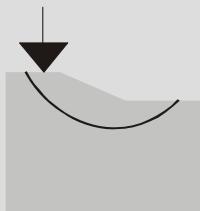


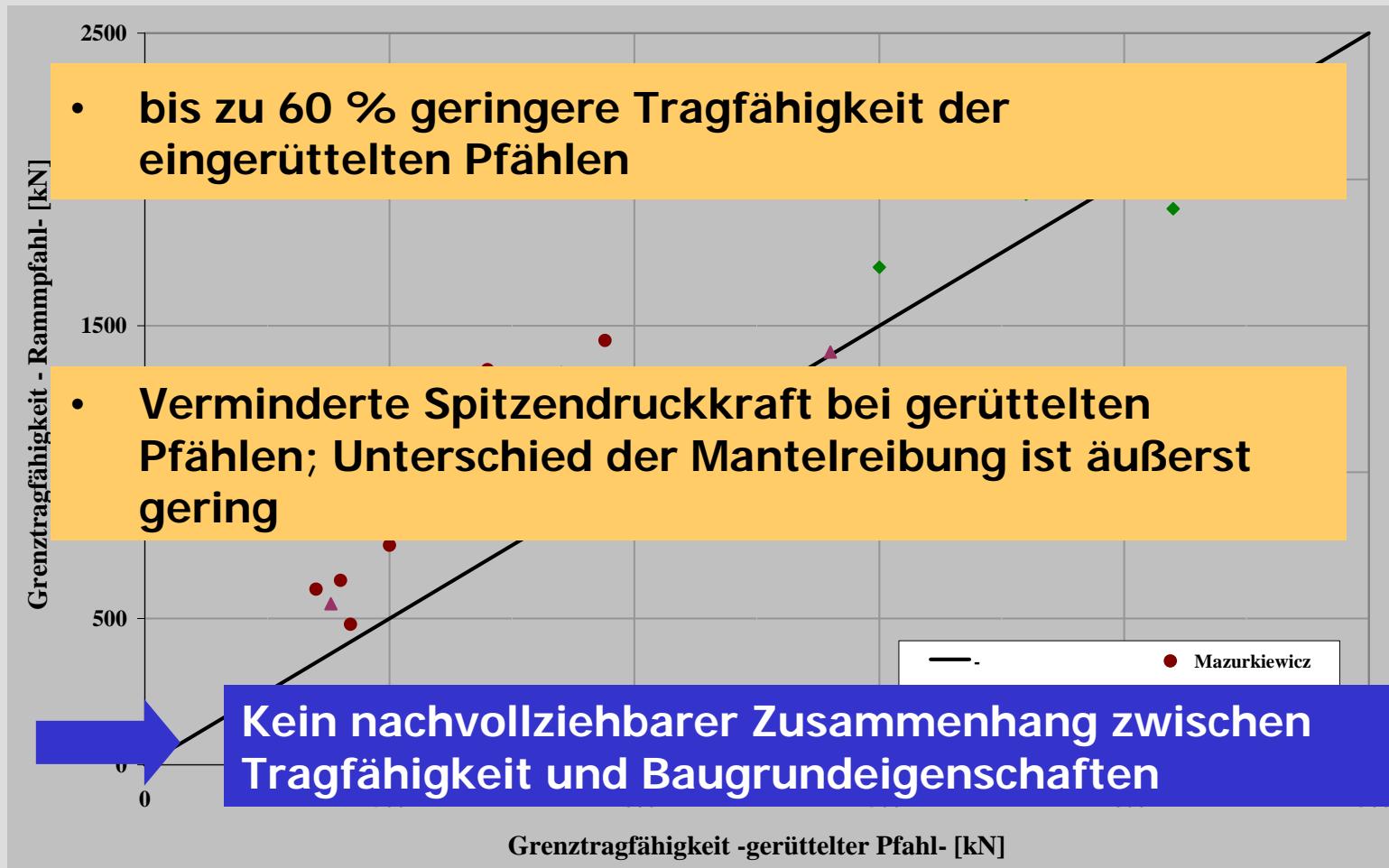
# **Über die Tragfähigkeit von eingerüttelten Pfählen**

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

Institut für Grundbau und Bodenmechanik  
Universität Duisburg - Essen



# Problemstellung

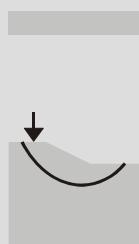


## Forschungsbedarf:

**Zur Zeit ist es nicht möglich:**

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

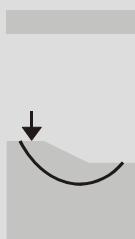
**Es existieren keine abgesicherten Ansätze zur Ableitung der Tragfähigkeit gerüttelter Pfähle aus Daten des Herstellvorgangs**



**Forschungsprojekt "Tragfähigkeit vibrierter Pfähle"**

# Zielsetzung

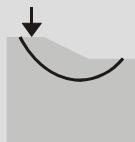
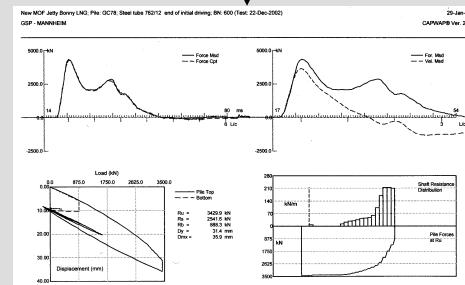
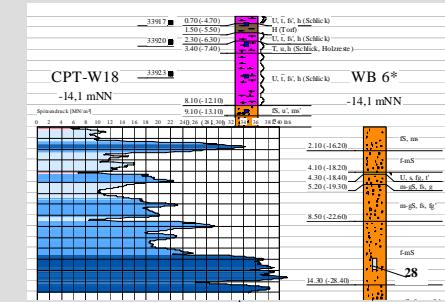
- Quantitativer Vergleich der Tragfähigkeit von eingerüttelten Pfählen mit der Tragfähigkeit gerammter Pfähle
- Quantitative Erfassung des Einflusses der Maschinenparameter Frequenz und statisches Moment auf die Tragfähigkeit von eingerüttelten Pfählen
- Quantifizierung des Einflusses aus dem Nachrütteln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



