



Verklebungen bei Schildvortrieben Baugrundeinflüsse, Bewertung und Auswirkungen unter Berücksichtigung von Betriebsdatenanalysen

Dipl.-Geol. Fritz Hollmann

- Problemstellung
- Motivation
- Forschungsschwerpunkte
 - Universelles Verklebungsdiagramm
 - Erweiterung des Siebtrommelversuchs
 - Auswirkungen von Verklebungen auf Betriebsdaten
- Ausblick

Verklebungsneigung des Baugrunds hat für Schildvortriebe weitreichende verfahrenstechnische und leistungsbestimmende Konsequenzen

→ Fehleinschätzungen führen zu hohen wirtschaftlichen Schäden

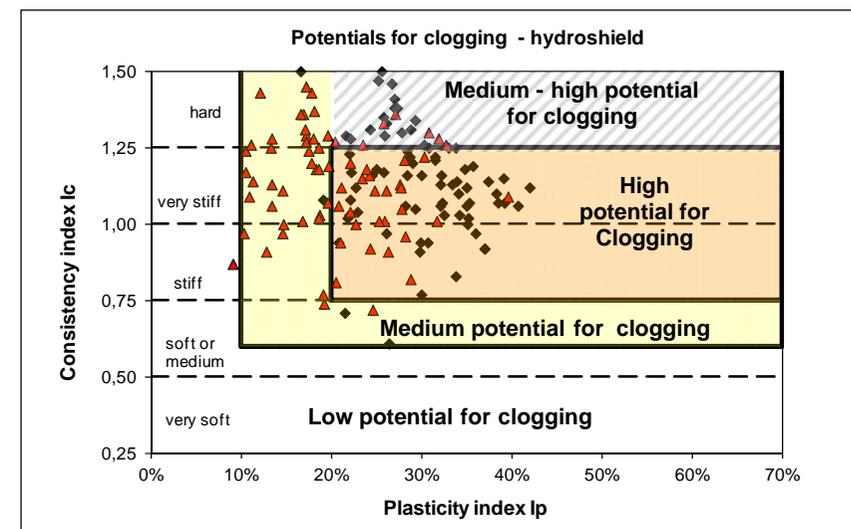


Verlässliche Prognosen der Verklebungsneigung unerlässlich

Seit 1999 einige Forschungsarbeiten zum Thema
„Verklebungen bei Schildvortrieben im Lockergestein“

Relevante Eigenschaften:

- Feinkornanteil
- Plastizitätszahl
- Konsistenzzahl
- Tonmineralogie



Warum ist weitere Forschung sinnvoll?

noch offene Fragestellungen:

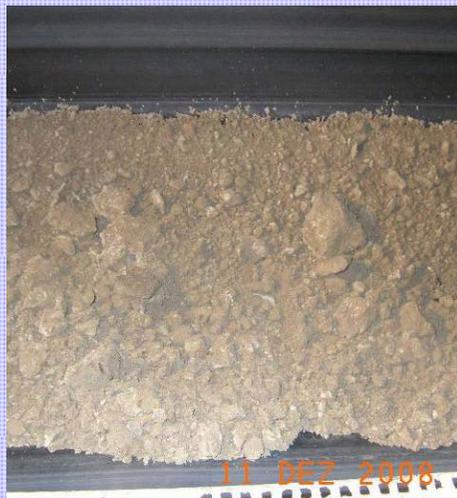
- Je nach Schildvortriebsverfahren unterschiedliche Verfügbarkeit von Wasser ist schwer zu bewerten
 - **Universelles Verklebungsdiagramm**
- Relevante Baugrundeigenschaften im Fels sind nicht eindeutig definiert
 - **Erweiterung des Siebtrommelversuchs**
- Quantifizierungen von Auswirkungen von Verklebungen sind schwierig
 - **Analyse von Betriebsdaten**



Bei Anwesenheit von Wasser:

