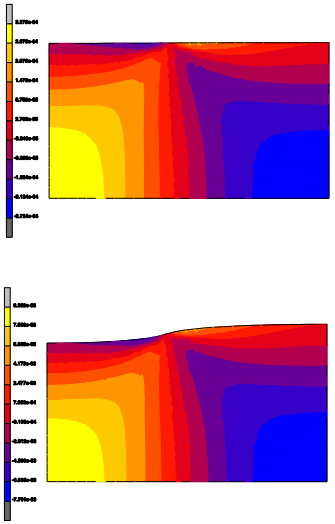
Vom Zustandsverhalten der Straße zum Prognosemodell im Hochtemperaturbereich

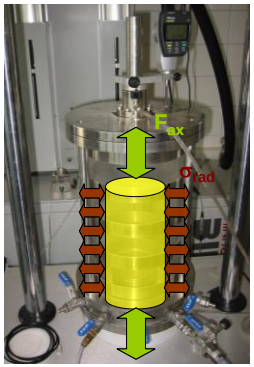
Eine kritische Betrachtung der offenen Fragen



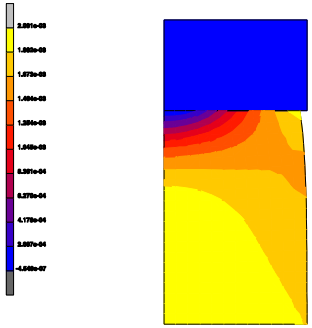
Bernhard Hofko

Inhalt

Simulation der Verkehrsbelastung im Labor



Numerische Simulation der Verkehrsbelastung



Simulation der Verkehrsbelastung im Labor

Reaktion eines Aufbaus auf Verkehrbelastung

Verk

Radi

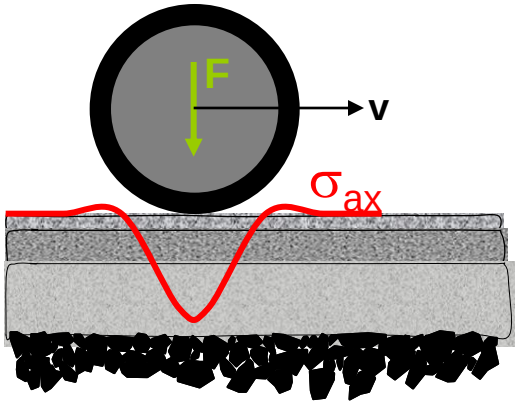
Axial

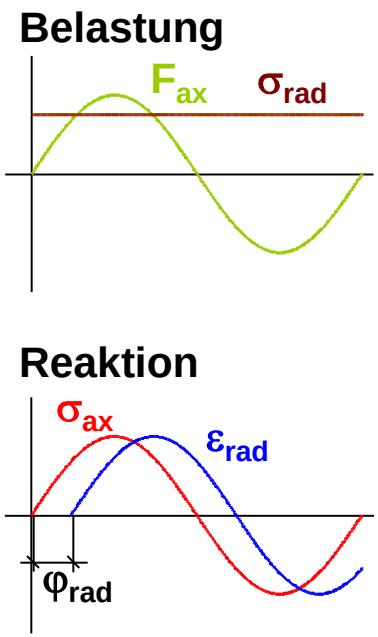
oben

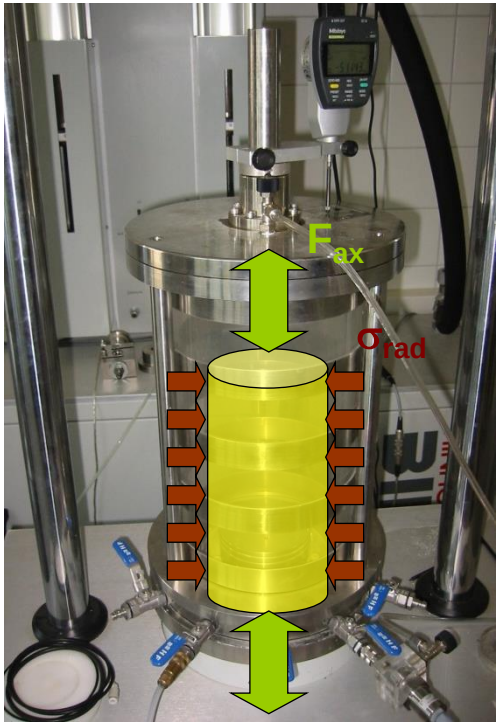
Simulation der Verkehrsbelastung im Labor

Simulation des Hochtemperaturverhaltens im triax. Druckschwellversuch

HEUTE:







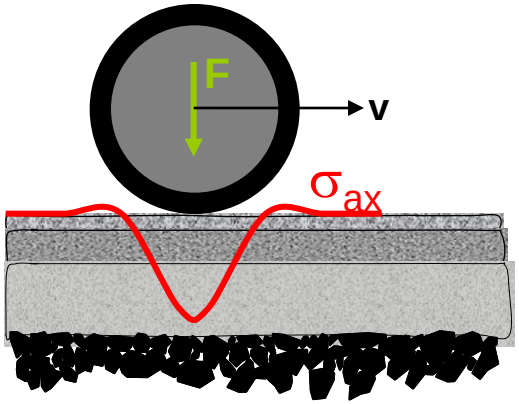
Einspannung im Straßenverband vereinfacht durch konstanten Stützdruck laut EN 12697-25 simuliert