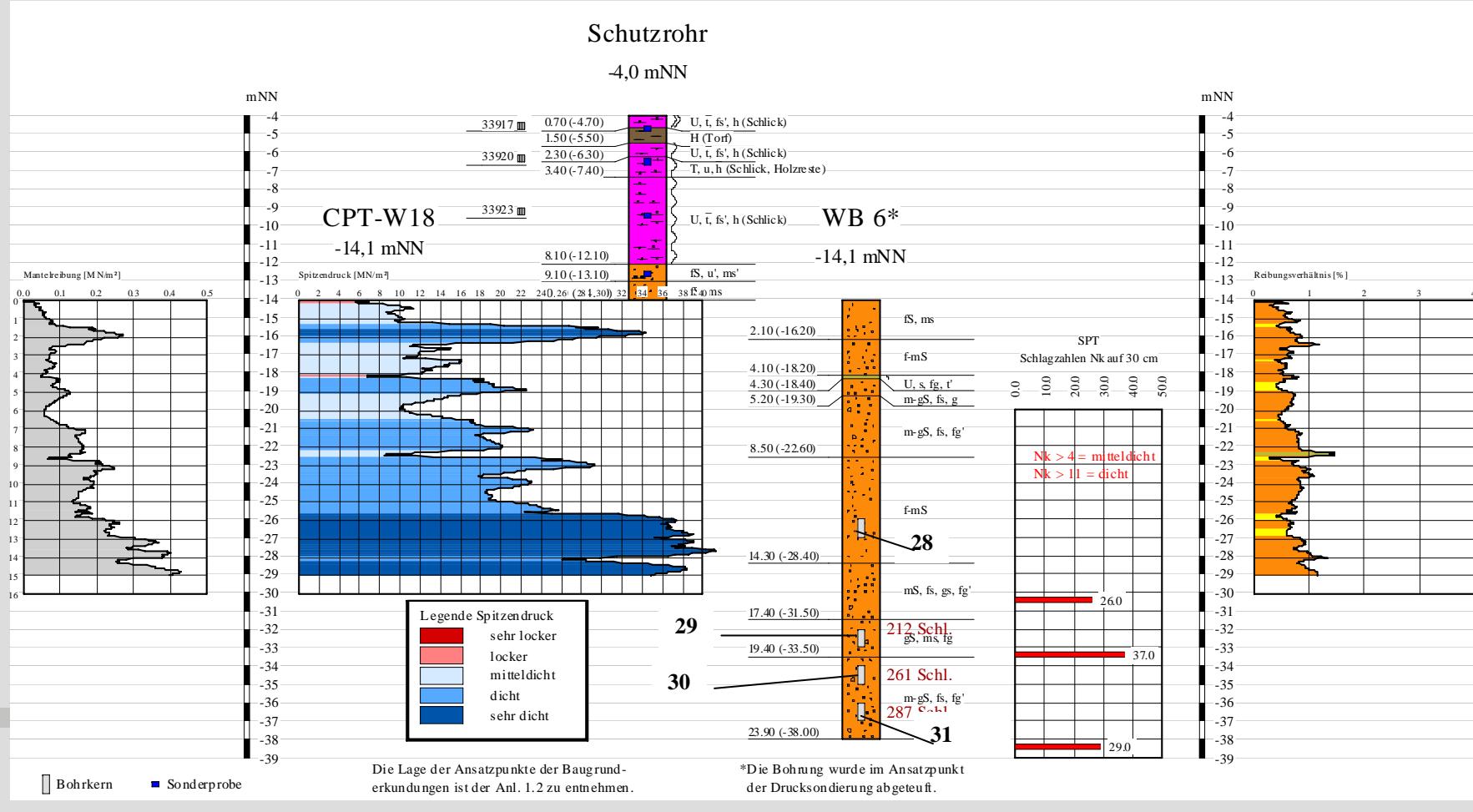
# Konzept des Mess- und Versuchsprogramms



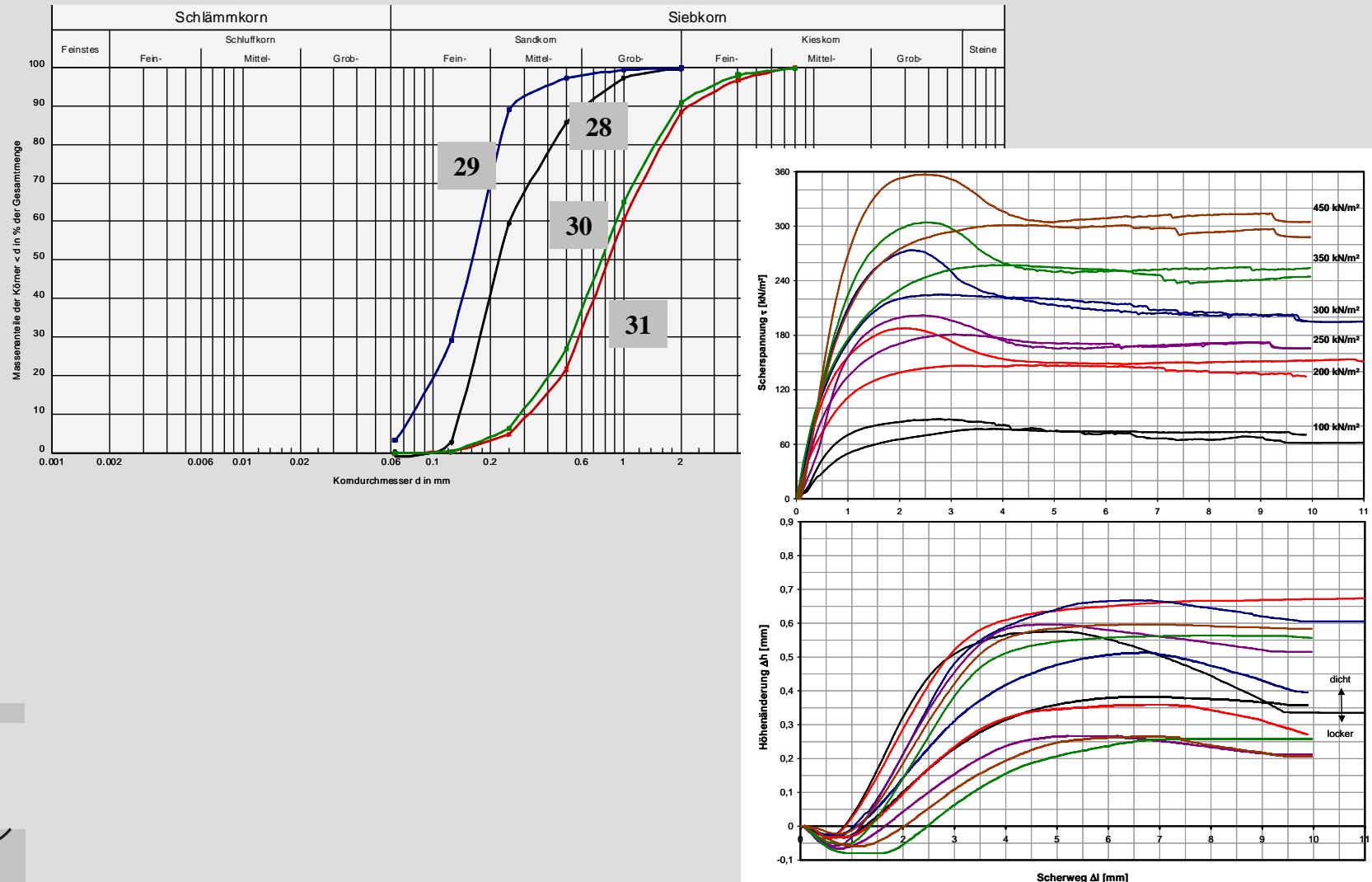
**Vollständige Erfassung der Einflüsse der Einbringung auf die Tragfähigkeit von großmaßstäblichen Pfählen**



# Baugrunderkundung



# Baugrunderkundung



# Instrumentierung der Einbringgeräte

## → Hydrohammer S 70



### Technische Daten:

3,5 t (Kolben)

70 kNm (max. Energie)

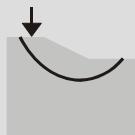
50 Schläge/Min

### Rammprotokoll: (pro definierte Eindringtiefe)

Rammschläge

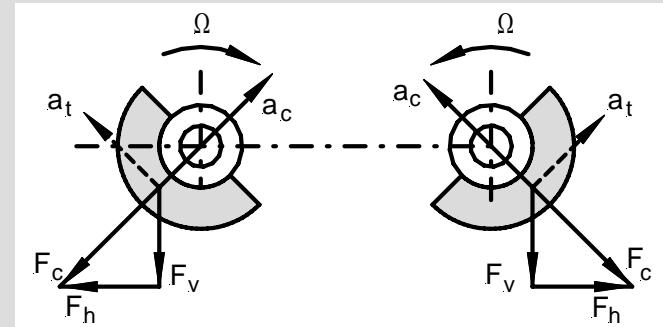
Schlagenergie

Schlagfrequenz



# Instrumentierung der Einbringeräte

→ Rüttler MS 32 HFvar



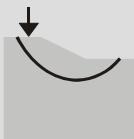
## Technische Daten:

