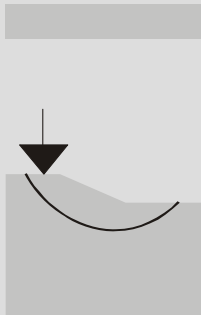


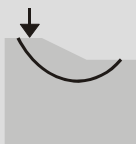
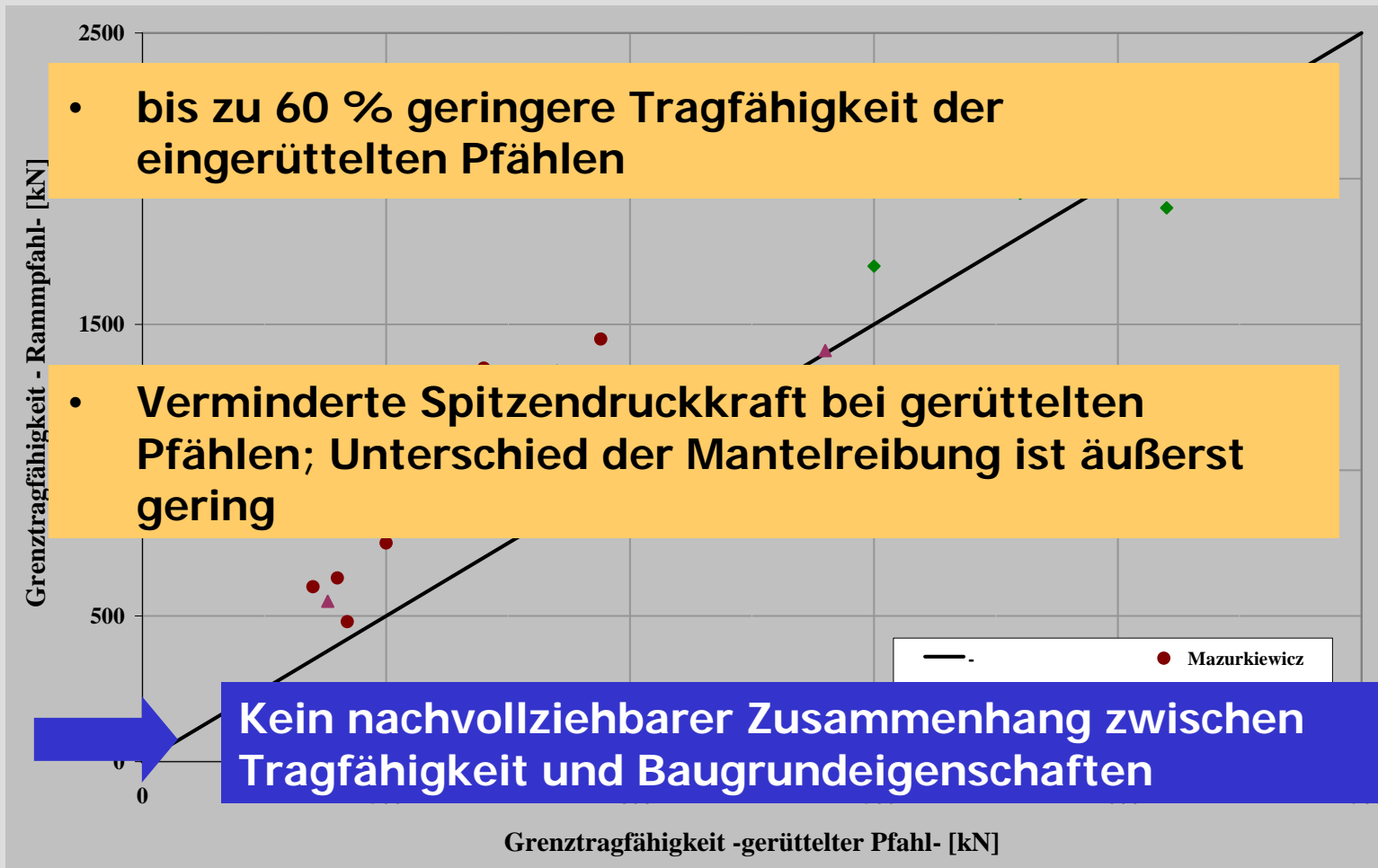
Über die Tragfähigkeit von eingerüttelten Pfählen



Dipl.-Ing. Patrick Lammertz
Prof. Dr.-Ing. Werner Richwien

Institut für Grundbau und Bodenmechanik
Universität Duisburg - Essen

Problemstellung

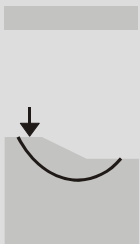


Forschungsbedarf:

Zur Zeit ist es nicht möglich:

- eine zuverlässige Prognose bezüglich der Tragfähigkeiten gerüttelter Pfähle und
- die Änderung der Bodeneigenschaften durch das Einrütteln abzugeben

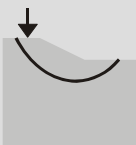
Es existieren keine abgesicherten Ansätze zur Ableitung der Tragfähigkeit gerüttelter Pfähle aus Daten des Herstellvorgangs



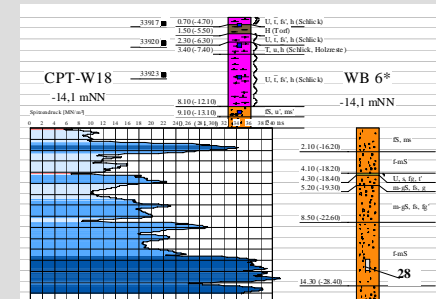
Forschungsprojekt "Tragfähigkeit vibrierter Pfähle"

Zielsetzung

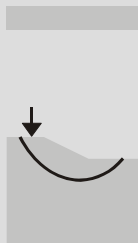
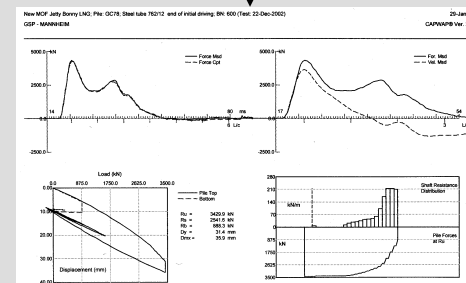
- **Quantitativer Vergleich der Tragfähigkeit von eingerüttelten Pfählen mit der Tragfähigkeit gerammter Pfähle**
- **Quantitative Erfassung des Einflusses der Maschinenparameter Frequenz und statisches Moment auf die Tragfähigkeit von eingerüttelten Pfählen**
- **Quantifizierung des Einflusses aus dem Nachrütteln auf die Tragfähigkeit von eingerüttelten Pfählen**
- **Unter welchen Bedingungen ist eine Pfropfenbildung beim Einrütteln möglich?**
Kann die Pfropfenbildung durch Variation der Maschinenparameter beim Rütteln beeinflusst werden?



