

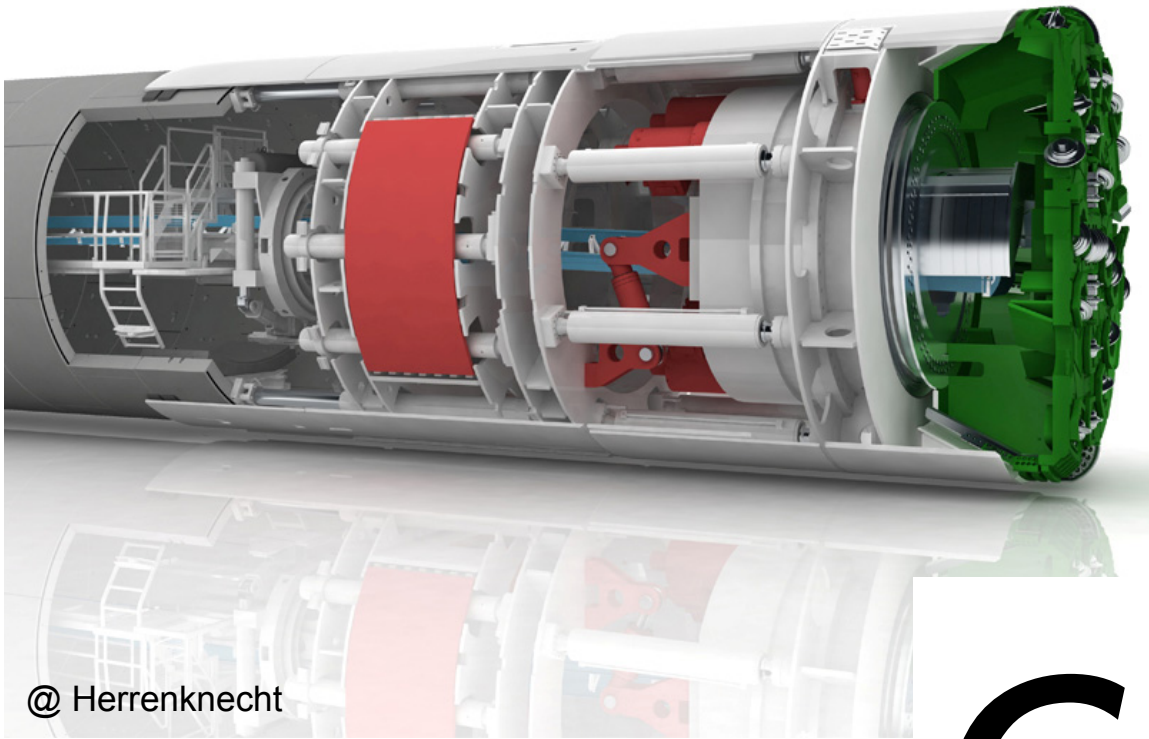


Auf dem Weg zu einer besseren Prognose?

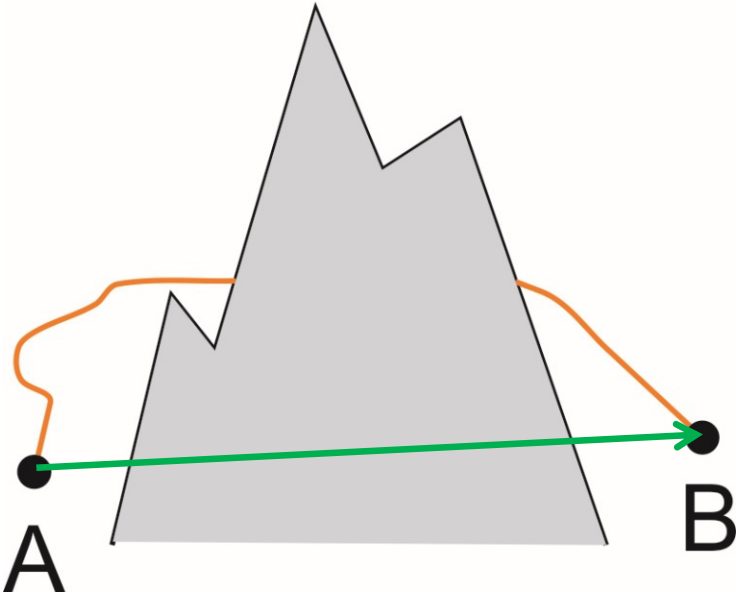
Der Einfluss geologisch-geotechnischer Parameter auf die Lösbarkeit des Gebirges

Lisa Wilfing

Carola Wieser



@ Herrenknecht



€

?

- Leistungsprognose für TBM-Vortriebe im Hartgestein
- Modelle für Penetrationsprognosen
 - Eingangsparemeter Trennflächengefüge
 - Eingangsparemeter Spannungszustand
- Zusammenfassung

Leistungsprognose




Penetrationsprognose

Wie tief dringt eine Diske pro Bohrkopfumdrehung in das Gestein ein?

Verschleißprognose

Wie hoch ist der zu erwartende Materialverlust einer Diske im Hinblick auf den Rollweg?

- viele Prognosemodelle sind nicht mehr Stand der Technik 
- Forschungsgruppe ABROCK
- Entwicklung eines neuen Prognosemodells „**Alpine Model**“

Empirische Modelle



basierend auf
Datenanalyse von
Tunnelprojekten

Gehring Modell



Theoretische Modelle



basierend auf
Schneidversuchen im
Labor

CSM Modell



$$\text{Penetration} = \frac{F_N}{\sigma_u} \cdot k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5$$