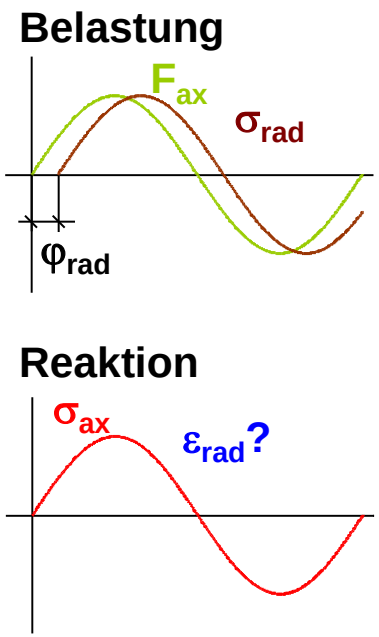
Dadurch als Reaktion eine radiale Verformung um den Phasenwinkel φ_{rad} versetzt

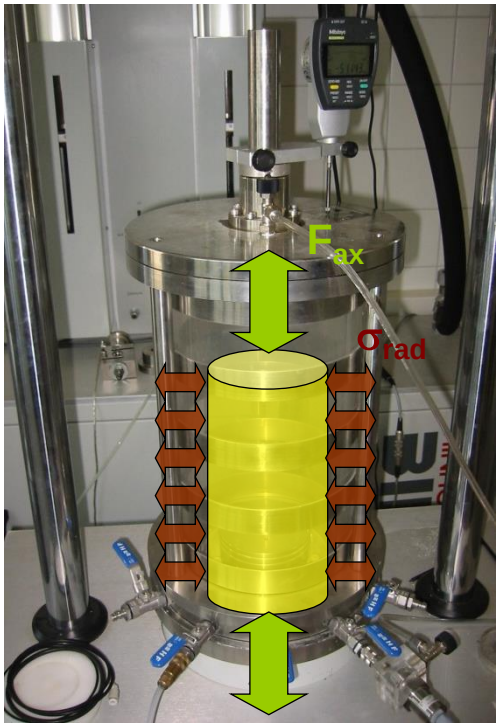
Simulation der Verkehrsbelastung im Labor