39,6 Hz (max. Frequenz)

32 kgm (max. stat. Moment)

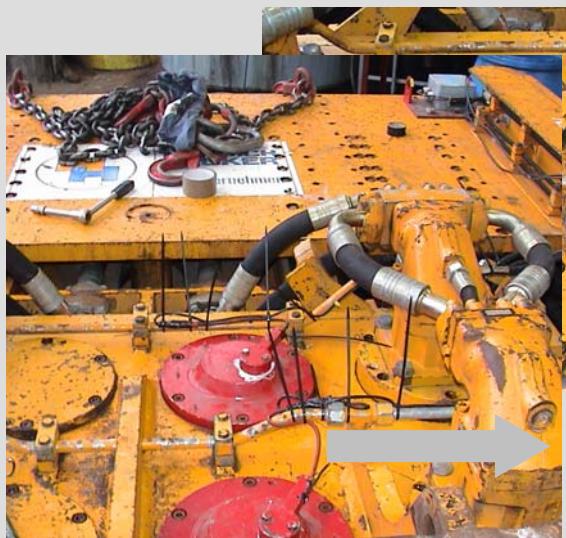
1976 kN (Fliehkraft)

5 t (dyn. Masse)



# Instrumentierung der Einbringeräte

→ Rüttler MS 32 HFvar



stat. Moment

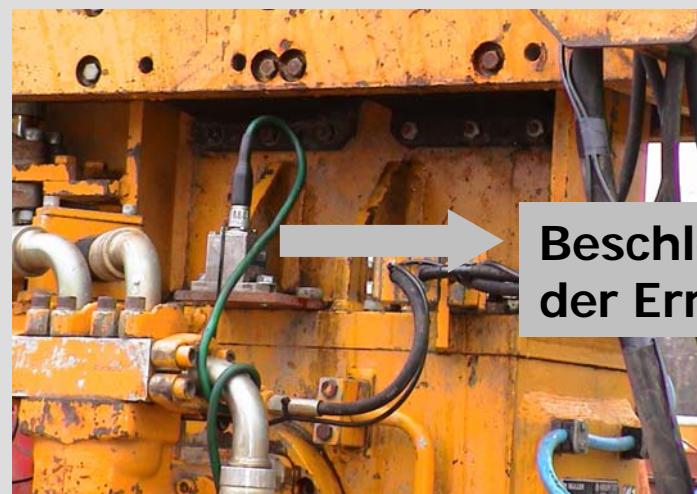


Rüttelprotokoll:  
(pro Sekunde)

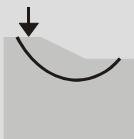
→ Frequenz

→ Öldruck

→ Eindringtiefe

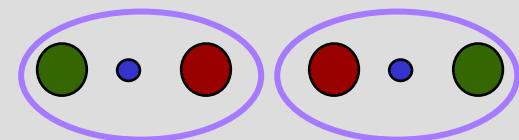
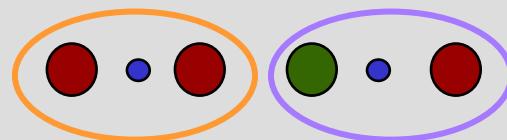
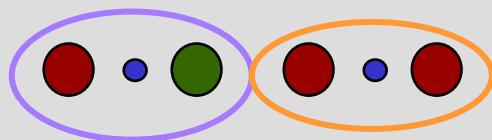


Beschleunigung  
der Erregerzelle



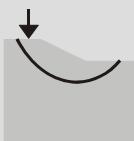
# Versuchsprogramm

- **3 Pfahlgruppen, jeweils bestehend aus 2 Pfahlpaaren**



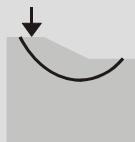
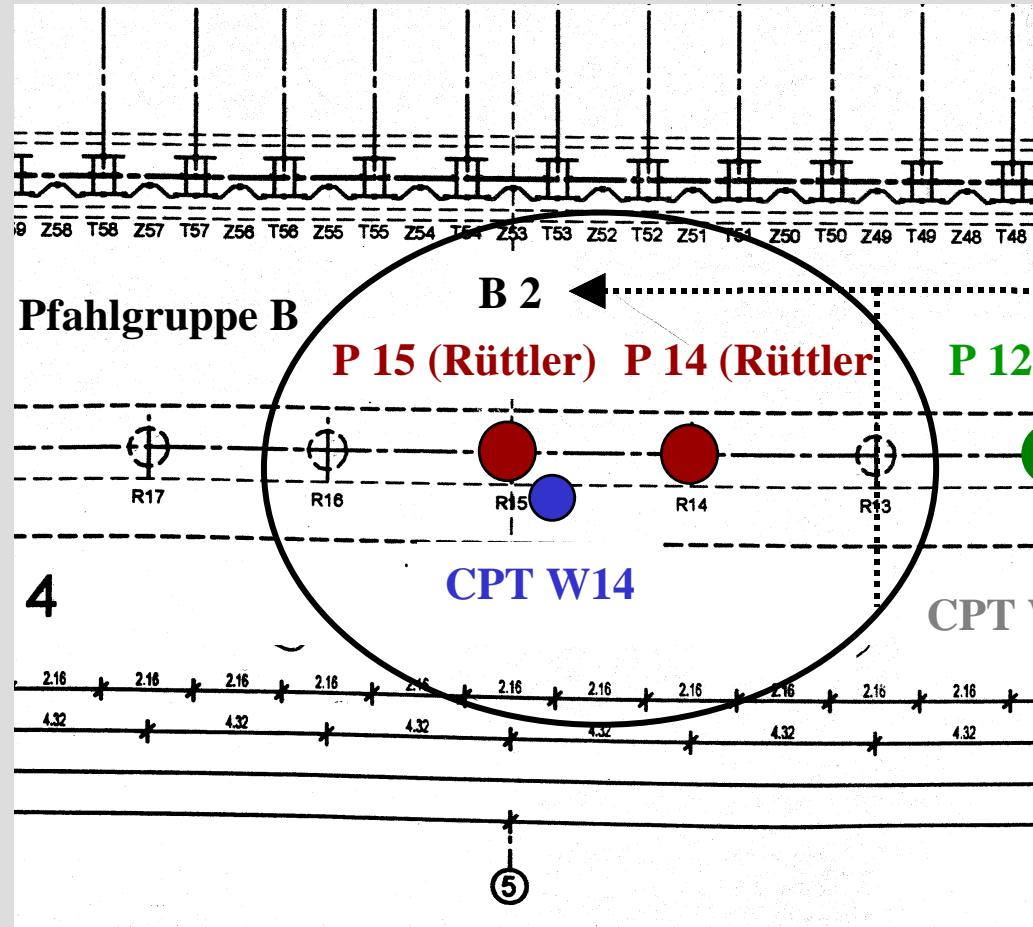
insgesamt wurden :

