

Thema: Sondierungen und deren Bewertung

Referent: Dipl.-Ing. Eißfeldt, BAW-Hamburg, Ref. Geotechnik Nord

- 1. Vorstellen der Sondiergeräte und -verfahren**
- 2. Anwendung und Einsätze an und auf den Wasserstraßen**
- 3. Erkundungsziele von Sondierungen**
- 4. Aus- und Bewertung von Sondierergebnissen**

Sondierverfahren:

- Drucksondierungen (kurz: CPT)
- Bohrlochrammsondierung (BDP)
früher: (Standard-Penetration-Test (SPT))
- Rammsondierungen (DP)
- Flügelscherversuche (FVT)
- Bohrlochaufweitungssonde (BJT)

Normen:

- DIN 4094-1, Ausg.06/2002
- DIN 4094-2, Ausg.05/2003
- DIN 4094-3, Ausg.01/2001
- DIN 4094-4, Ausg.02/2002
- DIN 4094-5, Ausg.06/2001

Die **Norm** regelt:

- Geräteabmessungen, Versuchsdurchführung
- Versuchsauswertung, Ergebnisdarstellung



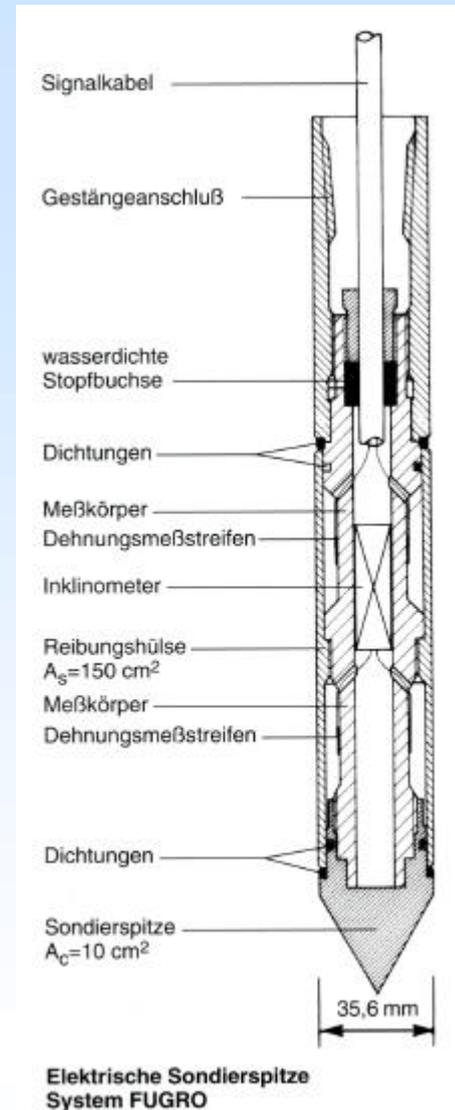
Drucksondierungen (CPT)

Verfahren: Eindrücken einer Sonde

- Spitzenwiderstand an der Messspitze,
- lokale Mantelreibung an einer Reibungshülse
- Abweichung der Spitze von der Lotrechten
- Eindringgeschwindigkeit der Sonde



Elektrische Sondierspitzen



Drucksondierungen an Land



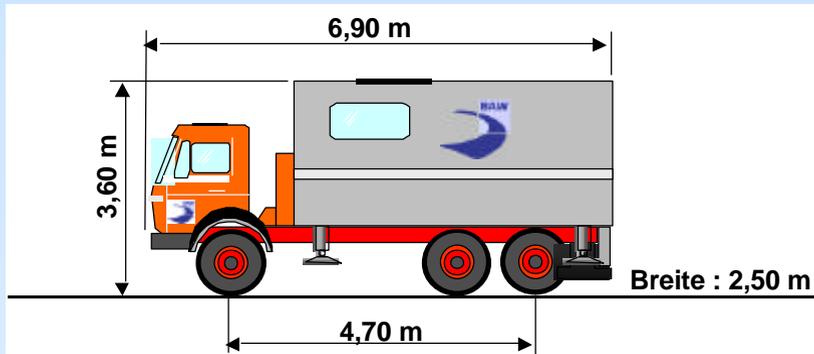
Sondier-LKW der BAW



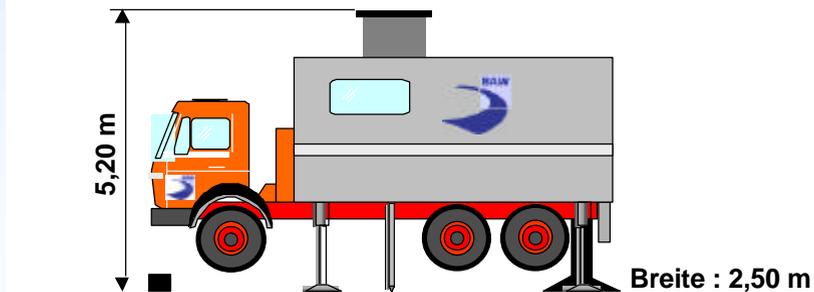
Sondierdraupe Fa. Fugro

Randbedingung an die Durchführung:

- Befahrbarkeit des Geländes
- Einreichbarkeit der Sondierpunkte
- Einmessung der Sondierpunkte



Sondier-LKW im Fahrbetrieb



Sondier-LKW im Sondierbetrieb

Gesamtgewicht: 18 Tonnen

Sondier-LKW BAW

Ansprechpartner der
BAW-DH Hamburg:

- Hr. Siebenborn
(Tel. 040/81908-327)
- Hr. Mettig
(Tel. 040/81908-362)