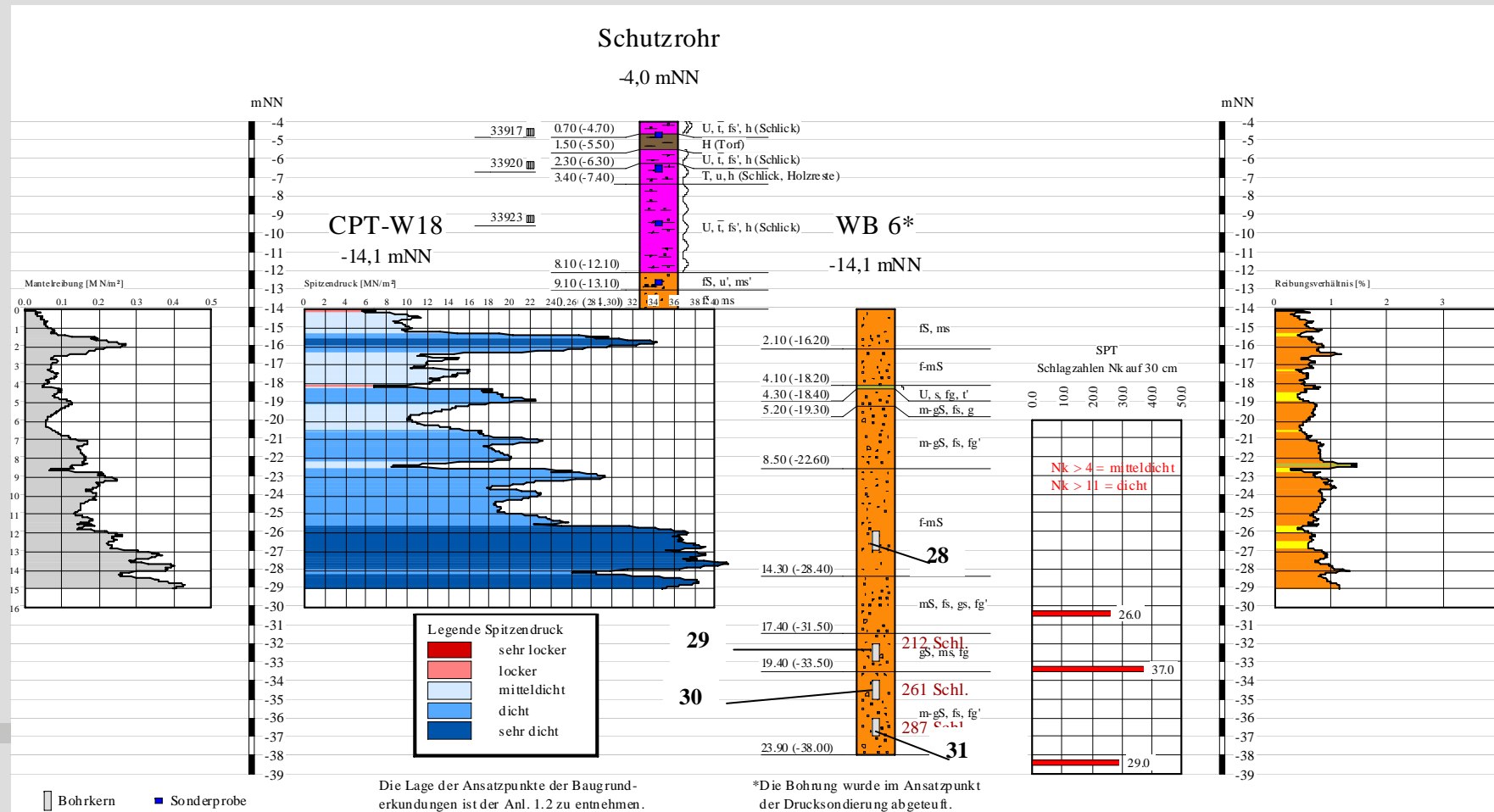
Konzept des Mess- und Versuchsprogramms



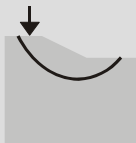
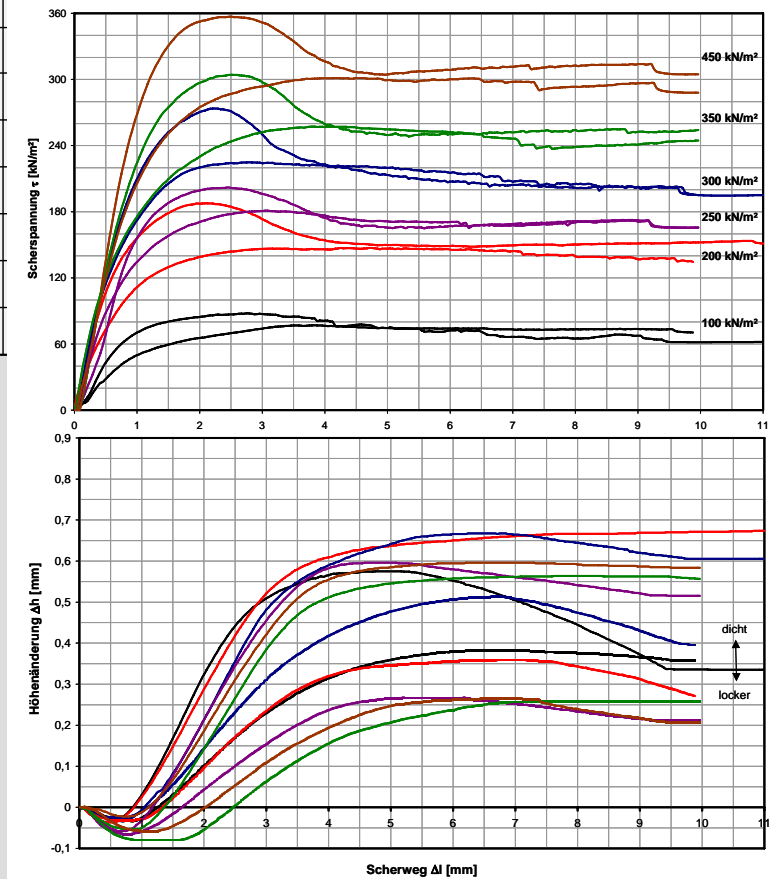
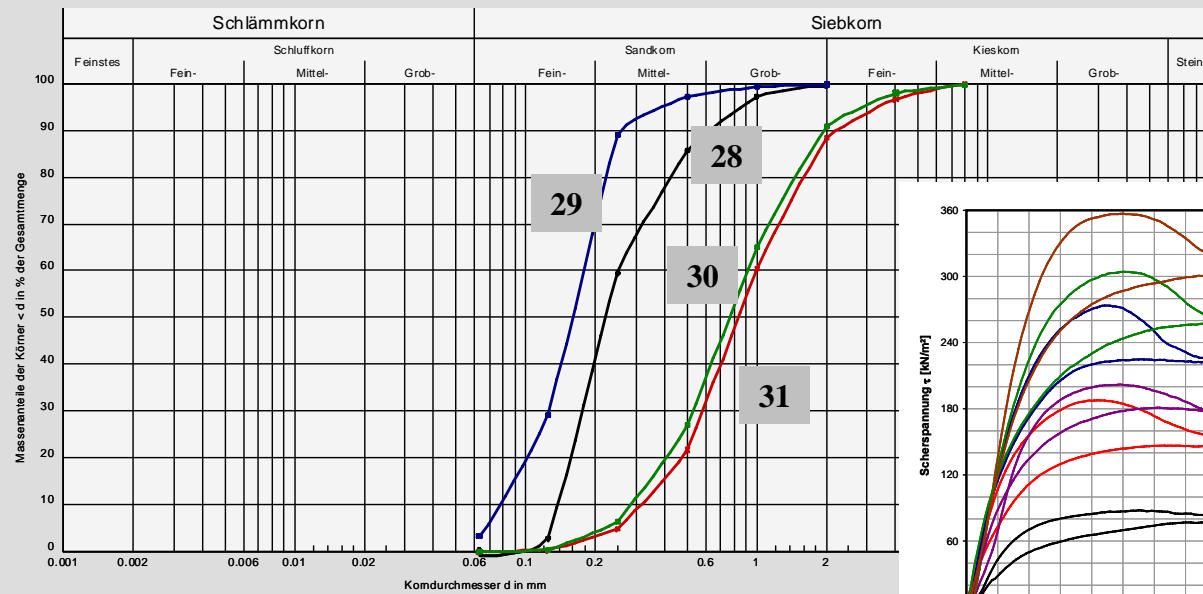
Vollständige Erfassung der Einflüsse der Einbringung auf die Tragfähigkeit von großmaßstäblichen Pfählen



