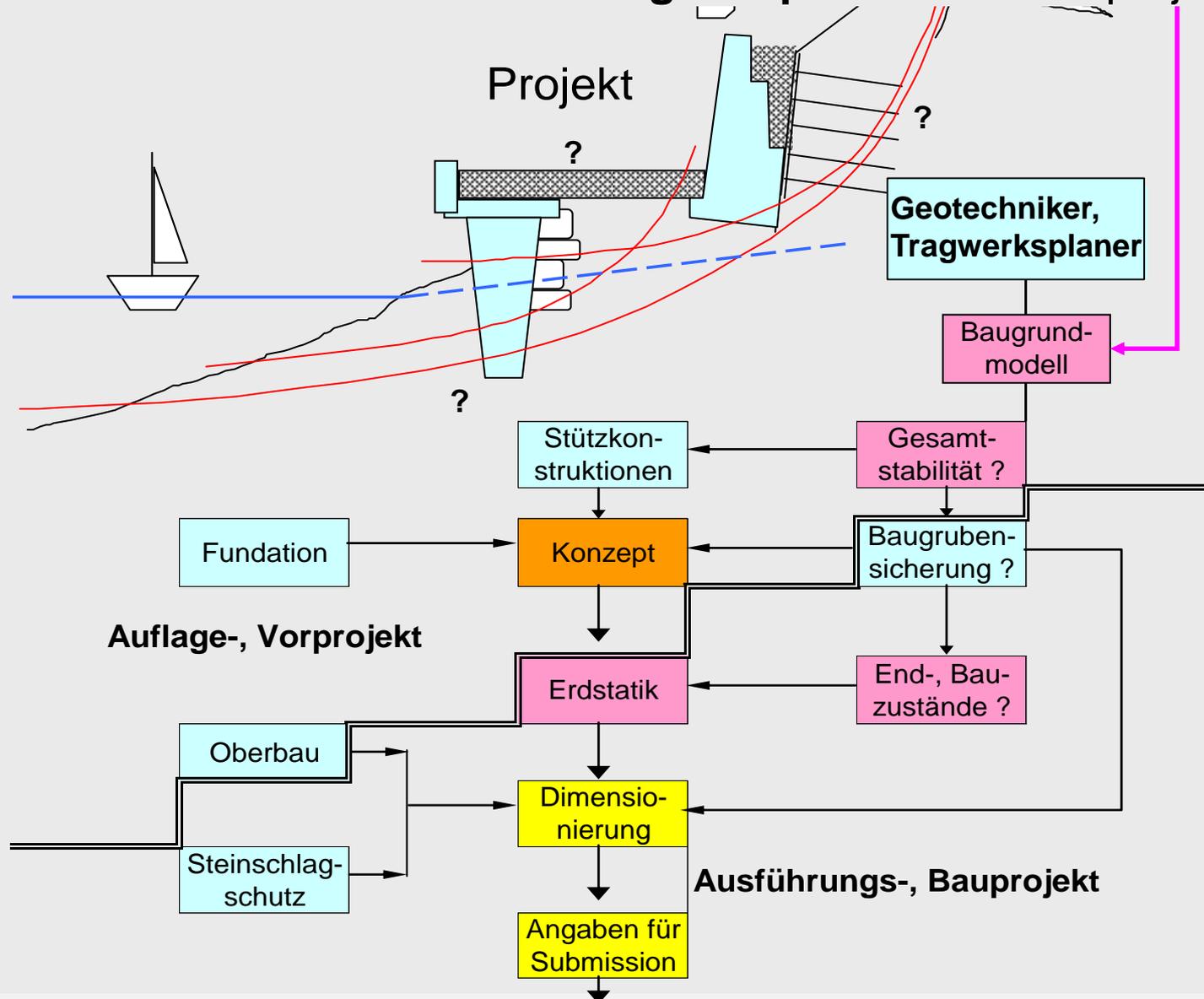


*Tragwerkplaners*

# Aufgaben des Geologen und Ingenieurgeologen bei Bauprojekten



# Aufgaben des Geotechnikers und Tragwerksplaners bei Bauprojekten



## Klassifizierung von «Boden» und Fels (generell)

*„**Klassifizierungssysteme**“ dienen der Ordnung und Organisation komplexer Strukturen, wobei sie **zielgerichtet Ähnlichkeiten** von Eigenschaften und Verhalten bei der Bildung von Klassen berücksichtigen“ 1)*

*„Um in der **Bodenmechanik** zu **analytischen Aussagen** über das mechanische Verhalten der vielen natürlichen Bodenarten zu kommen, fasst man sie zu Baugrund-Gruppen von jeweils **ähnlichem Verhalten** zusammen“ 1)*

1) Klassifikation der Böden, TUM Zentrum Geotechnik

# Benennung, Beschreibung, Klassifizierung von Lockergestein

**Vorgehen:**

*Baugrund-Aufschluss*



*Benennung, Beschreibung im Feld*



*Klassifizierung im Labor*



*evtl. Zusatzabklärungen*



# Welche Standards, Normen gibt es?

## Lehrbücher, Skripte von Universitäten

Dachroth  
**Handbuch der Baugeologie  
und Geotechnik**

## Normen (SN, EN, ISO)



Vereinigung  
Schweizer  
Strassenfachleute



Schweizer  
Ingenieure  
Architekten



Europäische  
Norm

International  
Standard  
Organisation

# Schweizer Normen SN

**Geotechnische Erkundung  
und Untersuchung**

sen- und Verkehrsfachleute  
els de la route et des transports  
nisti della strada e dei trasporti  
sportation Experts

Schweizer Norm  
Norme Suisse  
Norma Svizzera  
Swiss Standard

**SN**

**670 004-1b**

EN ISO 14688-1: 2002 / AC: 2005

**670 004-2b-NA**

EN ISO 14688-2: 2004

**670 006-1 NA**

EN ISO 14689-1

Schweizer Norm  
Norme Suisse  
Norma Svizzera

**SN**

**670 009**

**SN**

**640 034a**

Schweizer Norm  
Norme Suisse  
Norma Svizzera  
Swiss Standard

**SN**

**670 010b**

**Benennung Lockergestein**

**Benennung, Beschreibung  
und Klassifizierung von Boden –  
Teil 1: Benennung und Beschreibung**

**Klassifizierung Lockergest.**

**Teil 2: Grundlagen von  
Bodenklassifizierung**

**Benennung, Klassifizierung Fels**

Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung,  
Beschreibung und Klassifizierung von Fels- Teil 1: Benennung  
und Beschreibung (ISO 14689-1:2003)

**Terminologie Lockergesteine**

**Geologische Terminologie der  
Lockergesteine**

**Geotechnische Signaturen**

**Darstellung der Projekte  
Geotechnische Signaturen**

**Baugrundwerte**

**Bodenkennziffern**

**Bauwesen**

**sia**

SIA 267:2013 Bauwesen

Schweizer Norm  
Norme suisse  
Norma svizzera

**SN**

**505 267**

**Geotechnik**

**Geotechnik**

**CHGOLstandards – Normenliste GEOTECHNIK**

### 3.3 Klassifikation von Boden und Fels

- 3.3.1 Der Boden der einzelnen Baugrundsichten bzw. das Gestein von Fels ist zu klassifizieren und mit Baugrundwerten zu beschreiben.
- 3.3.2 Die Beschreibung des Baugrunds hat für Locker- und Festgestein nach einem in der Praxis anerkannten Klassifikationssystem zu erfolgen.
- 3.3.3 Die Bestimmung der geotechnischen Werte hat auf Grund anerkannter Prüfverfahren und einer ausreichenden Anzahl von Versuchen oder verlässlicher Erfahrungswerte zu erfolgen.
- 3.3.4 Die für die Entwurfsarbeit erforderlichen Baugrundwerte sind in der Regel durch geschätzte Erwartungswerte (wahrscheinliche Mittelwerte) und Extremwerte (geschätzte Maximal- und Minimalwerte) zu beschreiben.
- 3.3.5 Hinweise zur Klassifikation von Lockergestein und Fels wie auch zur Bestimmung der geotechnischen Werte enthält Norm SIA 267/1.

# Benennung, Beschreibung, Klassifizierung von Lockergestein

**Vorgehen:**

*Baugrund-Aufschluss*

*Benennung, Beschreibung im Feld*

*Klassifizierung im Labor*

*evtl. Zusatzabklärungen*



## Klassifizierung von Lockergestein (im Labor)

Probenahme: Die Probemenge hängt vom Grösstkorn ab  
(SN 370'901-1A, EN 932-1; ermöglicht repräsentative Probenentnahme)



# Klassifizierung von Lockergestein (im Labor)

Kornverteilung: Sieb- und Schlämmanalyse (Kornfraktion 0 – 63 mm)