Drucksondierungen auf dem Wasser



im Elbfahrwasser



im Kanalquerschnitt

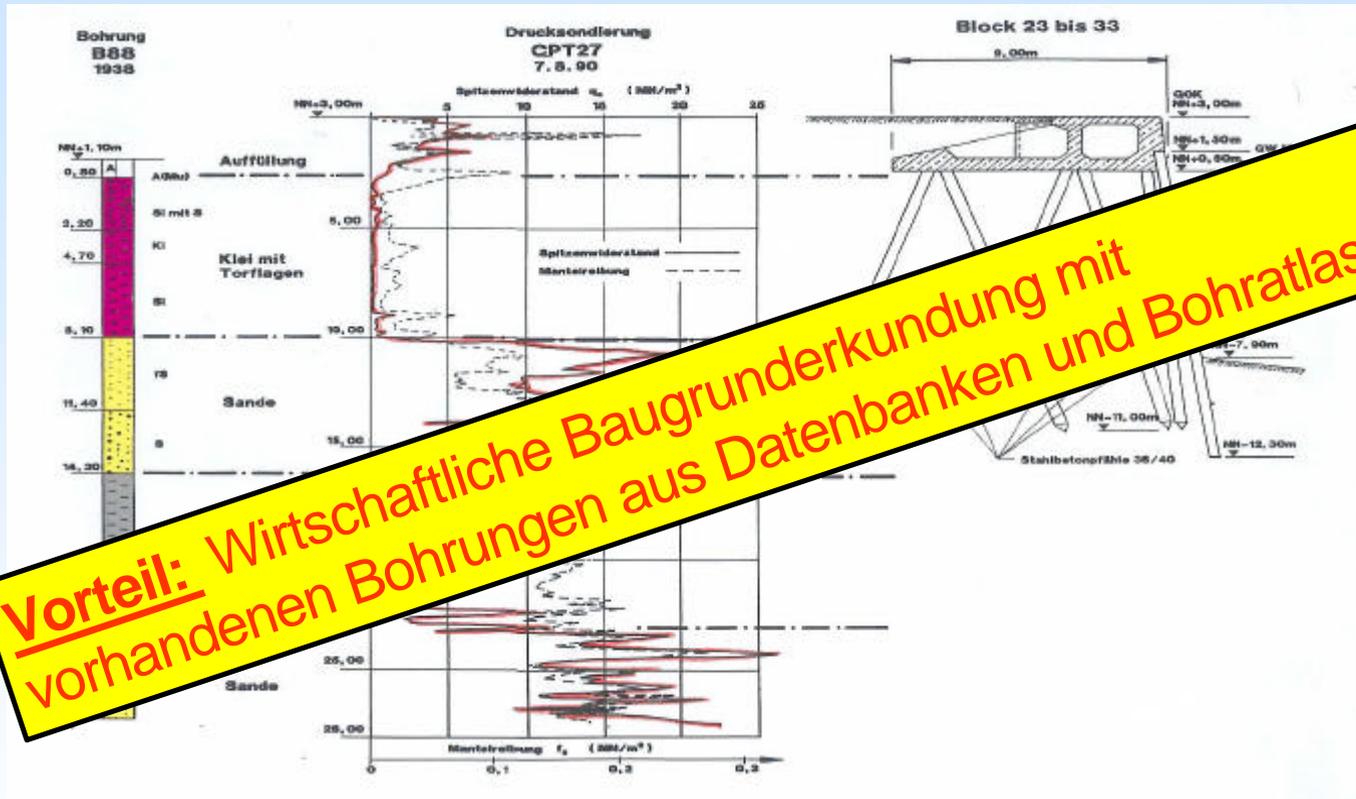


im Flachwasserbereich

AK - K1 / 2005-06 Folie-Nr. 6



Erkundungsziele bei Drucksondierungen



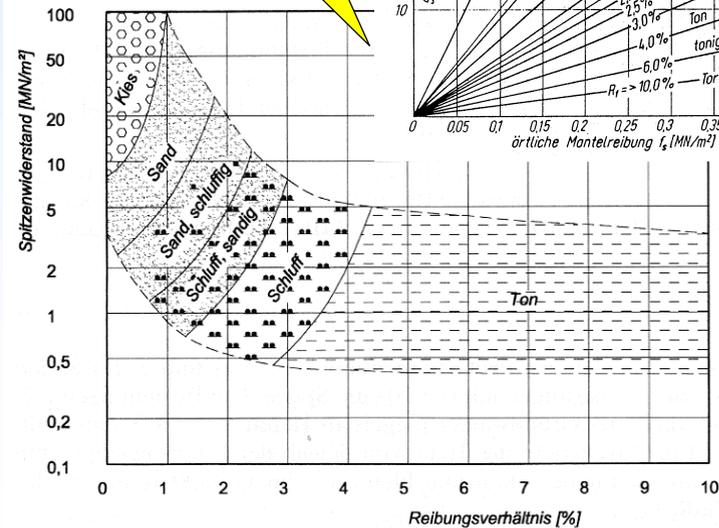
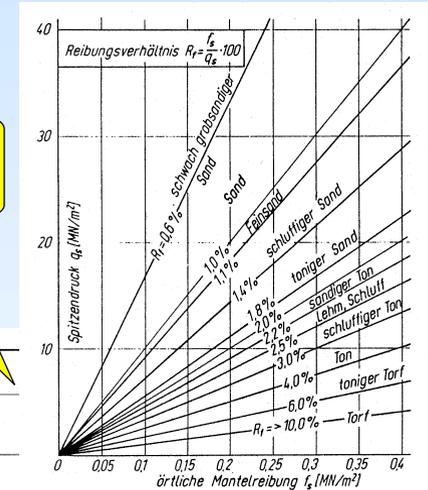
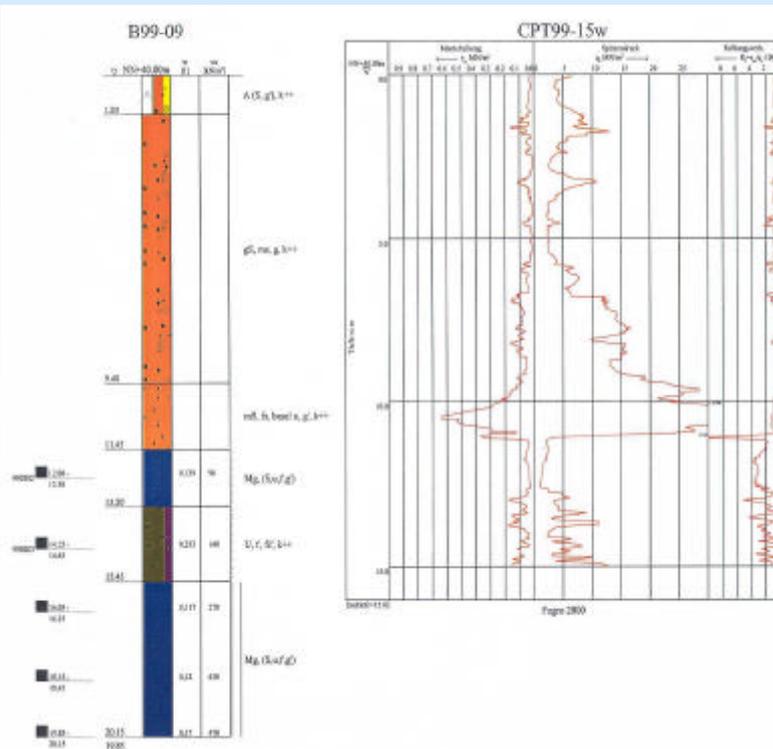
Vorteil: Wirtschaftliche Baugrunderkundung mit vorhandenen Bohrungen aus Datenbanken und Bohratlas