Baugrunderkundung



Baugrunderkundung



Instrumentierung der Einbringgeräte

➡ Hydrohammer S 70



Technische Daten:

➡ 3,5 t (Kolben)

➡ 70 kNm (max. Energie)

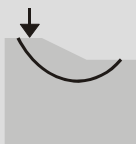
➡ 50 Schläge/Min

Rammprotokoll: (pro definierte Eindringtiefe)

➡ Rammschläge

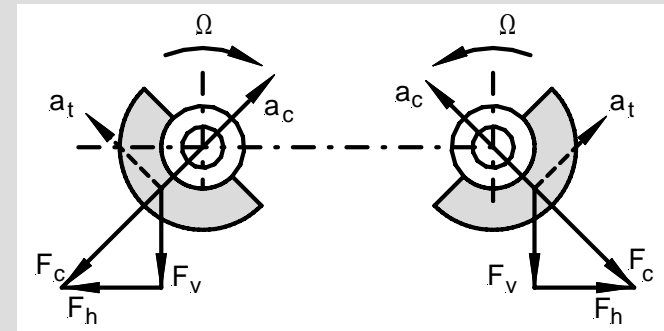
➡ Schlagenergie

➡ Schlagfrequenz



Instrumentierung der Einbringeräte

➡ Rüttler MS 32 HFvar



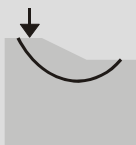
Technische Daten:

➡ 39,6 Hz (max. Frequenz)

➡ 32 kgm (max. stat. Moment)

➡ 1976 kN (Fliehkraft)

➡ 5 t (dyn. Masse)



Instrumentierung der Einbringeräte

➡ Rüttler MS 32 HFvar

Rüttelprotokoll:
(pro Sekunde)

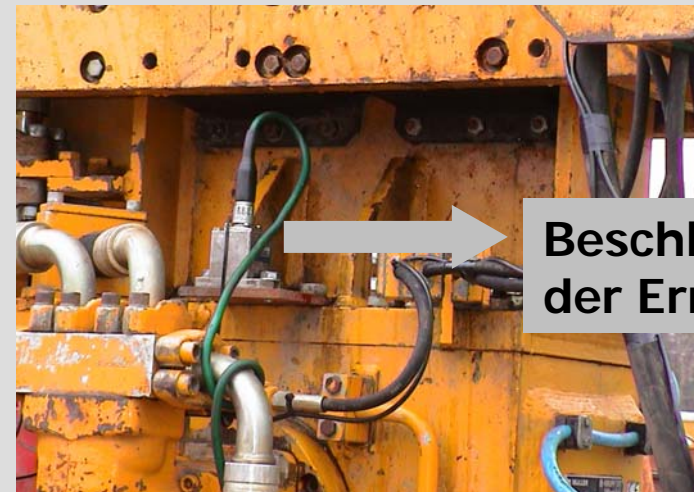


stat. Moment

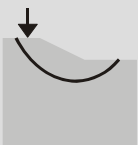
➡ Frequenz

➡ Öldruck

➡ Eindringtiefe

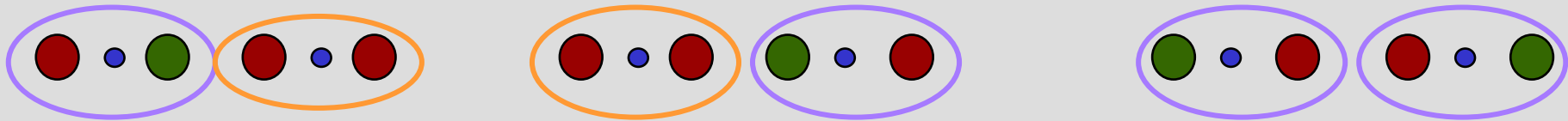


Beschleunigung
der Erregerzelle



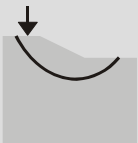
Versuchsprogramm

- 3 Pfahlgruppen, jeweils bestehend aus 2 Pfahlpaaren



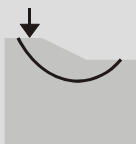
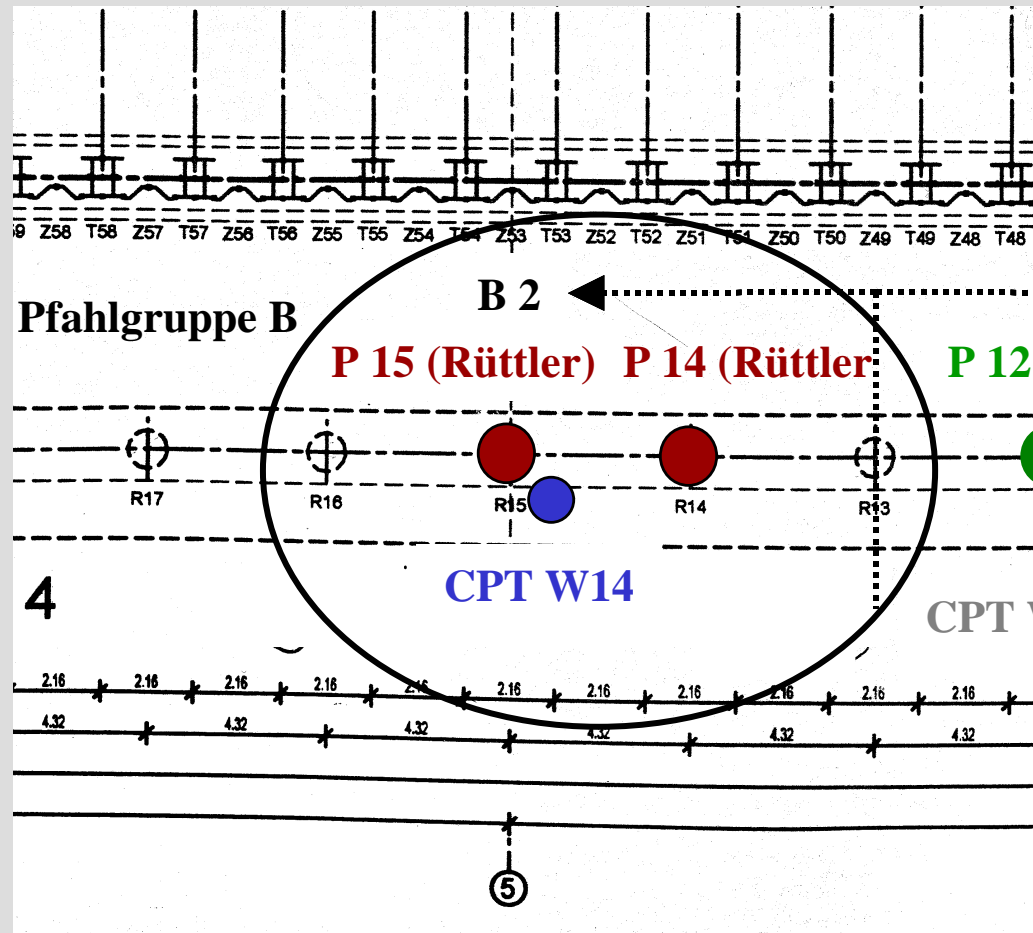
insgesamt wurden :