Umwandlungen in klebrige Konsistenz
(→ Verklebungen) oder Feinkornfreisetzung

unveränderte
Klumpen



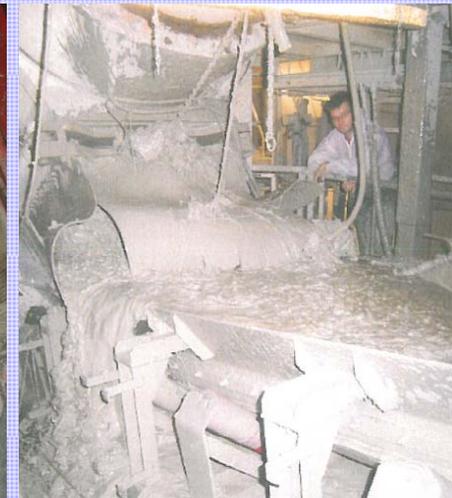
Klumpen mit
klebriger Rinde



Verklebungs-
material



flüssiger
Feinkornanfall



unterschiedliche Verfügbarkeit von Wasser erschwert Bewertung



Hydroschild → Verfügbarkeit von Wasser durch Stützflüssigkeit sehr hoch → **besonders kritisch**



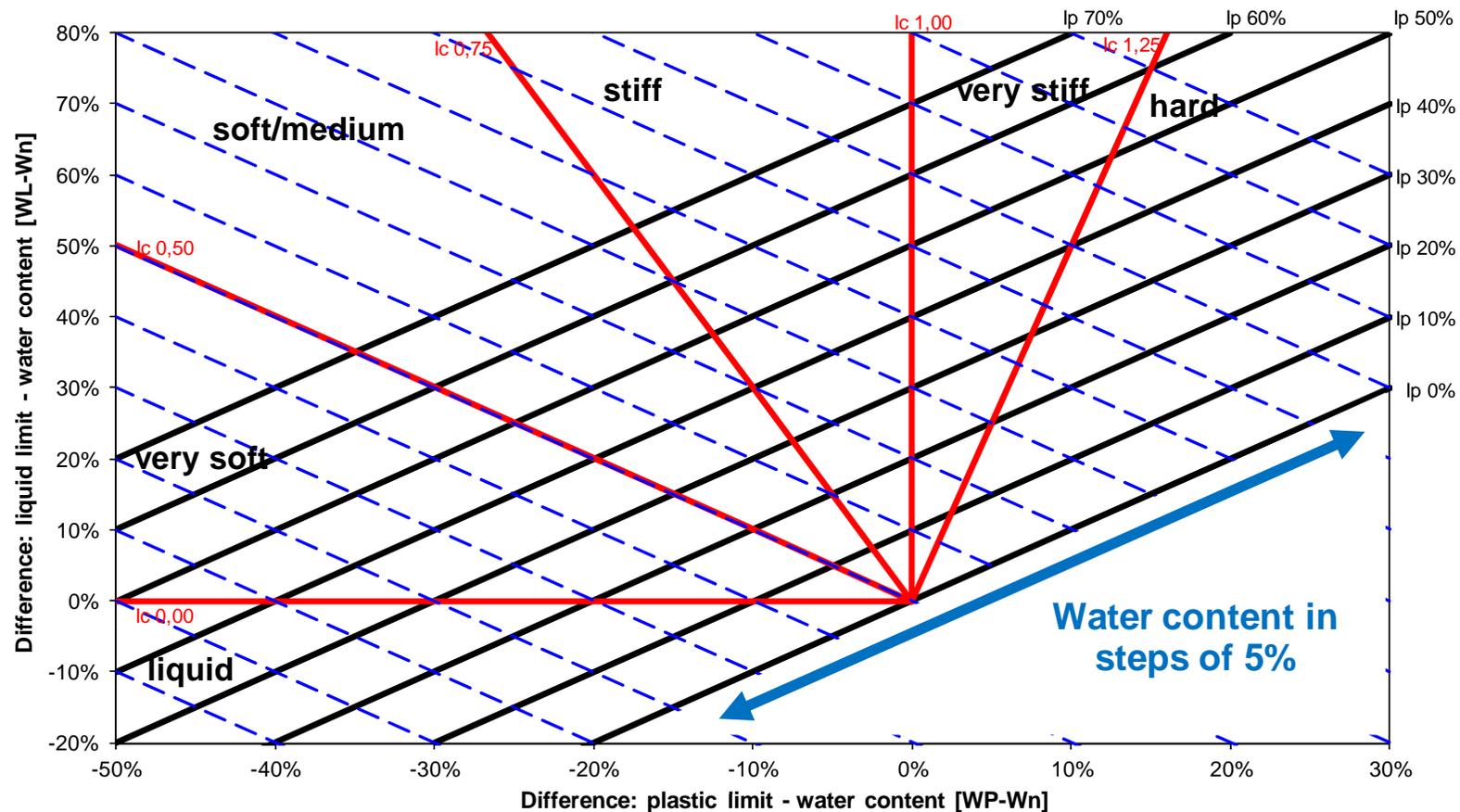
Offen gefahrene Schilde → **Verfügbarkeit von Wasser durch Bergwasserzulauf und Zulaufzeit** (indirekt: Stillstände → z.B. Ringbau)