- Überprüfung von Schichtenaufbau und Bodenarten aus Altbohrungen
- Festlegung von Schichtgrenzen und Gründungshorizonten

Erkundungsziele bei Drucksondierungen

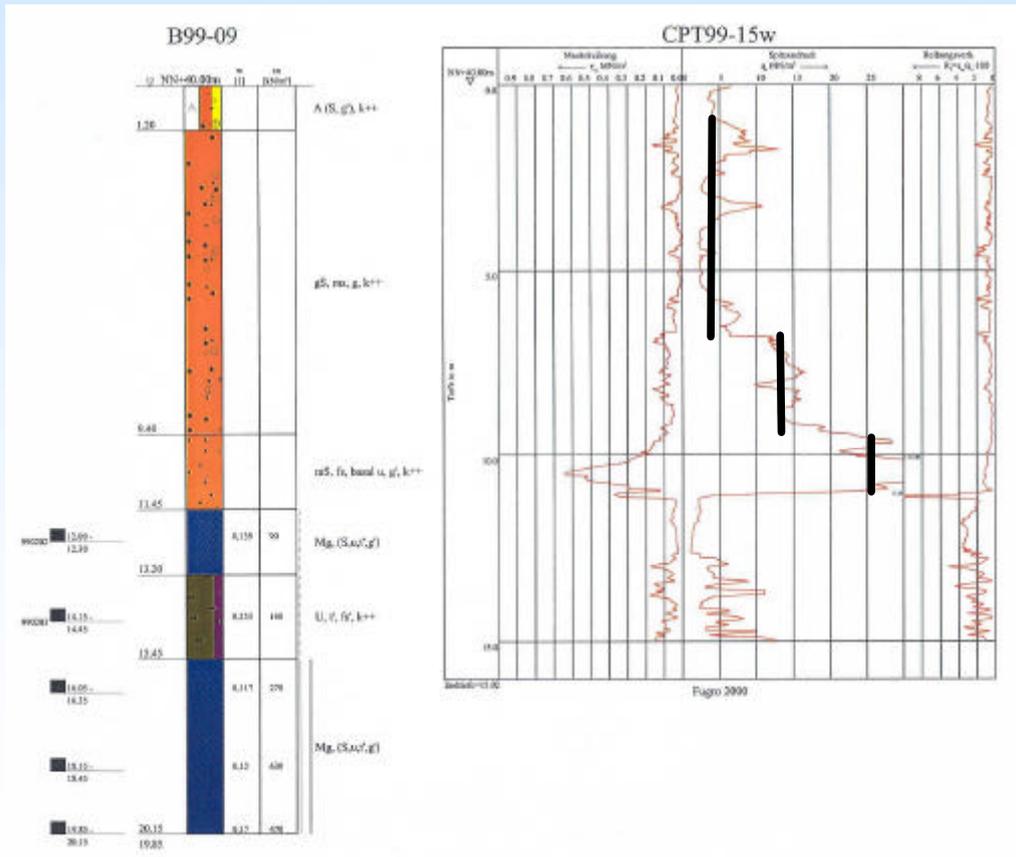
- Klassifizierung von Bodenarten

nach Grundbau-
taschenbuch

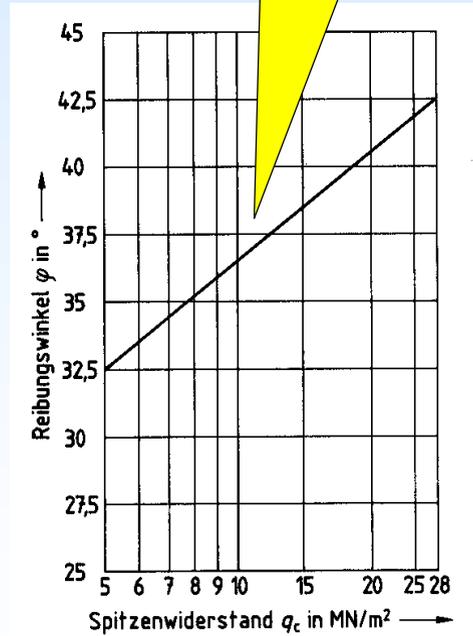


Bewertung von Drucksondierungen

- Ableitung der Festigkeiten (Lagerungsdichten) von Sanden



nach DIN 4094



Bewertung von Drucksondierungen

- Ableitung der Festigkeiten (Lagerungsdichten) von Sanden

q_c [MN/m ²]	D [1]	Bezeichnung
< 2,5	< 0,15	sehr locker
2,5 ÷ 7,5	0,15 ÷ 0,30	locker
> 7,5 ÷ 15,0	0,30 ÷ 0,50	mitteldicht
> 15,0 ÷ 25,0	0,50 ÷ 0,65	dicht
> 25,0	> 0,65	sehr dicht

nach Grundbau-
taschenbuch

Spitzen- widerstand q_c [MN/m ²]	<u>Charakteristischer</u> Reibungswinkel ϕ'	Steife- modul E_s [MN/m ²]	Benennung der Festigkeit
< 2	< 30°	< 15	sehr gering
2 - 6	30° - 35°	15 - 50	gering
6 - 11	35° - 37,5°	50 - 80	mittel
11 - 19	37,5° - 40°	80 - 100	groß
> 19	≥ 40°	> 100	sehr groß

