



Experimentelle Untersuchung von Polypropylen-Schaum als Basis für die numerische Simulation

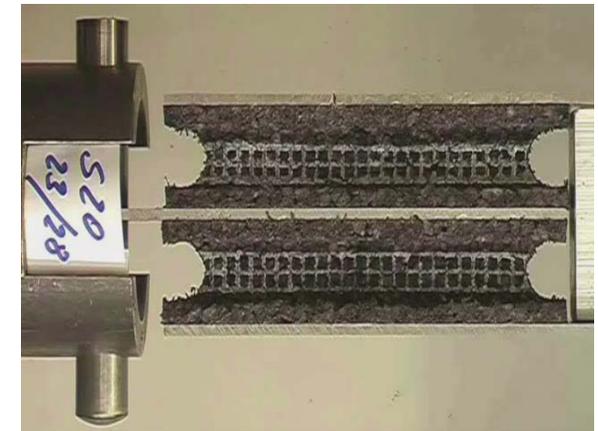
Ulrich Huber, Martin Maier

**Institut für Verbundwerkstoffe GmbH
Erwin-Schrödinger-Str. 58
67663 Kaiserslautern
Germany**



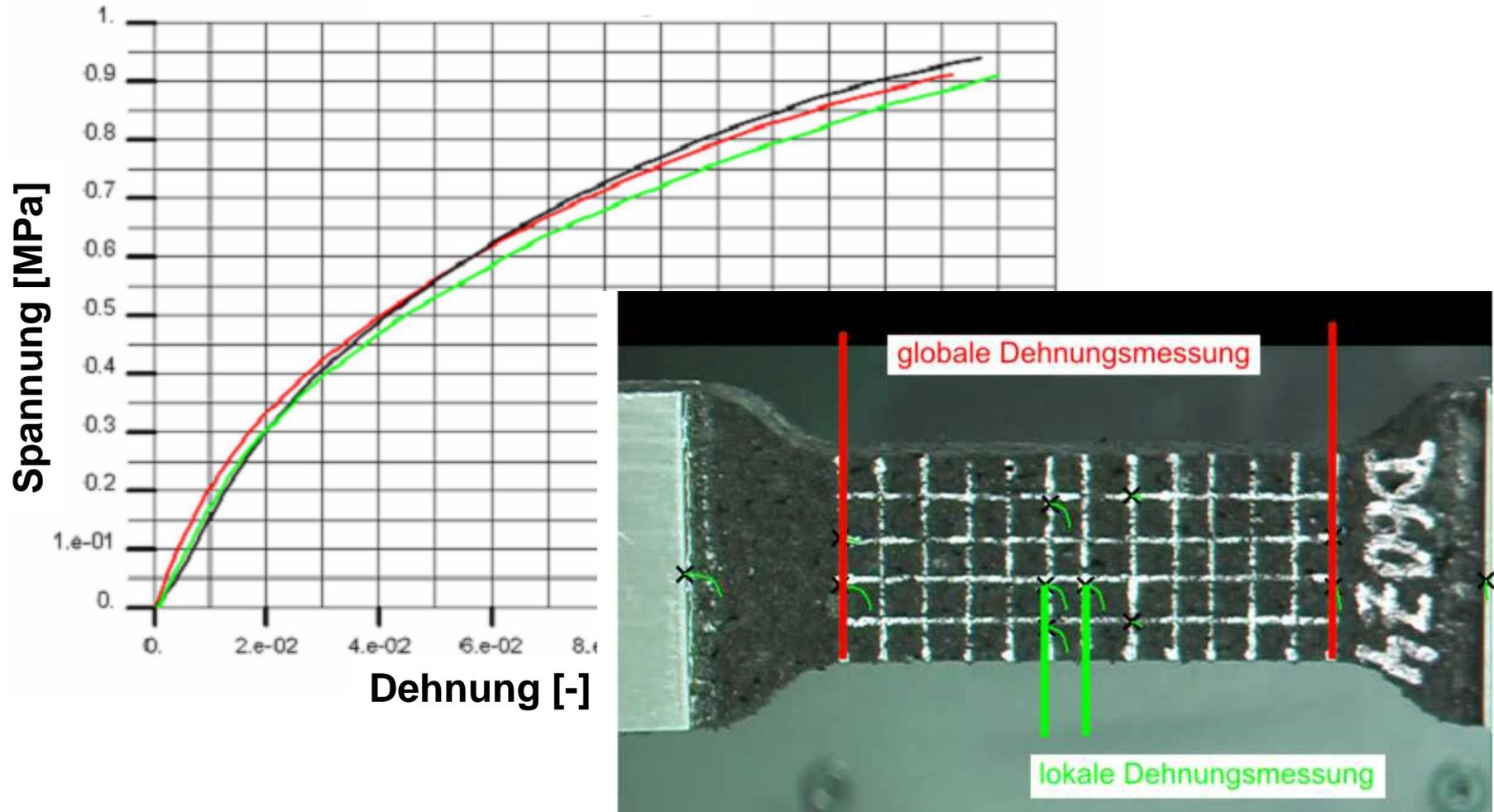
- **Materialprüfung**
 - **Zug-, Druck- und Schubversuche mit lokaler Deformationsmessung**
 - **Identifikation von Einflußparametern**
- **Materialmodellierung**
 - **Modellierung in Abaqus: Möglichkeiten und Grenzen**
 - **Anforderungen an das Materialmodell**
- **Zusammenfassung**