- 4 Pfahlpaare vergleichend untersucht
- 2 Pfahlpaare mit unterschiedlichen Stellgrößen eingerüttelt



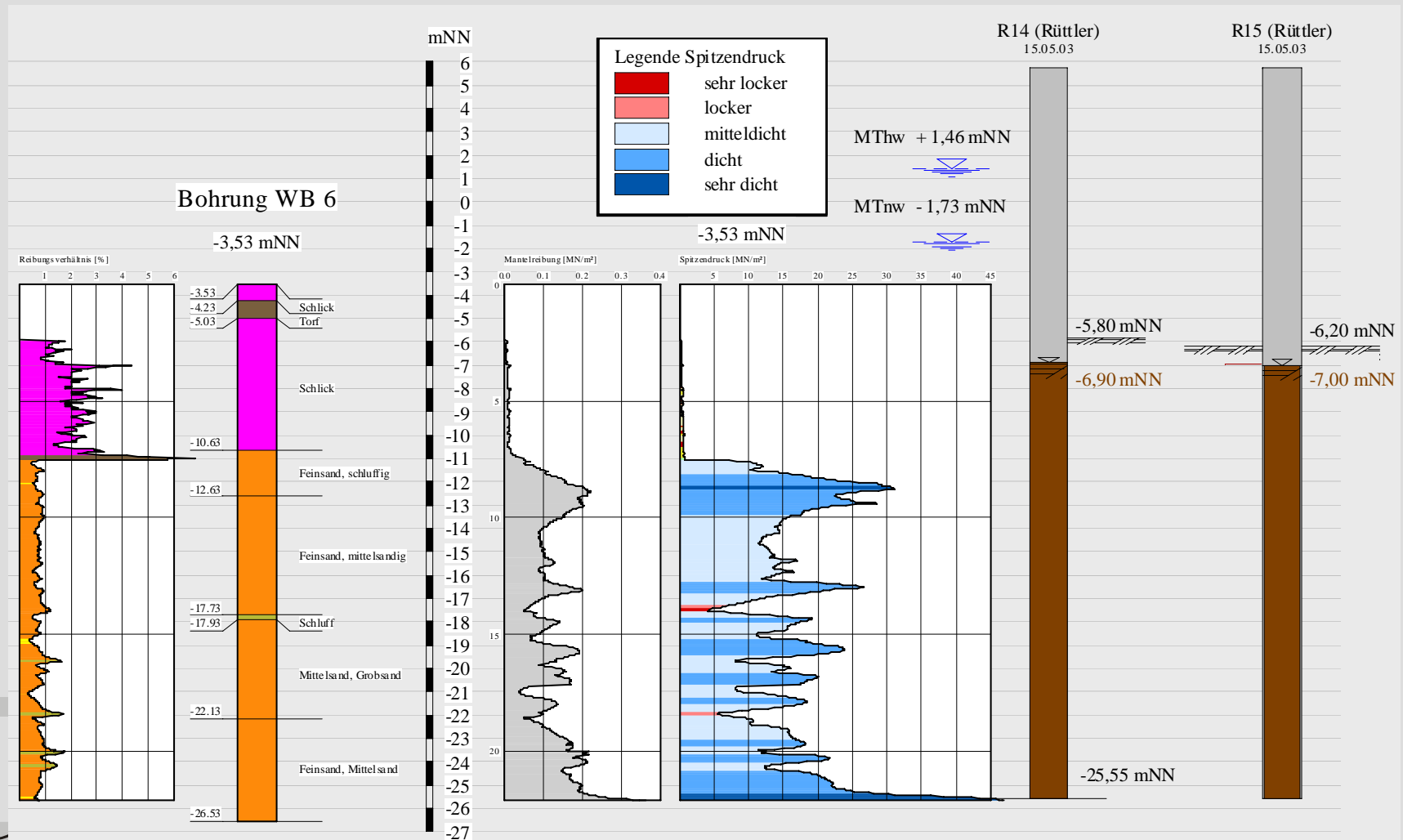
Vorläufige Ergebnisse und allg. Analyse

➡ Pfahlpaar B2, Lageplan



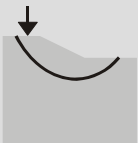
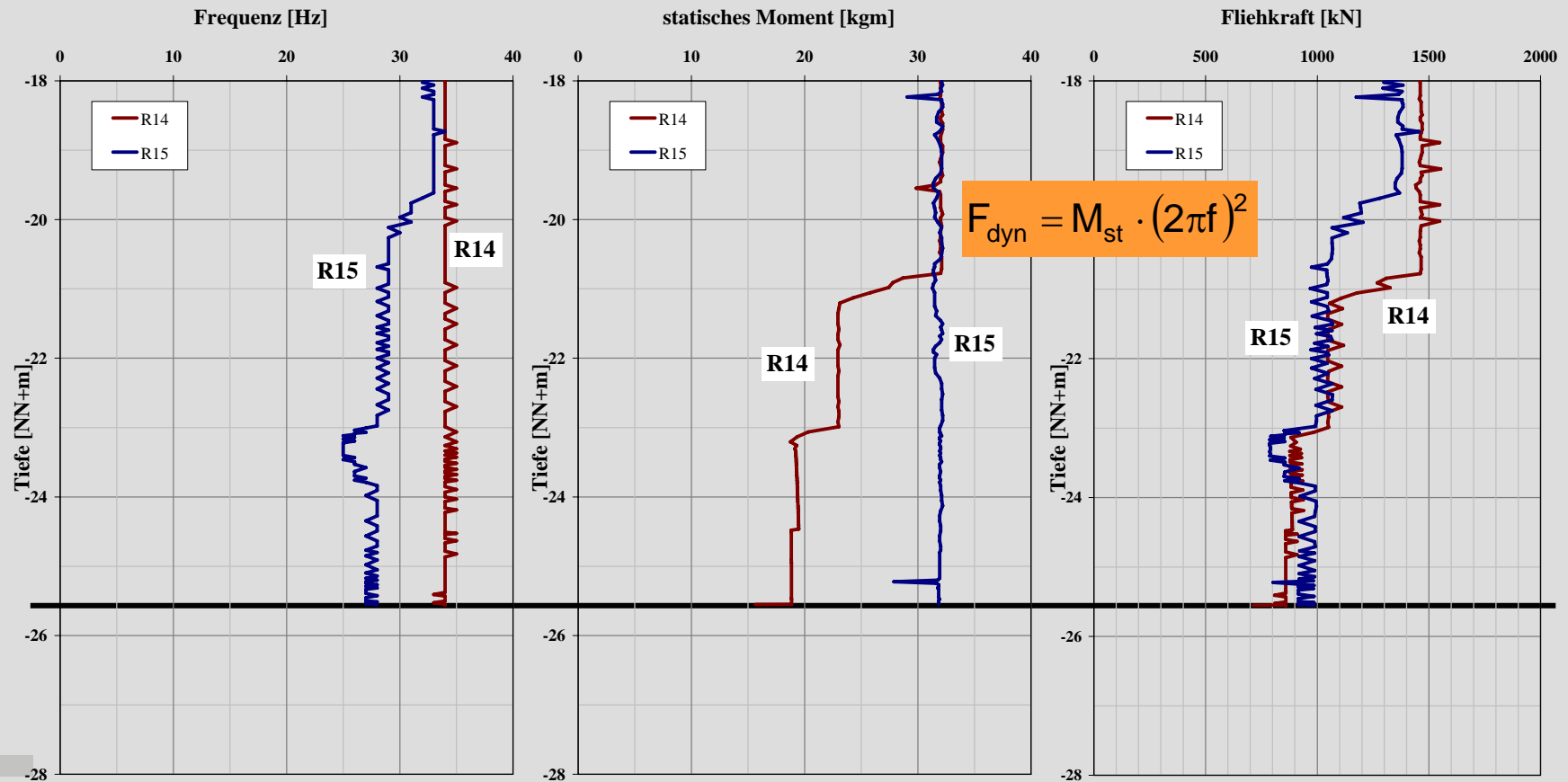
Vorläufige Ergebnisse und allg. Analyse