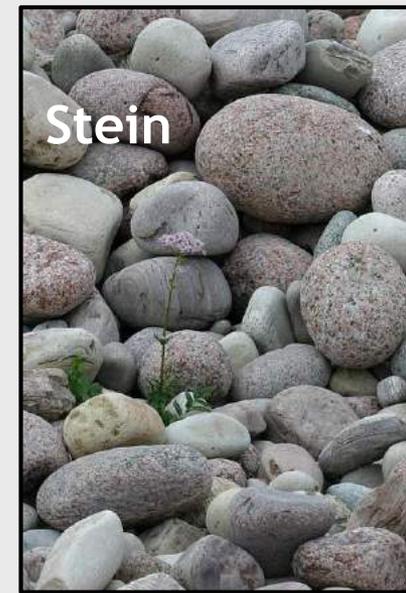
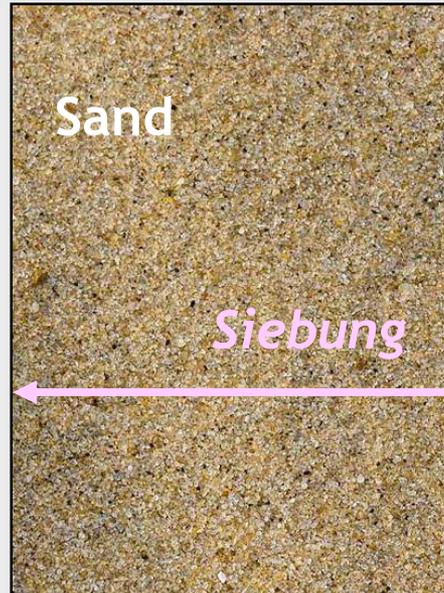
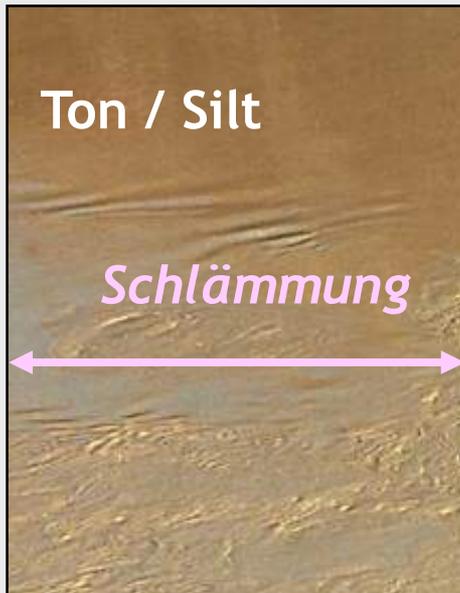
Korngrößenbereiche:

< 0.06 mm

0.06 - 2.0 mm

2.0 - 63 mm

63 - 200 mm



**feinkörnig**

**g r o b k ö r n i g**

# Klassifizierung von Lockergestein (im Labor)

Geräte: Probenteiler;



Probenteilung



# Klassifizierung von Lockergestein (im Labor)

Bestimmung Wassergehalt durch Wägung vor und nach trocknen

Geräte: Trockenschrank;

Laborwaage



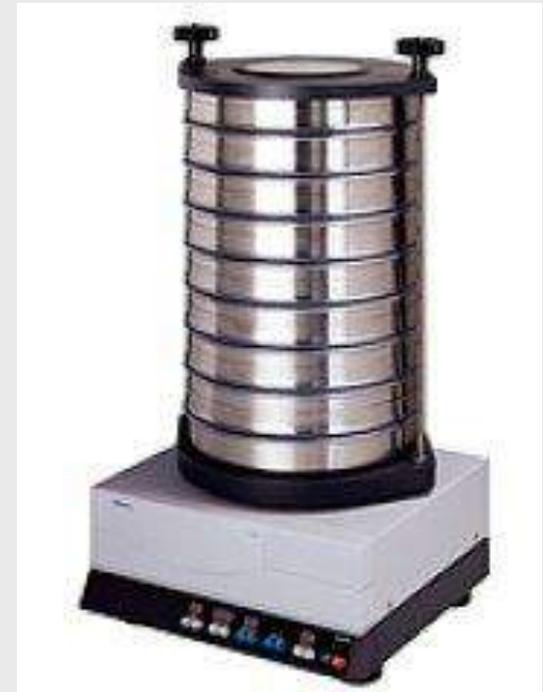
# Klassifizierung von Lockergestein (im Labor)

Siebung (kann trocken oder nass erfolgen)

Geräte: Siebe;



Siebmaschine



# Klassifizierung von Lockergestein (im Labor)

Siebrückstand wird gewogen



# Klassifizierung von Lockergestein (im Labor)

An den Fraktionen kann auch der Gesteinsinhalt bestimmt werden



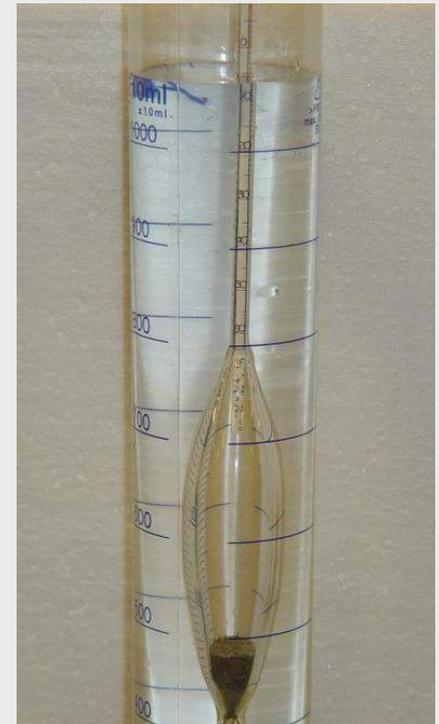
# Klassifizierung von Lockergestein (im Labor)

**Schlämmanalyse:** Prinzip der Sedimentationsgeschwindigkeit verschieden grosser Kornfraktionen

Messkolben für Sedimentation der Proben in Wasser

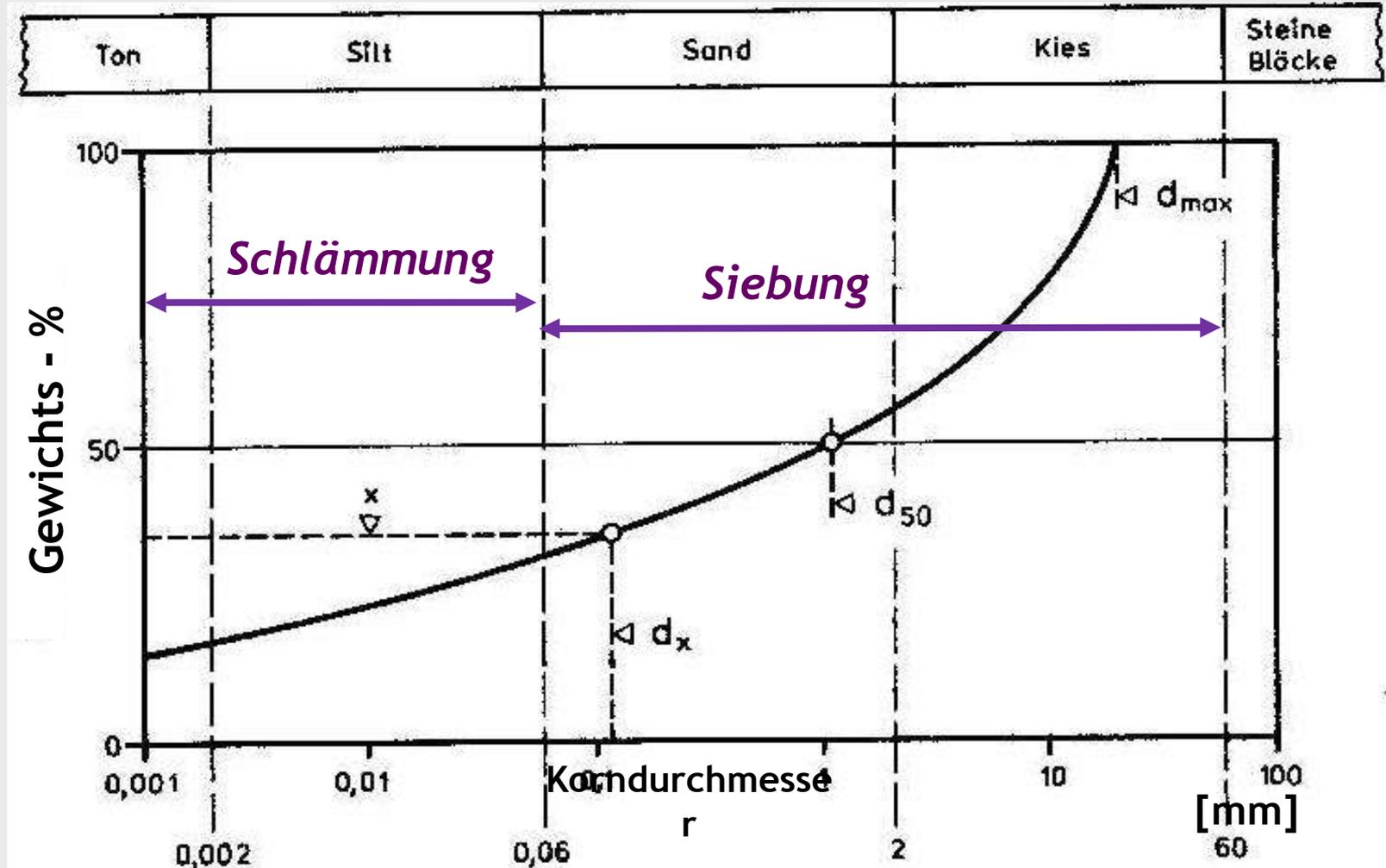


gemessen mit Aerometer



# Klassifizierung von Lockergestein (im Labor)

## Kornverteilung in Siebkurve



$$\text{Ton [G-\%]} + \text{Silt [G-\%]} + \text{Sand [G-\%]} + \text{Kies [G-\%]} = 100 \%$$

# Klassifizierung von Lockergestein (im Labor)

## Aussagekraft einer Kornverteilungskurve

### *Klassifikation + Herkunft*

- Klassifikation Lockergestein nach USCS  
(unified soil classification system)
- Herkunft geologischer Ablagerungsraum