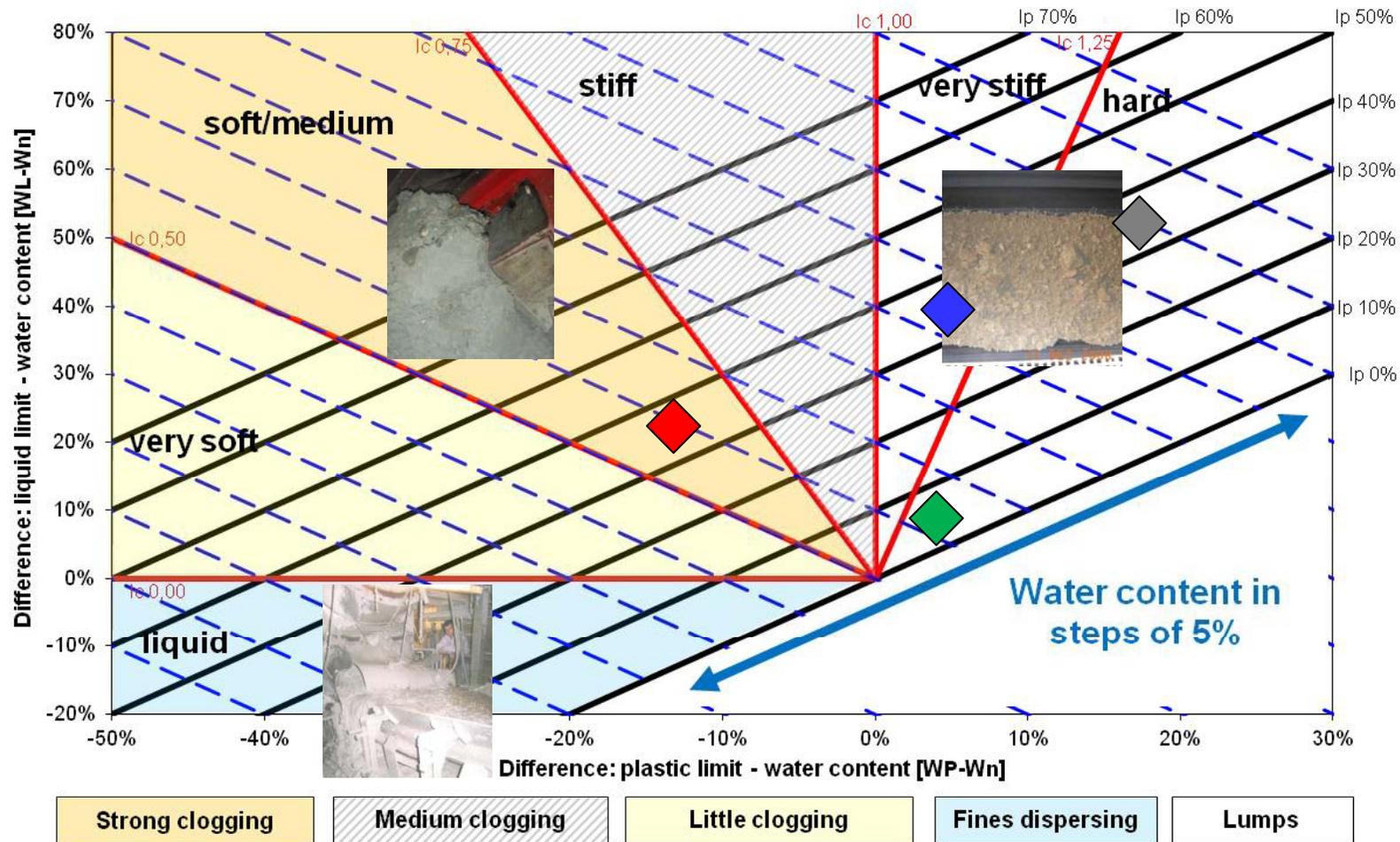
EPB-Schild → **gewünschte Wasserzugabe** zur Konditionierung Erdbrei