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



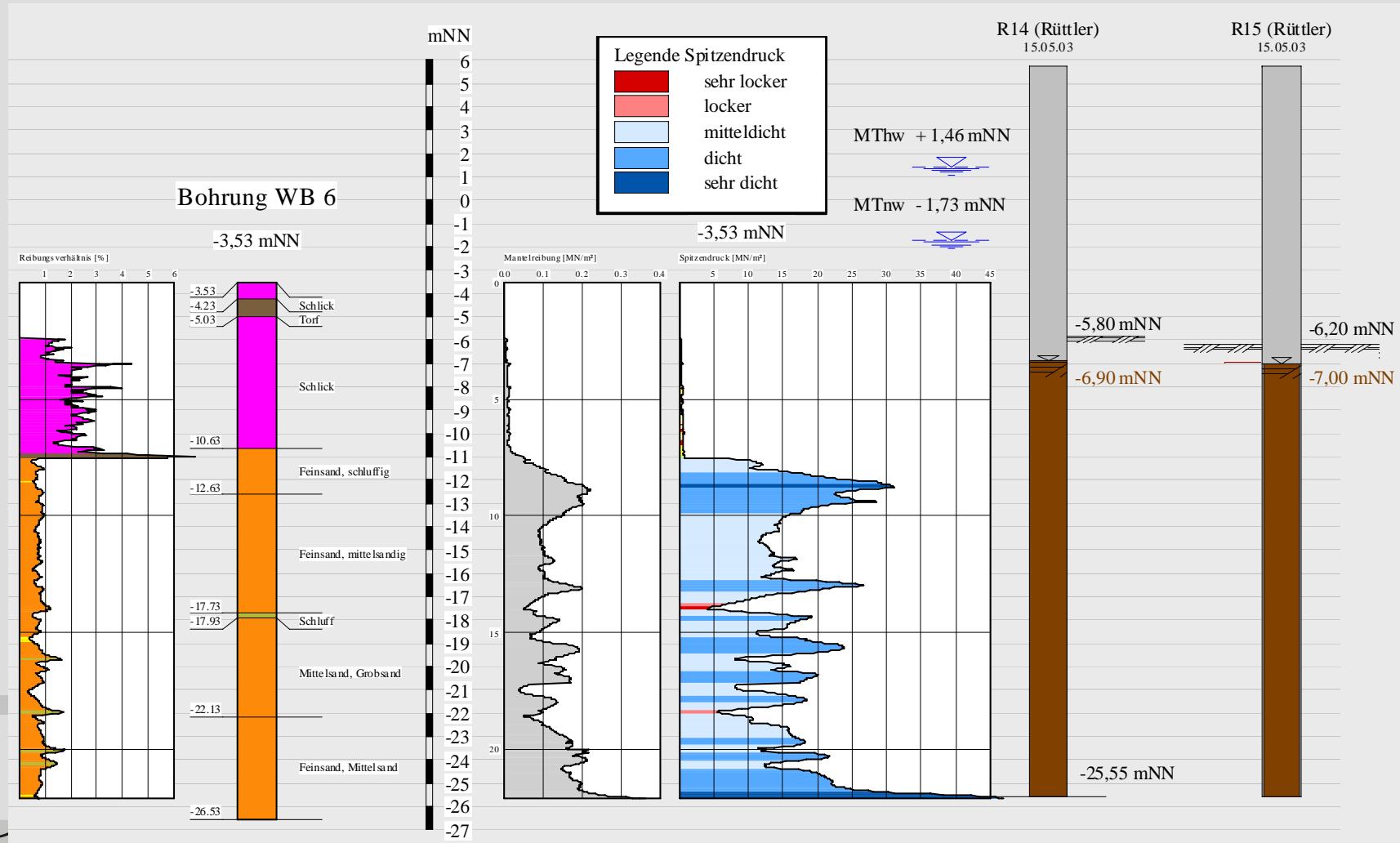
# Vorläufige Ergebnisse und allg. Analyse

## → Pfahlpaar B2, Lageplan



# Vorläufige Ergebnisse und allg. Analyse

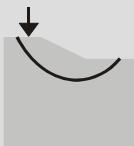
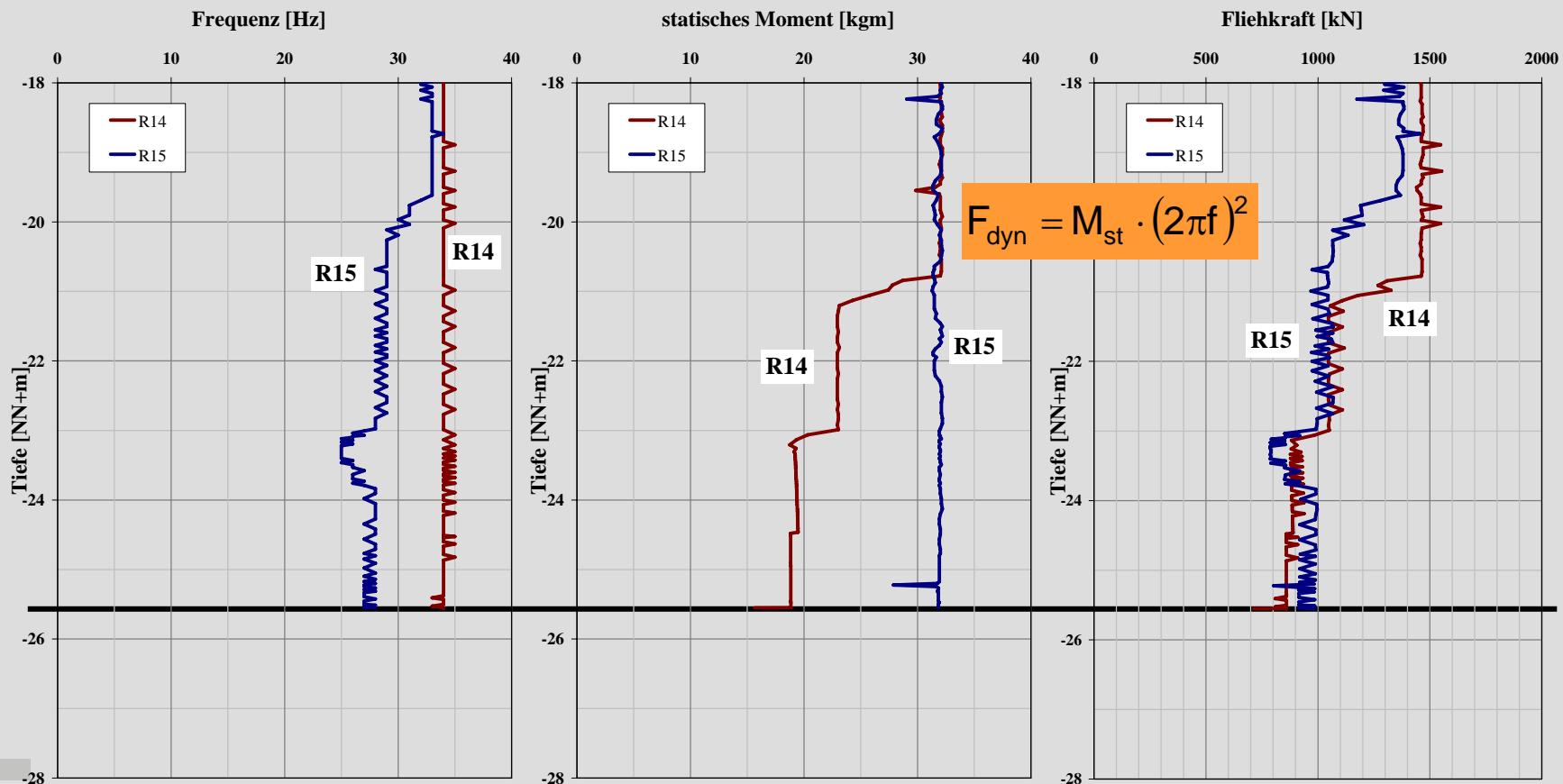
## → Pfahlpaar B2, Baugrundschnitt