nach BAW

Rammsondierungen

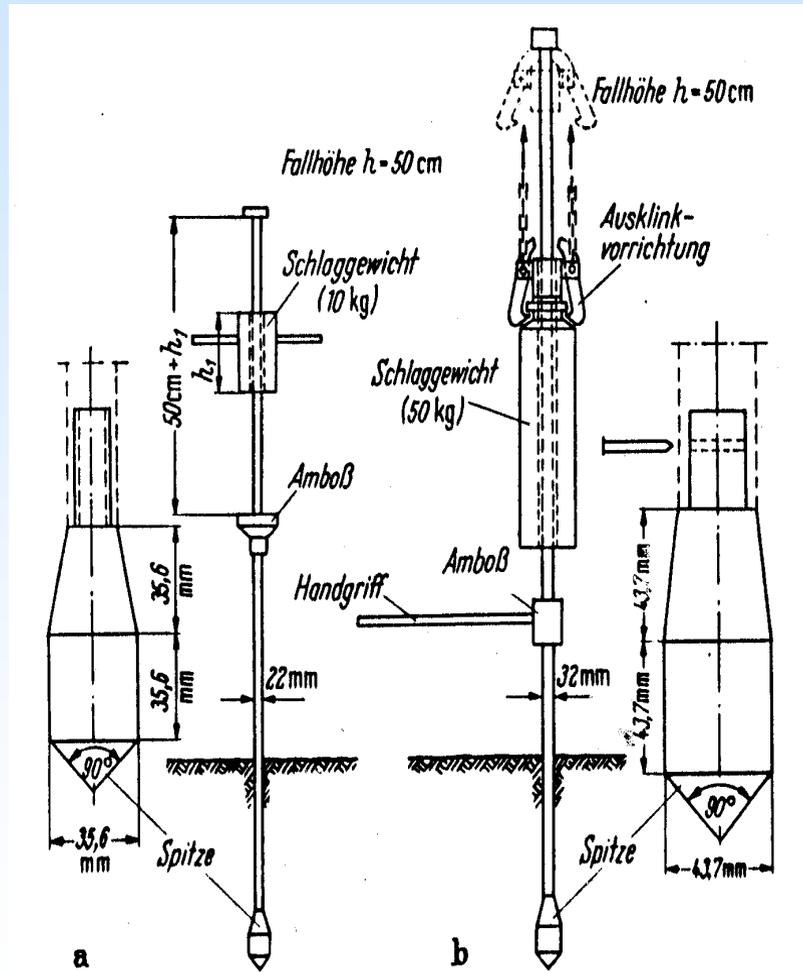
Verfahren:

Einrammen eines
Sondengestänges mit Spitze

- Eindringwiderstand
(Schläge pro 10 cm Eindringung)

Gerätetypen:

- DPL (leichte Rammsonde)
- DPH (schwere Rammsonde)
- DPG (überschwere Ramms.)