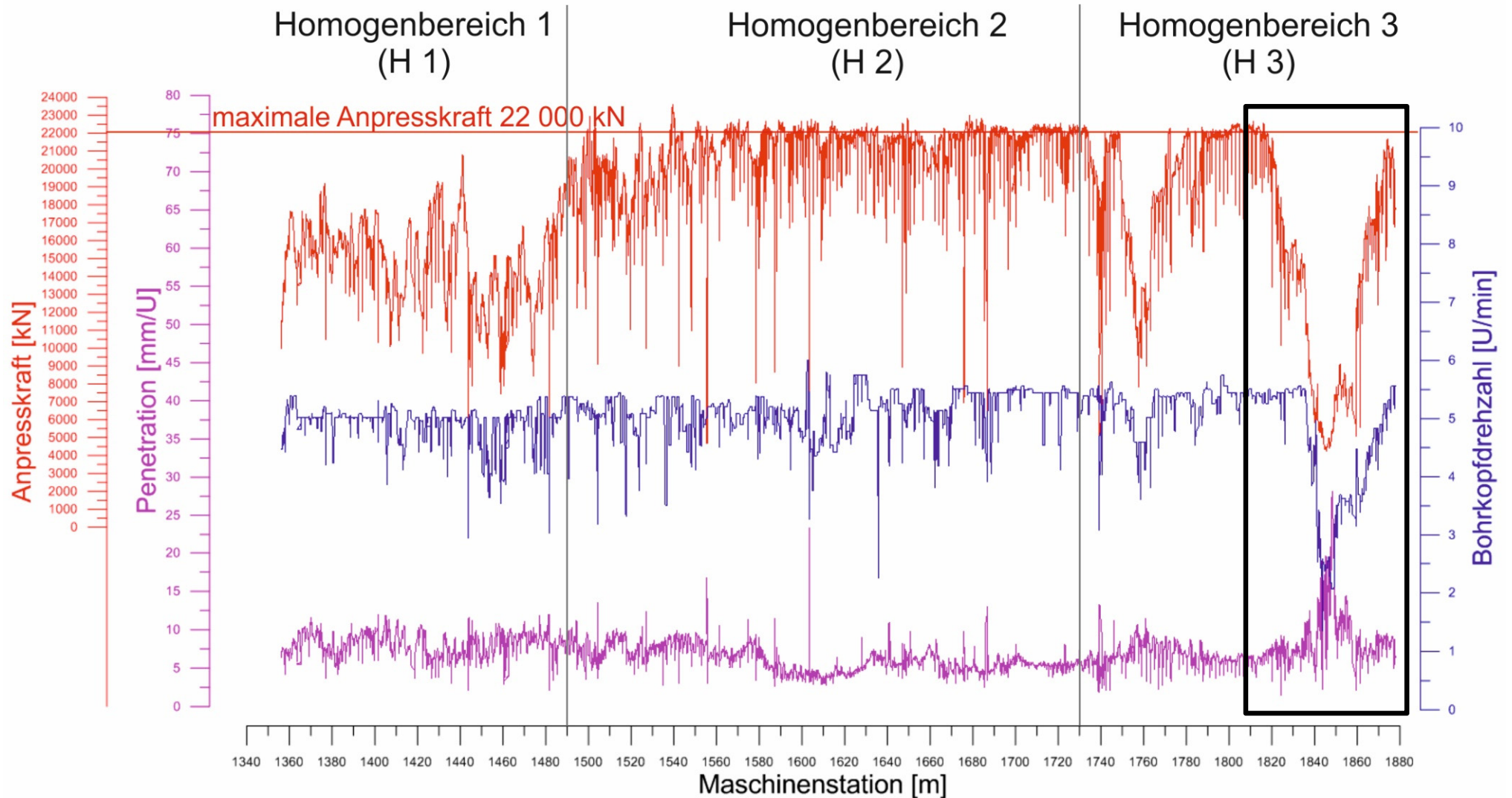
Geologische Parameter

| Gesteinseigenschaften | Gebirgseigenschaften |
|------------------------------------------|----------------------------|
| Einaxiale Druckfestigkeit (σ_u) | Gebirgsgefüge (k_2) |
| Bruchenergie (k_1) | Spannungszustand (k_3) |

Maschinelle Parameter

| |
|------------------------------|
| Anpresskraft (F_N) |
| Bohrkopfdrehzahl |
| Diskenzahl |
| Diskendurchmesser (k_4) |
| Schneidringbreite |
| Schneidspurabstand (k_5) |

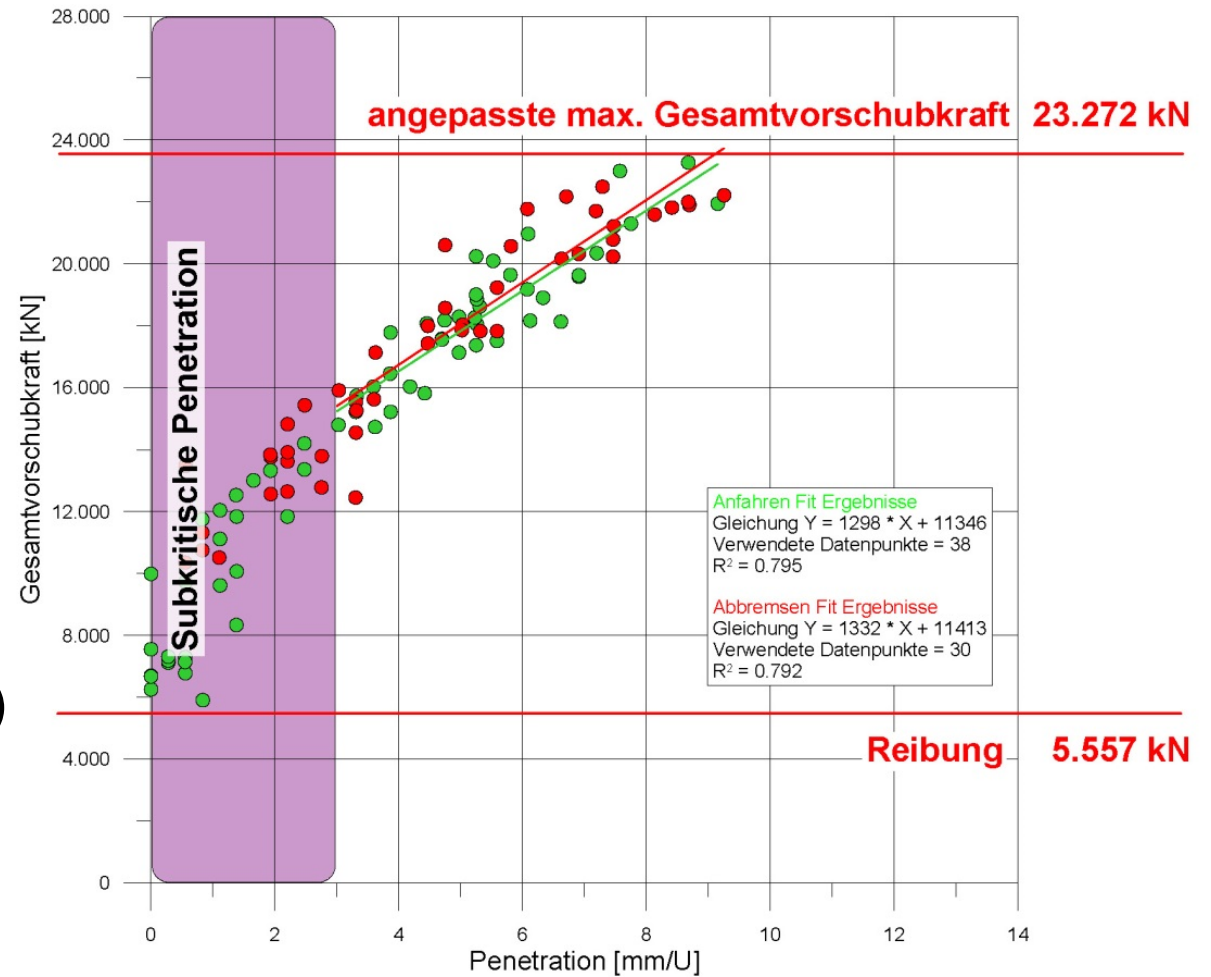
Gebirgsgefüge – Einfluss auf den Vortrieb ?