Simulation des HT-Verhaltens im triaxialen Druckschwellversuch

VISION: Realitätsnähere Simulation der Beanspruchung



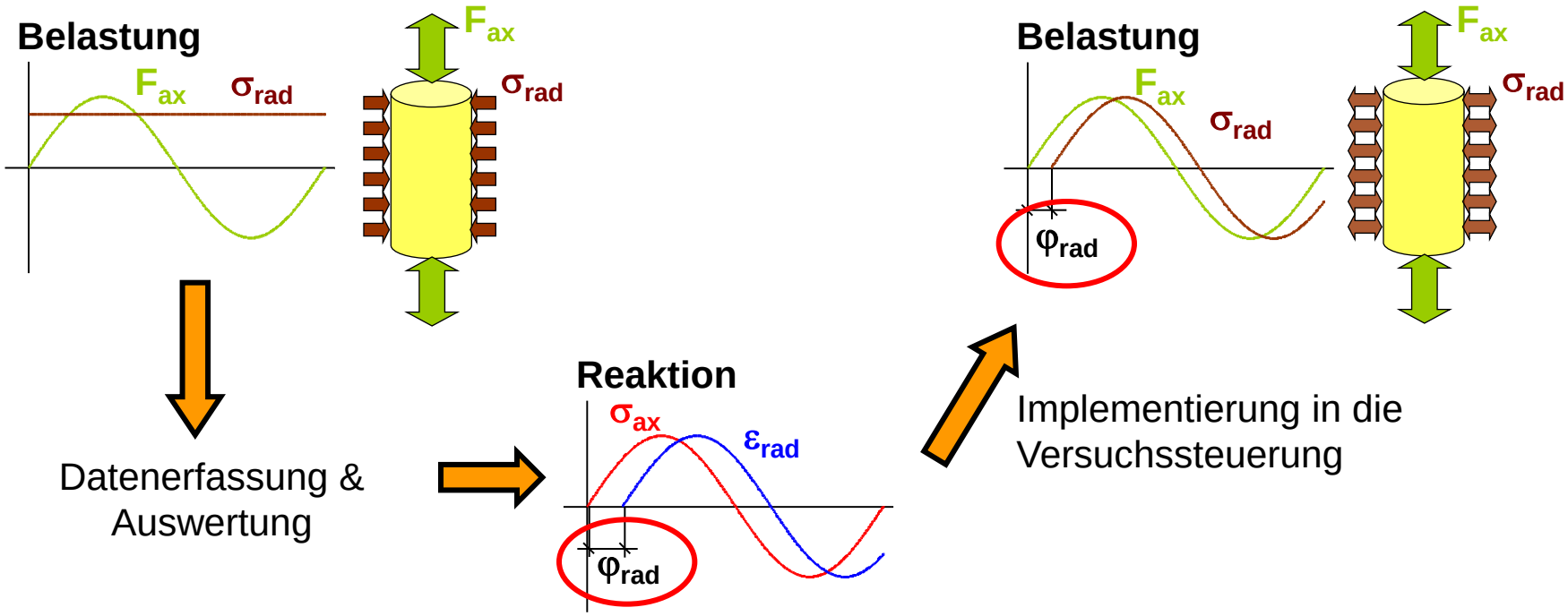




Gleichfrequenter, um φ_{rad} phasenverschobener Stützdruck aufgebracht

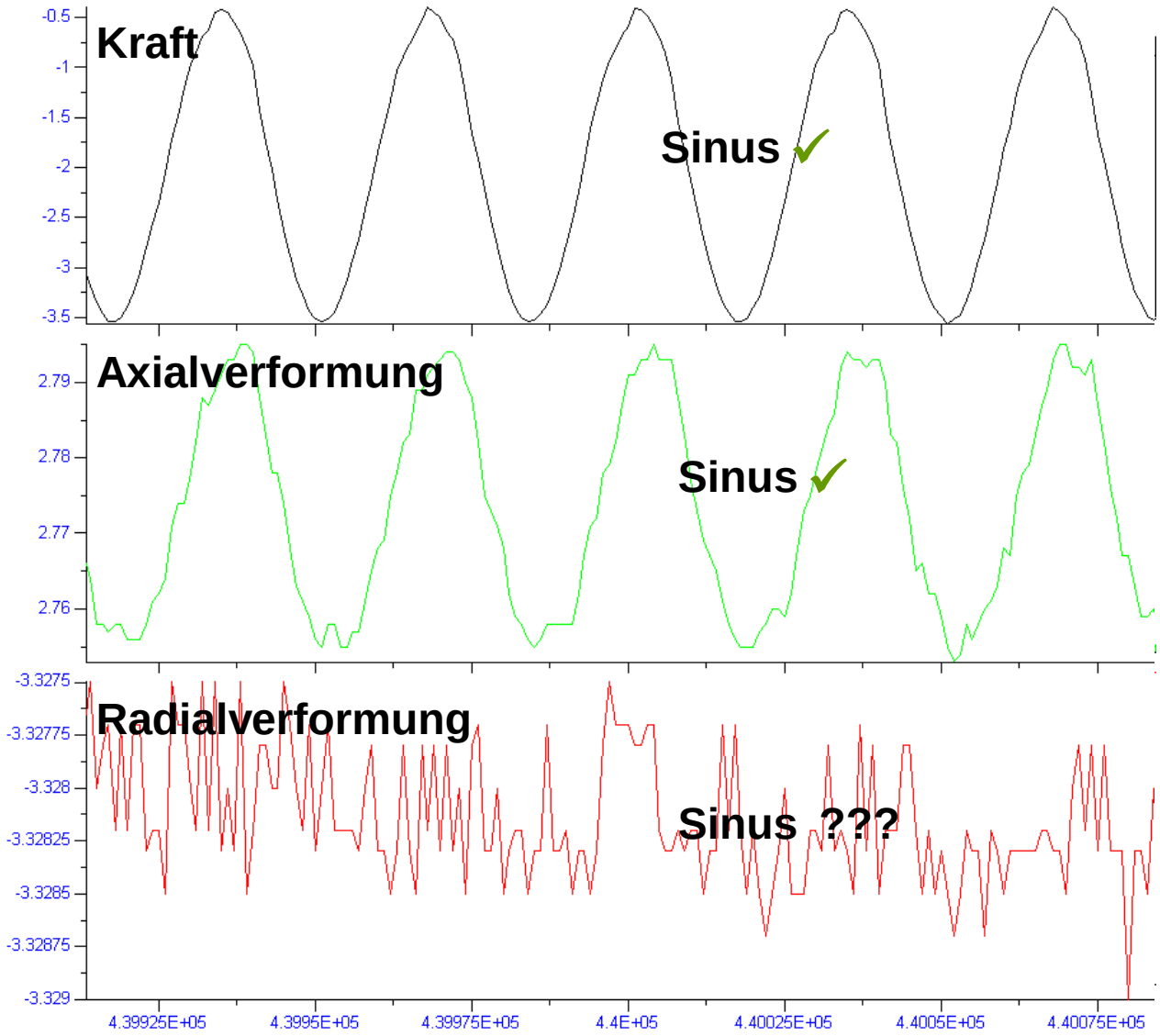
Woran scheiterte die Implementierung des zyklischen Stützdrucks bisher?

Übergang vom statischen zum zyklischen Stützdruck



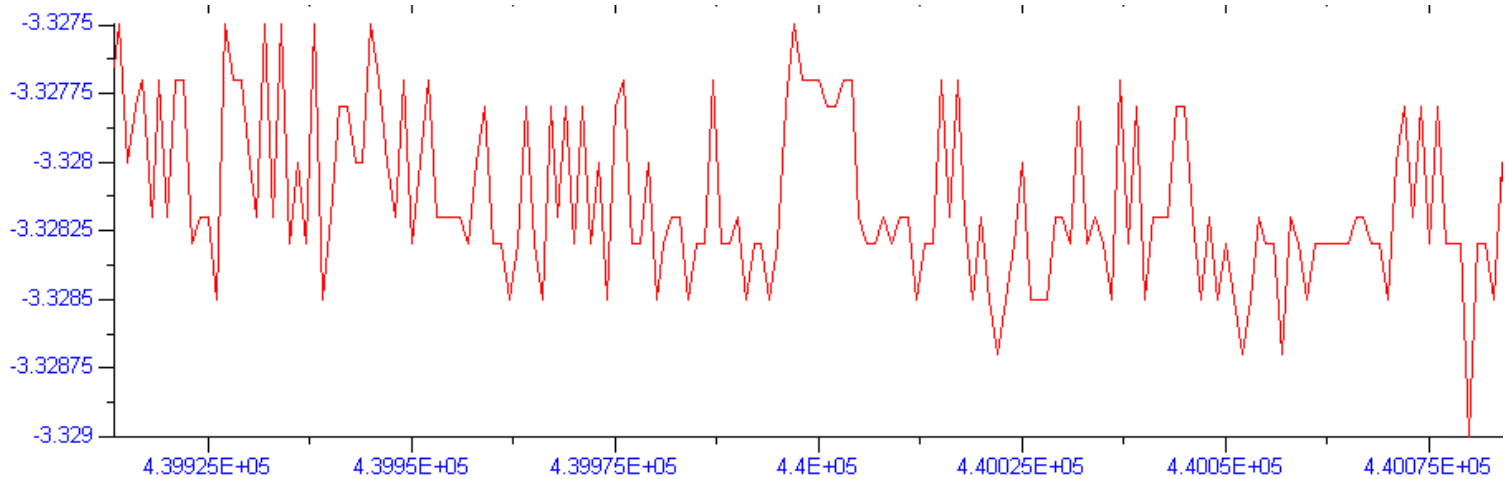
Herausforderung: Messung der Radialverformung