Rammsondierungen



**Schwere
Rammsonde
im Einsatz**



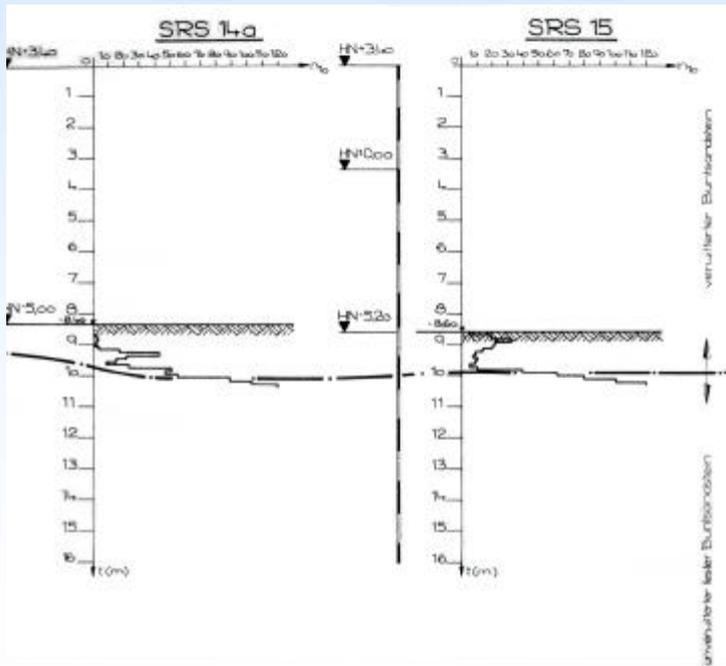
AK - K1 / 2005-06 Folie-Nr. 12



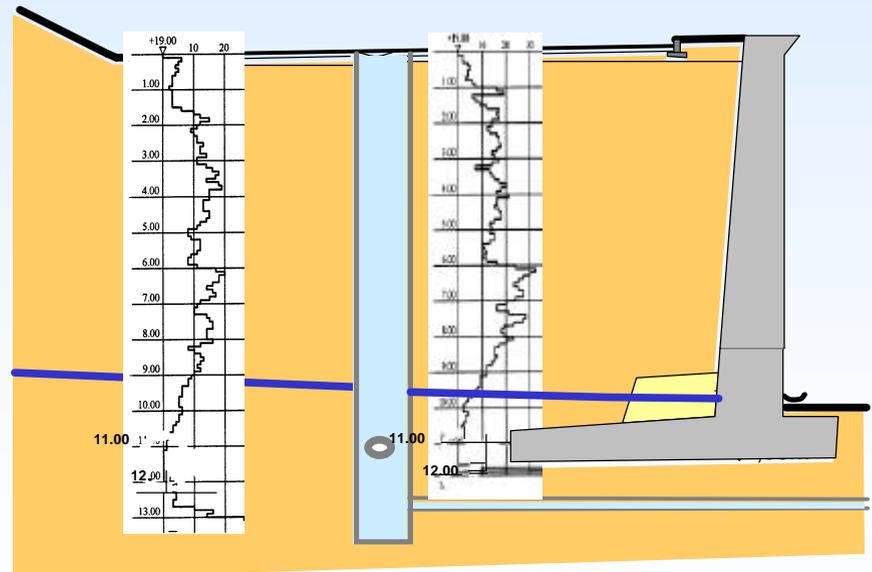
Erkundungsziele bei Rammsondierungen

- Feststellen von Schichtgrenzen, Hohllagen + Gründungshorizonten

Schutzhafen Helgoland

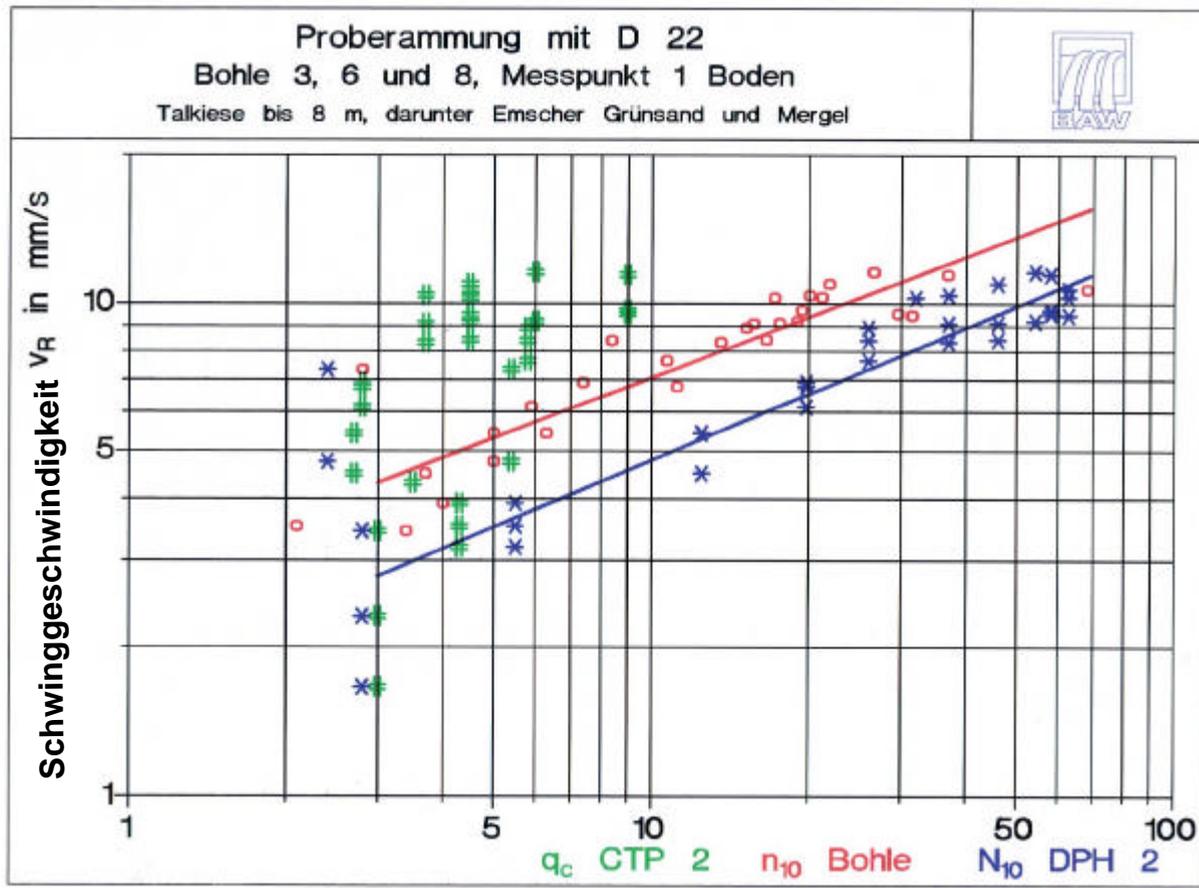


Schiffshebewerk Scharnebeck



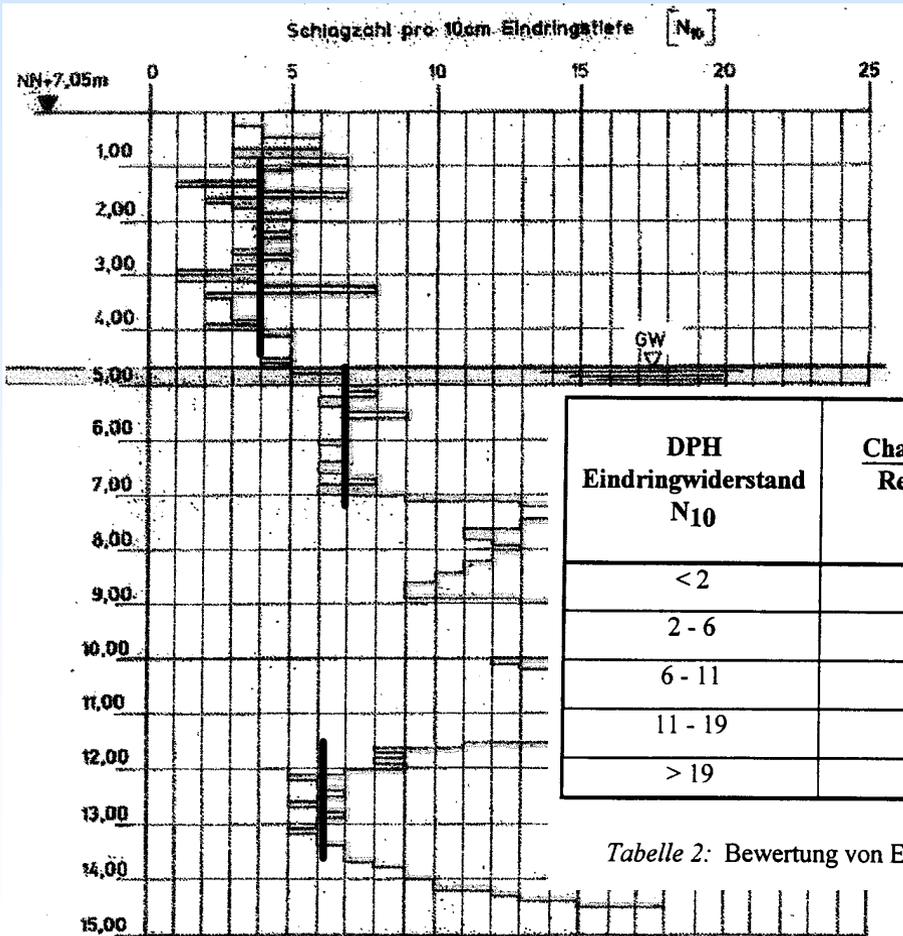
Auswertung von Rammsondierungen

- Ableitung der Rammpbarkeit von Böden



Auswertung von Rammsondierungen

- Ableitung der Festigkeiten (Lagerungsdichten) von Sanden



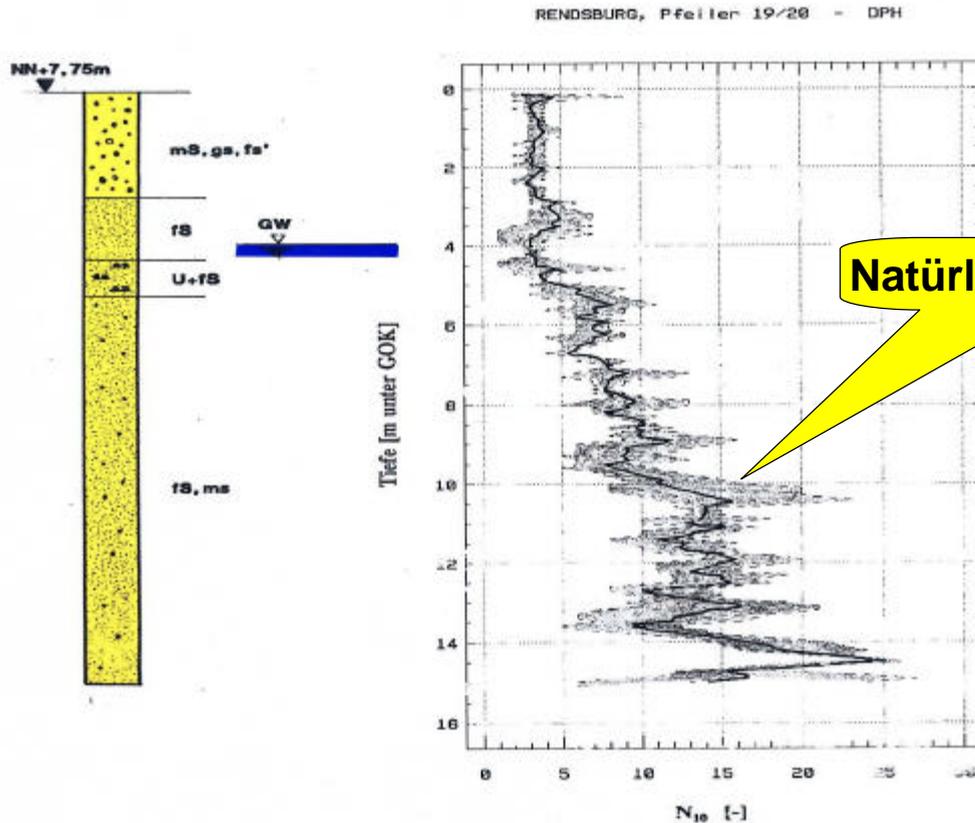
nach BAW