# Klassifizierung von Lockergestein (im Labor)

## USCS Klassifikation (Unified standard classification system)

<b><i>Kriterium:</i></b>	<b>Bezeichnung</b>	<b>Englisch</b>	<b>Deutsch</b>
<b><i>Korngruppe</i></b>	G	gravel	Kies
	S	sand	Sand
	M	marl	Silt (Schluff)
	C	clay	Ton
	O	organic	organisch
	Pt	peat	Torf
<b><i>Korn- abstufung</i></b>	W	well graded	gut abgestuft
	P	poorly .....	schlecht .....
<b><i>Plastizität (Feinanteile)</i></b>	L	low liquid limit	niedrig
	M	medium .....	mittel
	H	high .....	hoch

# Klassifizierung von Lockergestein (im Labor)

USCS Klassifizierung → ist relativ komplex

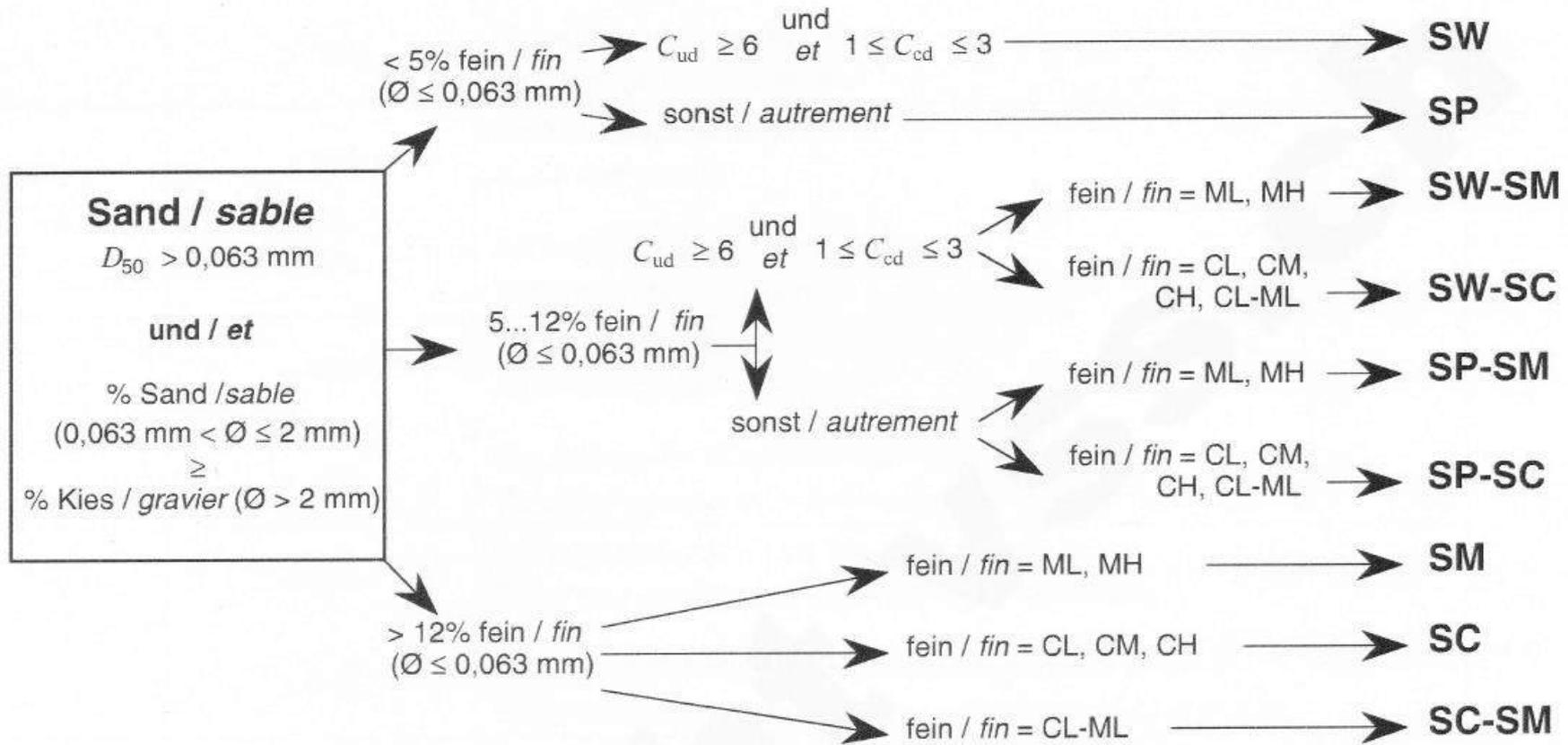


Abb. 2  
Gruppensymbole für Sande

Fig. 2  
Symboles du groupe des sables

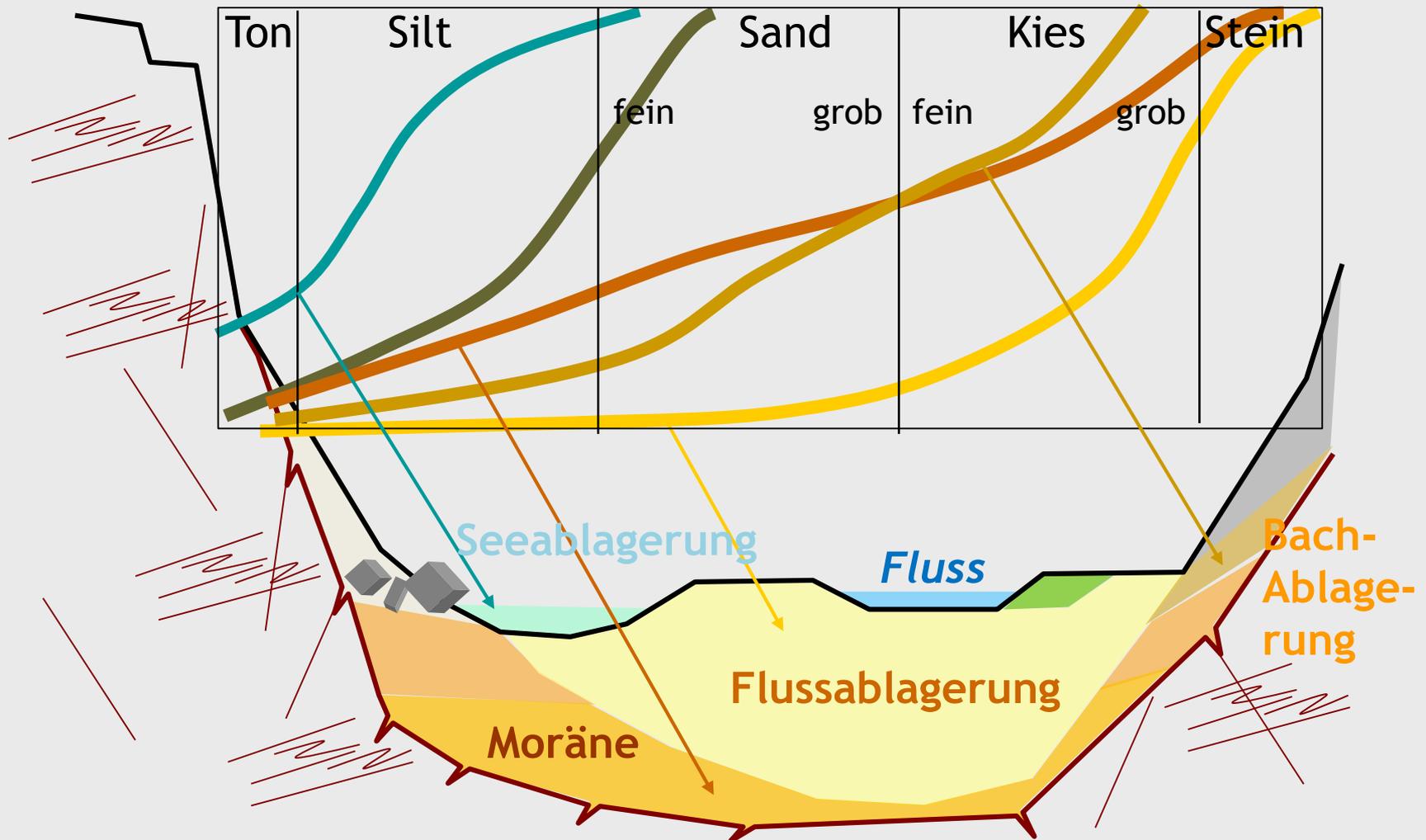
## Klassifizierung von Lockergestein (im Labor)

**USCS Klassifizierung** → folgende Kriterien werden verwendet:

- Anteile Kornfraktionen (Siebung)
- $C_{ud}$  (Krümmungsgrad Sieblinie)
- $I_p$  Plastizitätsindex (Fließgrenze  $w_L$  – Ausrollgrenze  $w_P$ )

# Klassifizierung von Lockergestein (im Labor)

Aussagekraft einer Kornverteilungskurve → geologische Herkunft

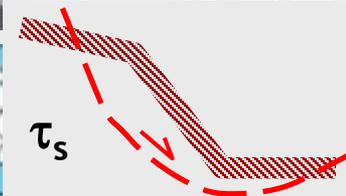
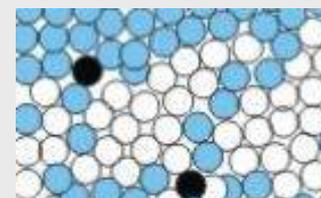