Derzeit: Mess



Probleme:

- Radialmessbügel zur Messung der Gesamtverformung geeignet, jedoch ungeeignet zur Bestimmung des Phasenverschiebung φ_{rad}
- Latexmembran liefert unbekannte Anteile zur Radialverformung



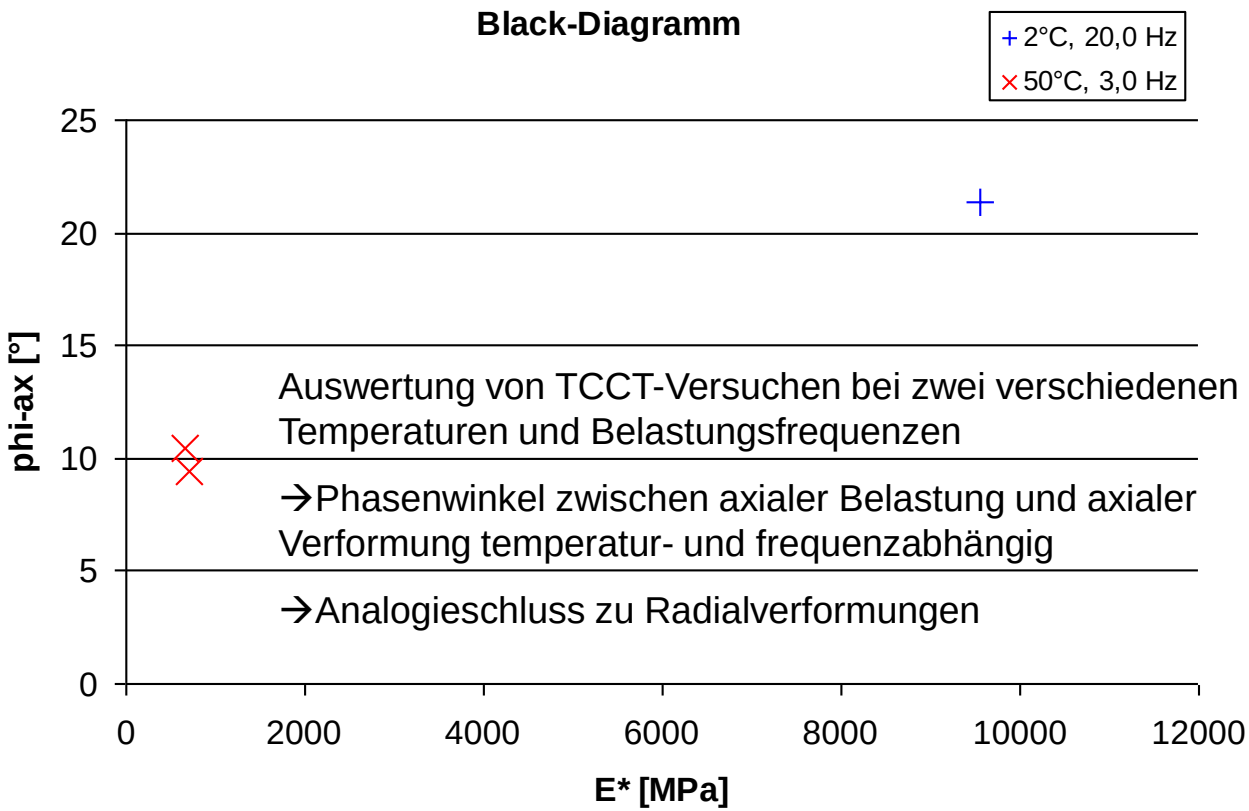
Neues Ra

- Verfor
- Exakte
- Maxim
- Eignu
- Temperaturbereich von 0°C bis 60°C
- möglichst rasche und einfache Applikation am Probekörper

Fragestellungen

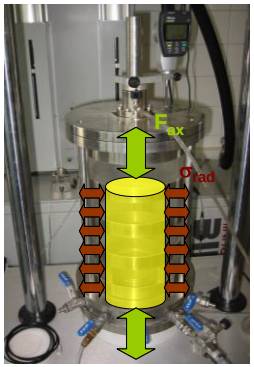
- Welche alverformung?
- Stimmt ichfrequent mit Phase
- Welche und das Verhält
- Gibt es