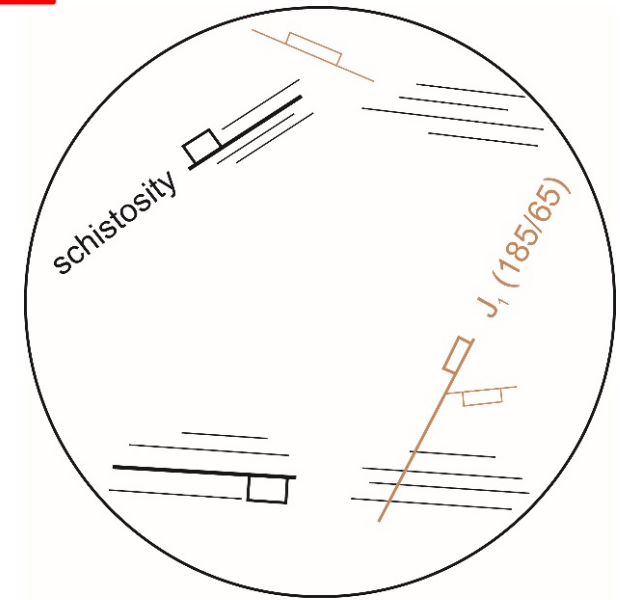
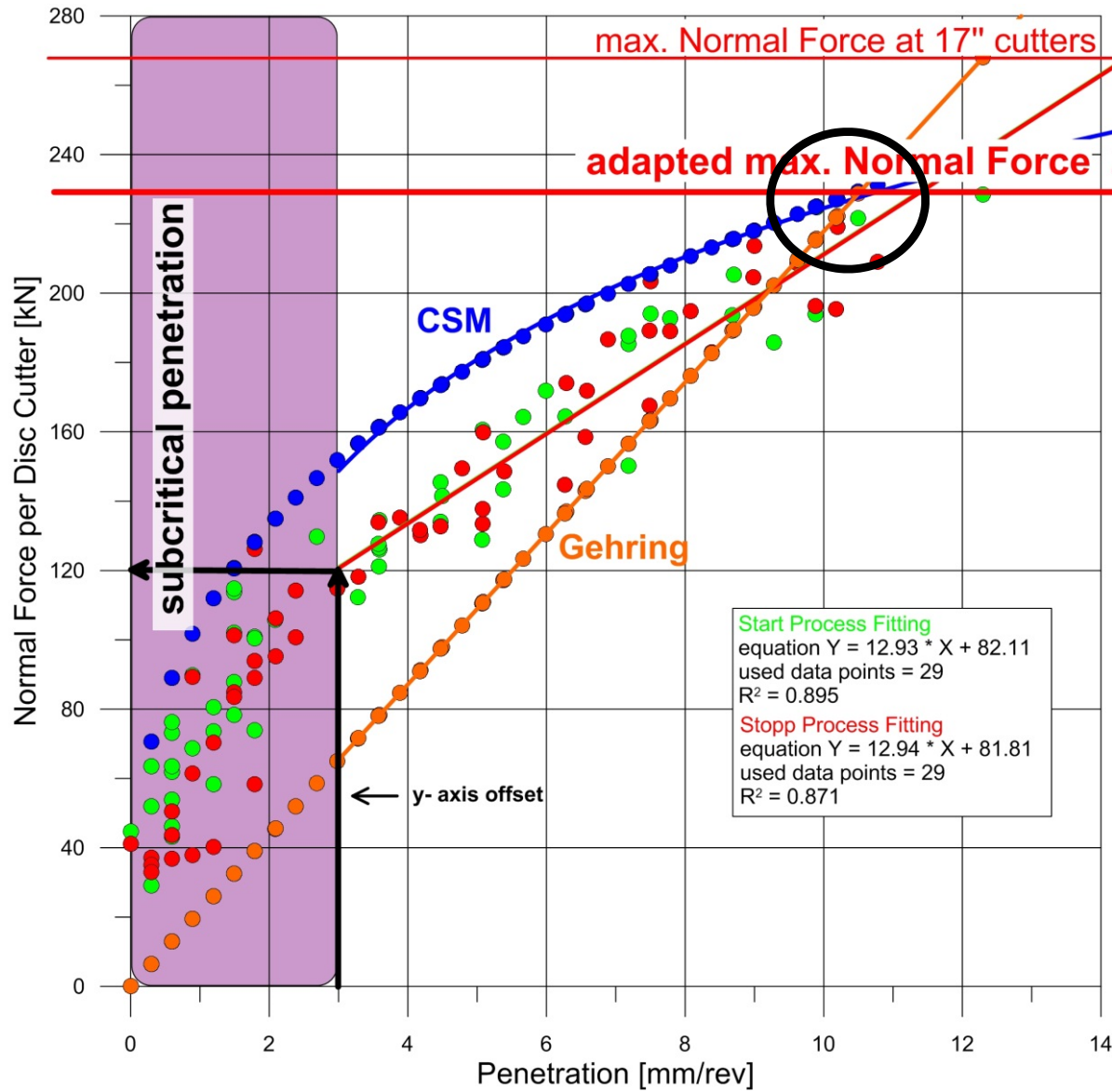


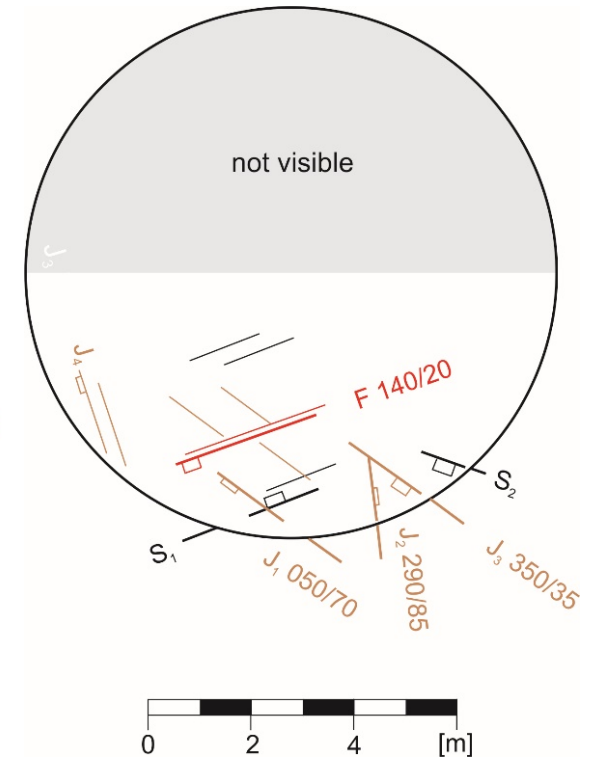
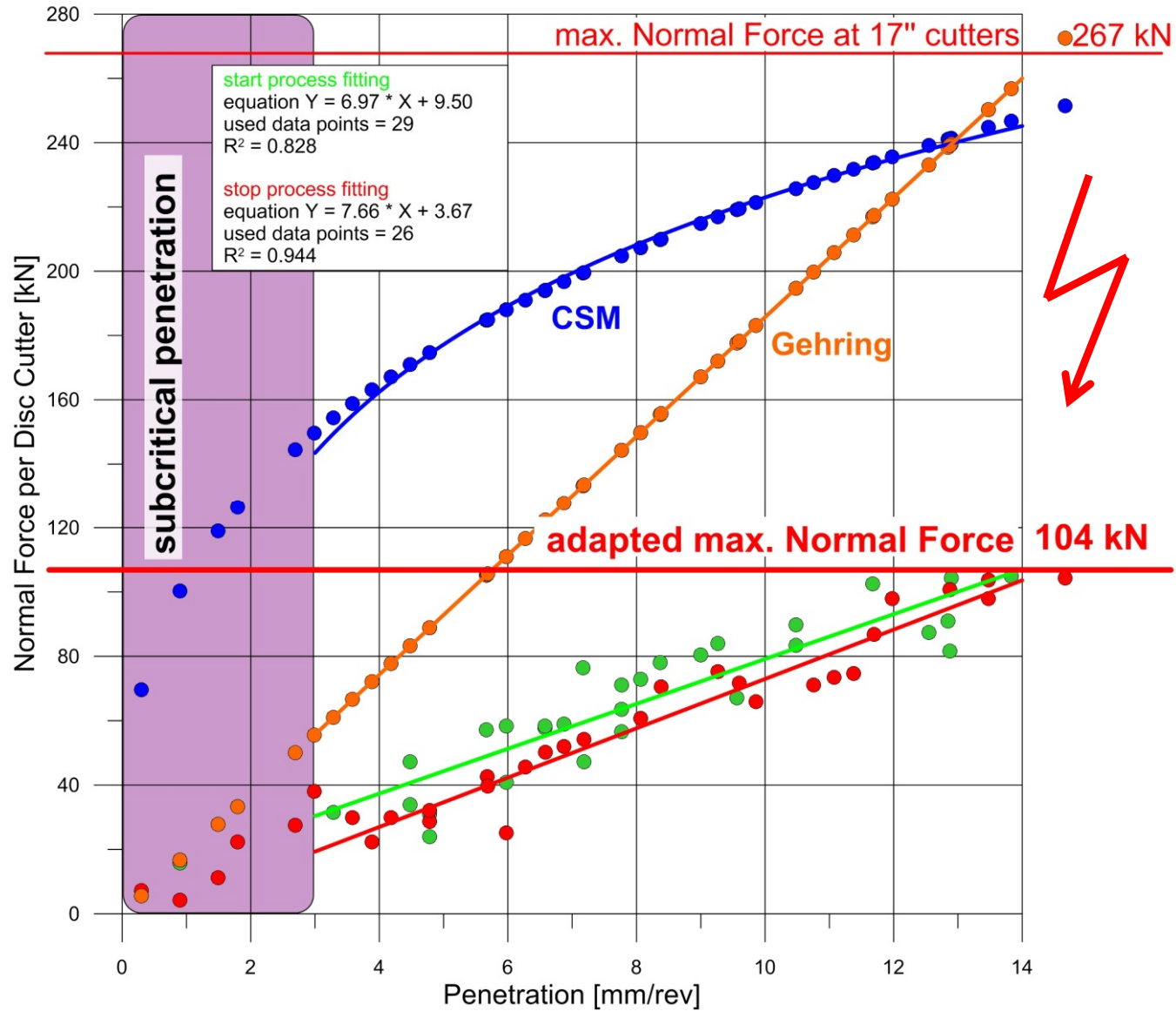
- **Ziel:** Analyse der Interaktion zwischen Maschine und Gebirge
- **Methodik:** Steuerung der TBM unter fest definierten Bedingungen
→ Vergleich von unterschiedlichen geol. Verhältnissen, Maschinentypen & Tunnelprojekten möglich
- **Vorteil:** In-situ Versuch auf der TBM → kein Maßstabeffekt