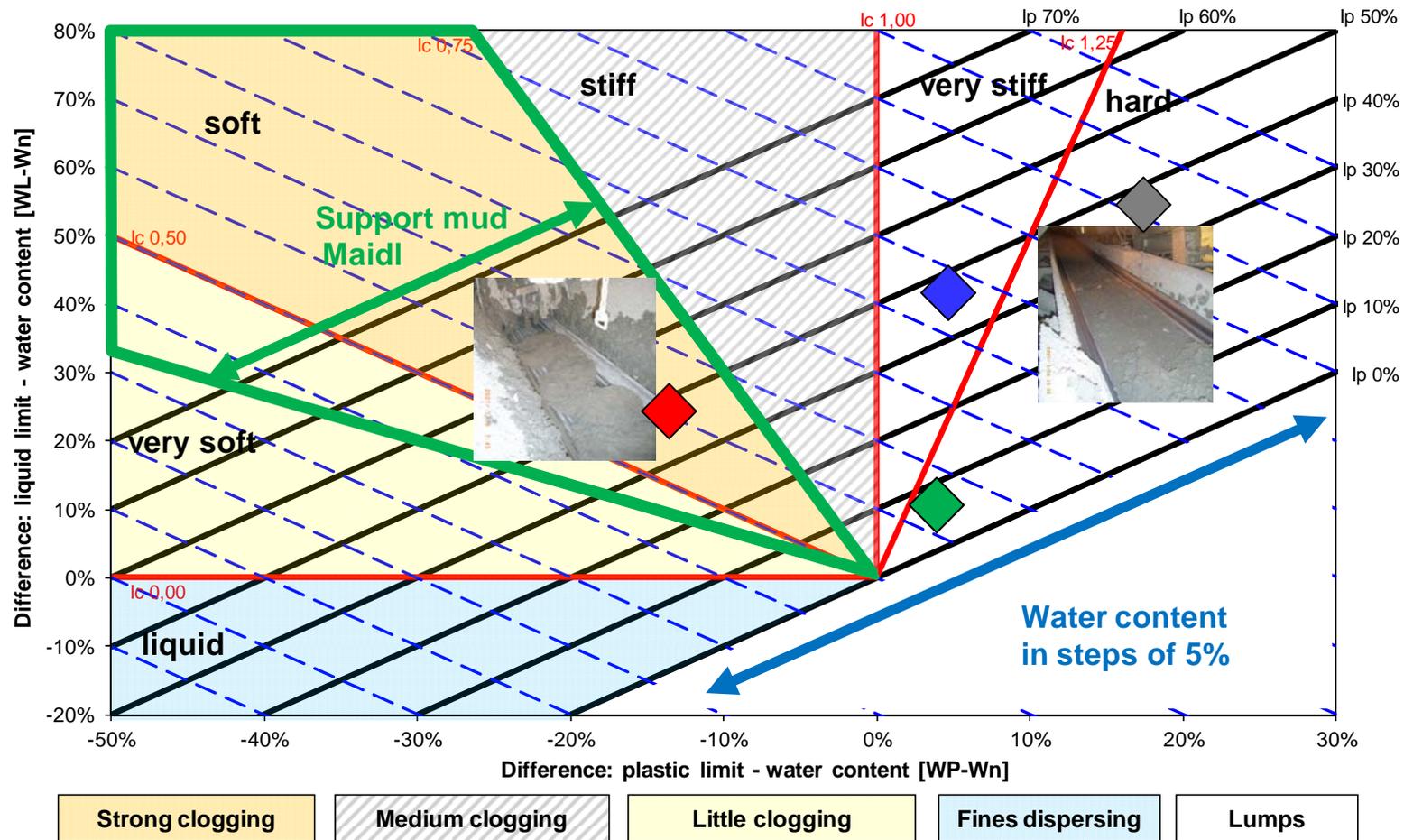
Achsen: Wasseränderung bis Fließ- und Ausrollgrenze
 Isohypsen von Plastizitäts- und Konsistenzzahl
 Skalennetz zur relativen Wassergehaltsänderung