DPH Eindringwiderstand N_{10}	Charakteristischer Reibungswinkel φ^c	Steifemodul E_s [MN/m ²]	Benennung der Festigkeit
< 2	< 30°	< 15	sehr gering
2 - 6	30° - 35°	15 - 50	gering
6 - 11	35° - 37,5°	50 - 80	mittel
11 - 19	37,5° - 40°	80 - 100	groß
> 19	≥ 40°	> 100	sehr groß

Tabelle 2: Bewertung von Ergebnissen mit der **Schweren Rammsonde** in nichtbindigem Boden

Auswertung von Rammsondierungen

Natürliche Streubreite bei drei Sondierungen mit gleichem Gerät (DPH)



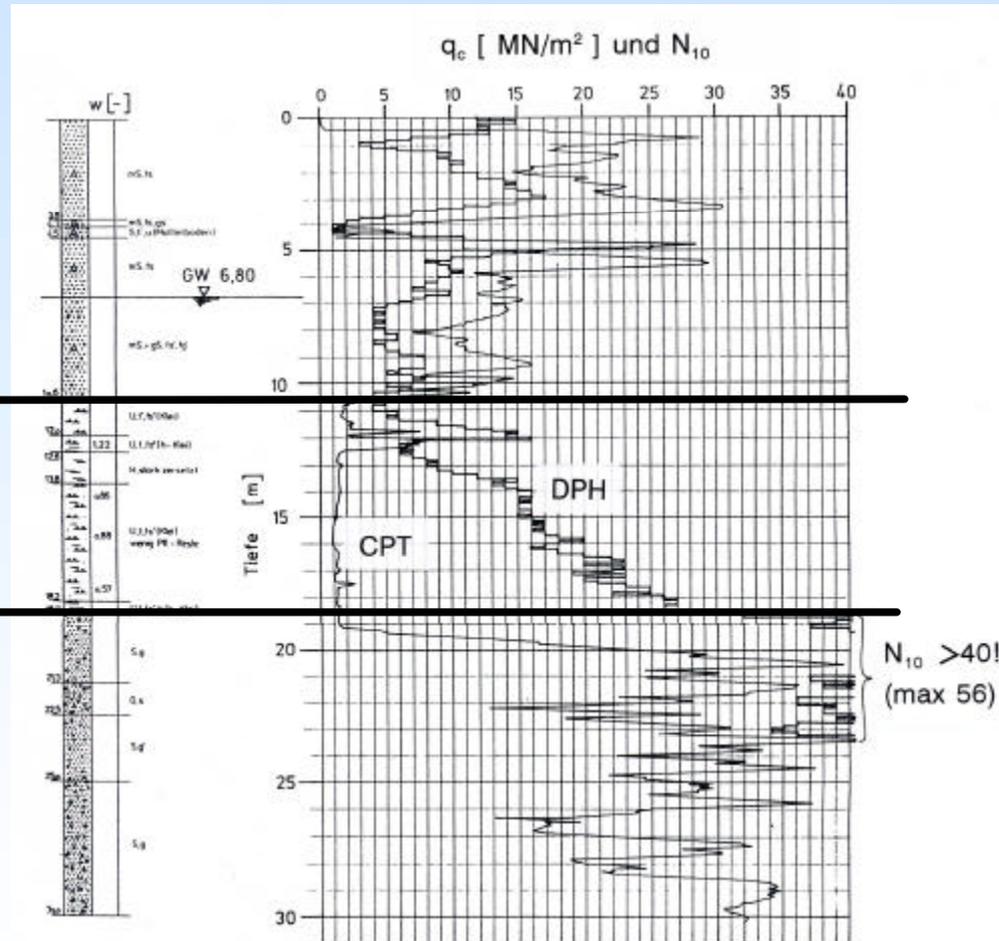
Natürliche Streubreite

Vergleich von Ramm- und Drucksondierungen

Auffüllungssande

Klei

Untere Sande



Bohrlochrammsondierung (BDP)