➡ Pfahlpaar B2, Baugrundschnitt



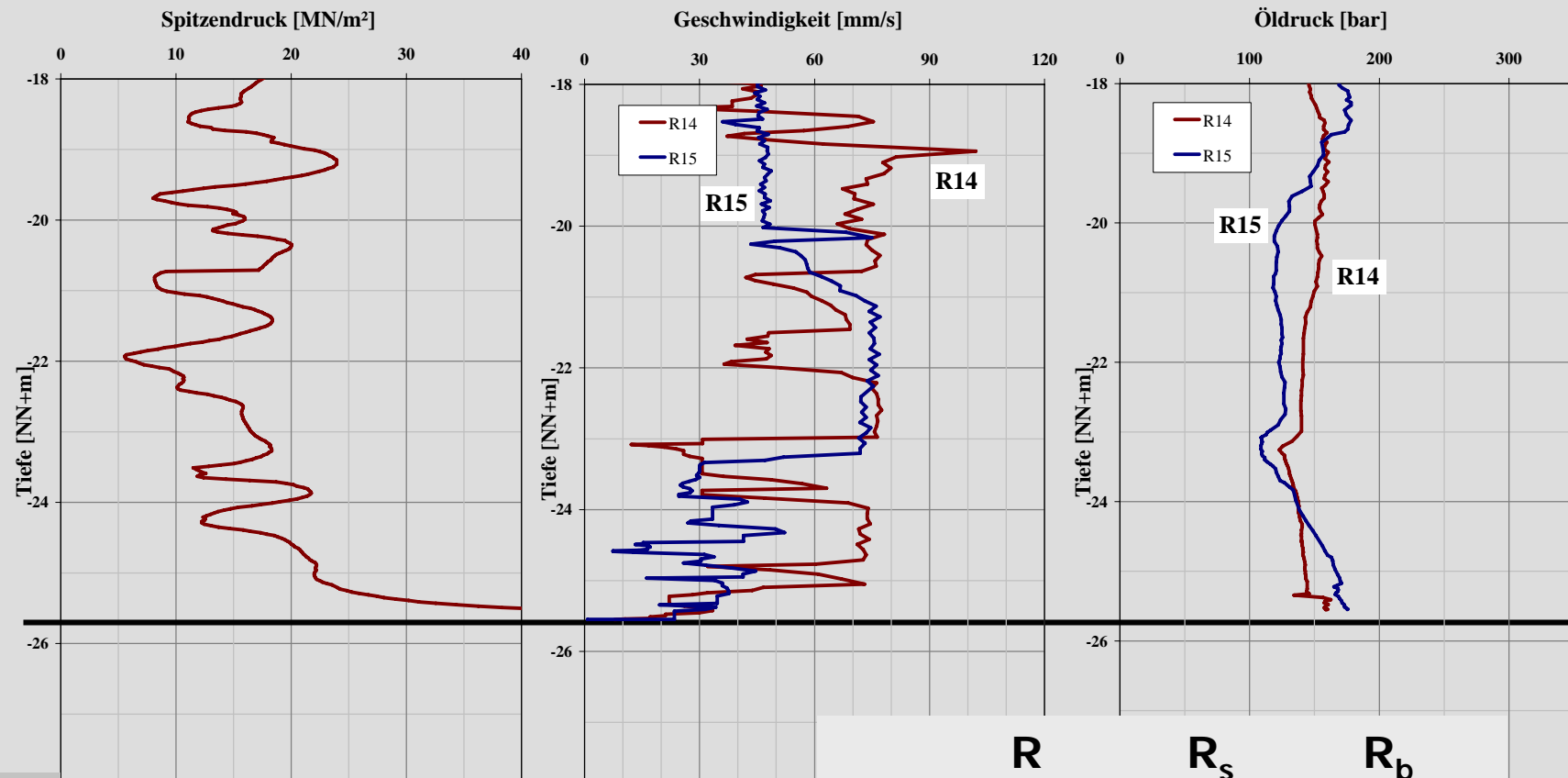
Vorläufige Ergebnisse und allg. Analyse

➡ Pfahlpaar B2, Stellgrößen



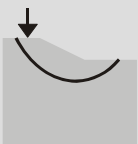
Vorläufige Ergebnisse und allg. Analyse

➡ Pfahlpaar B2, Rütteldaten



Tragfähigkeit nach 7 d:

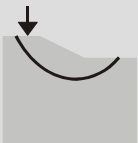
	R	R _s	R _b
R14:	3504	2434	1070
R15:	3857	2833	1024



Vorläufige Ergebnisse und allg. Analyse

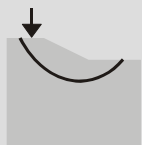
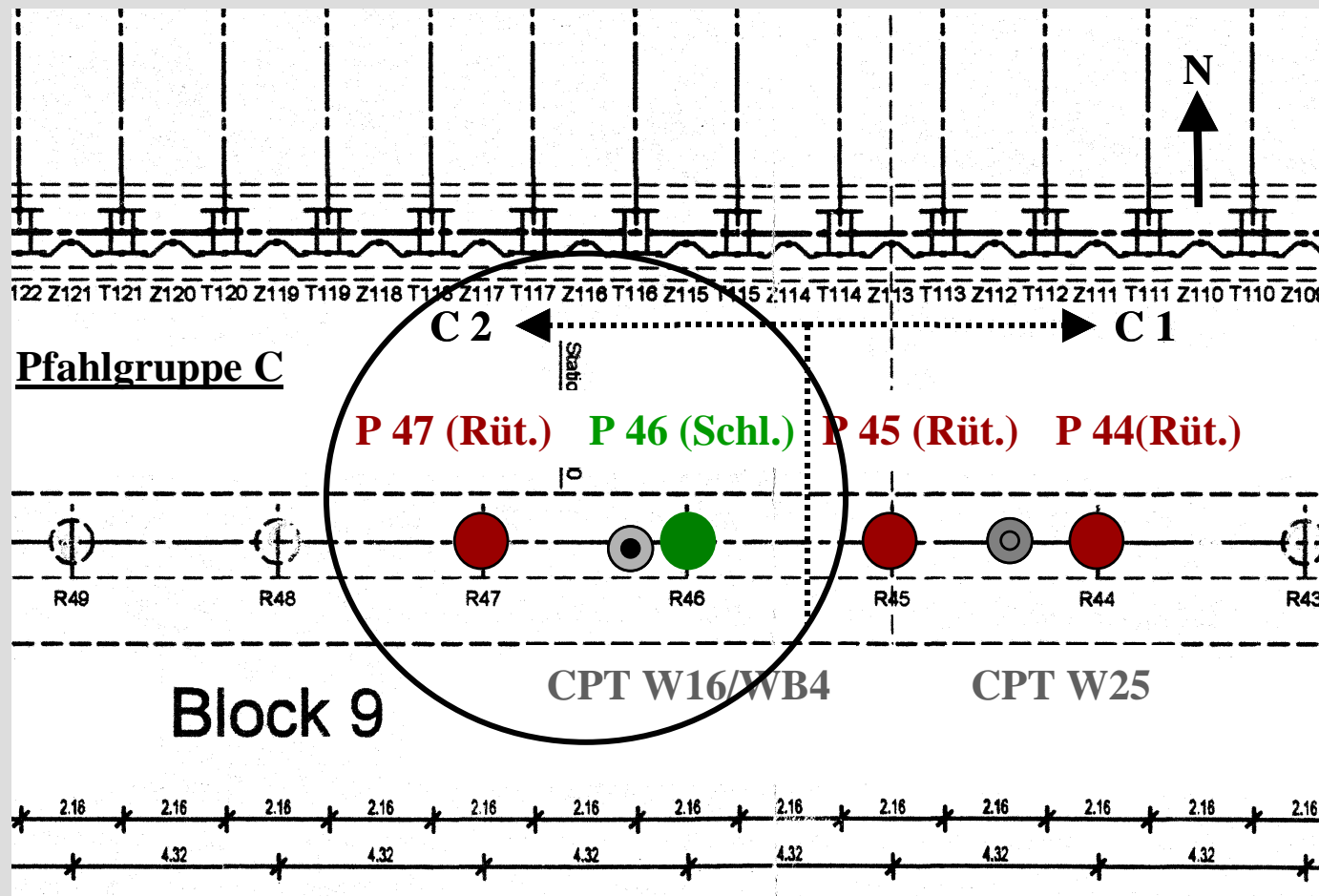
⇒ Pfahlpaar B2, Fazit