- **Leerhub** (Reibung)
- **Start-Test:** Erhöhung der Anpresskraft von 0 bis Maximum (grüne Punkte)
- **Stop-Test:** Erniedrigung der Anpresskraft von Maximum bis 0 (rote Punkte)







k_2 = „Faktor Trennflächengefüge“ n. GEHRING

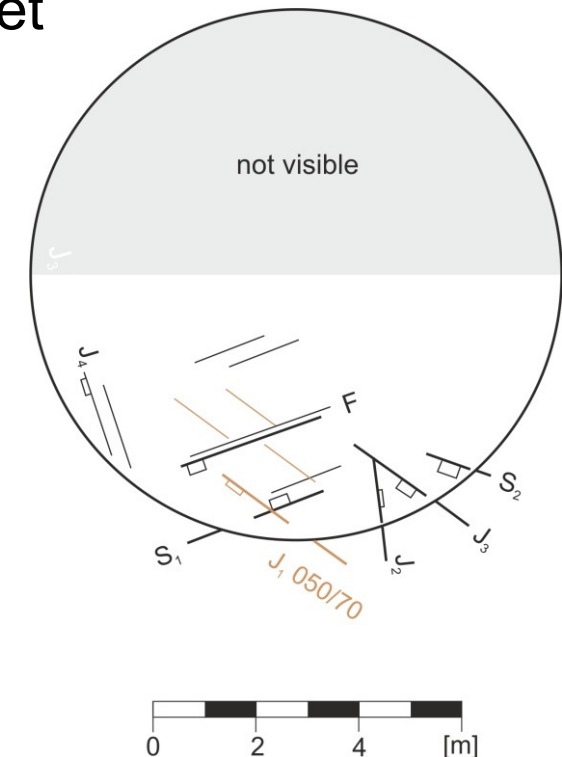
Input : $k_2 = 1,3$

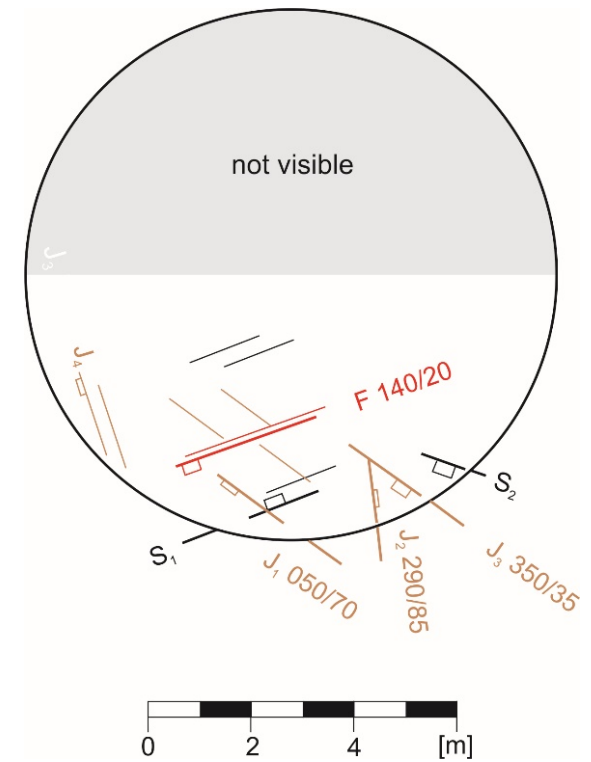
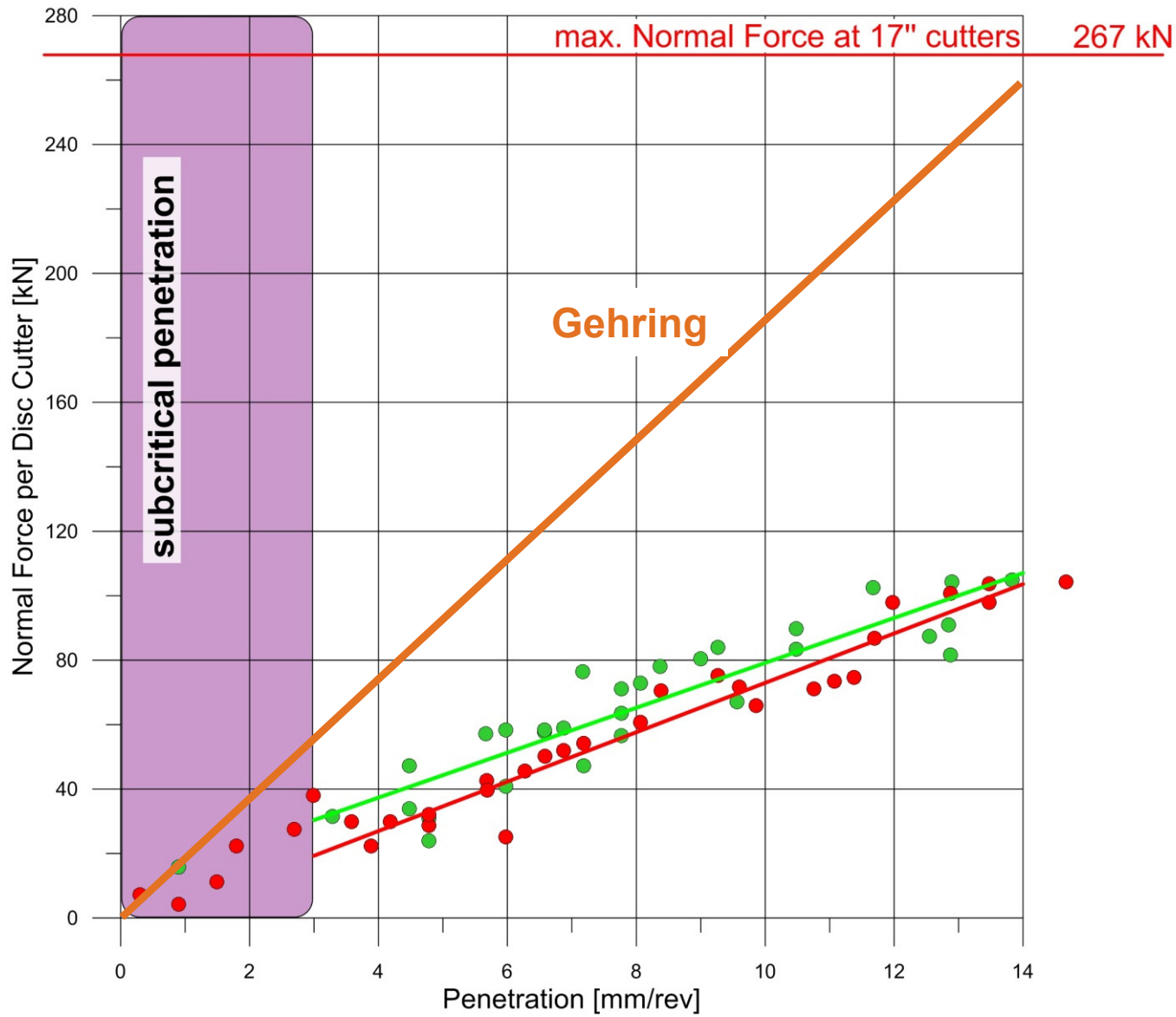
- Berücksichtigt Haupttrennflächenschar
- Trennflächenabstände < 50 cm werden gewertet

| Trennflächenabstand | Korrekturfaktor k_2 für $\alpha =$ | | | |
|---------------------|--------------------------------------|------------|-----|-----|
| | 0° | 30° | 60° | 90° |
| > 50 cm | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 10 – 50 cm | 1,2 | 1,3 | 1,6 | 1,3 |
| 5 – 10 cm | 1,4 | 1,8 | 2,3 | 1,6 |
| < 5 cm | 1,7 | 2,3 | 3,0 | 2,0 |