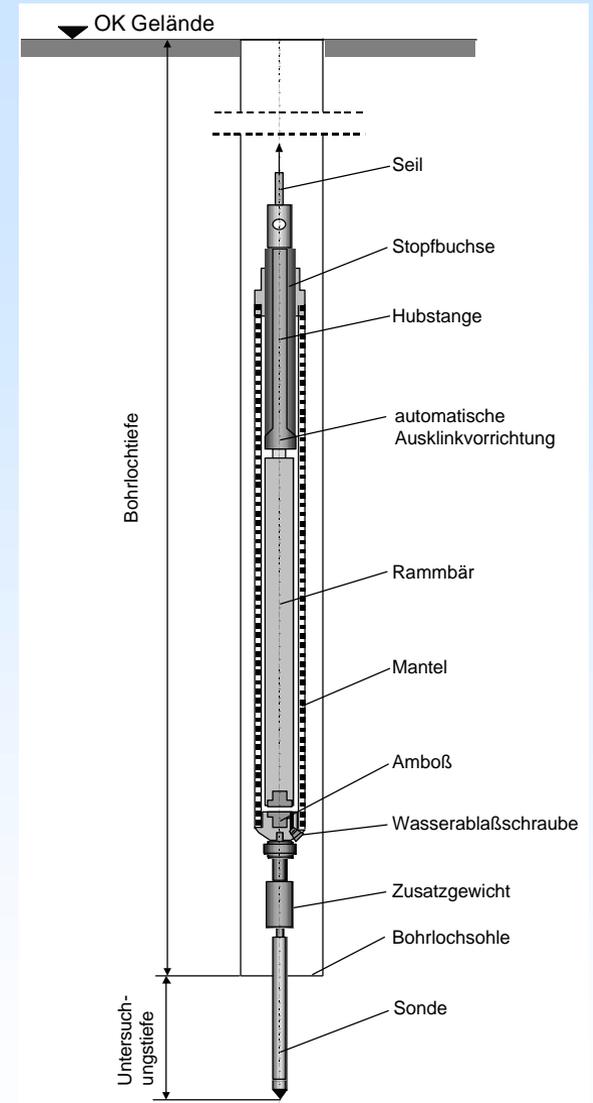
früher: **Standard-Penetration-Test (SPT)**

Verfahren: Rammsondierung im Bohrloch

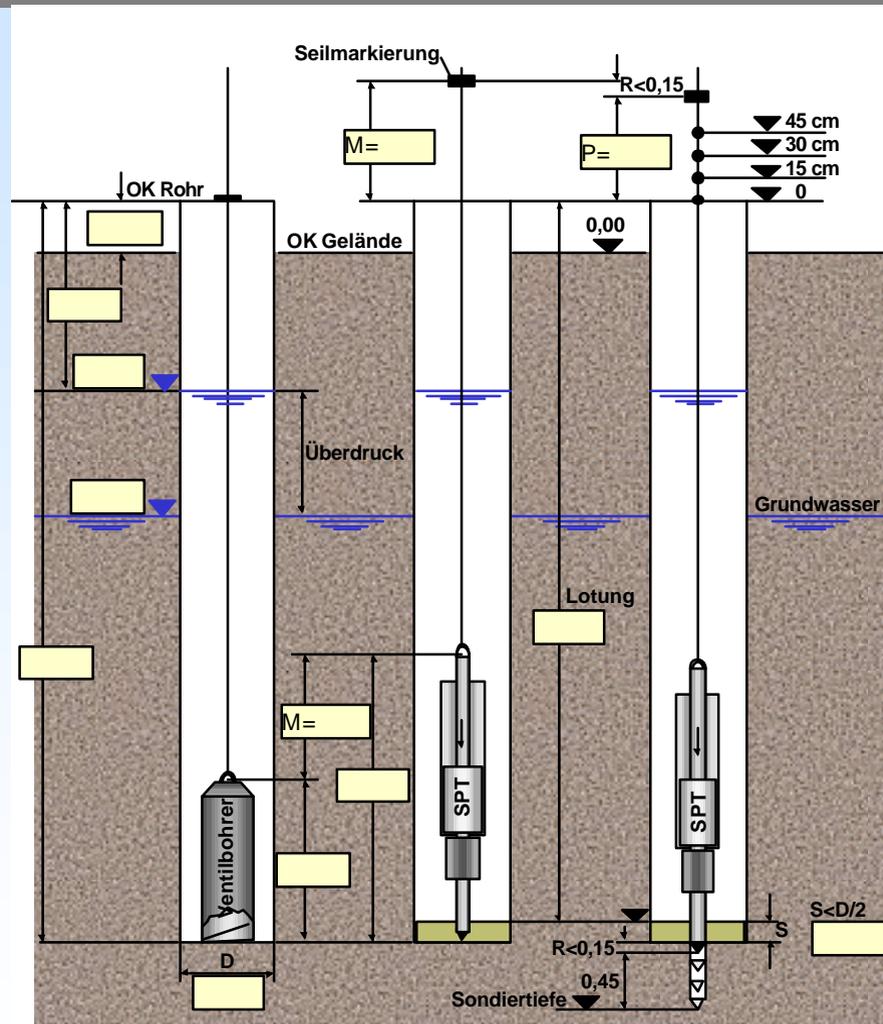
- Eindringwiderstand
(Schläge pro 30 cm Eindringung)

Einsatz:

- in Wasserbohrungen
- große Erkundungstiefen > 40 m



Durchführung von Bohrlochrammsondierungen



AK - K1 / 2005-06 Folie-Nr. 19



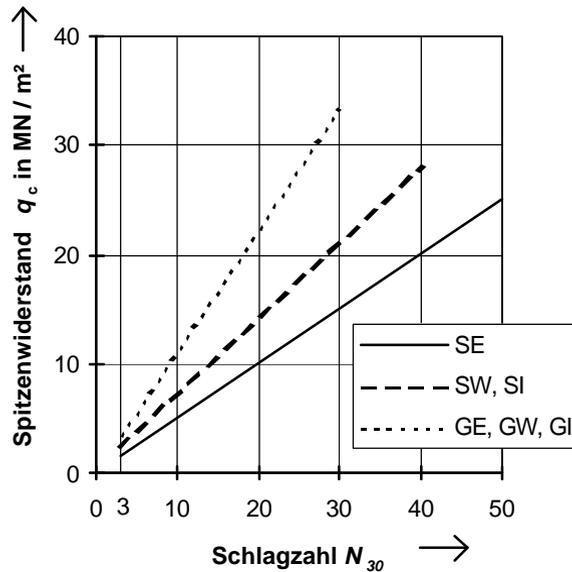
BUNDESANSTALT FÜR WASSERBAU Karlsruhe • Hamburg • Ilmenau