# Vorläufige Ergebnisse und allg. Analyse

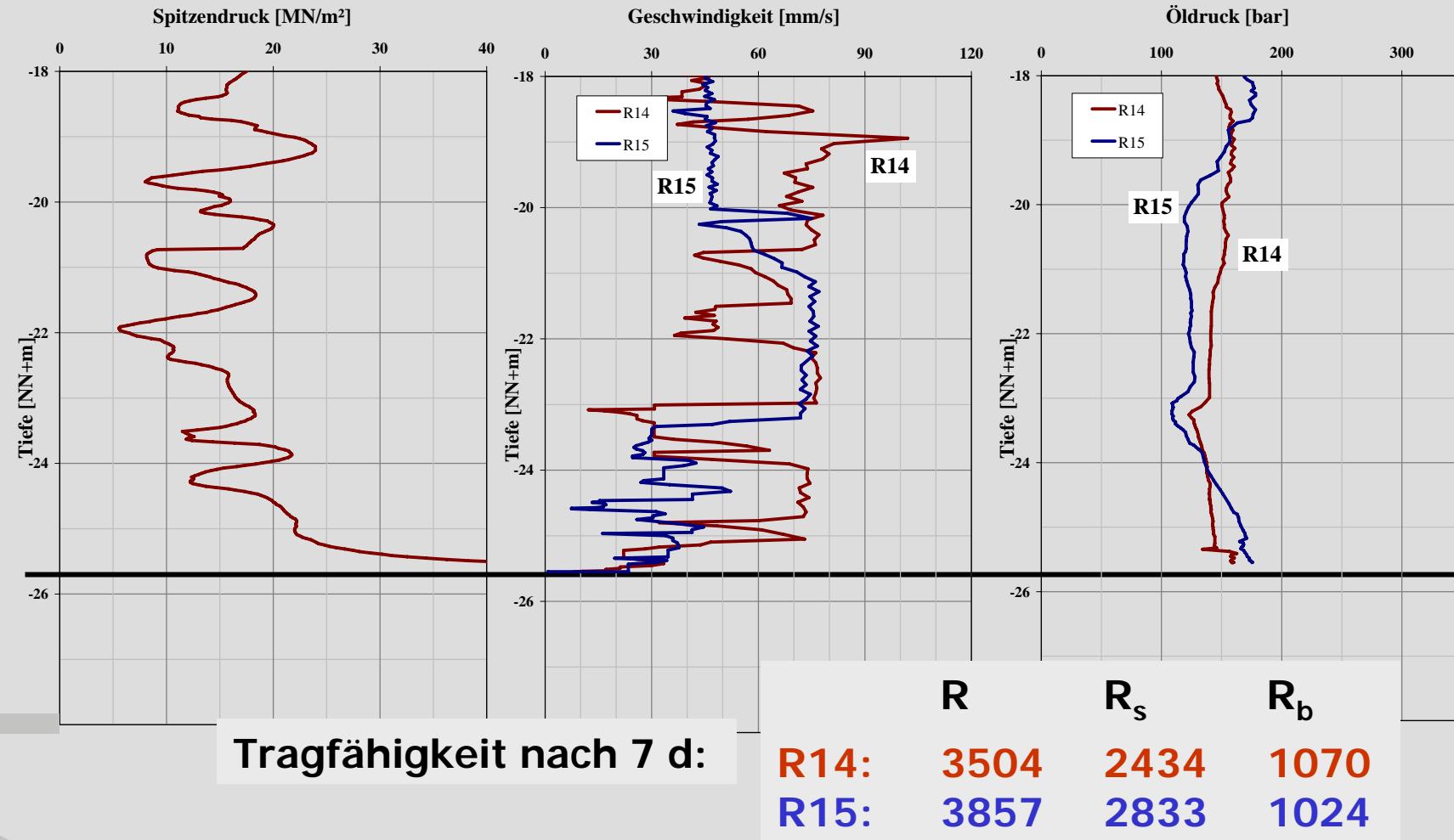


## Pfahlpaar B2, Stellgrößen



# Vorläufige Ergebnisse und allg. Analyse

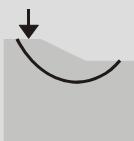
## → Pfahlpaar B2, Rütteldaten



# Vorläufige Ergebnisse und allg. Analyse

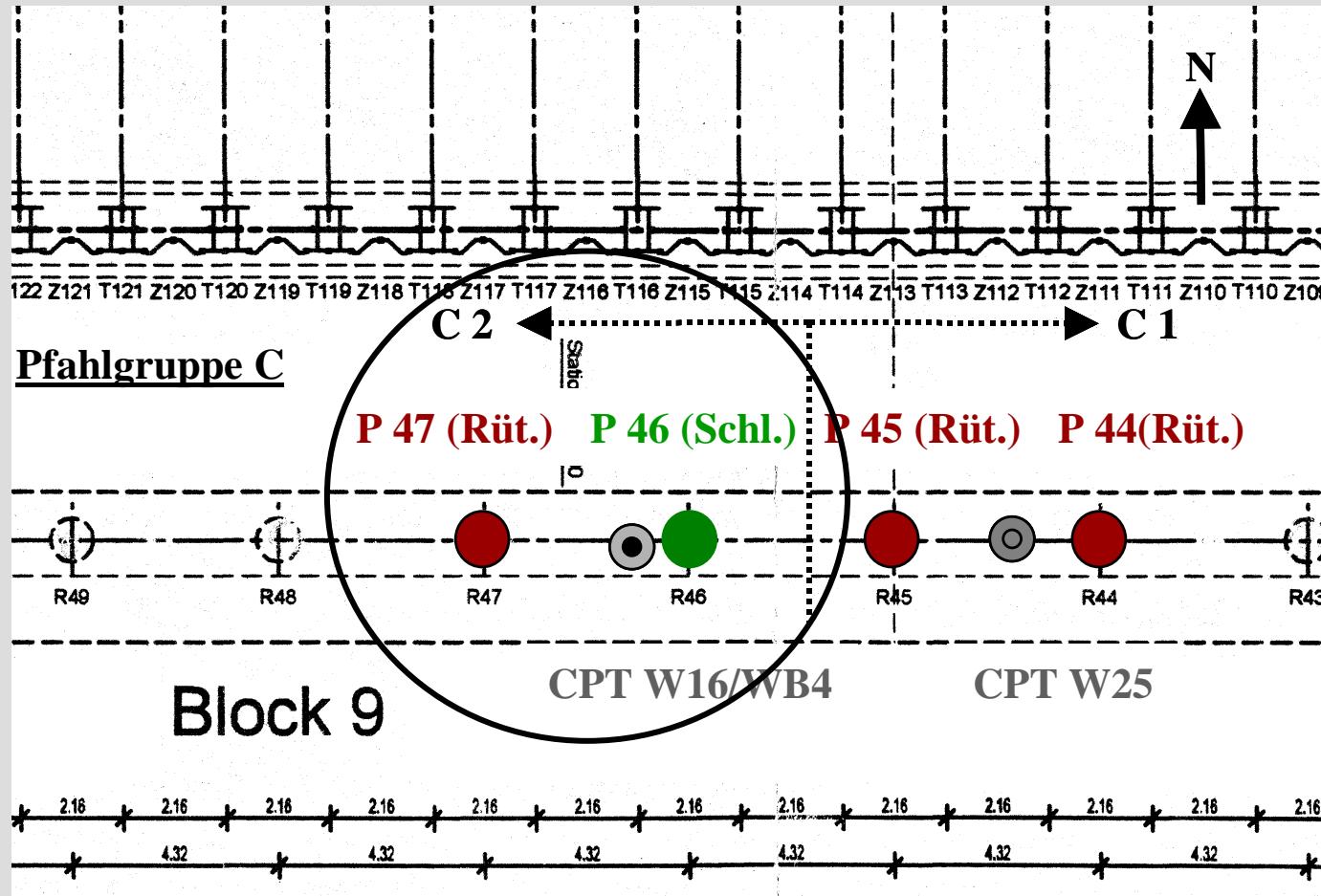
## III → Pfahlpaar B2, Fazit

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