# Klassifizierung von Lockergestein (im Labor)

## Aussagekraft einer Kornverteilungskurve

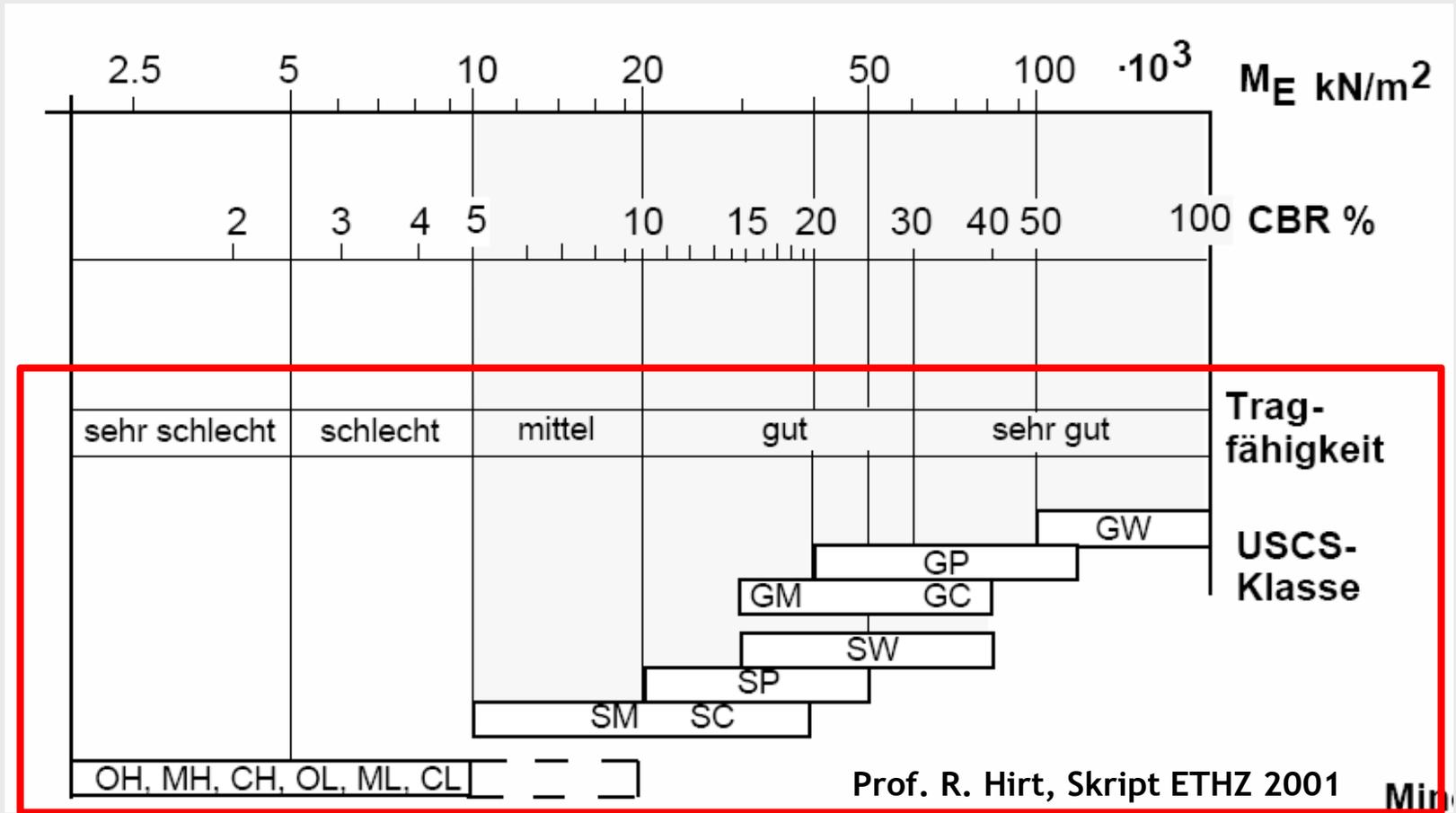
### *Bodenmechanische/ Bautechnische Aussagen:*

- Abschätzung Tragfähigkeit
- Beurteilung Verdichtbarkeit
- Beurteilung Frostempfindlichkeit
- Abschätzung Scherfestigkeit
- Abschätzung Wasserdurchlässigkeit



# Klassifizierung von Lockergestein (im Labor)

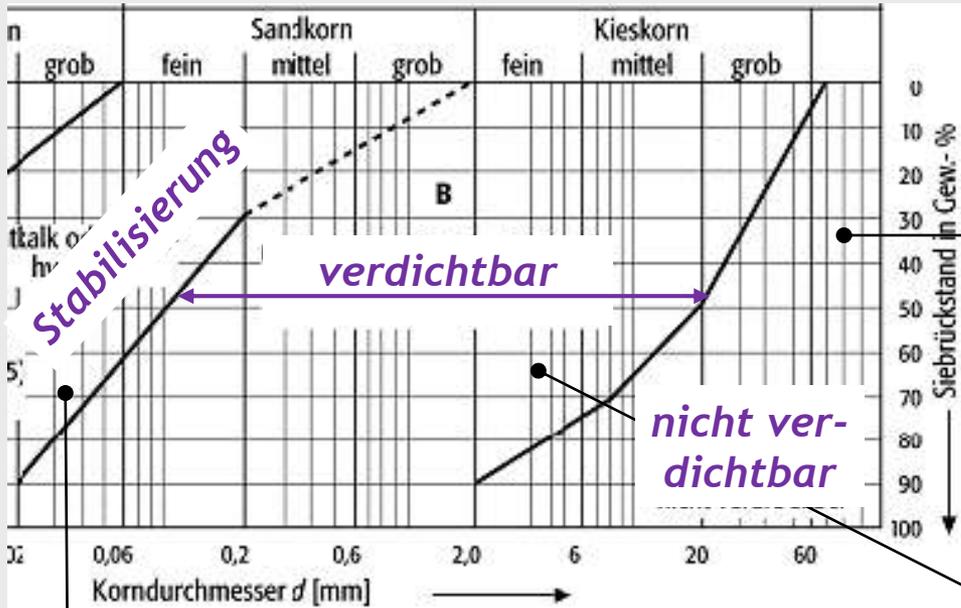
Aussagekraft einer Kornverteilungskurve → Tragfähigkeit



(ME: Zusammendrückungsmodul; CBR: California Bearing Ratio)

# Klassifizierung von Lockergestein (im Labor)

Aussagekraft einer Kornverteilungskurve → **Verdichtbarkeit**



# Klassifizierung von Lockergestein (im Labor)

Aussagekraft einer Kornverteilungskurve → **Frostempfindlichkeit**

## Frostempfindlichkeitsklassen

Klasse	Frostempfindlichkeit	Feinanteil 0.002 mm *)	Lockergesteine (generell)
G1	vernachlässigbar	< 3 %	Kies und Sande
G2	leicht	3 - 10%	Kies und Sande
G3	mittel	> 10 %	siltige, tonige Sande, z.T. Kies
G4	stark		Silte, Tone

\*) gemäss SN 670'140 gelten noch weitere Kriterien, wie  $C_u$ ,  $I_p$

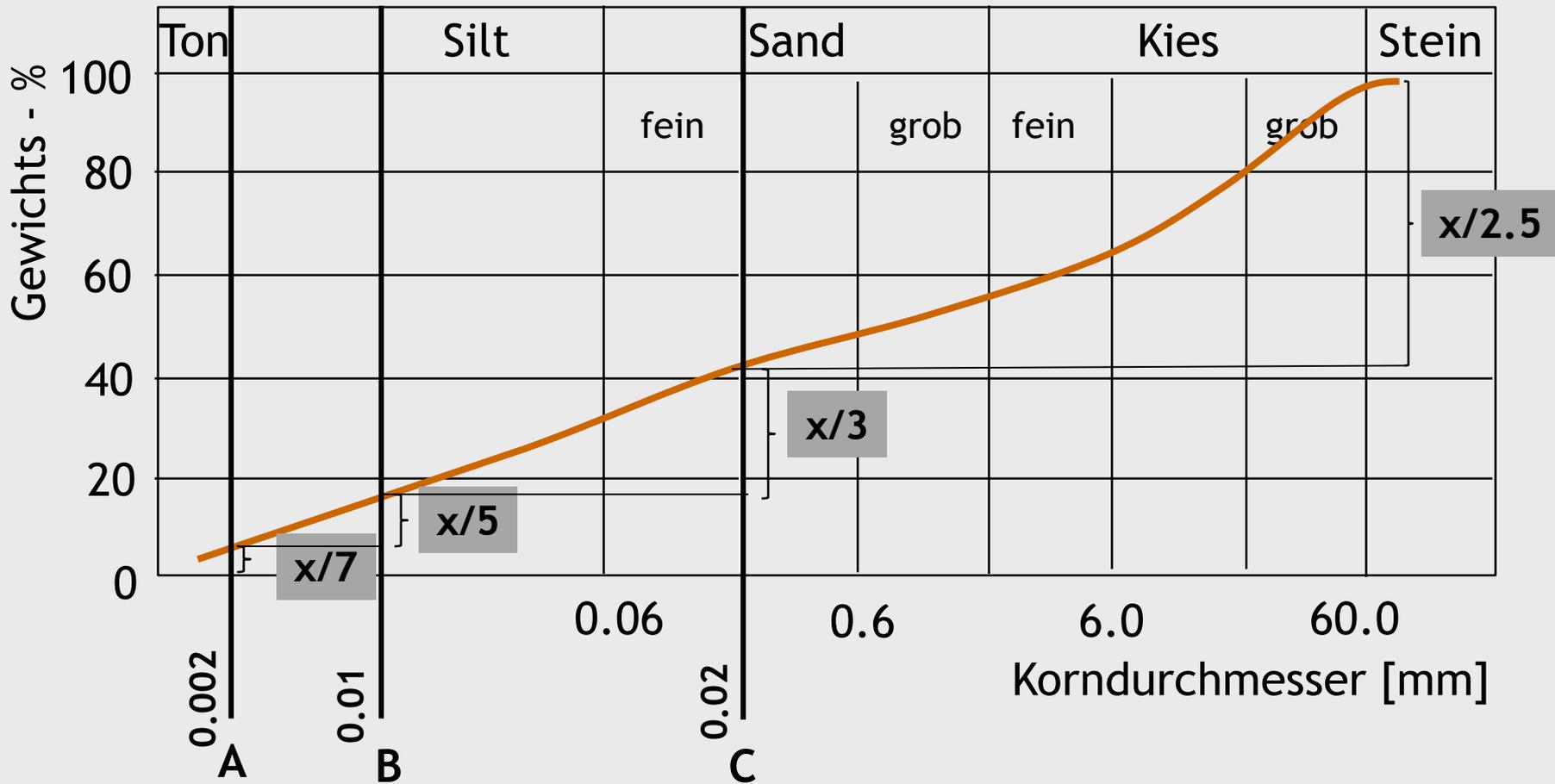
$C_u$ : Ungleichförmigkeitsgrad (Steilheit der Kurve,  $C_u = d_{60} / d_{10}$ )