- einachsige Druckversuche
- einachsige Zugversuche
- Schubversuche
- Hydrostatische Versuche
- Relaxationsversuche

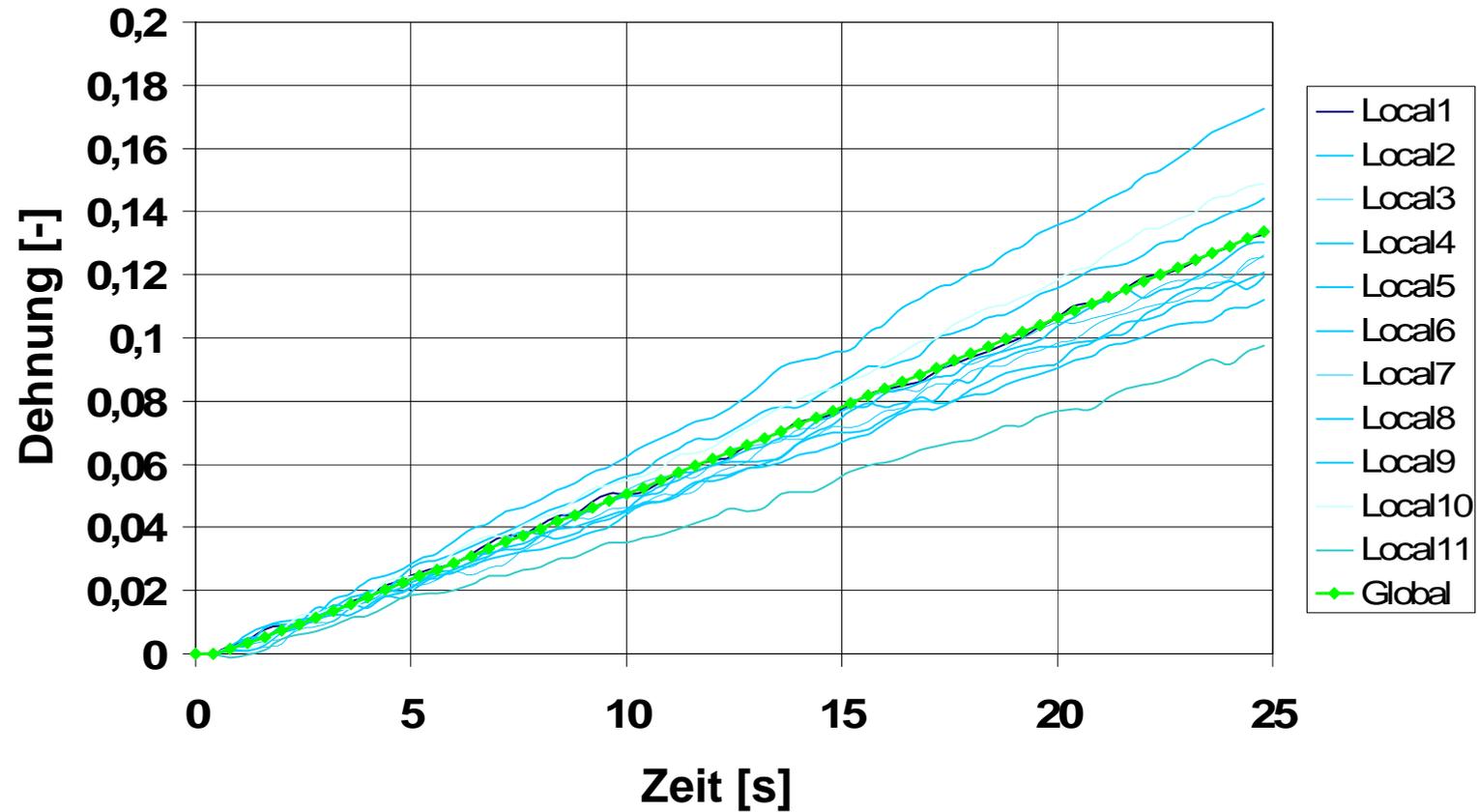


Optische Deformationsanalyse

Globale und lokale Messung

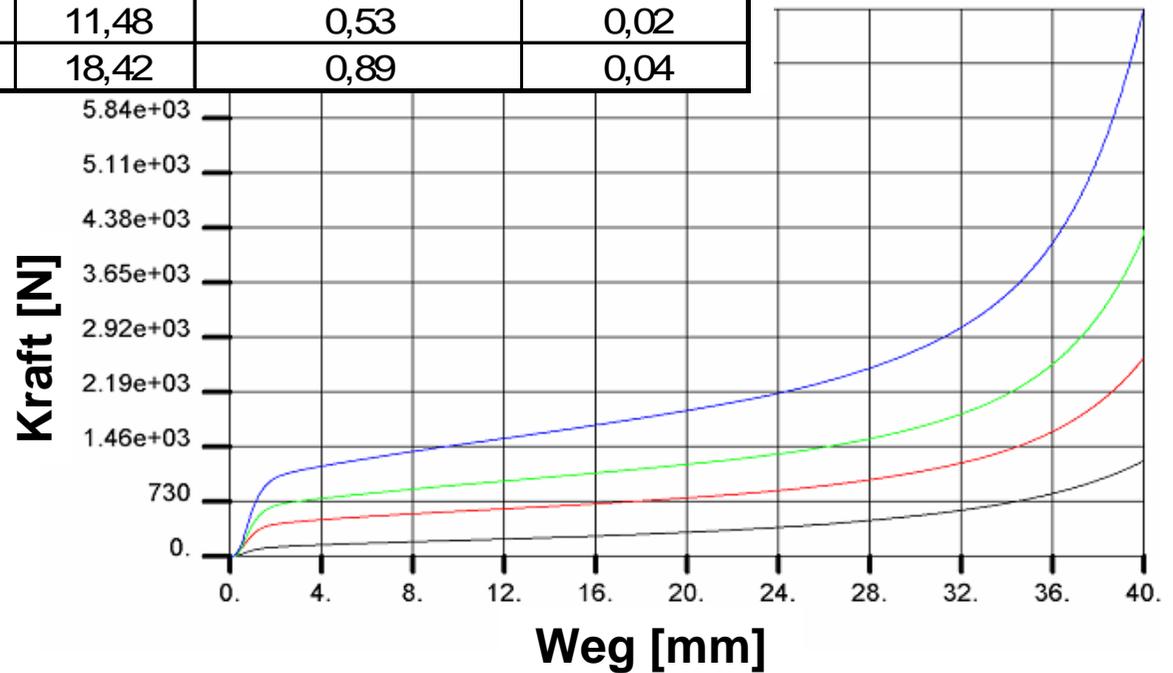