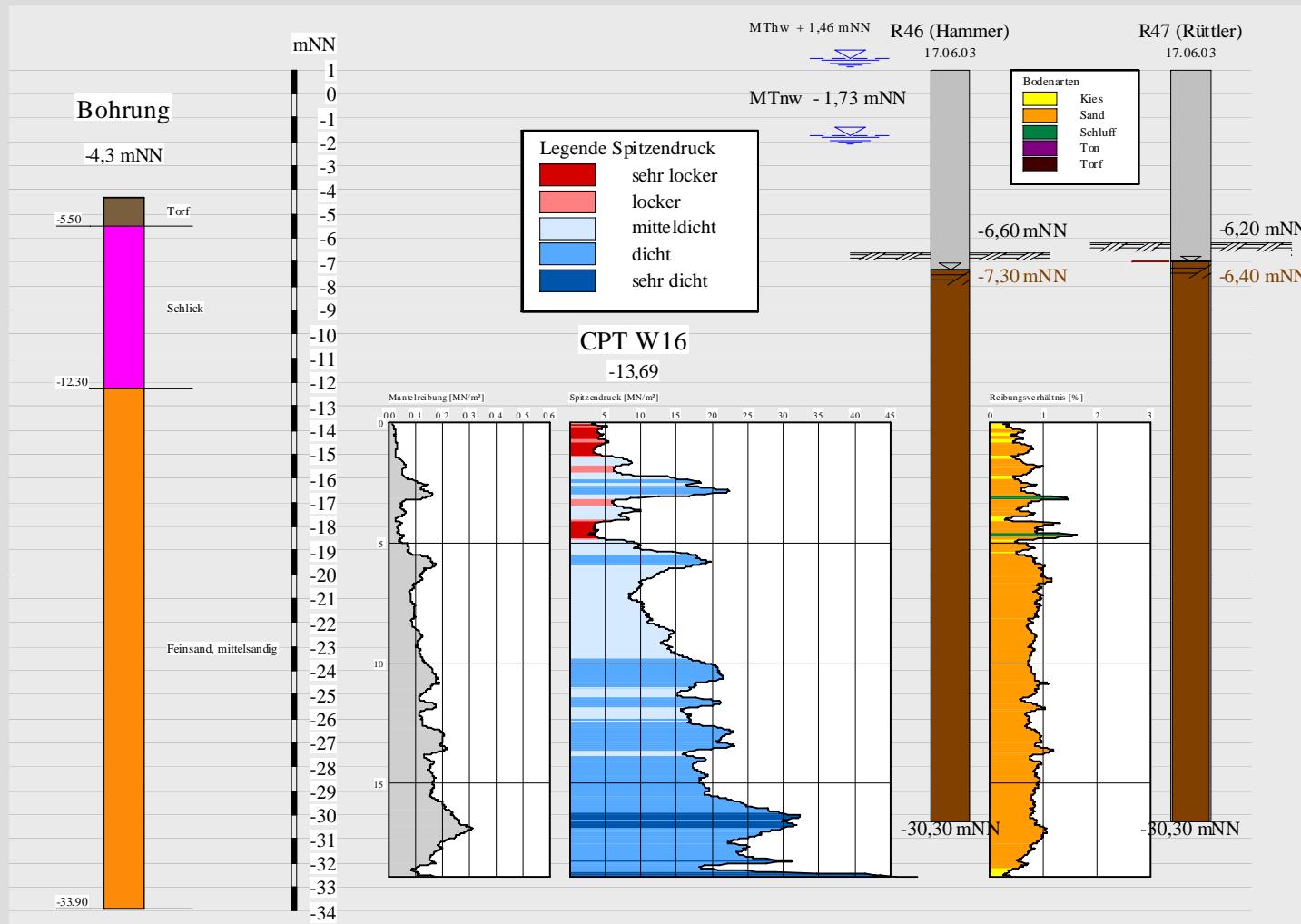
# Vorläufige Ergebnisse und allg. Analyse

## → Pfahlpaar C2, Lageplan



# Vorläufige Ergebnisse und allg. Analyse

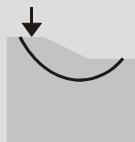
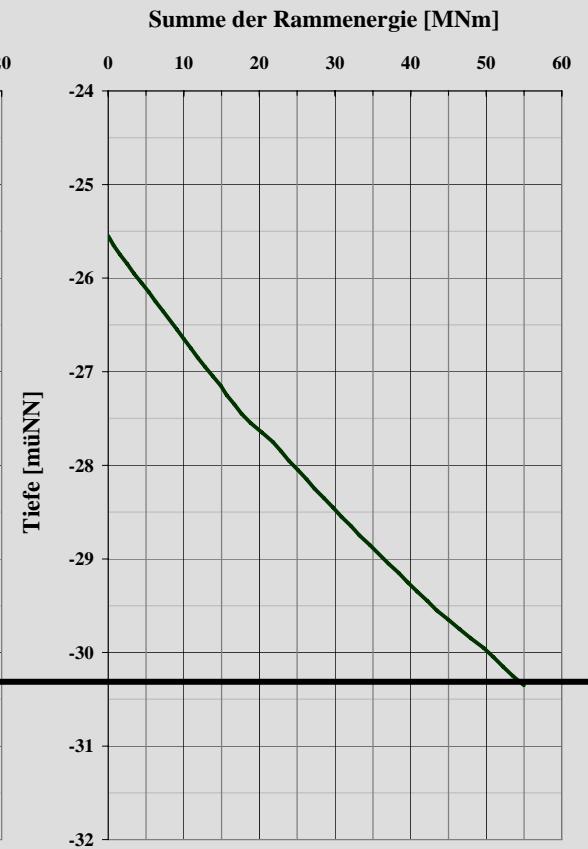
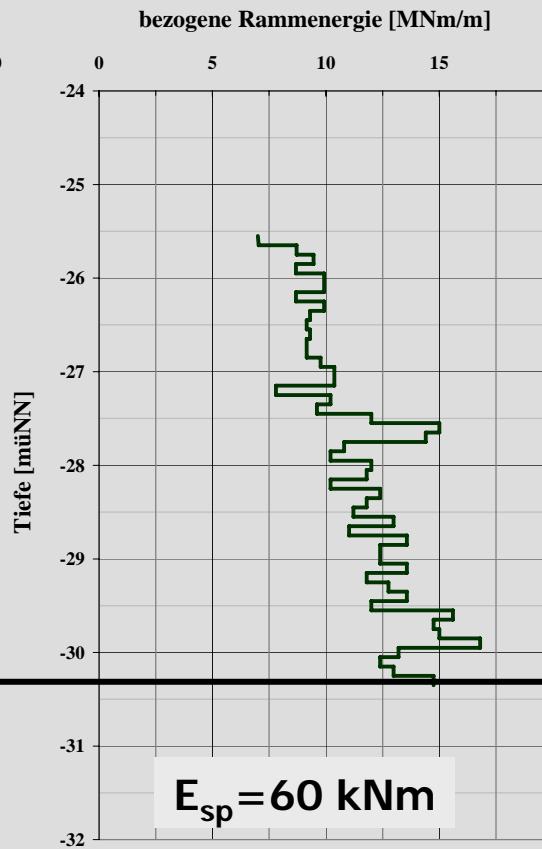
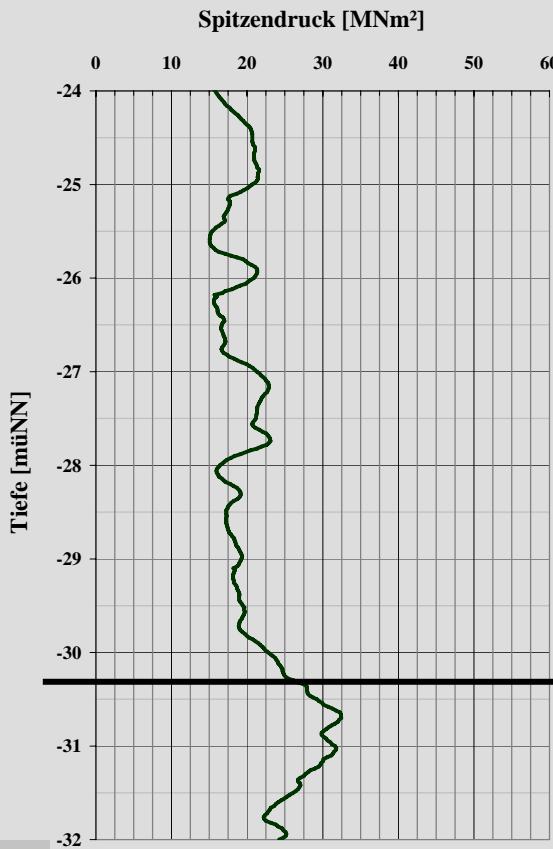
## → Pfahlpaar C2, Baugrundschnitt