$\varphi_{rad} = f($

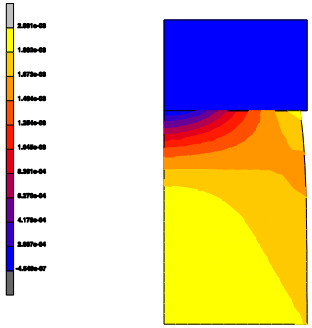


Inhalt

Simulation der Verkehrsbelastung im Labor



Numerische Simulation der Verkehrsbelastung

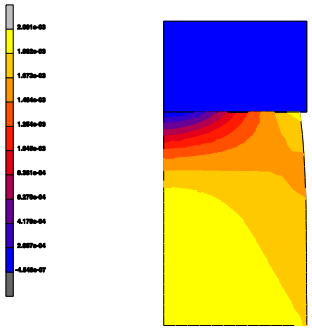


Numerische Simulation der Verkehrsbelastung

Numerische Simulation des HT-Verhaltens

HEUTE:

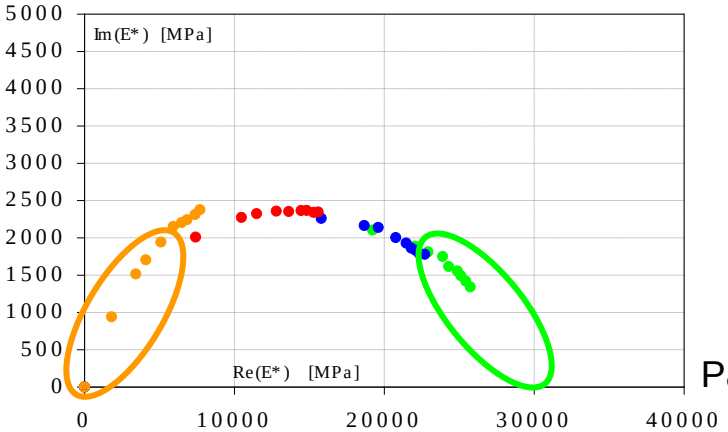
Steifigkeitsversuche (4-PBB)



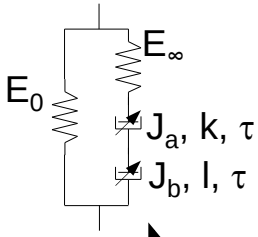
Datenauswertung

$$E^* = \frac{\sigma^{(0)}}{\varepsilon^{(0)}} e^{i\delta} = \frac{\sigma^{(0)}}{\varepsilon^{(0)}} (\cos\delta + i\sin\delta) = E_1 + iE_2$$