Optische Deformationsanalyse Lokalisation



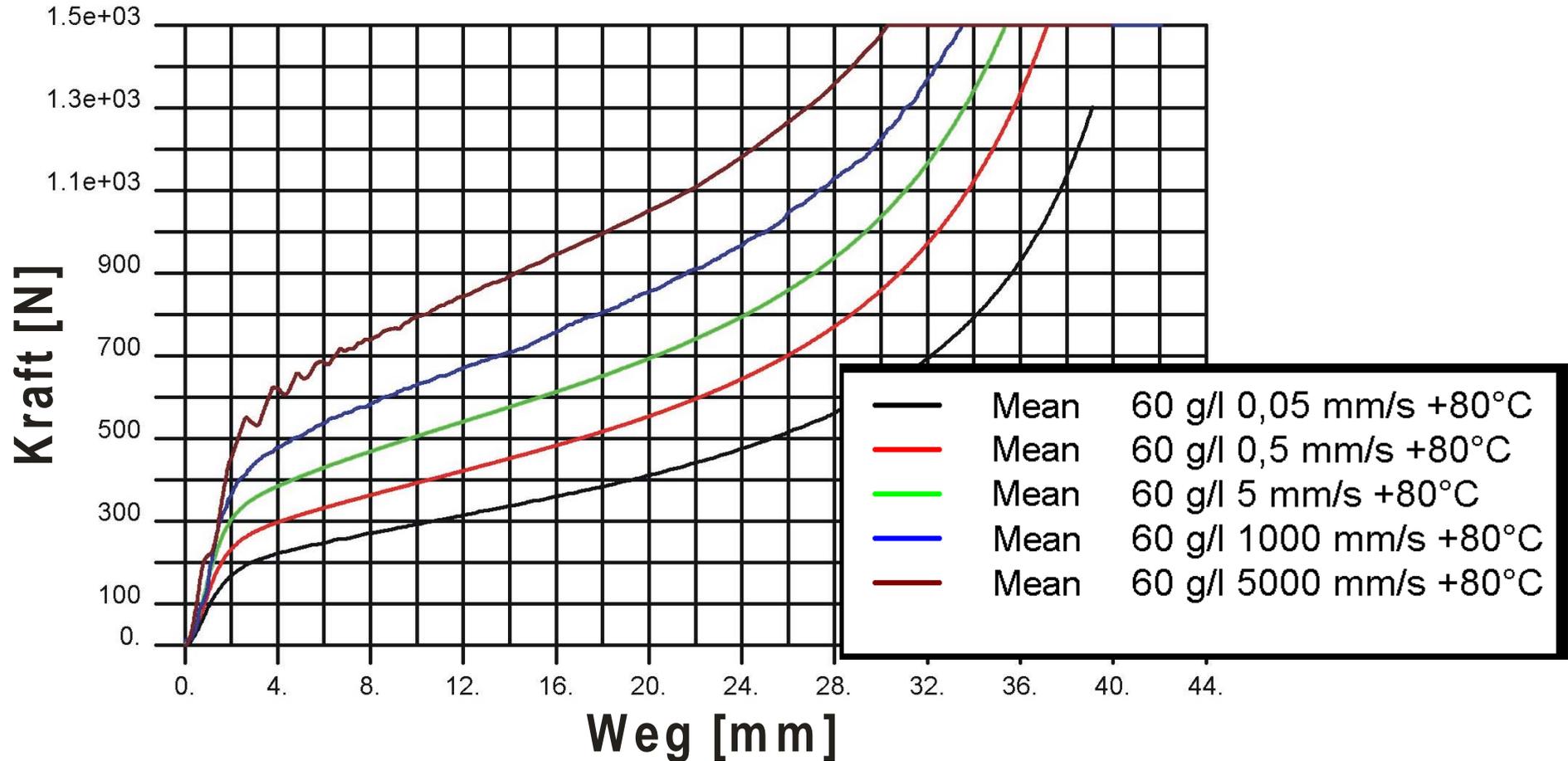
Einachsige Druckversuche (Dichtevariation)