# Vorläufige Ergebnisse und allg. Analyse



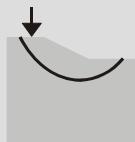
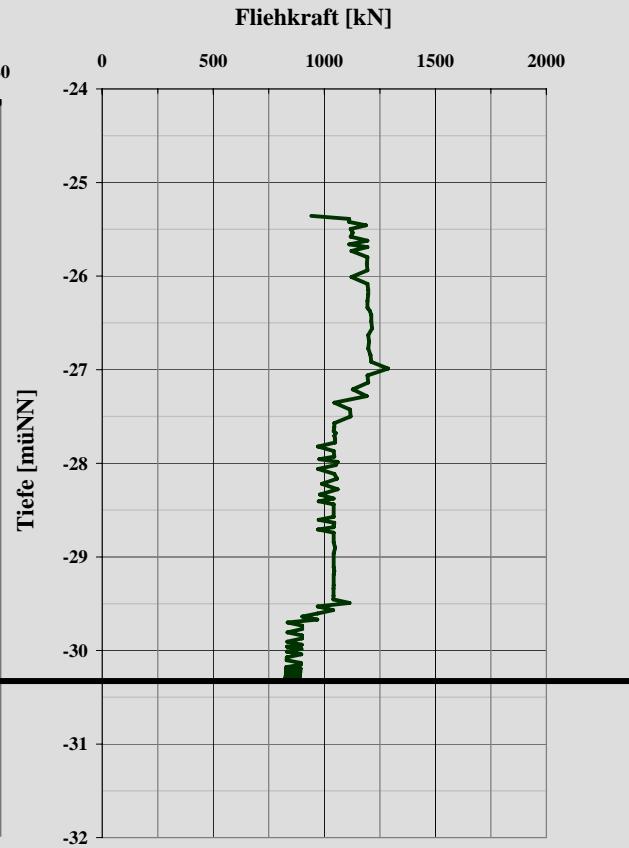
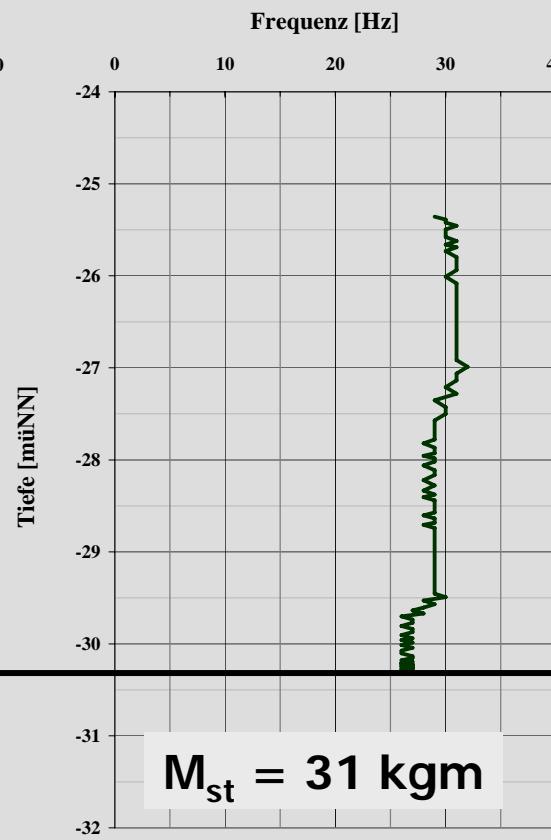
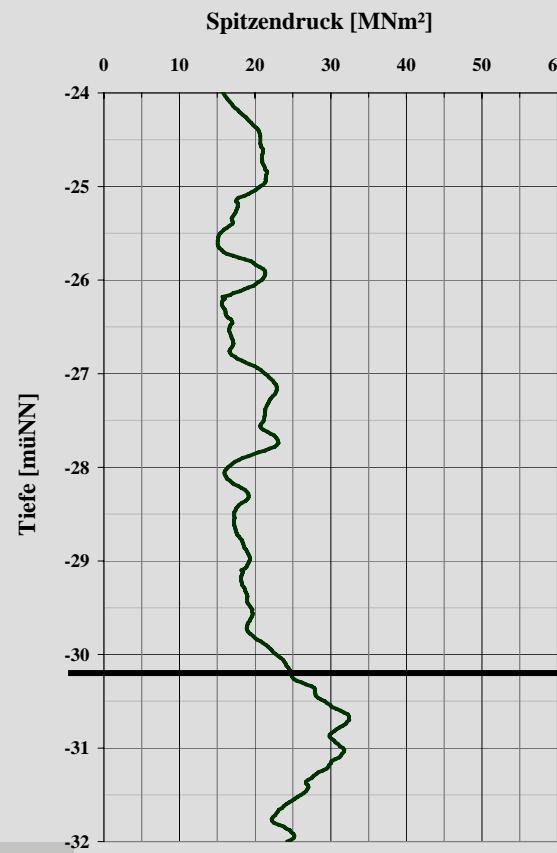
## Pfahlpaar C2, Rammpfahl