- zwei Pfähle wurden mit unterschiedlicher Frequenz, aber gleicher Fliehkraft eingerüttelt
- Tragfähigkeitsunterschied beträgt 10 %
- der mit geringerer Frequenz eingerüttelte Pfahl weist eine höhere Mantelreibung auf



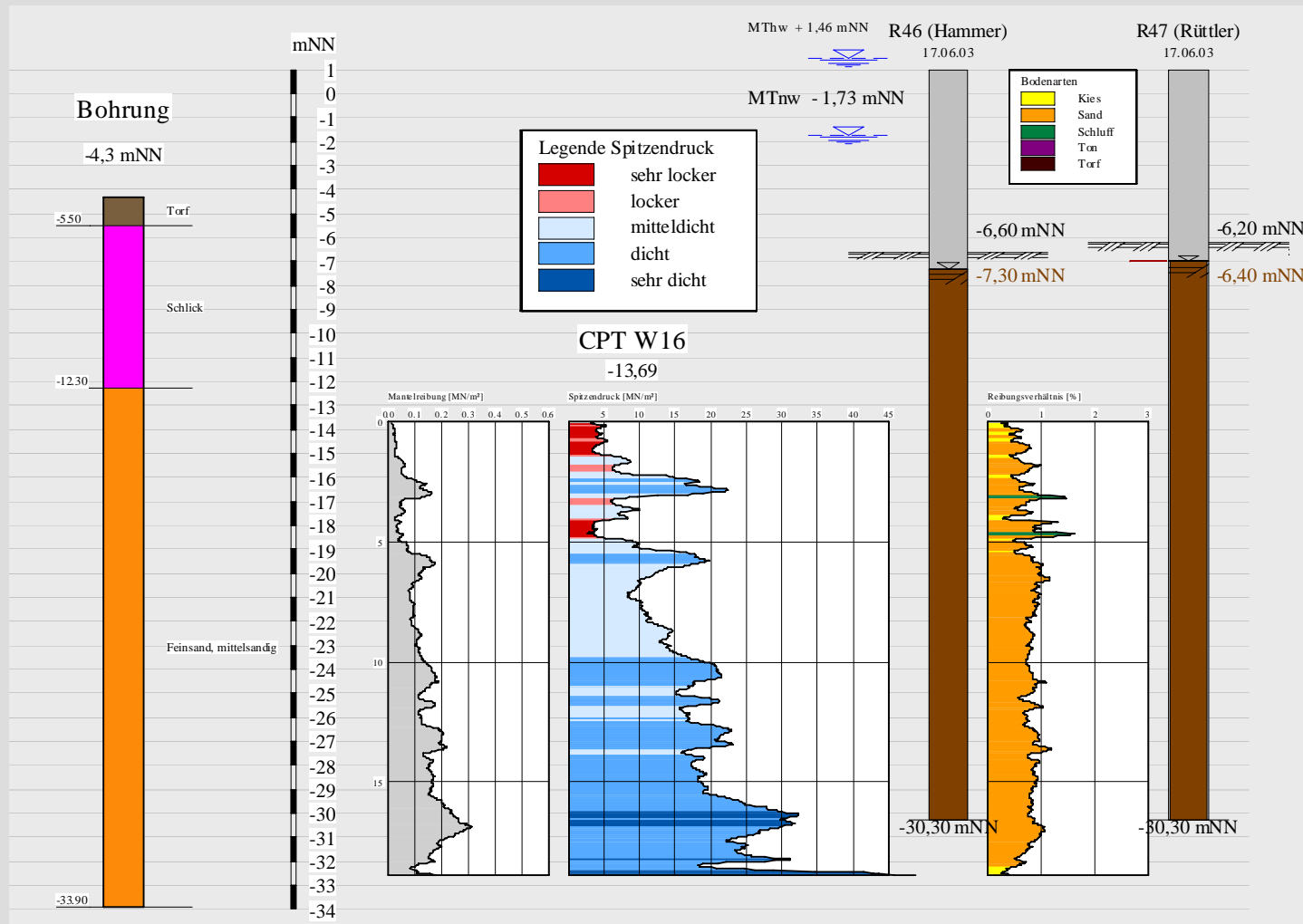
Vorläufige Ergebnisse und allg. Analyse

➡ Pfahlpaar C2, Lageplan



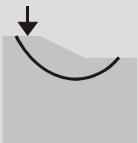
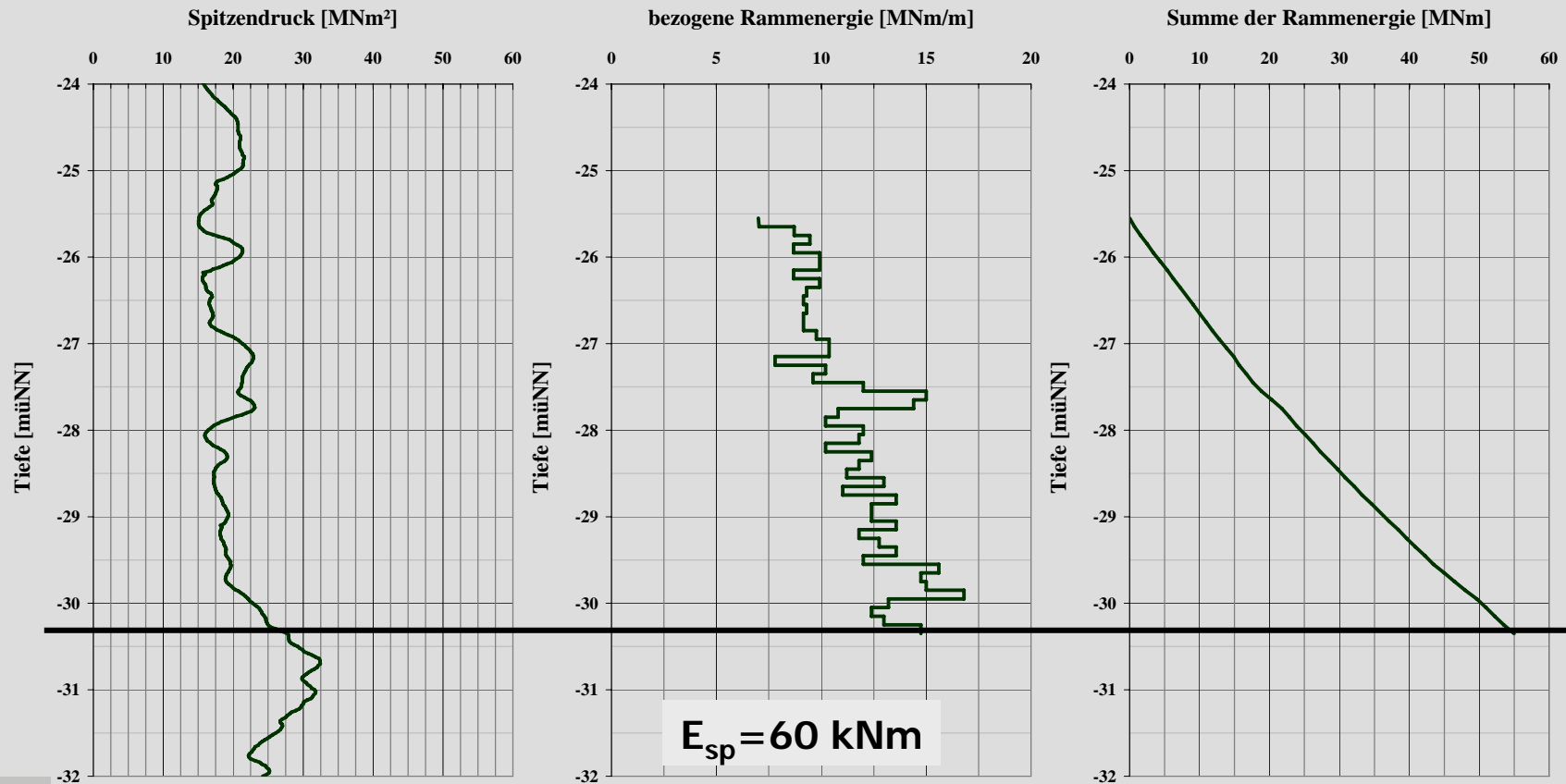
Vorläufige Ergebnisse und allg. Analyse