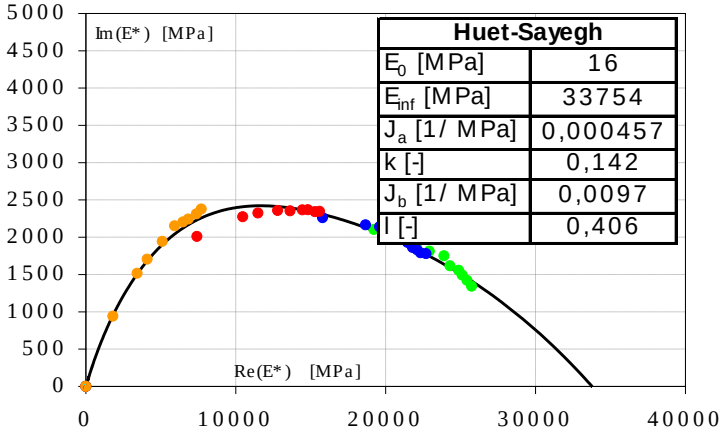
FEM-Simulation im Hochtemperaturbereich



Temperatur > **Temperatur <**

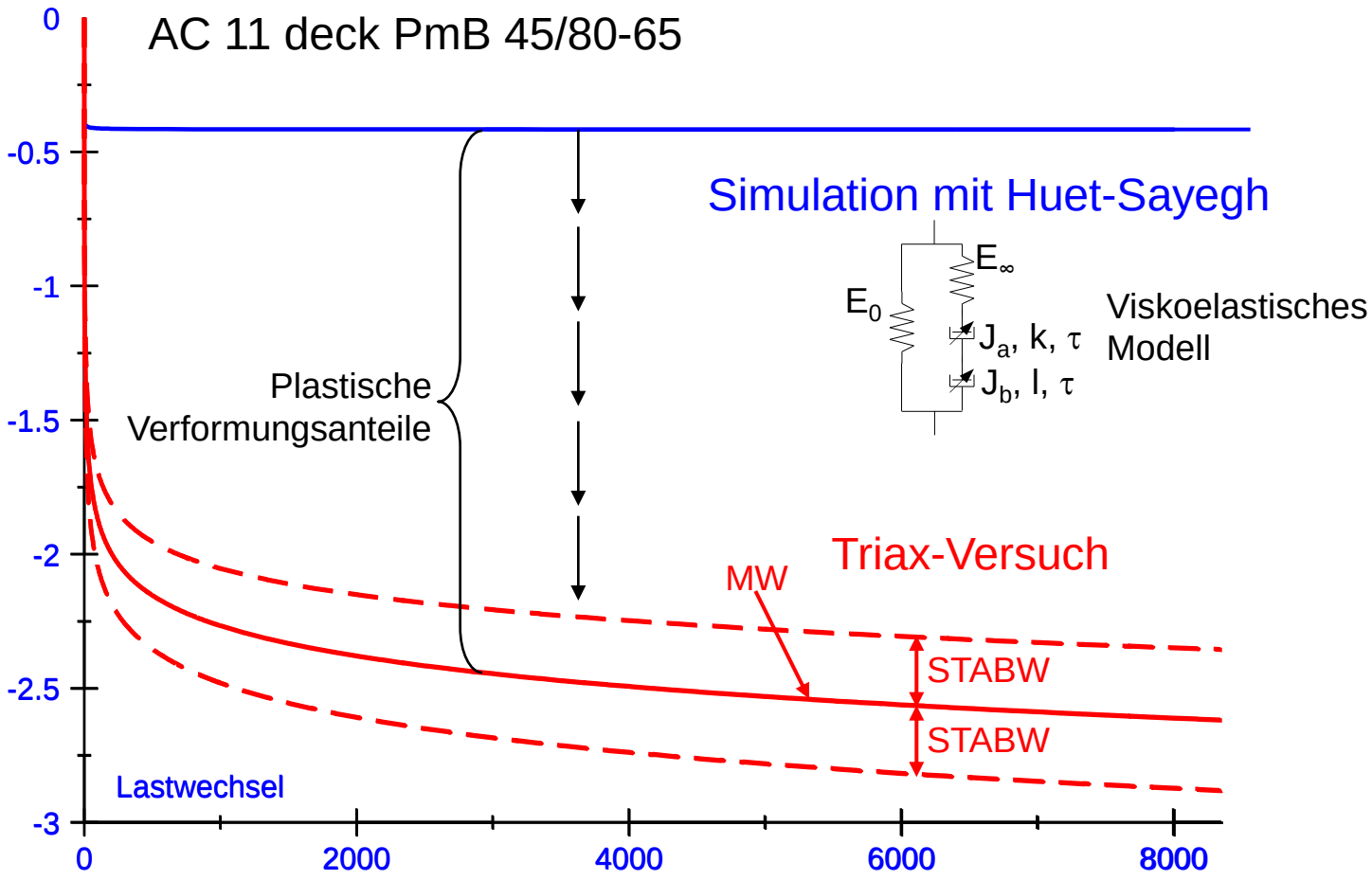


Datafitting
Parameteridentifikation



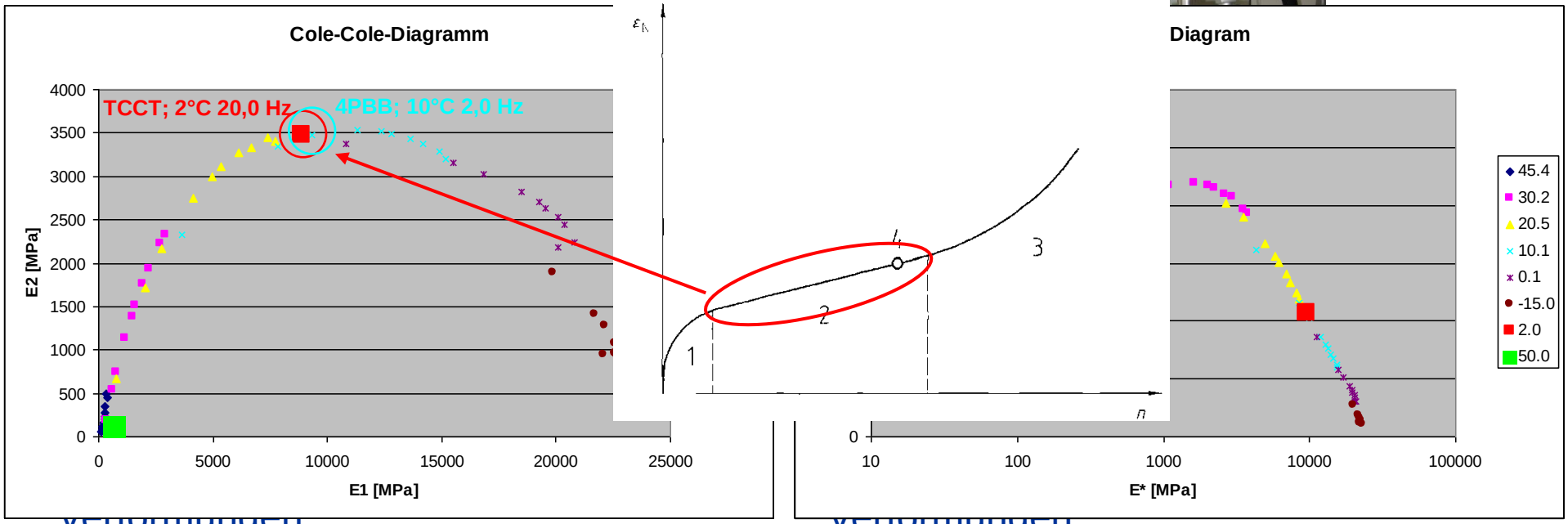
Huet-Sayegh	
E_0 [MPa]	16
E_{inf} [MPa]	33754
J_a [1/ MPa]	0,000457
k [-]	0,142
J_b [1/ MPa]	0,0097
l [-]	0,406