# Vorläufige Ergebnisse und allg. Analyse



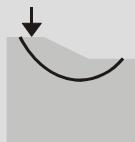
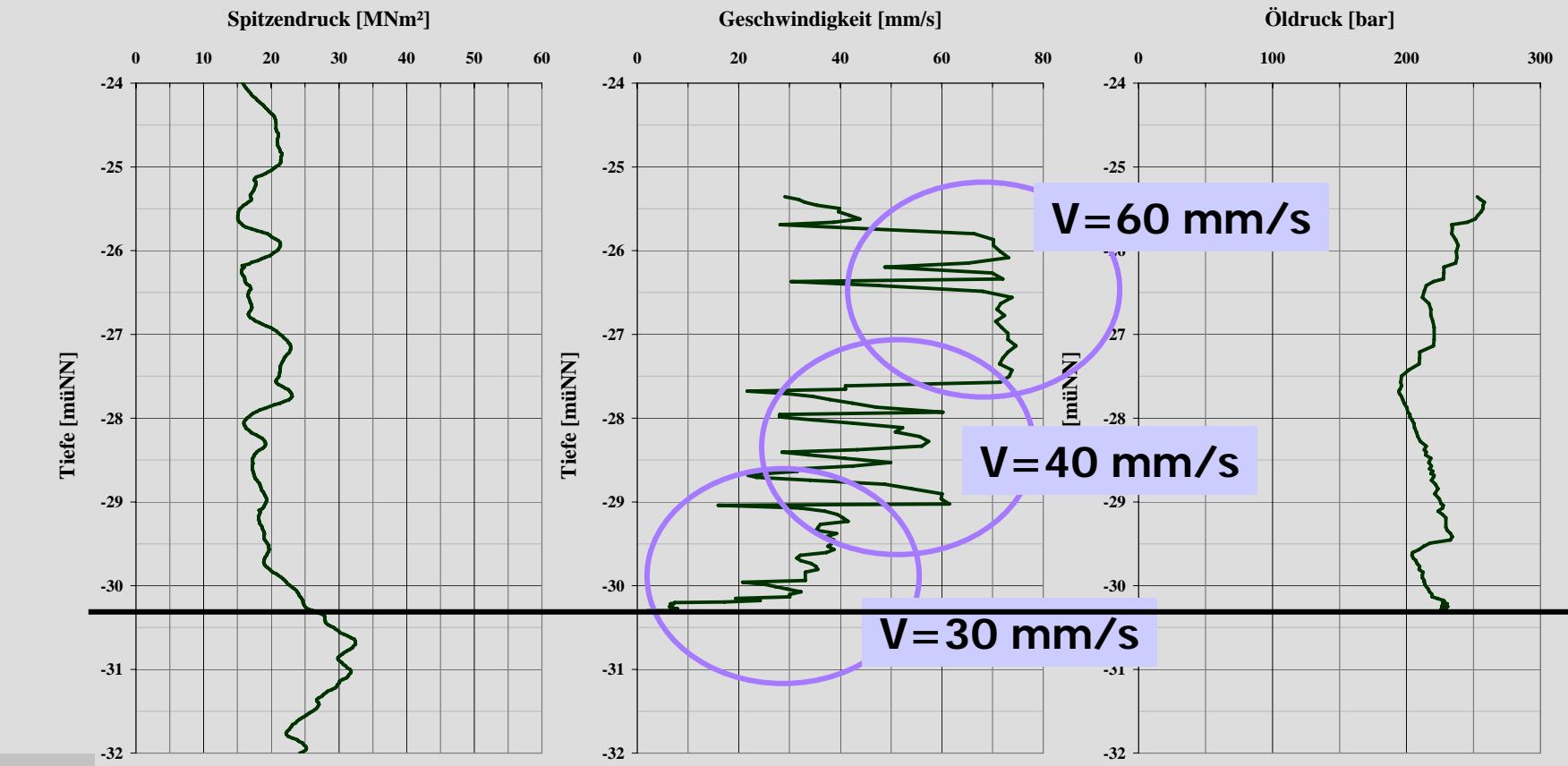
Pfahlpaar C2, gerüttelter Pfahl: Stellgrößen



# Vorläufige Ergebnisse und allg. Analyse



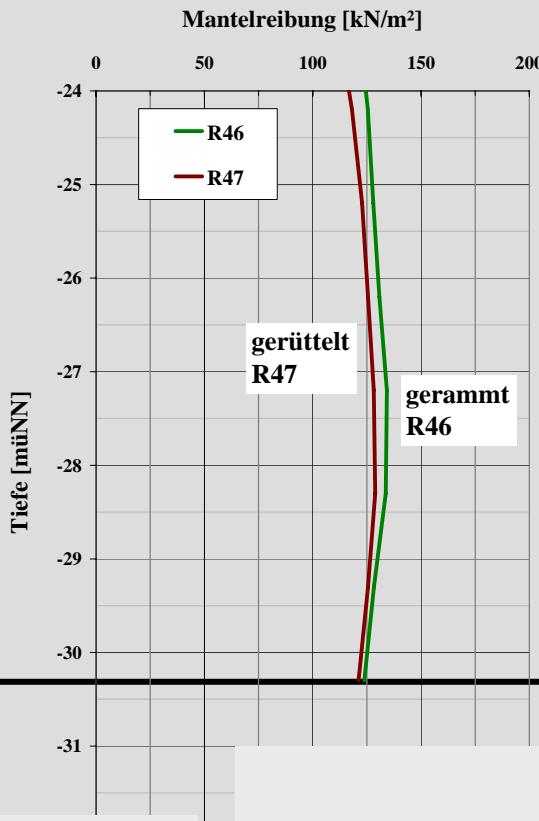
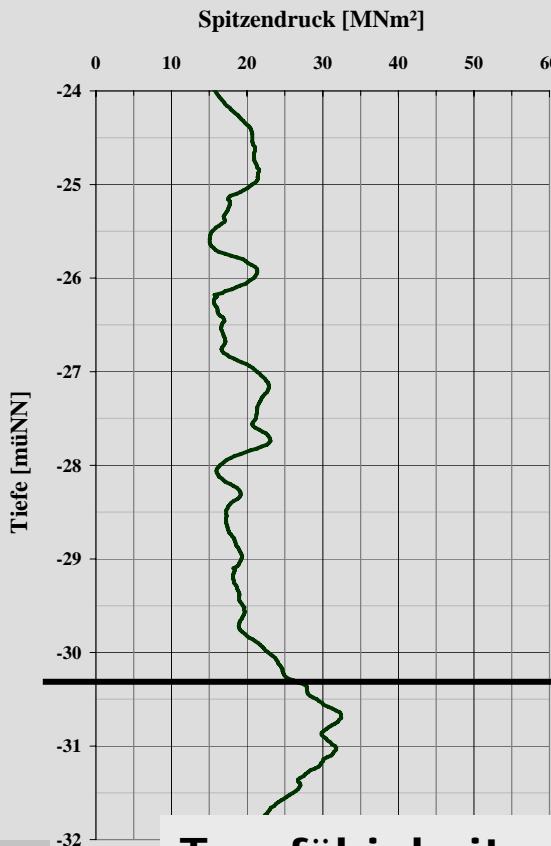
Pfahlpaar C2, gerüttelter Pfahl: Rütteldaten



# Vorläufige Ergebnisse und allg. Analyse

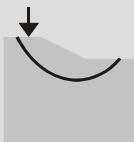


## Pfahlpaar C2, Tragfähigkeit



Tragfähigkeit nach 9 d:

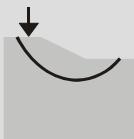
R	R <sub>s</sub>	R <sub>b</sub>
Gerammt R46: 5653	4858	795
Gerüttelt R47: 5316	4496	820



# Vorläufige Ergebnisse und allg. Analyse

## III → Pfahlpaar C2, Fazit

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

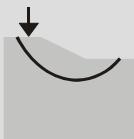


# Zusammenfassung

## 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 Ppropfenbildung



# 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**