➡ Pfahlpaar C2, Baugrundschnitt



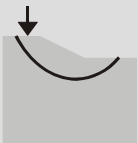
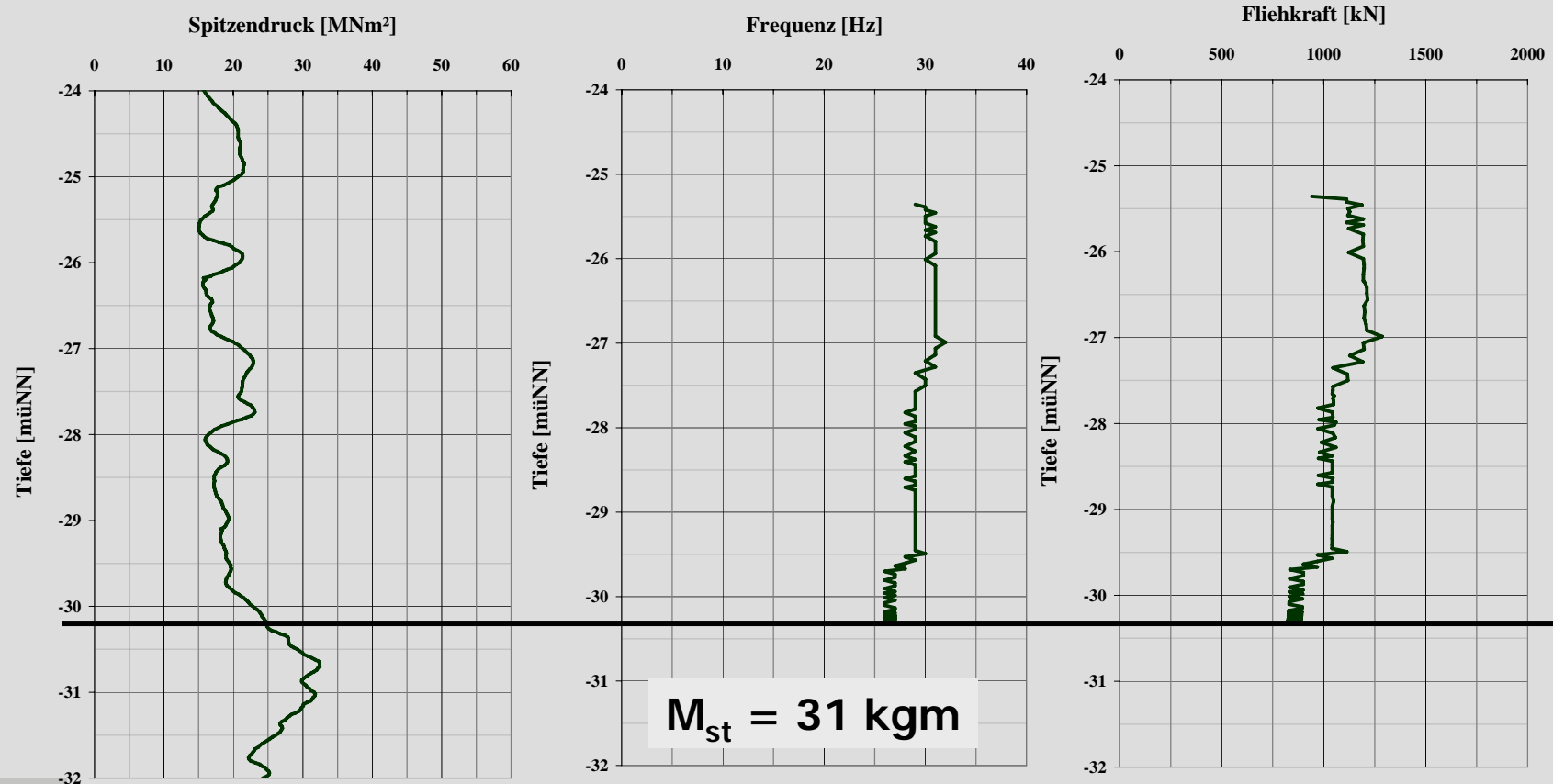
Vorläufige Ergebnisse und allg. Analyse