$I_p$ : Plastizitätszahl

# Klassifizierung von Lockergestein (im Labor)

Aussagekraft einer Kornverteilungskurve → **Scherfestigkeit** ( $\phi'$ ,  $c'$ )

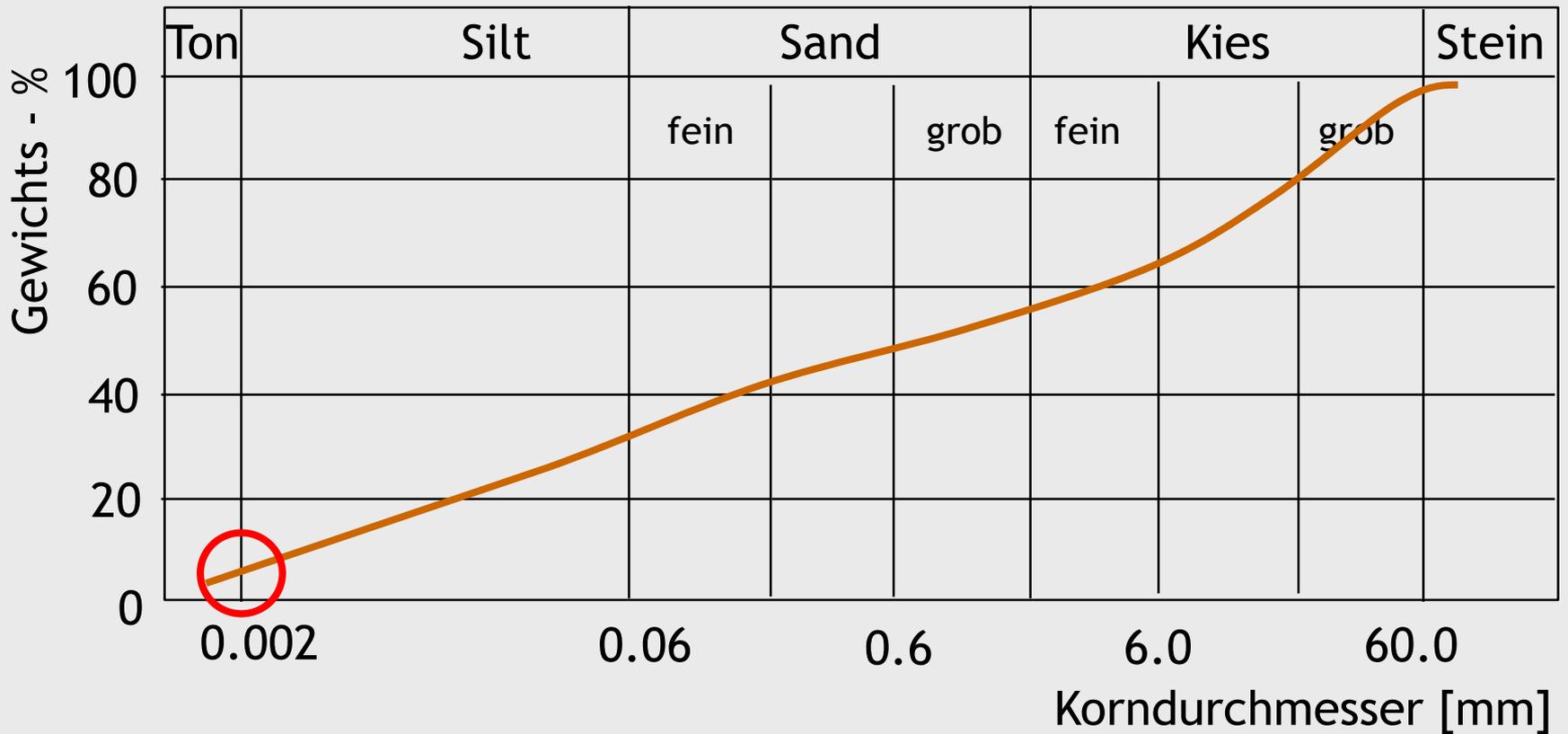
Berechnung  $\phi'$  nach **Dhawan**:  $A/7 + (B-A)/5 + (C-B)/3 + (100-C)/2.5$



# Klassifizierung von Lockergestein (im Labor)

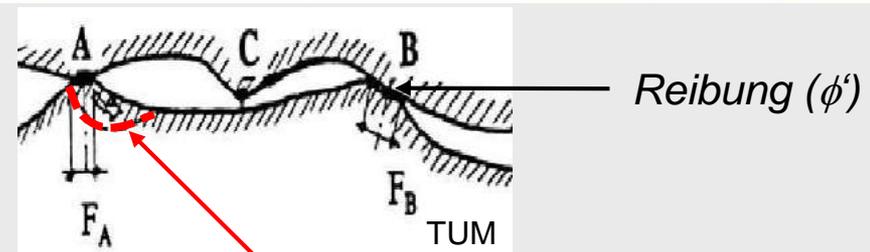
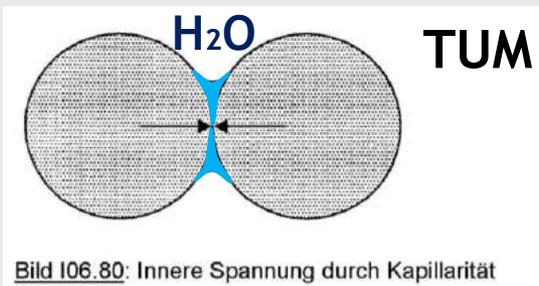
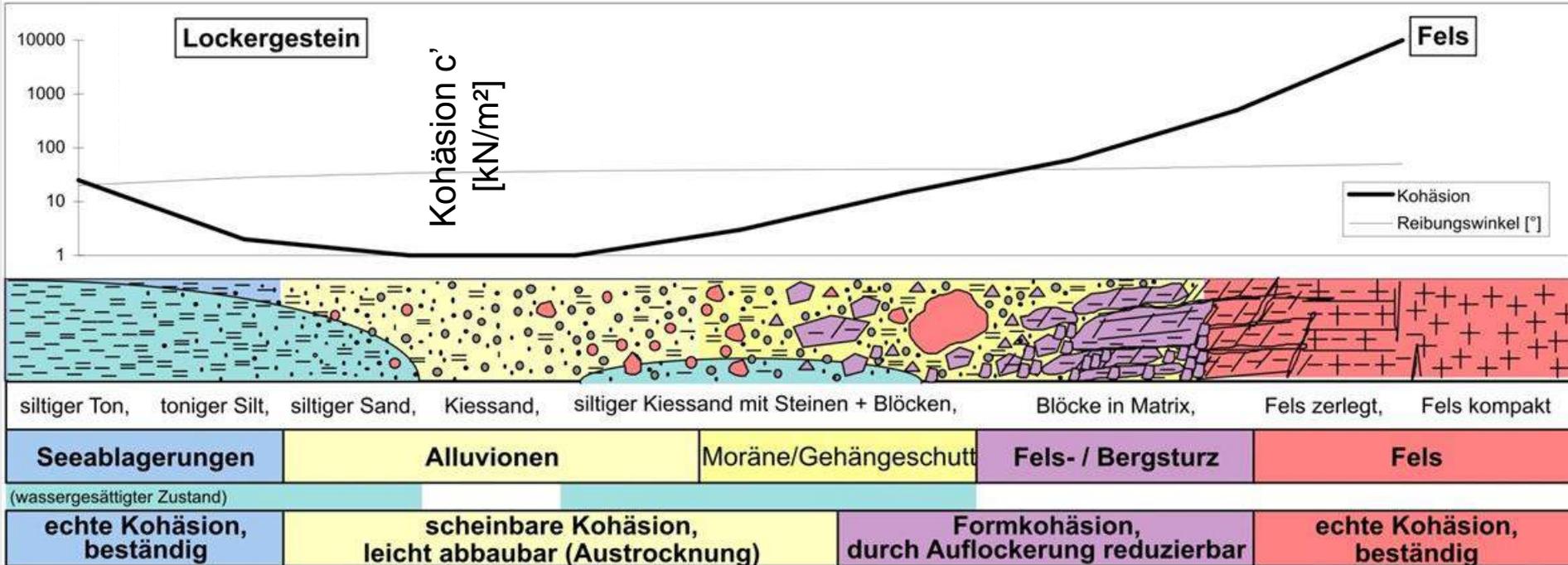
Aussagekraft einer Kornverteilungskurve → **Scherfestigkeit** ( $f'$ ,  $c'$ )