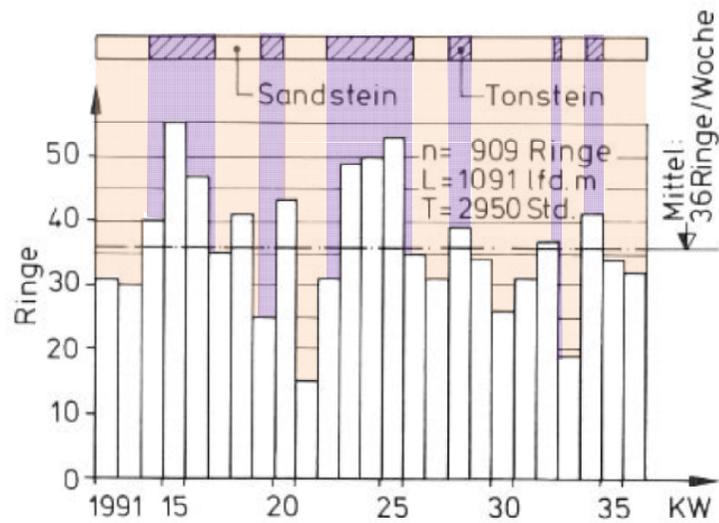
Abgrenzung von im Vortrieb kritischen Konsistenzfeldern
 → Bewertung wie wahrscheinlich kritische Umwandlung ist



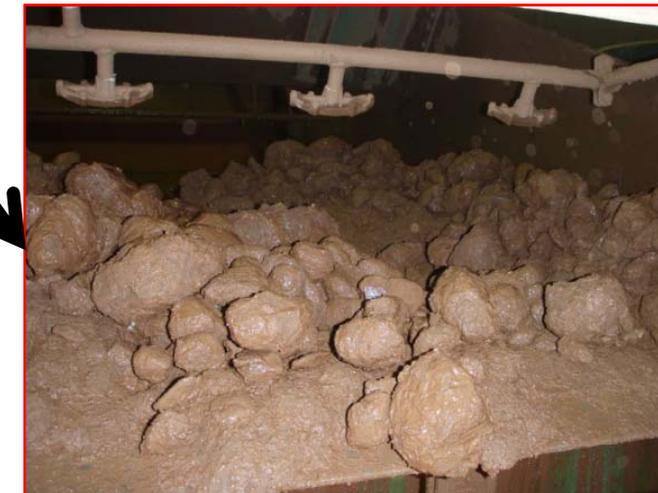
Abgrenzung von im Vortrieb gewünschten Konsistenzfeldern
 → Bewertung wie aufwendig Umwandlung ist



Festgestein: Chipbildung aufgrund mineralischer Bindung



Leistung Hydroschild: Maidl et al. 1995

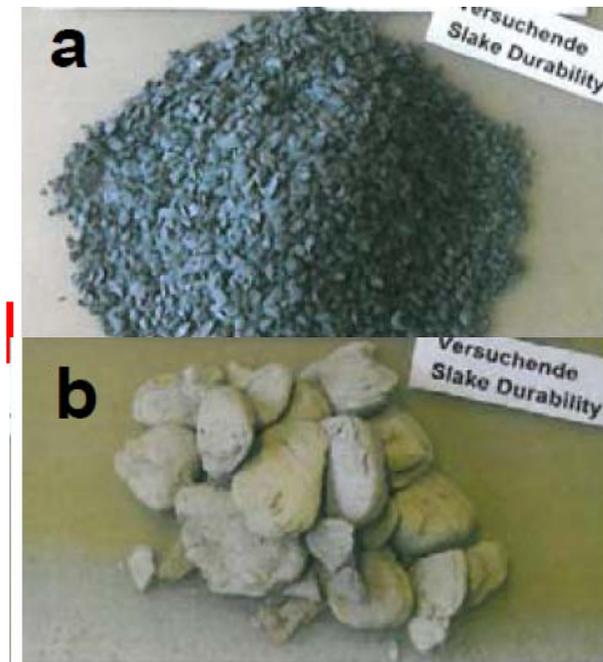


Teilbereich der Festgesteine: Veränderlich feste Gesteine →

Zerfall unter Einfluss von Wasser/mechanischer Beanspruchung

Siebtrommelversuch/Slake-Durability-Test

→ je größer Siebtrommelrückstand, desto beständiger Fels



Modifikation des Siebtrommelversuchs

→ bodenmechanische Untersuchung der Zerfallsprodukte



Bewertung der Zerfallsprodukte analog zum Lockergestein

→ keine zu unkritische Bewertung (Verklebungsrest in Trommel)

→ keine zu kritische Bewertung (Gesteinssplitter in Becken)