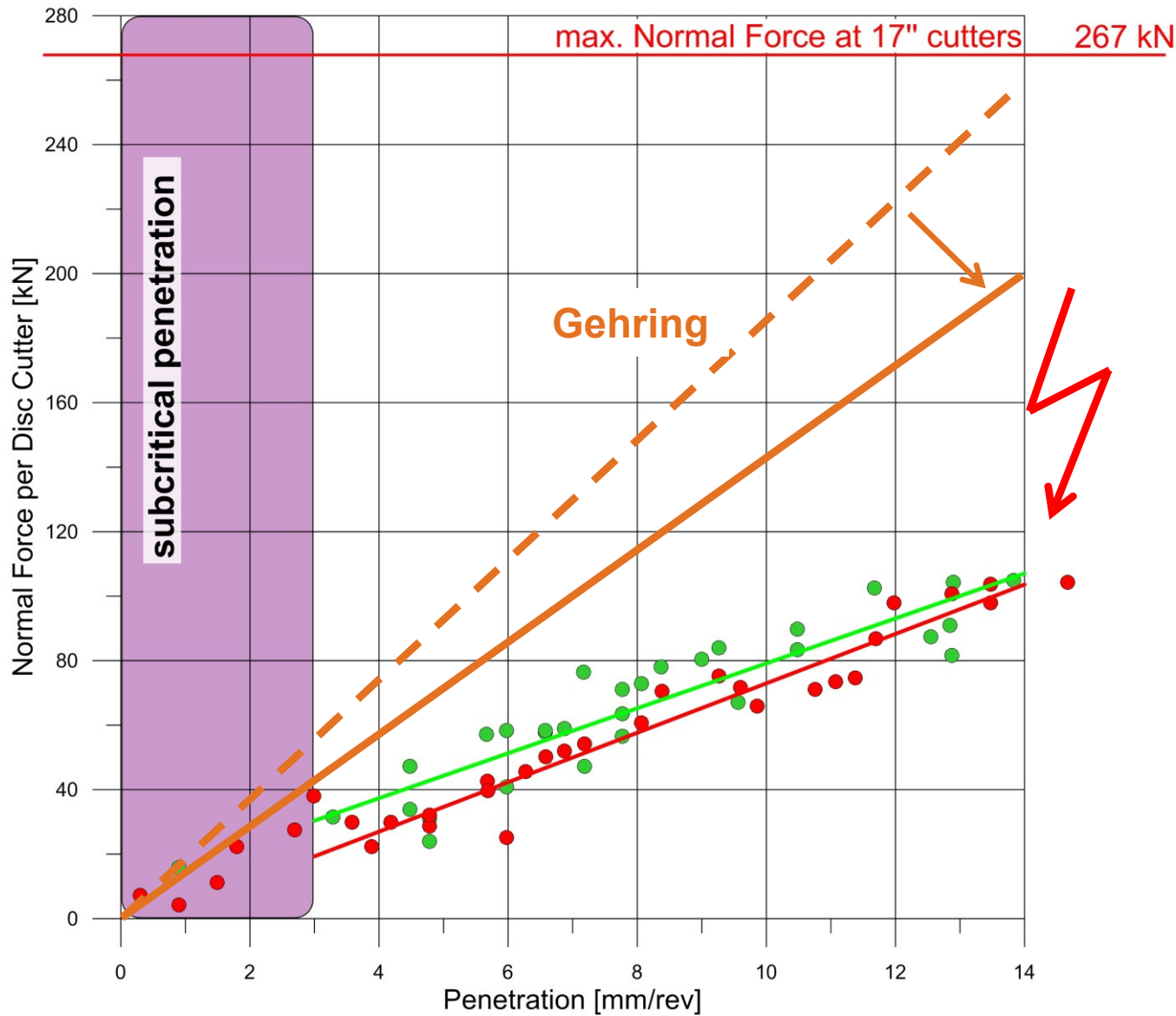
Gehring (1995)