Dichte [g/l]	E-Modul [MPa]	Plateauspannung [MPa]	Poissonzahl
— 20	1,85	0,14	0,02
— 40	6,39	0,34	0,02
— 60	11,48	0,53	0,02
— 80	18,42	0,89	0,04



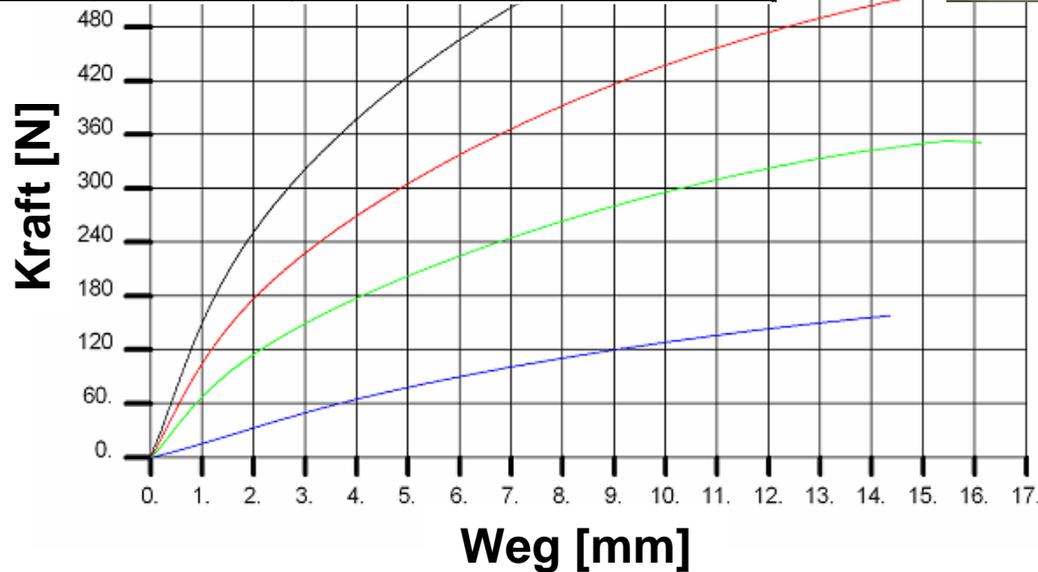
Deformationsgeschwindigkeit: 0,5 mm/s
Temperatur: 23°C

Einachsige Druckversuche (Geschwindigkeitsvariation)

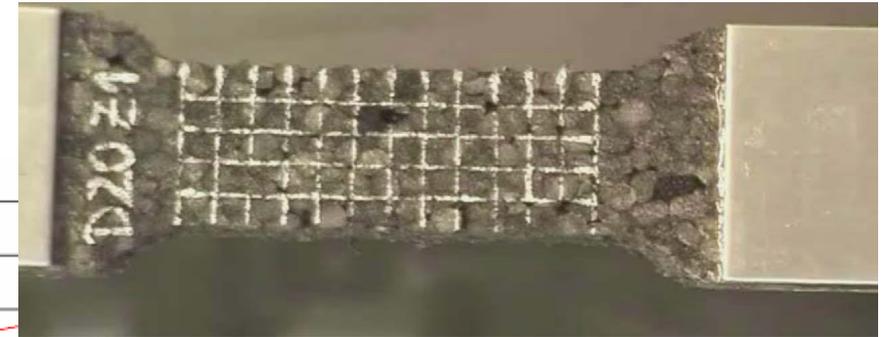


Einachsige Zugversuche (Dichtevariation)

Dichte [g/l]	E-Modul [MPa]	Spannung [MPa]	Poissonzahl
20	1,89	0,21	0,45
40	11,61	0,57	0,41
60	20,78	0,84	0,32
80	29,43	1,07	0,29