➡ Pfahlpaar C2, Rammpfahl



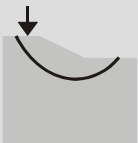
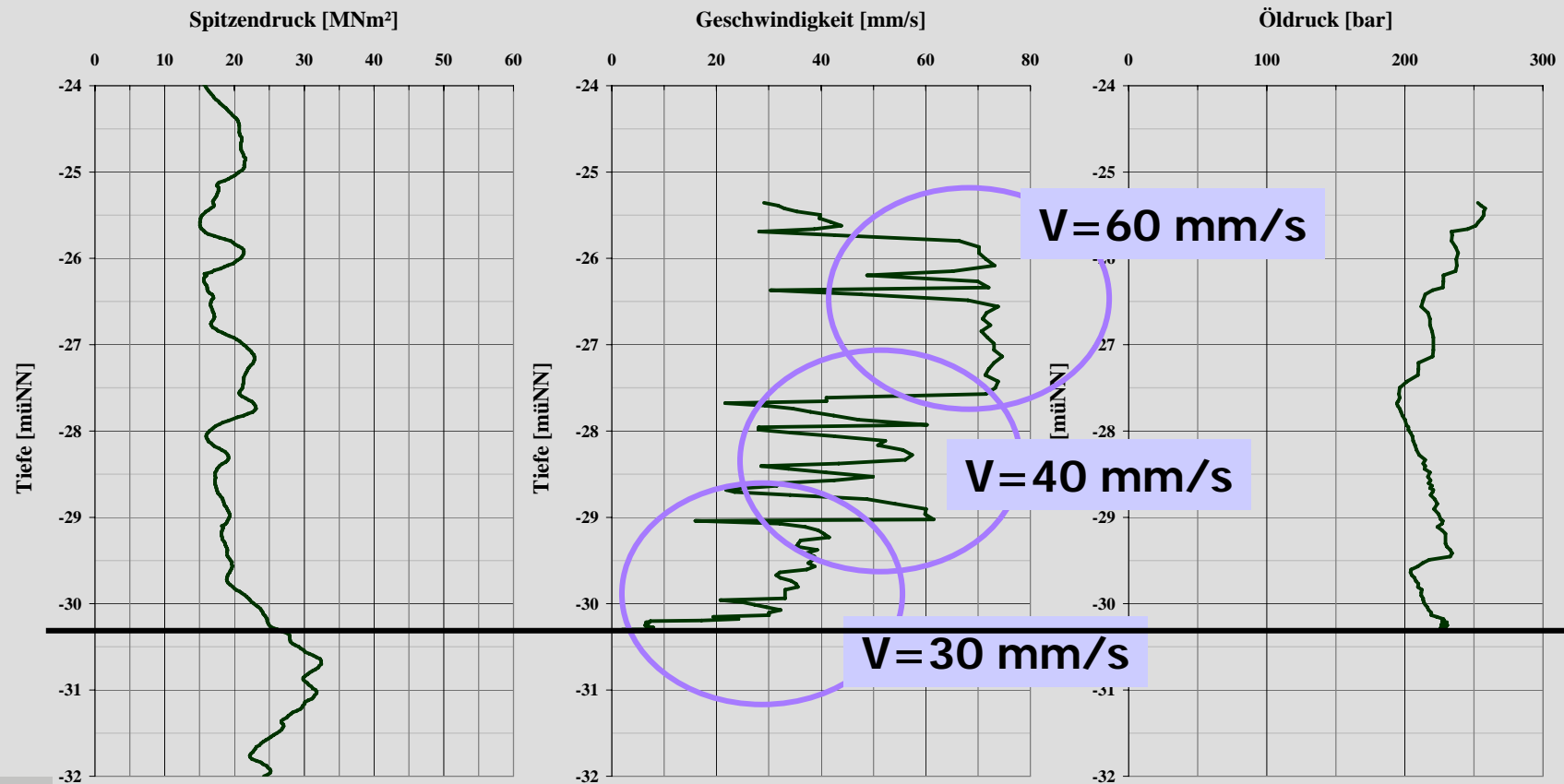
Vorläufige Ergebnisse und allg. Analyse

➡ Pfahlpaar C2, gerüttelter Pfahl: Stellgrößen



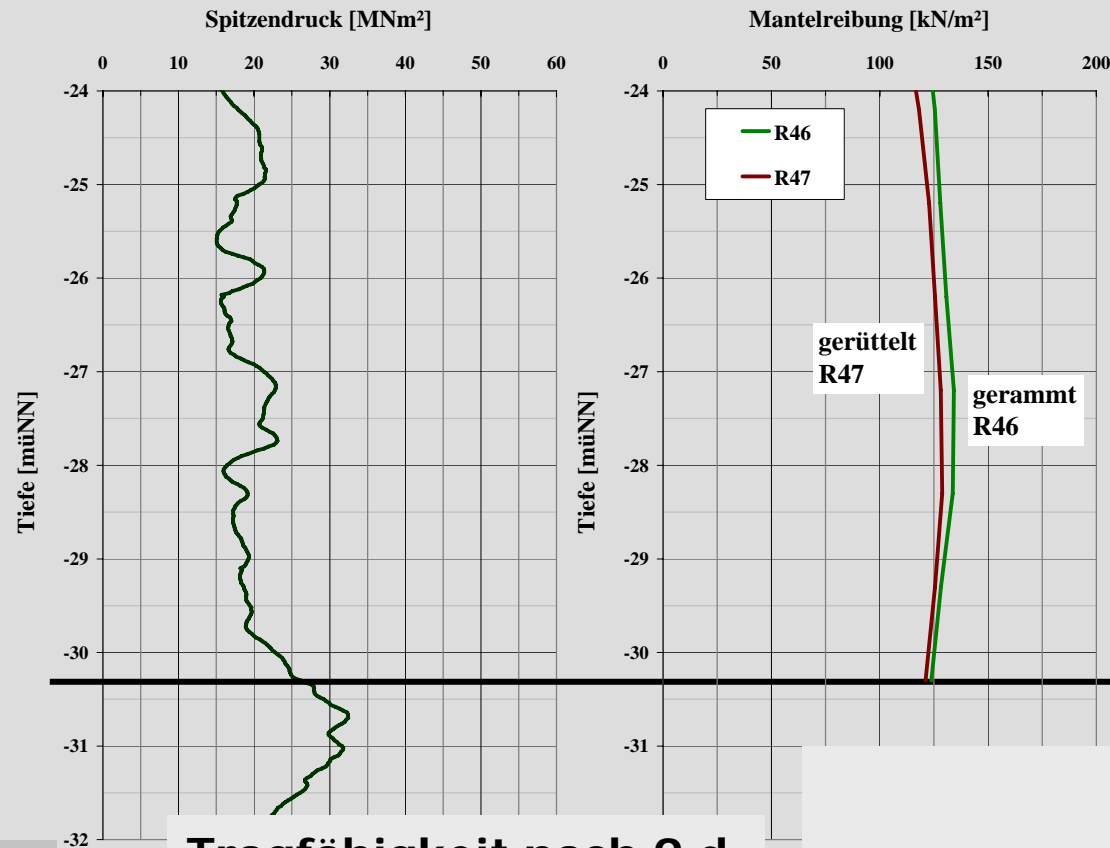
Vorläufige Ergebnisse und allg. Analyse

➡ Pfahlpaar C2, gerüttelter Pfahl: Rütteldaten



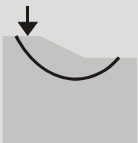
Vorläufige Ergebnisse und allg. Analyse

➡ Pfahlpaar C2, Tragfähigkeit



Tragfähigkeit nach 9 d:

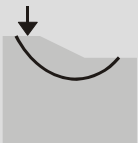
	R	R_s	R_b
Gerammt R46:	5653	4858	795
Gerüttelt R47:	5316	4496	820



Vorläufige Ergebnisse und allg. Analyse

⇒ Pfahlpaar C2, Fazit

- unmittelbar benachbarte Pfähle wurden gerammt bzw. eingerüttelt
- Tragfähigkeitsunterschied unwesentlich
- weder eine Pfropfenbildung beim gerammten noch beim gerüttelten Pfahl

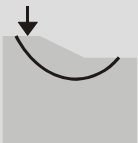


Zusammenfassung

Tragfähigkeitsvergleich:

- von gerammten und eingerüttelten Pfählen**
- von mit unterschiedlichen Stellgrößen eingerüttelten Pfählen**

- Maschinenparameter Frequenz beeinflusst die Tragfähigkeit;
Je niedriger die Frequenz desto höher die Tragfähigkeit**
- geringer Tragfähigkeitsunterschied von gerüttelten und gerammten Pfählen**
- keine Pfropfenbildung**



Ausblick

- **vollständige Auswertung des Datenmaterials**
- **Ableitung einer mathematischen Beziehung zwischen der oder den dynamischen Herstelldaten und der Tragfähigkeit**
- **Tragfähigkeitsermittlung von eingerüttelten Pfählen mit analytischen und empirischen Methoden**
- **Zusammenhang zwischen Tragfähigkeit und Baugrundeigenschaften herstellen**