J_1



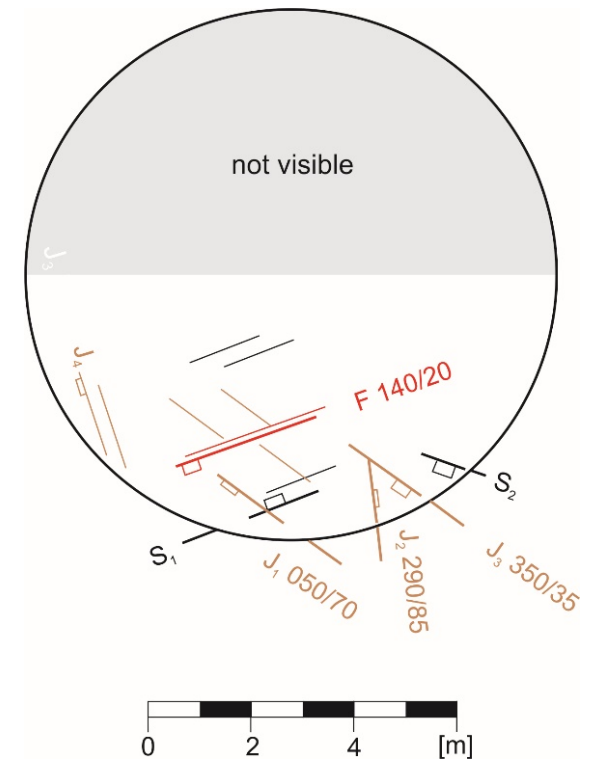


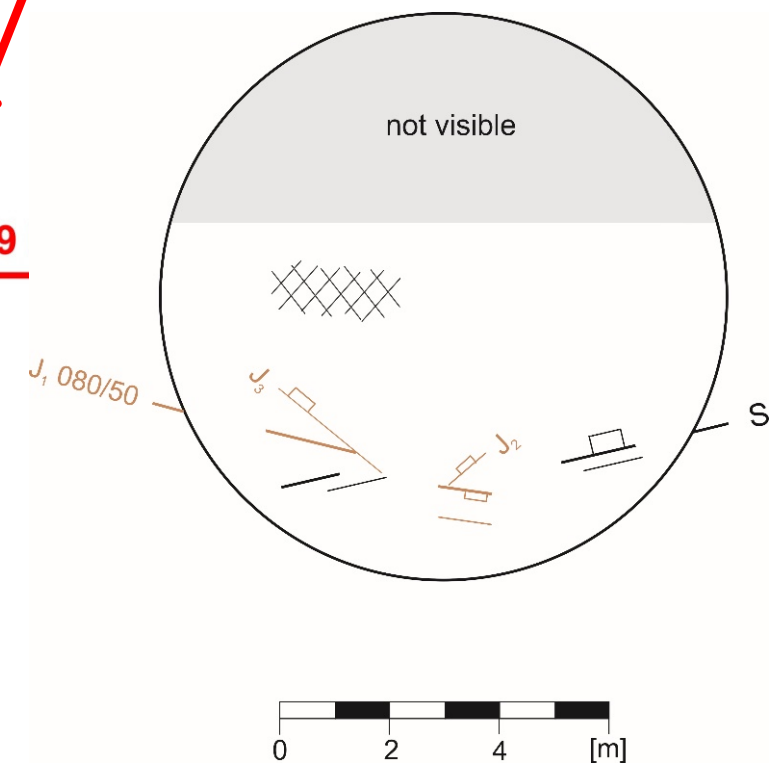
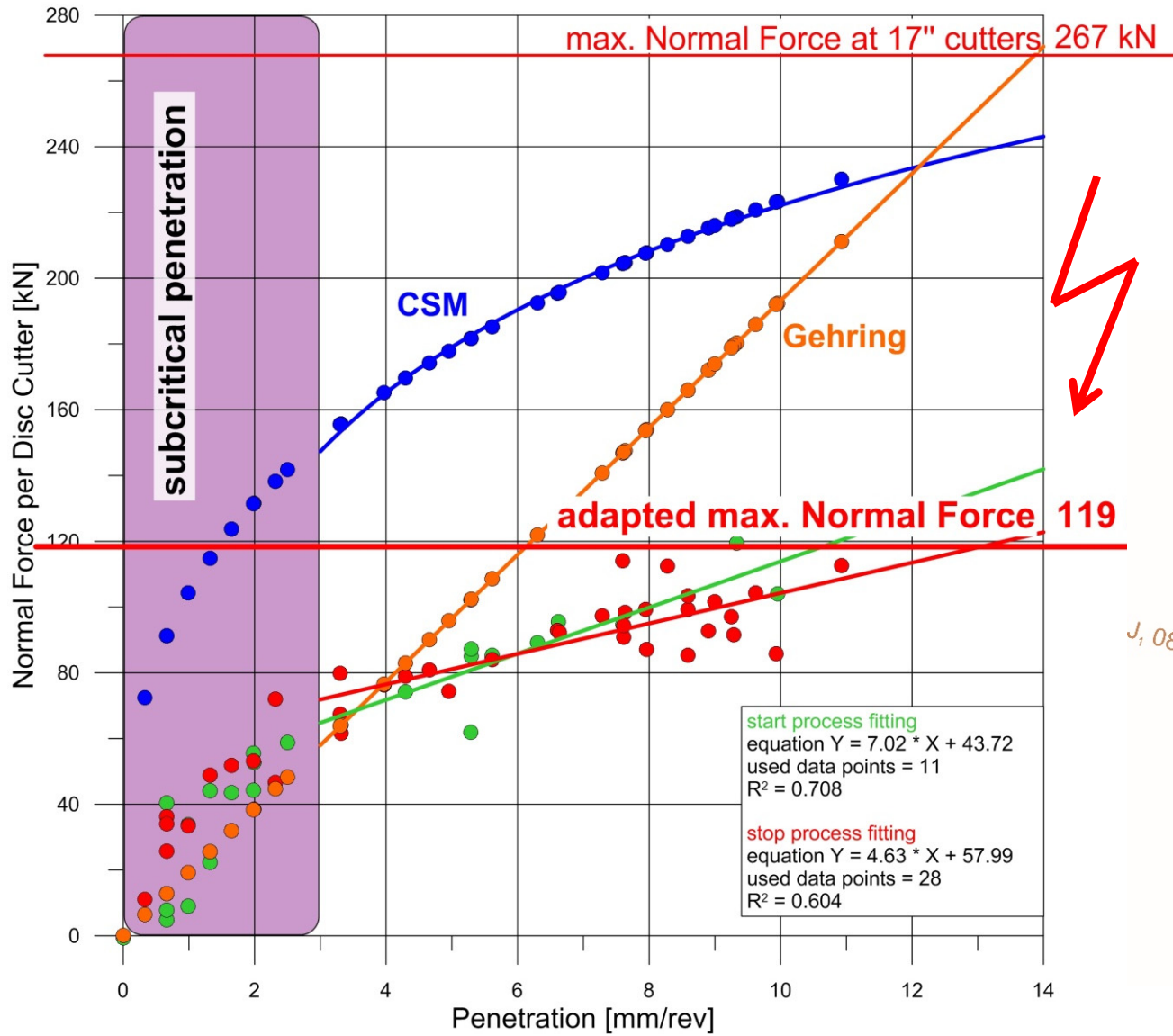
Penetrationstest 2 – inkl. k_2

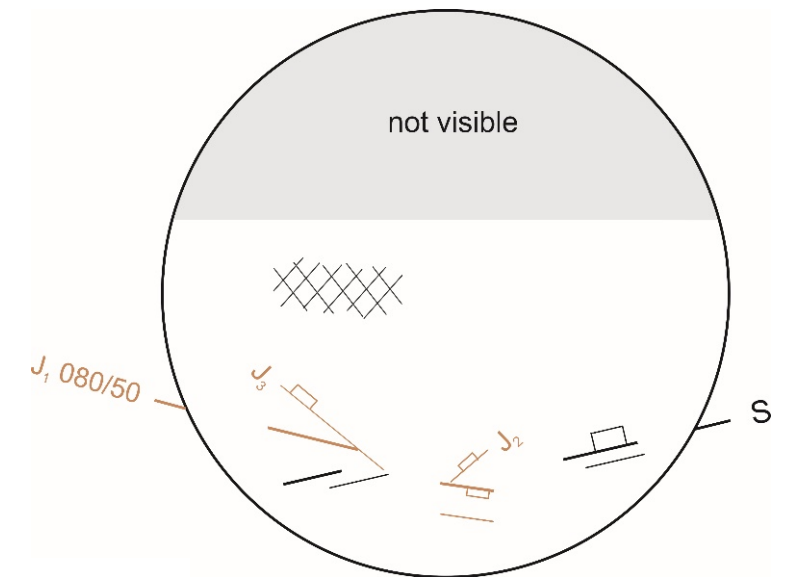


Input : $k_2 = 1,3$

Gehring (1995)