Abschätzung der Art und Grössenordnung der **Kohäsion  $c'$**



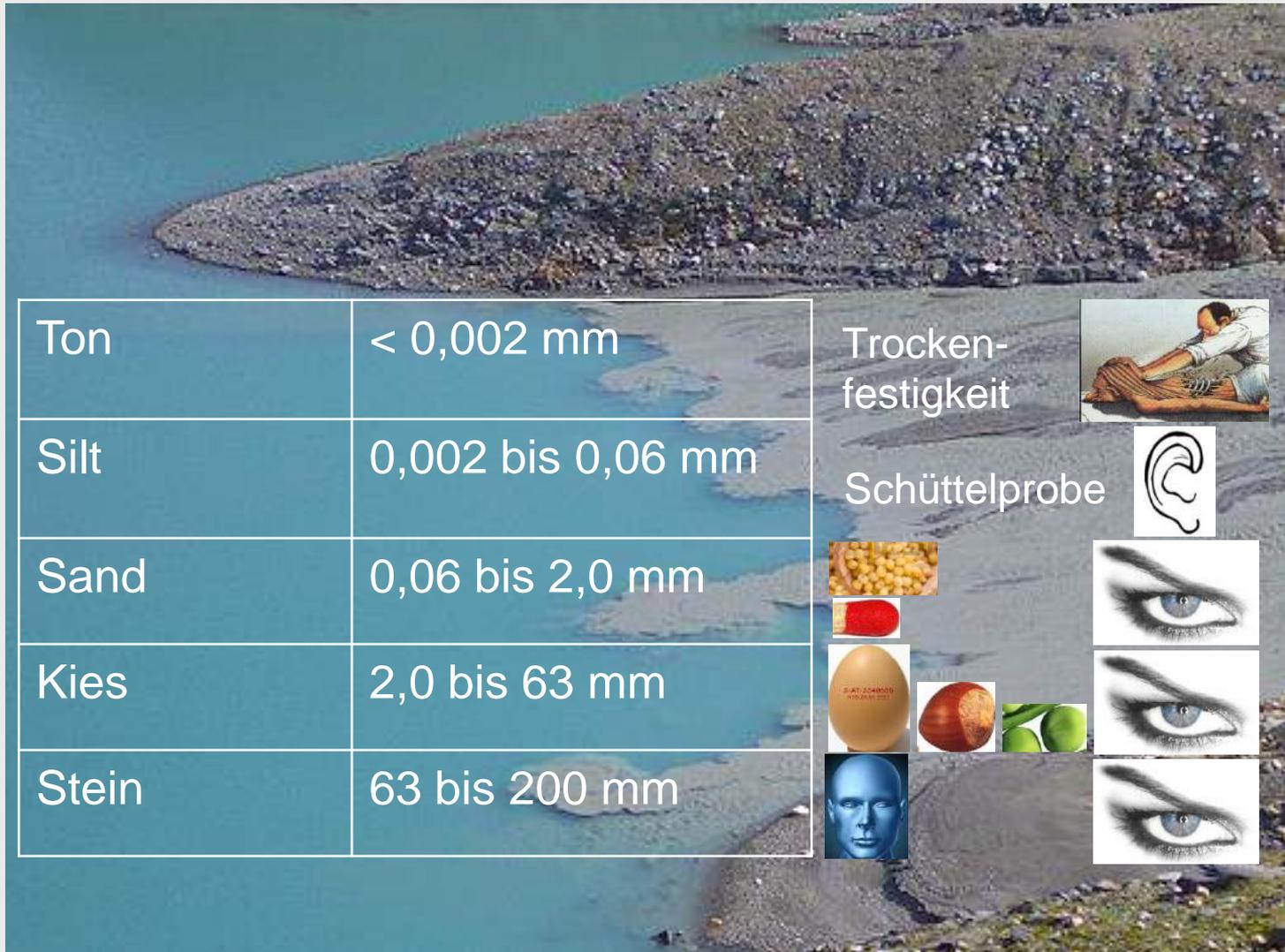
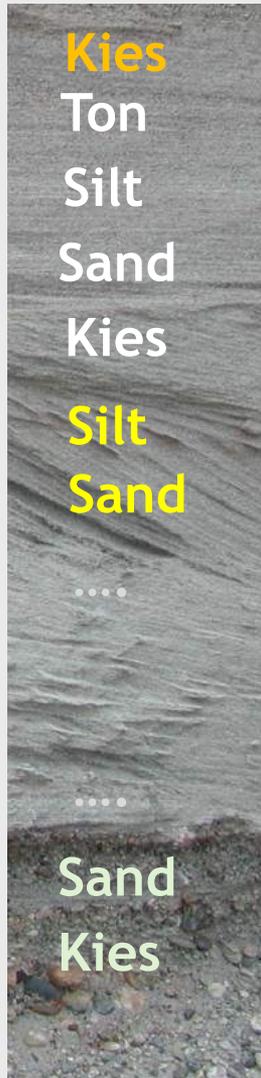
# Klassifizierung von Lockergestein (im Labor)

Es gibt verschiedene Arten der Kohäsion  $c'$



# Benennung, Beschreibung von Lockergestein (im Feld)

Primär nach Korngrösse (im Feld mit einfachen Mitteln durchführbar)



Ton	< 0,002 mm
Silt	0,002 bis 0,06 mm
Sand	0,06 bis 2,0 mm
Kies	2,0 bis 63 mm
Stein	63 bis 200 mm

Trockenfestigkeit



Schüttelprobe



# Benennung, Beschreibung von Lockergestein (im Feld)

## Allgemeine Identifikation

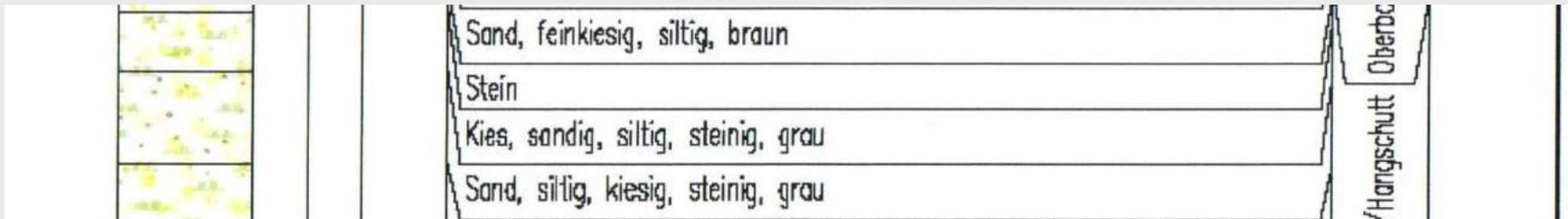
- Korngrößenverteilung (grobkörnig / feinkörnig)
- Fremdanteile (Torf, organische Anteile)
- Geotechnische Benennung (Konvention)

## Zusätzliche Identifikation

- Kornform
- Farbe
- Zustand des Bodens Lagerungsdichte (SPT, Penetrometer)  
Konsistenz (Daumendruckversuch)

# Geotechnische Benennung → Beispiele aus der Praxis heute

## Bezeichnung ± nach Norm SN 670'004-1b

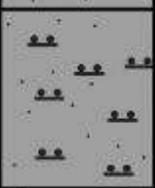


			Sand ( <del>viel</del> Feinsand), siltig, kiesig, grau; 20.9-21.3 m + 24.3-24.5 m: Blöcke (Rofna-Kristallin, Kalk/Dolomit)	<del>SM</del>
25.5	1.0		Silt, stark feinsandig, kiesig, wenig Steine bis Ø 0.1 m, grau („schwach“)	<del>ML</del>

0.7 – 2.5	Kies, sandig, schwach siltig, mit <del>Steinen</del> und <del>vielen</del> Blöcken (bis Kantenlänge 1.2 m; Granite, Gneise); Grobkomponenten kantig bis angerundet; einzelnes Vlies, <del>locker</del> bis <del>mittel</del> dicht (auf den untersten Dezimetern)	<del>GW-GM</del>	Künstliche Schüttung
2.5 - 3.0	Brauner Sand, kiesig, schwach siltig, durchwurzelt, <del>mittel</del> dicht <i>Farbe?</i>	SW-SM	Alter Bodenhorizont

# Geotechnische Benennung → Beispiele aus der Praxis heute

## Bezeichnung nach alter, ungültiger Norm SN 670'005a

18.5		1.7	leicht tonig feinsandiger Silt und leicht tonig siltige Feinsande, feucht, steif, dicht, grau - schwarz	S	P4	
			Siltiger Feinsand mit wenig Kies und wenig Steinen, Komponenten kantig - kantengerundet, Bünderschiefer, kompakt, trocken, dicht, braun - beige	Rüfen	3 m Wasser	

Beschreibung des Materials, Bemerkungen (Tiefen ab OKT)	Geologie	Farbe	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	M [MN]
<b>-30 bis -80 cm (ab OKT):</b> Leicht toniger Silt mit wenig Sand; leicht feucht, steif bis hart, an der Basis leicht nass und etwas aufgeweicht; schlecht durchlässig; hohe Lagerungsdichte.	Stillwasserablagerung (Inn)	grau, z.T. rötlich angewittert	20 ± 0.5	33 ± 2	10-20	15 ±
<b>-80 bis -130 cm (ab OKT):</b> Suberer Kies mit sehr viel Sand, mit sehr vielen Steinen und mit einigen kleineren Blöcken bis ca. 20 cm Durchmesser (alles gerundet); gut durchlässig; mittlere Lagerungsdichte; Material ist mit Wasser gesättigt.	Alluvionen (Inn)	grau	20 ± 0.5	38 ± 2	0	>40