Ergebnis einer FEM-Simulation eines Triax-Versuchs



Steifigkeitsversuch vs. Hochtemperaturverhalten

AC 11 deck 70/100



Verformungen

Verformungen

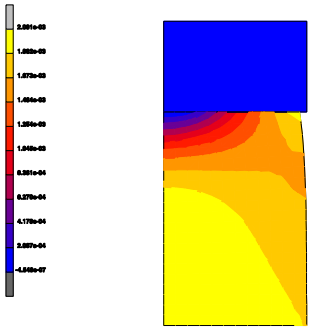
→ regen nur viskoelastische Verformungsanteile an

Numerische Simulation des Hochtemperaturverhaltens

HELSTEN:

Steifigkeitsversuche (4-PBB)

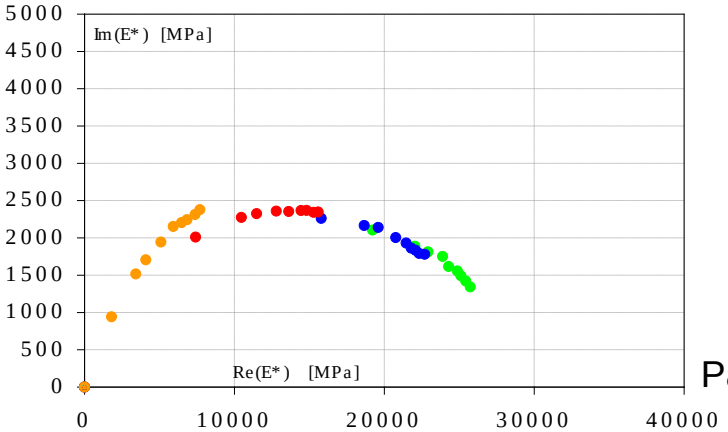
Triaxversuche bei versch. P und T

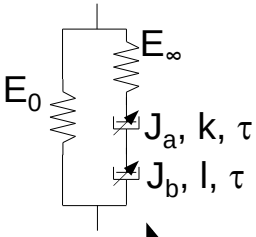


Datenauswertung

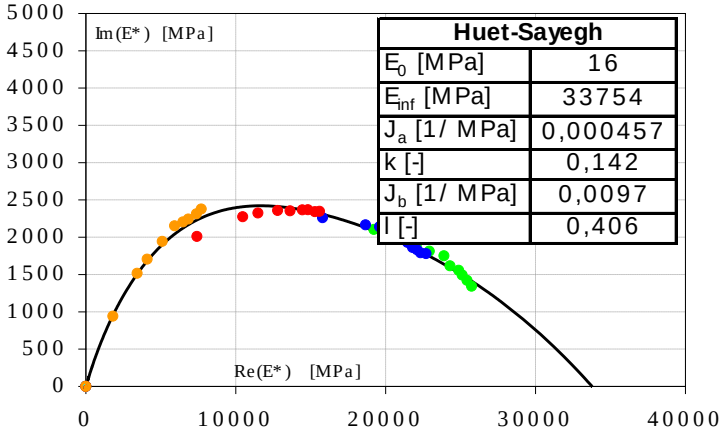
$$E^* = \frac{\sigma^{(0)}}{\varepsilon^{(0)}} e^{i\delta} = \frac{\sigma^{(0)}}{\varepsilon^{(0)}} (\cos\delta + i\sin\delta) = E_1 + iE_2$$