Deformationsgeschwindigkeit: 0,5 mm/s
Temperatur: 23°C

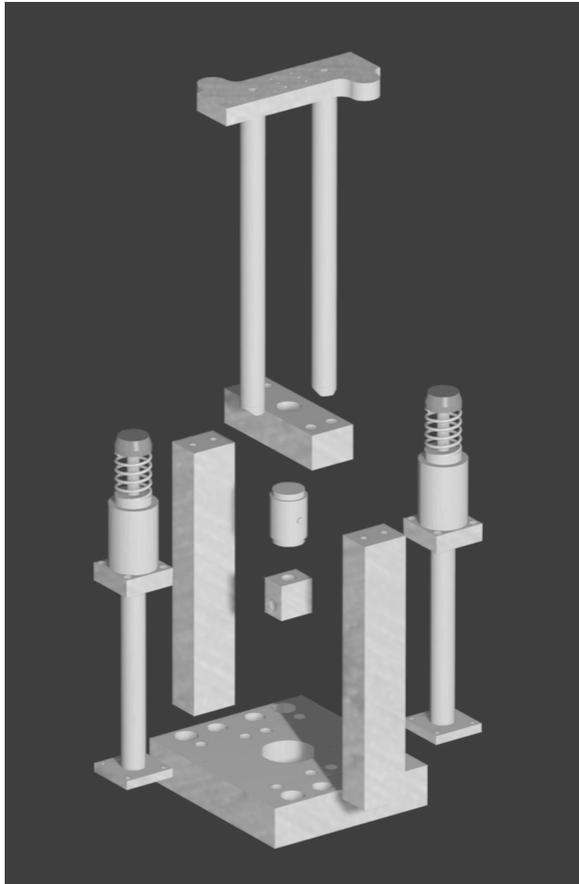


Zugprobe



erzwungene Expansion
nach Druck