# Benennung von Lockergestein (im Feld)

Vorgehen nach SN 670'004-1b

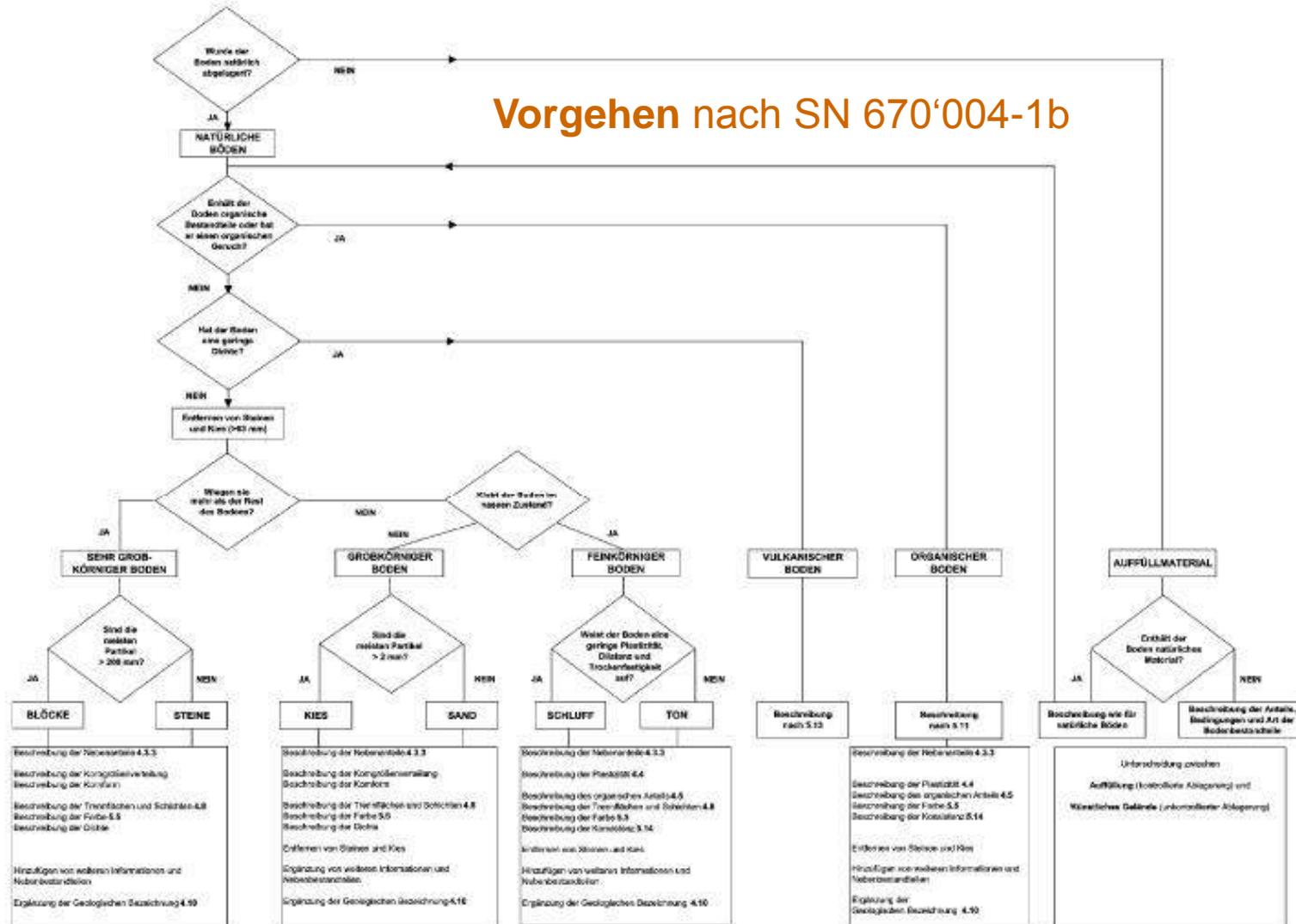


Bild 1 — Flussdiagramm für die Benennung und Beschreibung von Boden

# Benennung von Lockergestein (im Feld)

## Konvention nach SN 670'005a (ungültig)

SN 670 005a

**Tab. 2**  
Bezeichnung der Kiese

Bestimmende Eigenschaft	Hauptbestandteil	Nebenbestandteil	Eventueller dritter Bestandteil, ggf. zu präzisieren
sauberer siltiger *) toniger *)	Kies	mit <ul style="list-style-type: none"> <li>wenig (&lt; 15%) **)</li> <li>(15 ... 30%) **)</li> <li>viel (31 ... 50%) **)</li> </ul>	Sand <ul style="list-style-type: none"> <li>— und mit</li> <li>Blöcken</li> <li>Steinen</li> <li>organischen Beimengungen</li> <li>Torf</li> </ul>

- \*) Das Beiwort kann mit «stark» oder «leicht» ergänzt werden  
 \*\*) aufgrund visueller und manueller Beurteilung

Begriffe „wenig“, „viel“ sind quantifizierte Bandbreiten

# Benennung von Lockergestein (im Feld)

## Hauptunterschiede zwischen:

### SN 670'004-1b

- **Hauptanteil** aufgrund Korngrösse **oder** bestimmende Eigenschaften
- Gemischt- und feinkörnige Böden erfordern **Trockenfestigkeitsversuch**
- „schwach“, „stark“ für Nebenanteile sind nicht quantifiziert
- Angabe **Lagerungsdichte** fehlt

### SN 670'005a (ungültig)

- bestimmende Eigenschaften und Hauptanteile sind klar getrennt
- optional einsetzbar
- „wenig“, „viel“ für Nebenanteile sind quantifiziert
- Angabe Lagerungsdichte erwünscht

→ Daher Empfehlung SFIG (siehe Kursunterlagen)

# Benennung von Lockergestein (im Feld)

## Beurteilung:

### SN 670'004-1b

- kompliziert
- Nachvollziehbarkeit zw. Benennung und Baugrundwerte ist nicht gewährleistet
- sofortige Benennung im Feld ist nicht gewährleistet
- Benennung durch Bohrmeister, Dritte ist kaum möglich

### SN 670'005a (ungültig)

- einfach (qualitätsrelevant)
- ist nachvollziehbar
- ist gewährleistet
- ist relativ einfach

## Folgerung:

- ist praxisuntauglich
- ist praxistauglich

→ Daher Empfehlung SFIG (siehe Kursunterlagen)

## Benennung von Lockergestein (im Feld)

Ist die Körnungslinie bekannt, so sollten die Massenanteile grobkörniger Beimengungen

— bei weniger als 15 % als schwach;

— bei mehr als 30 % als stark

benannt werden,

z. B. „Kies, stark sandig“;

„Mittelkies, stark feinsandig, grobsandig“;

„Grobsand, mittelsandig, schwach kiesig“;

„Schluff, stark feinsandig, mittelsandig“;

„Ton, stark kiesig, grobsandig“.

Bei feinkörnigen Böden kann dem Adjektiv „tonig“ oder „schluffig“ das Beiwort „schwach“ oder „stark“ dann vorangesetzt werden, wenn sie von besonders geringem oder besonders starkem Einfluss auf das Verhalten des Bodens sind. Derartige Unterscheidungen sind aber nur bei grobkörnigen Böden und bei gemischtkörnigen Böden möglich, deren Verhalten nicht vom Feinkornanteil geprägt wird;

z. B. „Kies, sandig, schwach schluffig“;

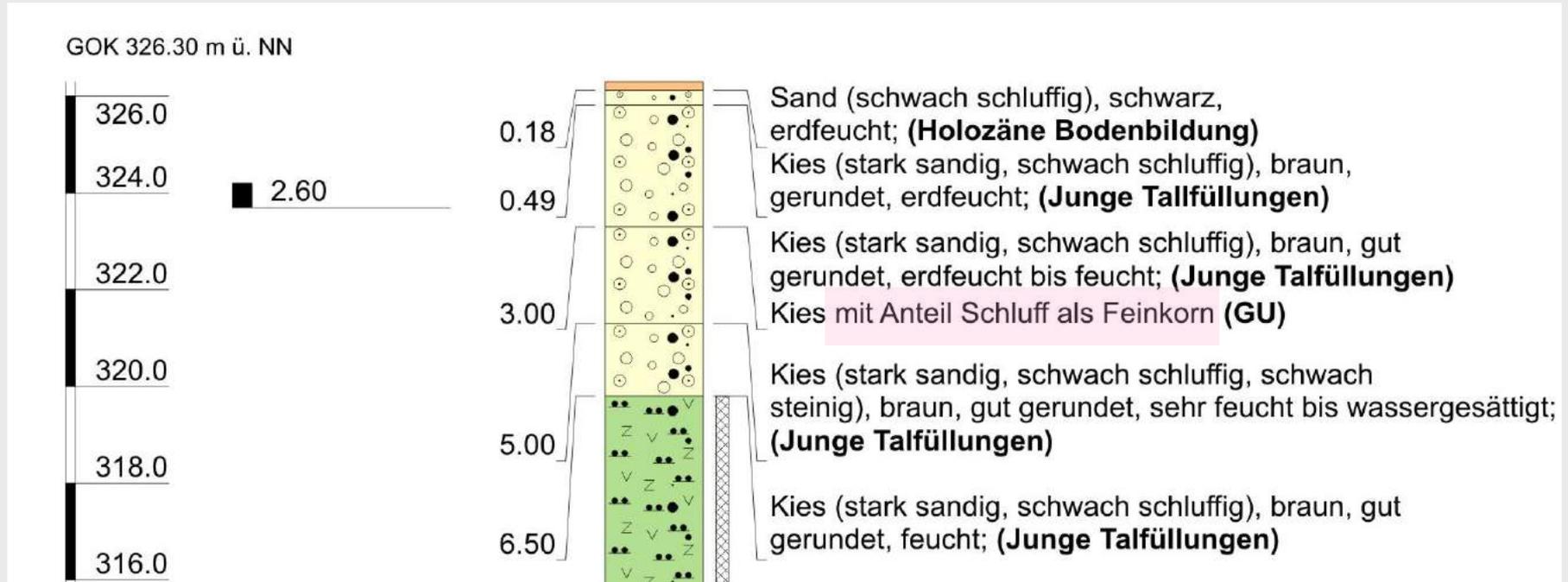
„Sand, stark tonig, schwach fein kiesig“.