FEM-Simulation im Hochtemperaturbereich





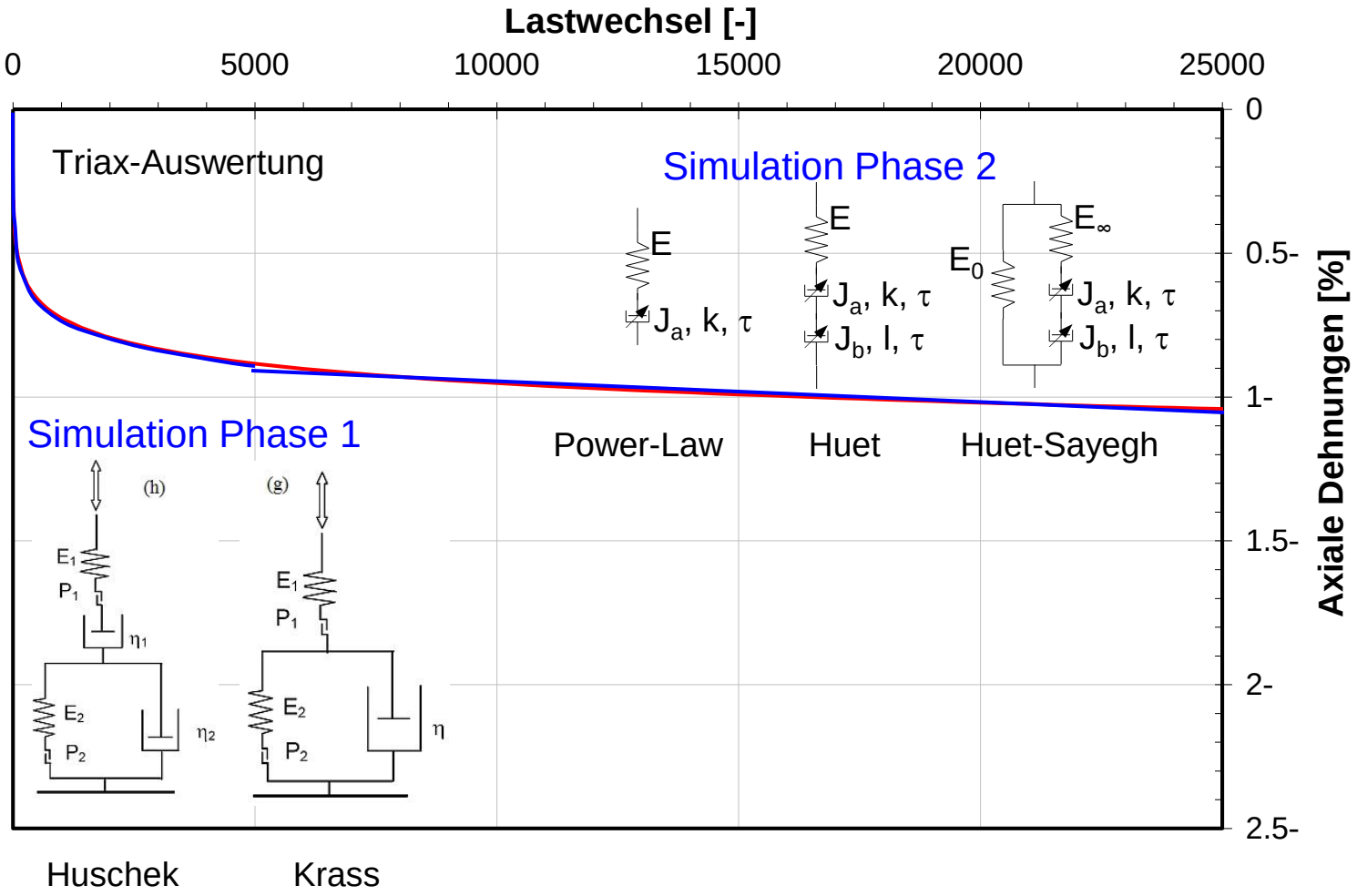
Datafitting
Parameteridentifikation



Huet-Sayegh	
E_0 [MPa]	16
E_{inf} [MPa]	33754
J_a [1/ MPa]	0,000457
k [-]	0,142
J_b [1/ MPa]	0,0097
l [-]	0,406

Numerische Simulation der Verkehrsbelastung

Numerische Simulation des Hochtemperaturverhaltens



Zusammenfassung und Ausblick

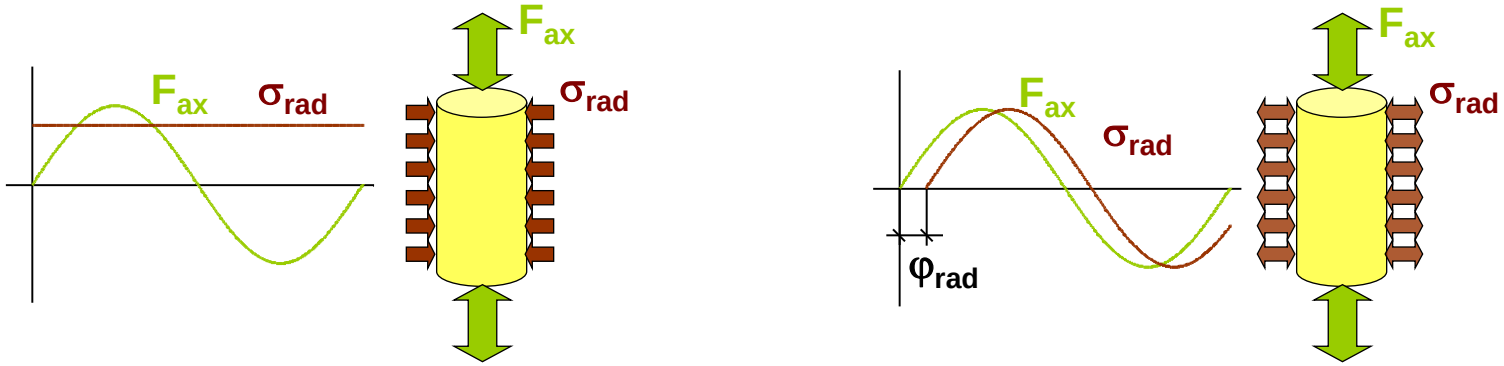
Triaxial-Prüfmaschine

- Bisher: Vereinfacht konstanter Stützdruck zur Simulation der seitlichen Einspannung im Triaxialversuch (EN 12697-25)

- Ziel: Zyklischen, phasenverschobenen Stützdruck einführen
  → verbesserte Simulation der realen Beanspruchung
  → realitätsnähere Kriechkurven und Kriechraten

- Neues Radialmesssystem implementieren, das direkt am Probekörper die Radialschwingungen exakt misst

- Zusammenhänge zwischen Phasenverschiebung und Versuchstemperatur, Belastungsfrequenz, σ_{ax}/σ_{rad}



Zusammenfassung und Ausblick

FEM-Simulation

- Bisher: Daten zur Parameteridentifikation aus Steifigkeitsversuchen
  → nur viskoelastische Verformungsanteile werden aktiviert
  → keine Grundlage für Simulation des Hochtemperaturverhaltens, da dort hoher Anteil an plastischen Verformungen

- Ziel: Verbesserte numerische Simulation des Hochtemperaturverhaltens
  → Triax-Versuche mit Frequenz- und Temperaturvariation als Grundlage für Parameteridentifikation
  → Simulation der ersten Phase mit großen plastischen Verformungsanteilen mit viskoelastoplastischem Modell
  → Simulation der zweiten Phase mit viskoelastischem Modell

- Validierung durch Simulation von Triaxversuchen

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!