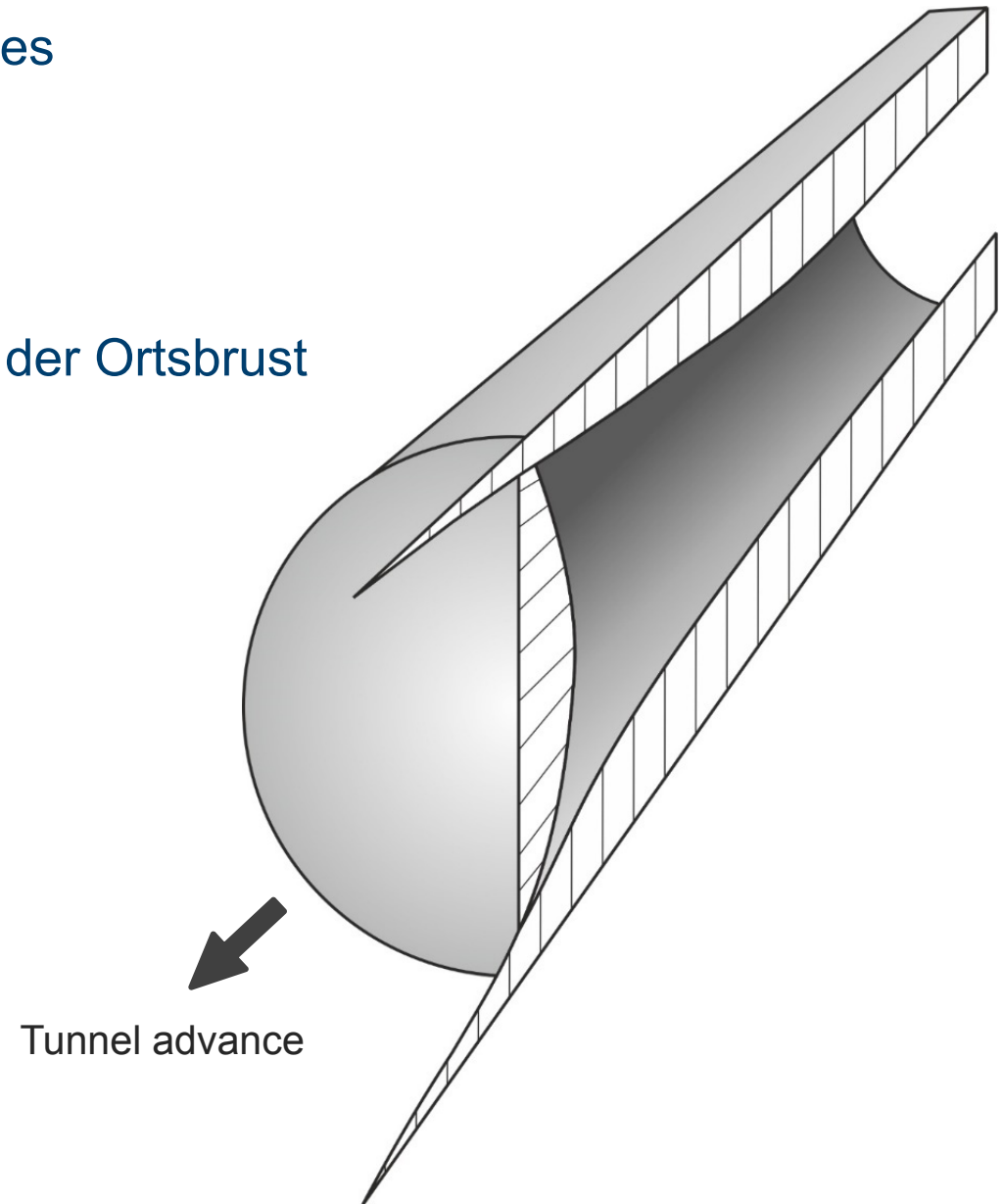


Einfluss von Spannungen auf die Penetration?!

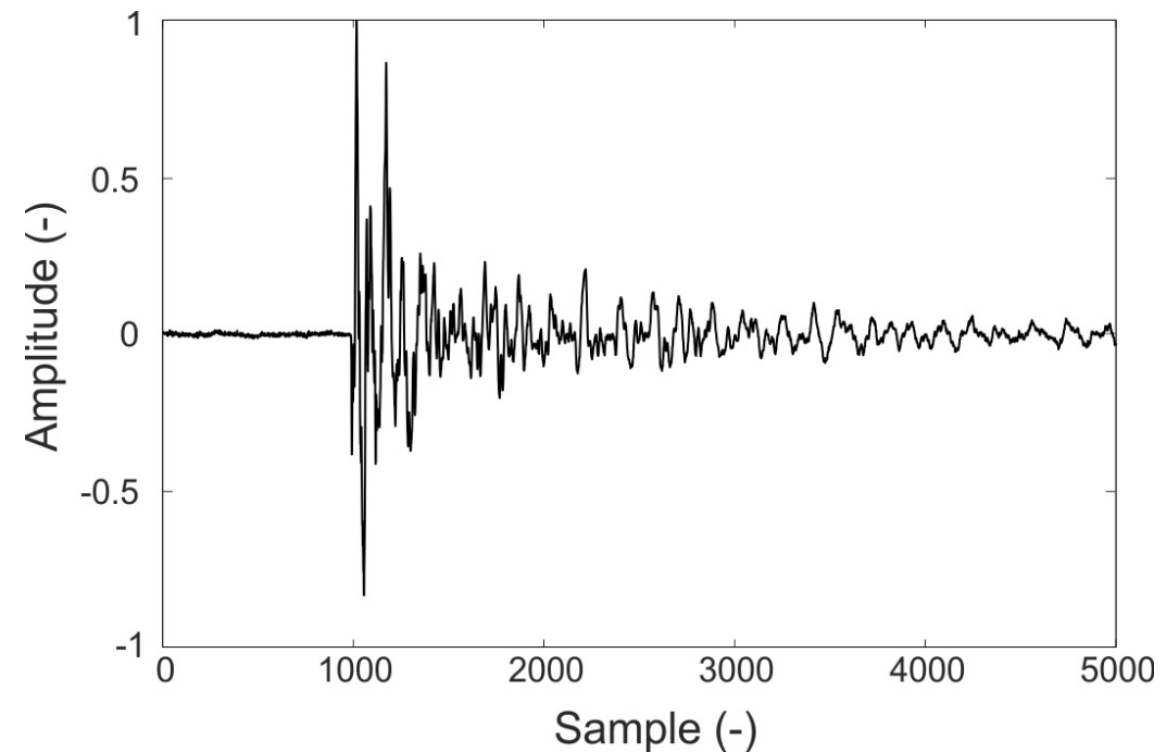
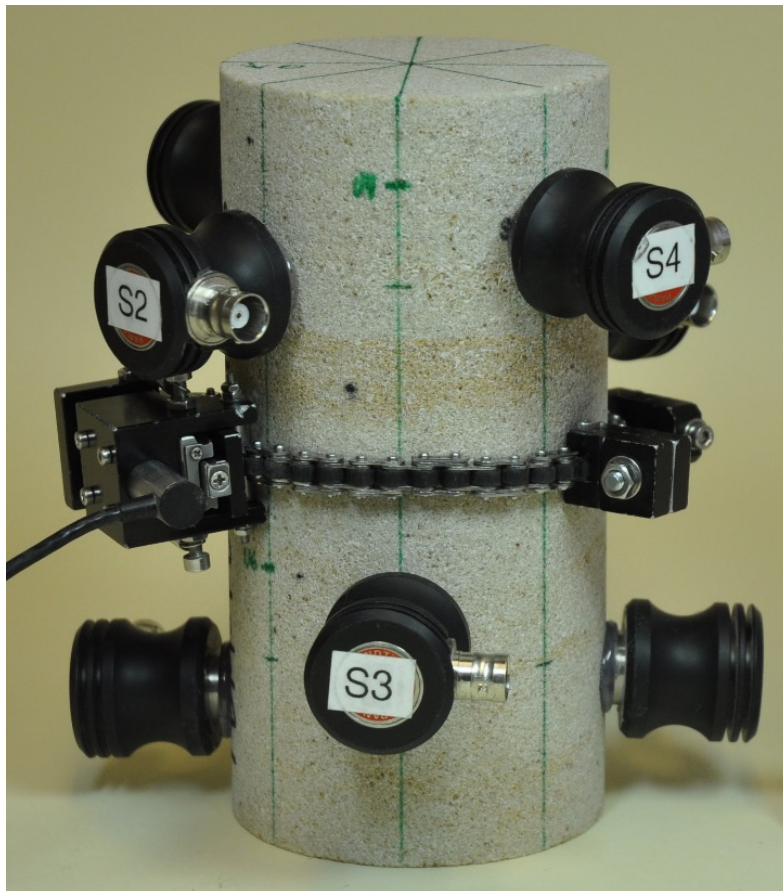
$$\text{Penetration} = \frac{F_N}{\sigma_u} \cdot k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5$$

nach HOEK (1998)

- Änderung des Spannungszustandes
- Spannungsumlagerungen
- Radiale Verformungen bereits vor der Ortsbrust
- Deformation der Ortsbrust
 - Spannungskonzentrationen
 - Entspannung