**Wie haben es die Deutschen gelöst?**

**DIN EN ISO 14688-1 NA**

# Benennung von Lockergestein (im Feld)

## Beispiel der Deutschen?



Beispiel aus Baden Würthenberg

# Vorsicht bei der Wahl der Baugrundwerte

„Baugrundwerte“ (SIA 267) = alt: „Bodenkennziffern“ (SN)



Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute  
Union des professionnels suisses de la route  
Unione dei professionisti svizzeri della strada  
Association of Swiss Road and Traffic Engineers

Schweizer Norm  
Norme Suisse  
Norma Svizzera  
Swiss Standard

# SN

## 670 010b

EINGETRAGENE NORM DER SCHWEIZERISCHEN NORMEN-VEREINIGUNG

SNV

NORME ENREGISTREE DE L'ASSOCIATION SUISSE DE NORMALISATION

## Bodenkennziffern

## Coefficients caractéristiques des sols

### INHALTSVERZEICHNIS

Seite

### TABLE DES MATIERES

Page

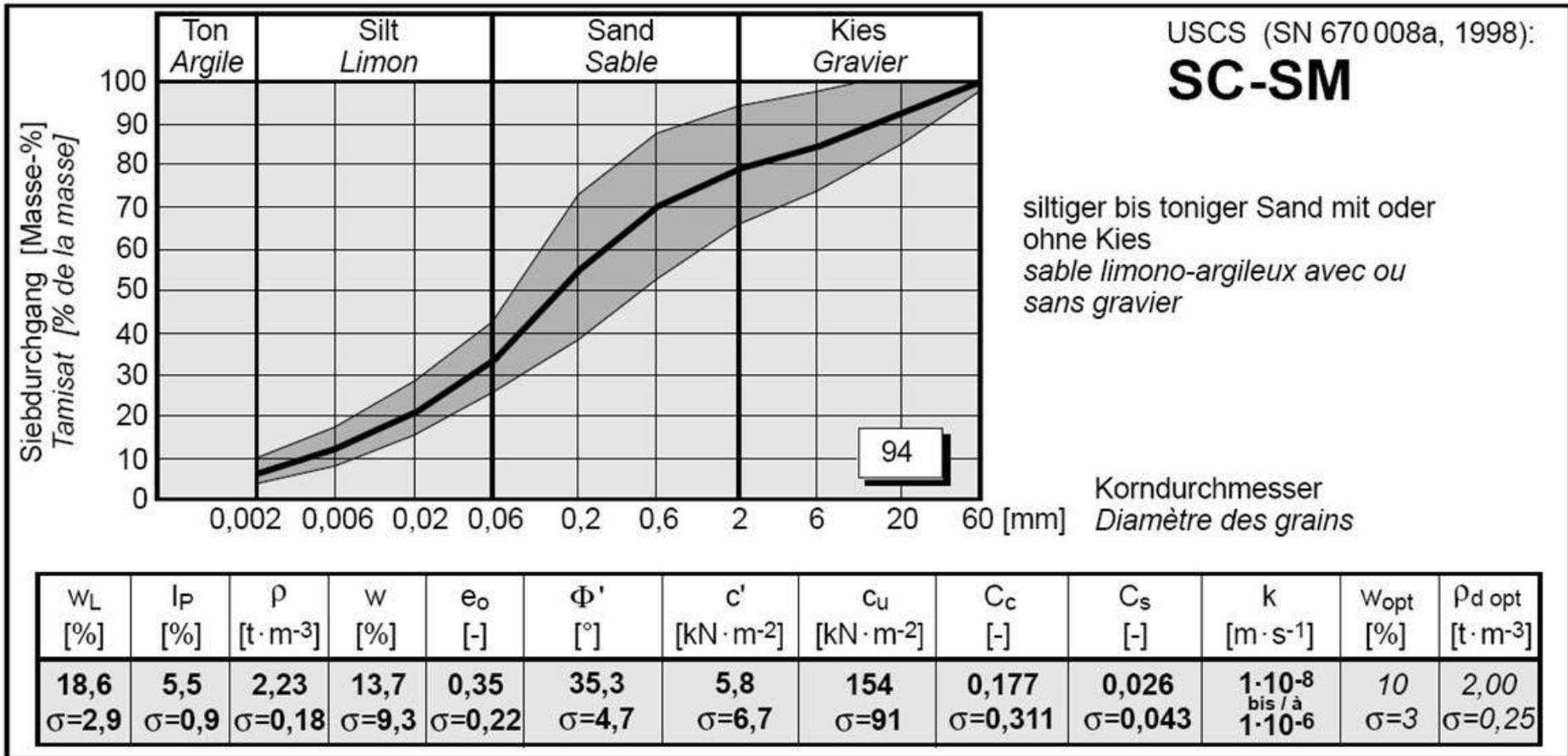
1. Anwendungsbereich
2. Gegenstand
3. Begriffe
4. Grundlagen
5. Verzeichnis der Tabellen

1  
2  
2  
2  
3

1. *Domaine d'application*
2. *Objet*
3. *Définitions*
4. *Bases*
5. *Index des tableaux*

1  
2  
2  
2  
3

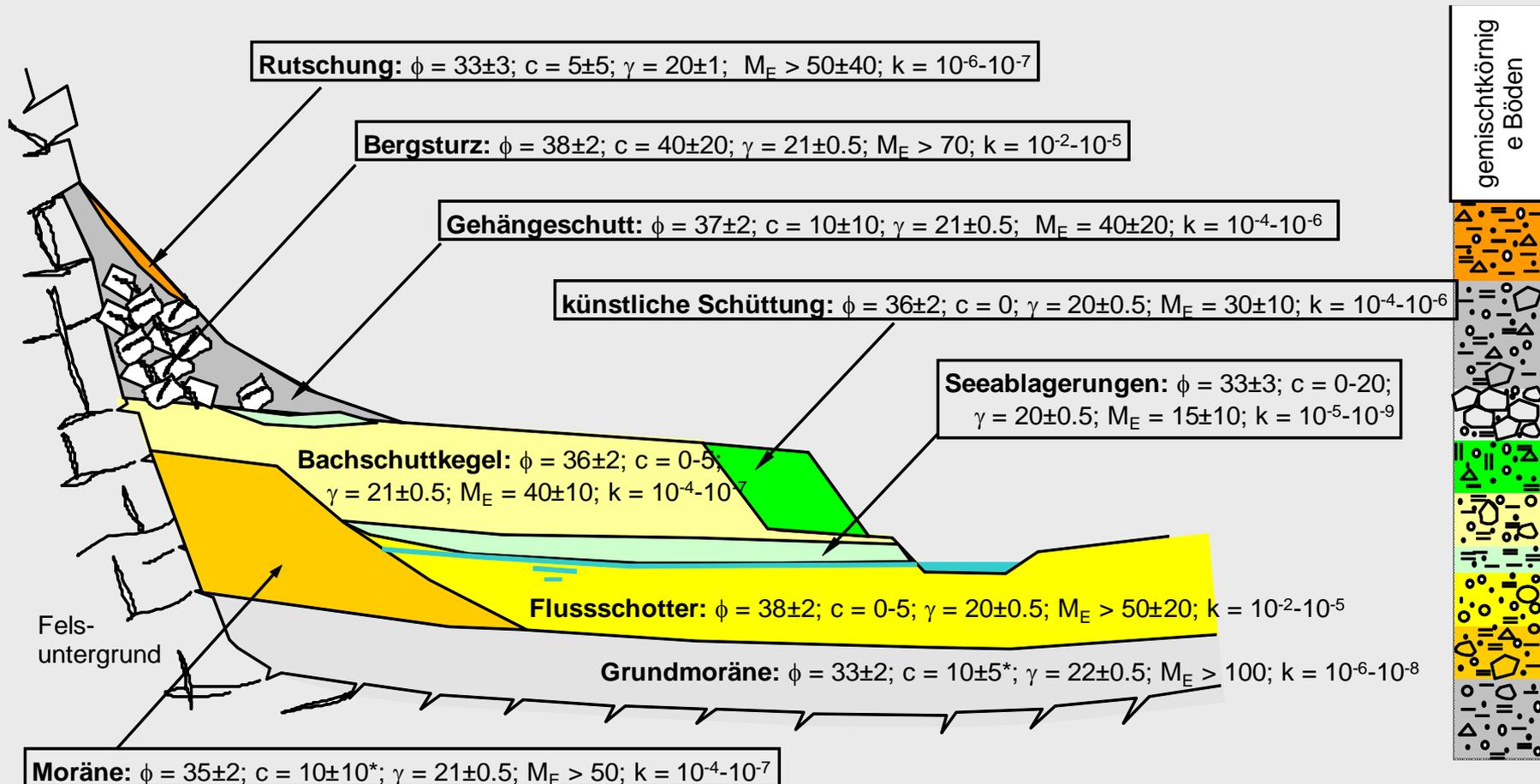
# Vorsicht bei der Wahl der Baugrundwerte nach SN 670'010b



Sehr grosse Streubreiten! → ist eine Orientierungshilfe für viele Parameter

# Die Streubreite der Baugrundwerte als geschätzte Erwartungswerte ist geologisch bedingt im Regelfall relativ klein

## Genereller Schichtaufbau von Alpentälern



# Die falsche Wahl des Baugrundmodells ist selten die einzige Schadensursache