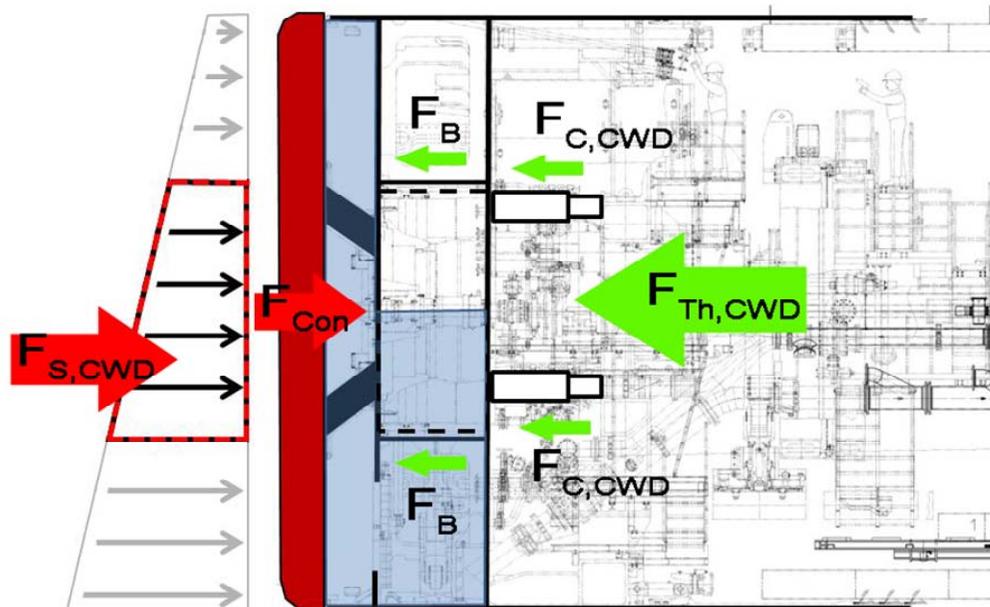


„Pufferung“ durch Verklebungen zwischen Schneidrad und Ortsbrust → Abfall Abbaueffektivität

→ Änderung bestimmter Betriebsdaten
z.B. Anstieg Schneidradanpresskraft

Rohdaten der Betriebsdatenaufzeichnung haben auch technische Teilkomponenten

→ z.B. Schneidradanpresskraft



F_{Con} = Kontaktkraft Schneidrad

$F_{Th,CWD}$ = Schneidradanpresskraft

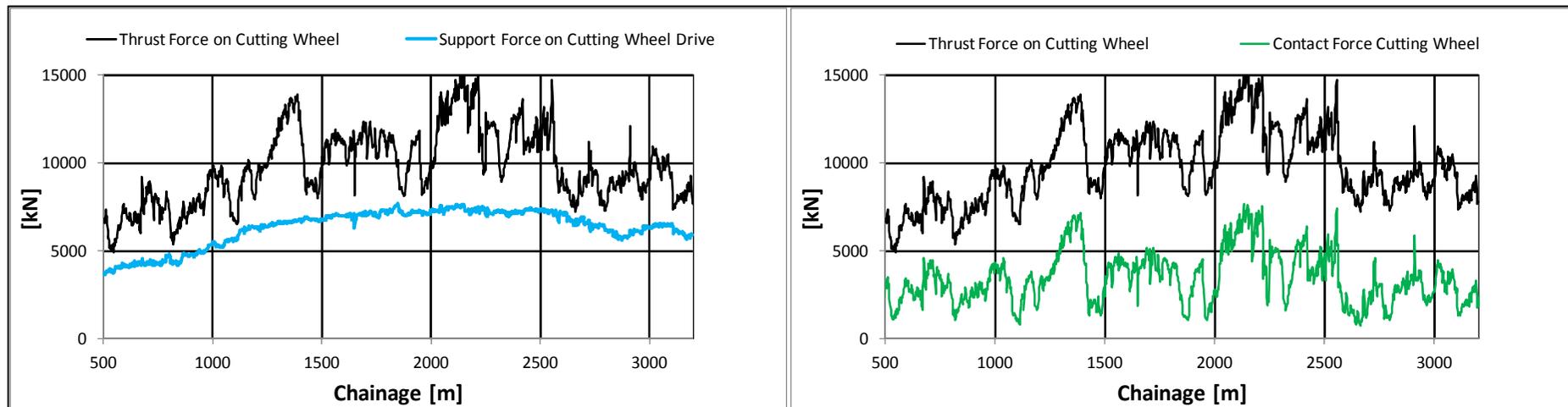
$F_{S,CWD}$ = Stützdruckkraft auf Schneidradantrieb