BAW



Bewertung von Bohrlochrammsondierungen

nach DIN 4094



nach BAW

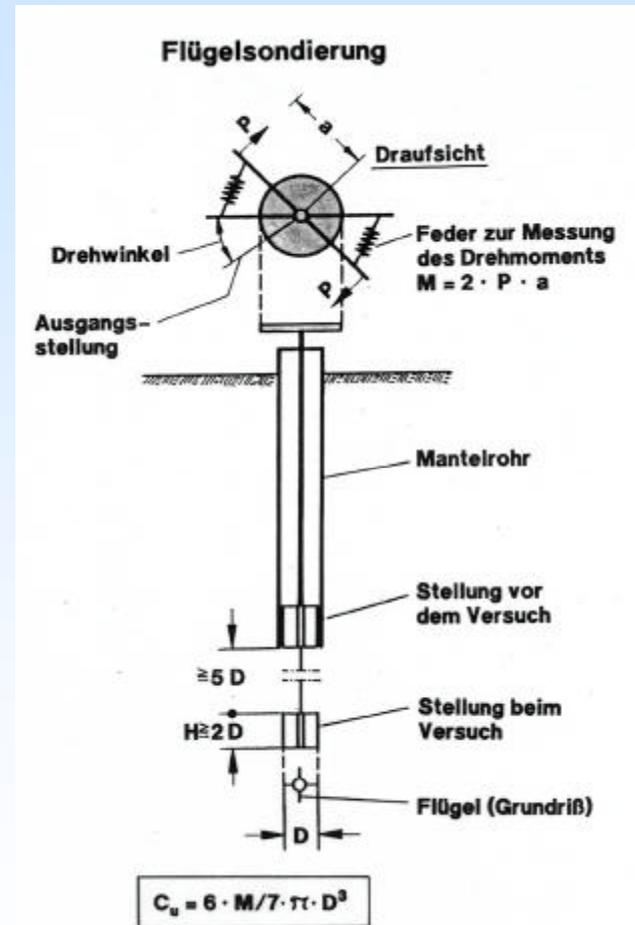
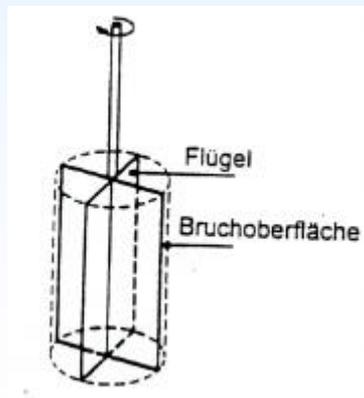
Eindringwiderstand	Reibungswinkel	Steifemodul	Benennung der Festigkeit
N_{30} [1]	j , [°]	E_s [MN/m^2]	
< 4	30	< 15	sehr gering
4 – 12	30 - 35	15 - 50	gering
12 – 22	35 – 37,5	50 - 80	mittel
22 - 38	37,5 - 40	80 - 100	groß
> 38	≥ 40	> 100	sehr groß

Flügelsondierungen (FVT)

Verfahren:

Abscheren eines zylindrischen Bodenkörpers in breiigen und weichen bindigen Böden

- max. und Rest-Drehmoment
(Drehmoment pro Oberfläche des abgesicherten Bodenkörpers)



Durchführung von Flügelsondierungen

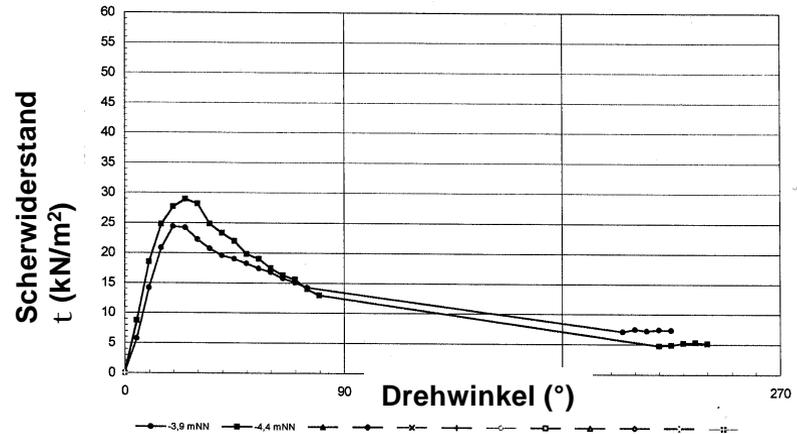


AK - K1 / 2005-06 Seite-Nr. 22

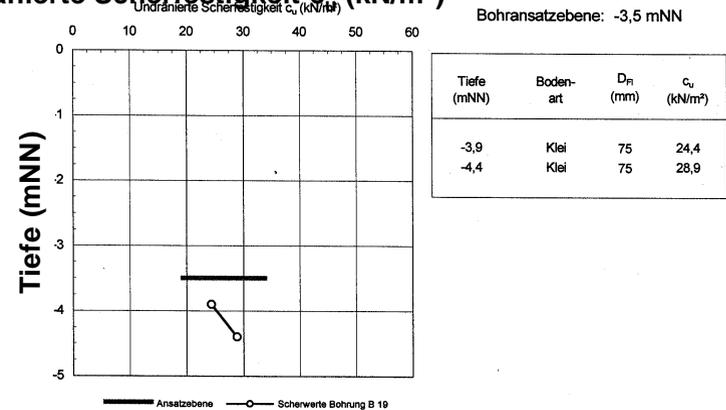


Auswertung von Flügelsondierungen

- Bestimmung der Anfangsscherfestigkeiten c_u in situ



Undrained Shear Strength c_u (kN/m²)



Hinweise für die Ausschreibung

- **Stelzenponton oder Hubinsel bei Sondierungen auf dem Wasser**
- **Überbohren bei begrenzter Eindringung (z.B. bei Steinhindernissen)**
- **Einbau von Stützgestänge im freien Wasser oder in Bohrung**
- **Prüfzertifikat vom Hersteller für Bohrlochrammsonde (z.B. 6 Monate)**
- **Kalibrierprotokolle der Sondenspitzen (z.B. nicht älter als 2 Wochen)**
- **Sondierergebnisse auf Diskette im ASCII-Format**



Empfehlungen für die Vergabe

- **beschränkte Ausschreibung bei schwierigen Verhältnissen**
- **Referenzen über vergleichbare Sondierarbeiten mit Angaben über technische Qualifikation von Gerät und Personal**
- **Beteiligung von Experten (z.B. BAW) im Vergabegespräch mit Stellungnahme zur technischen Gleichwertigkeit**
- **Konsequente und qualifizierte Überwachung (QS) zu Beginn**