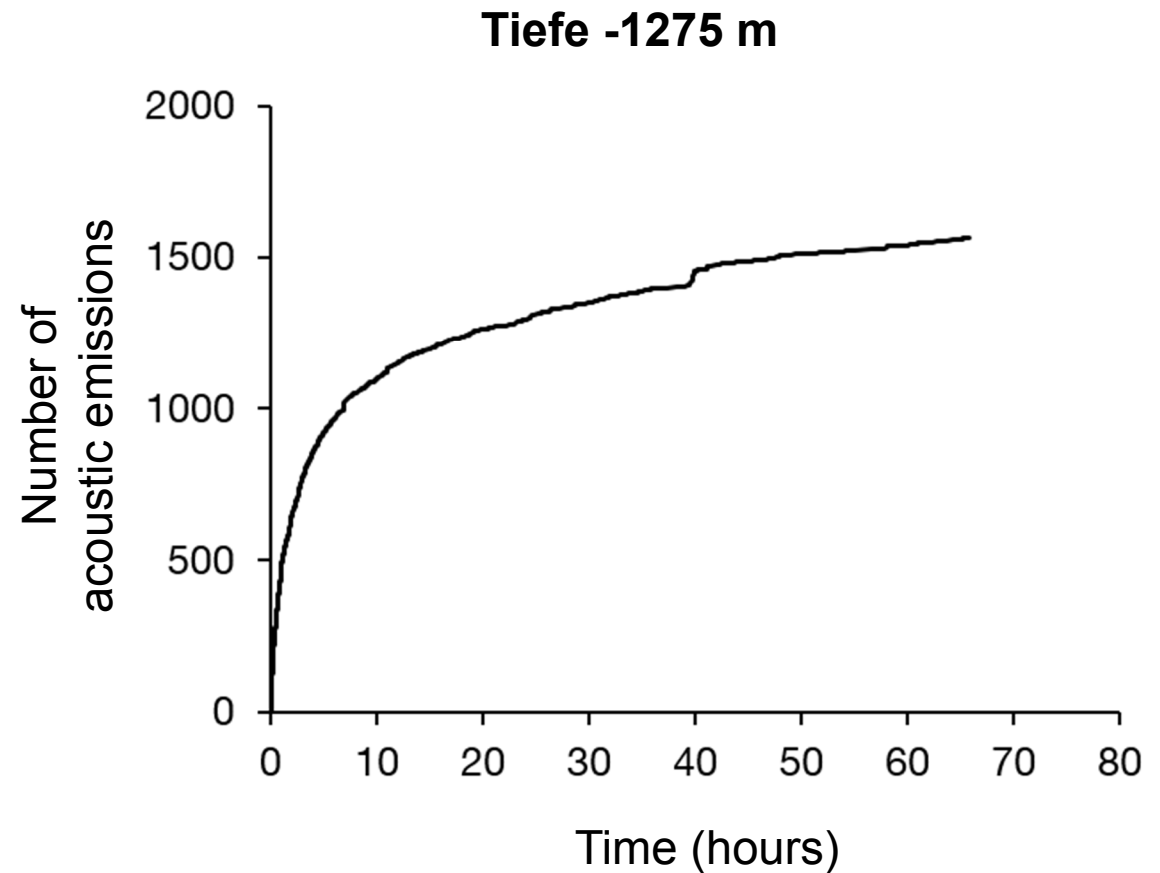
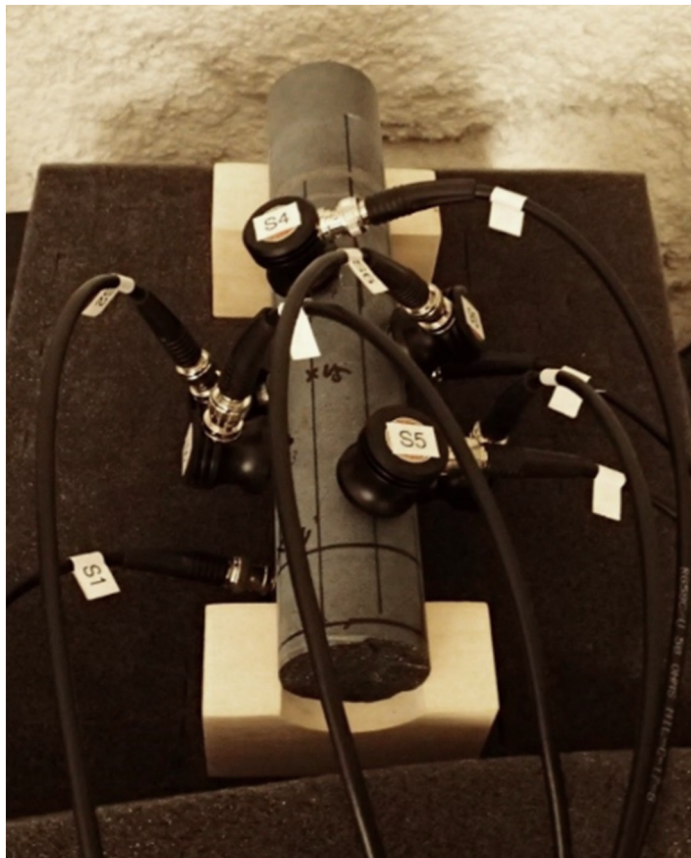


→ Risse im Gestein erzeugen elastische Wellen, die mit Sensoren aufgezeichnet und in elektrische Signale umgewandelt werden



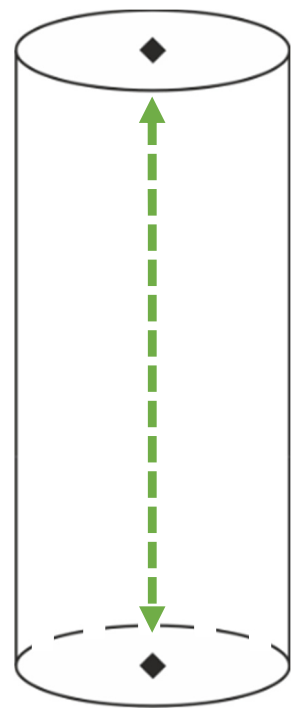
Pyhäsalmi Mine, Finland

- Hoher in-situ Spannungszustand: $\sigma_H \approx 70$ MPa
- Monitoring der Schallemissionen an frischen Bohrkernen

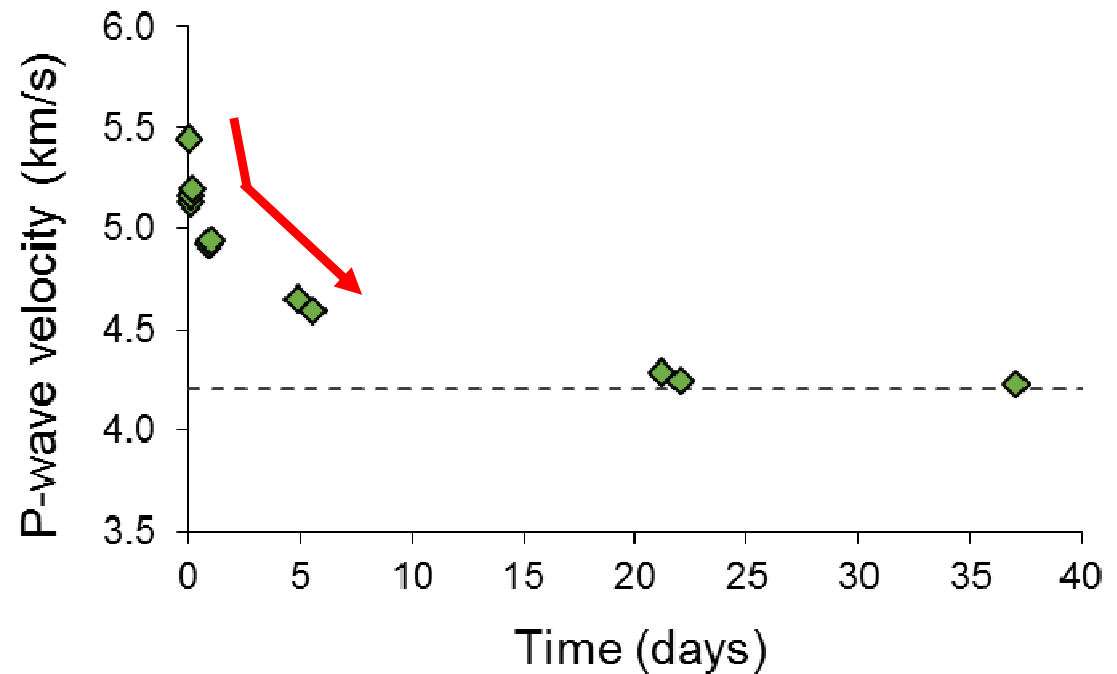


Pyhäsalmi Mine, Finnland

- Hoher in-situ Spannungszustand: $\sigma_H \approx 70$ MPa
- Monitoring der Ultraschallgeschwindigkeiten an frischen Bohrkernen



Axial
p-wave velocity



- großer Einfluss von Trennflächen und Spannungen auf Vortriebsleistung
- Spannungen werden an Trennflächen lokal abgebaut
- Trennflächengefüge und Spannungszustand meist unzureichend bekannt