F_B = Reibungskraft Lager

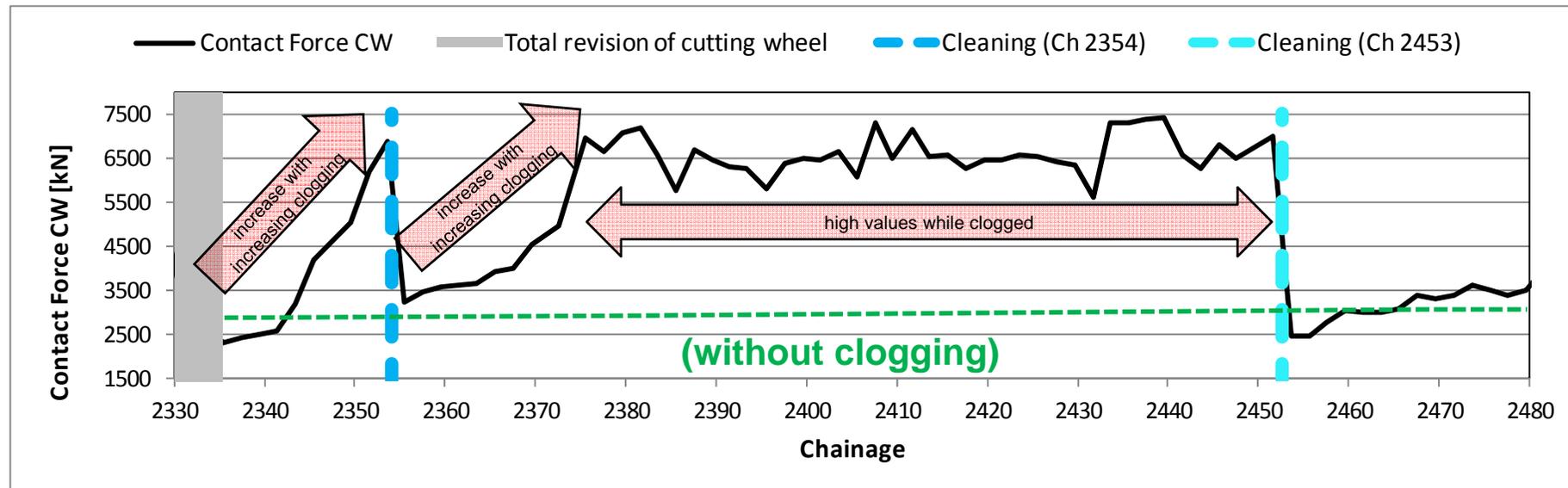
$F_{C,CWD}$ = Reibungskraft
Schneidradverschiebezylinder

Rohdaten der Betriebsdatenaufzeichnung haben auch technische Teilkomponenten

→ z.B. Schneidradanpresskraft



Beispiel: Hydroschild im Kies mit Lehmlagen



Weitere Betriebsdatenänderungen durch Verklebungen (Hydroschild Kies):

- Verringerung Vortriebsgeschwindigkeit um 40%
- Verringerung Penetration um 40%
- Erhöhung Schneidraddrehmoment um 90%
- Erhöhung Schneidradstromaufnahme um 45%

Problem: ähnliche Änderungen durch andere Einflüsse
 → Überlagerungseffekte

Verschleiß



Blöcke



Höhere Konsistenz / Lagerungsdichte



Lockergestein bzw. universelles Verklebungsdiagramm

- Anwendbarkeit hängt von Angaben in Baugrundgutachten ab (verlässliche Bergwasserprognosen und relevante Kennwerte nötig)

Fels bzw. erweiterter Siebtrommelversuch

- Erweiterter Siebtrommelversuch Möglichkeit
- Weiterer Forschungsbedarf (möglicher Ansatzpunkt: untersuchen warum bestimmte Tonsteine nicht kleben)

Betriebsdatenanalysen

- Zusätzliche Rohdaten ohne technische Anteile
- Analysen nur für kurze Vortriebsabschnitte mit möglichst vielen bekannten Einflüssen (Baustellendokumentation)



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

The presented research is part of project A1 within the Collaborative Research Center SFB-837 (Interaction modeling in mechanized tunneling), funded by the German Research Foundation DFG. Additional funding was provided by Herrenknecht AG, Germany