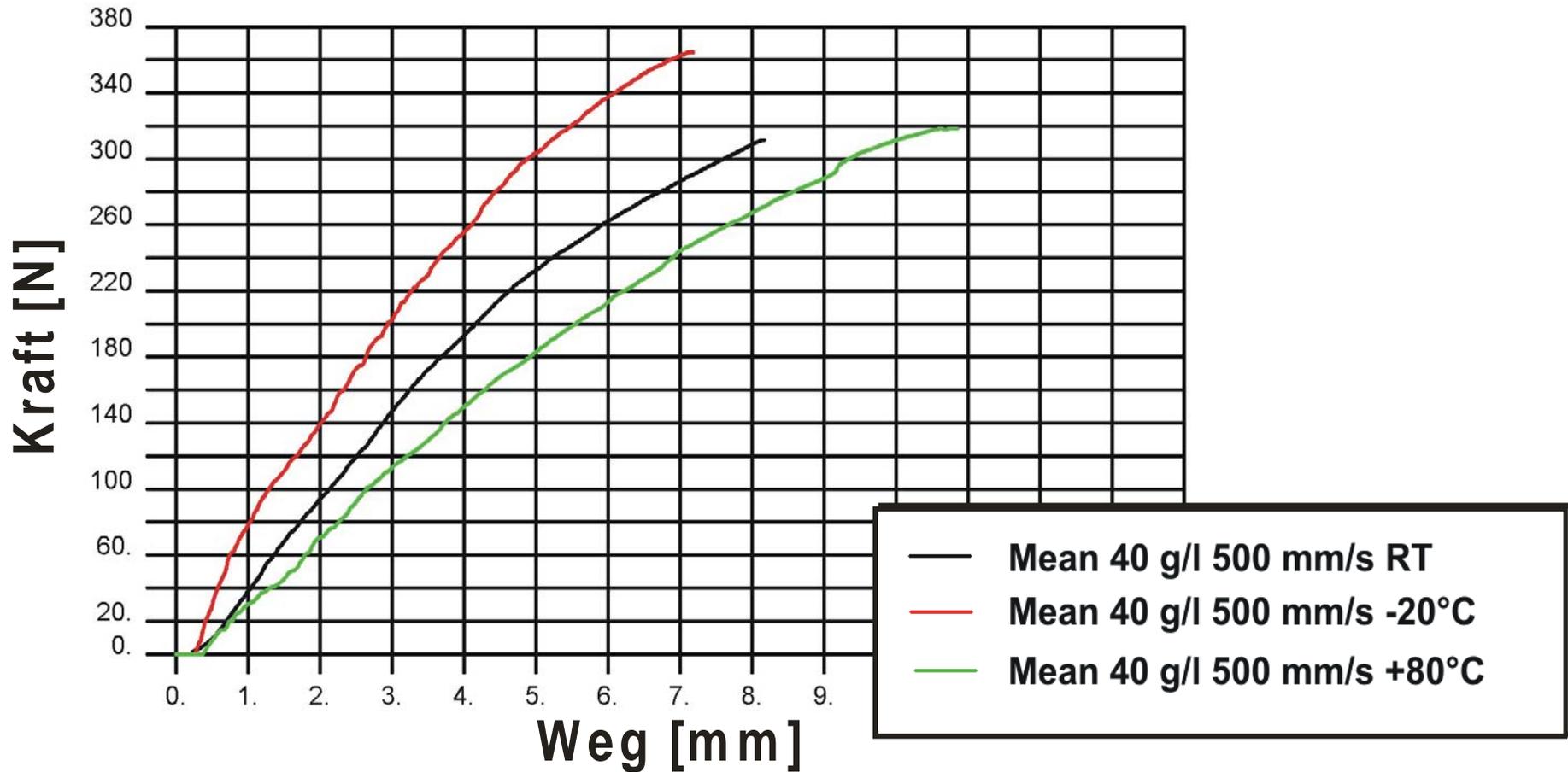
Konstruktion



Prüfstand



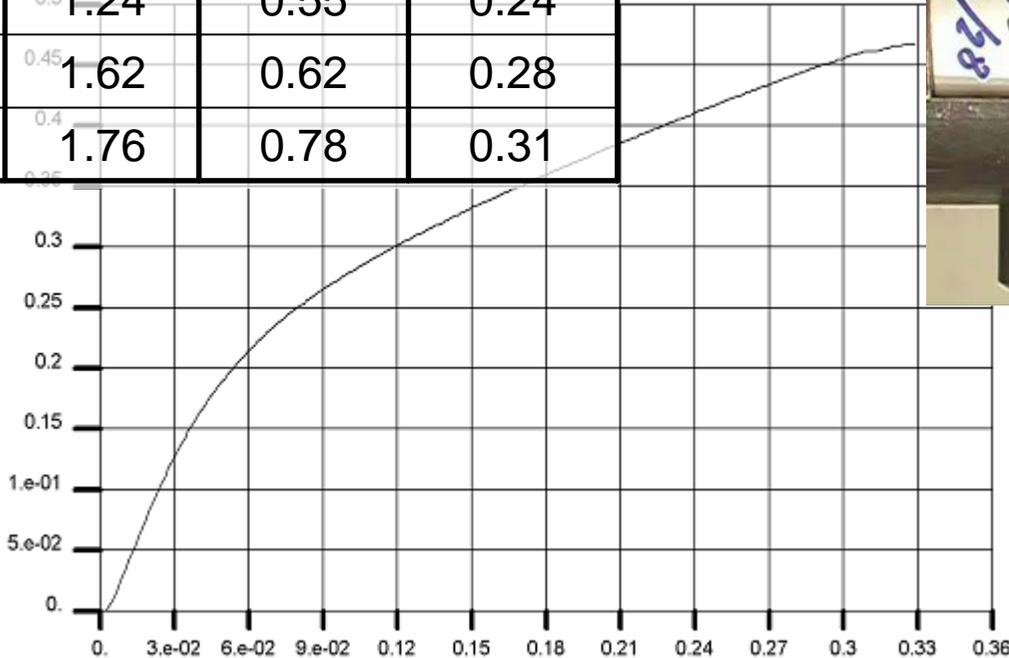
Einachsige Zugversuche (Temperaturvariation)



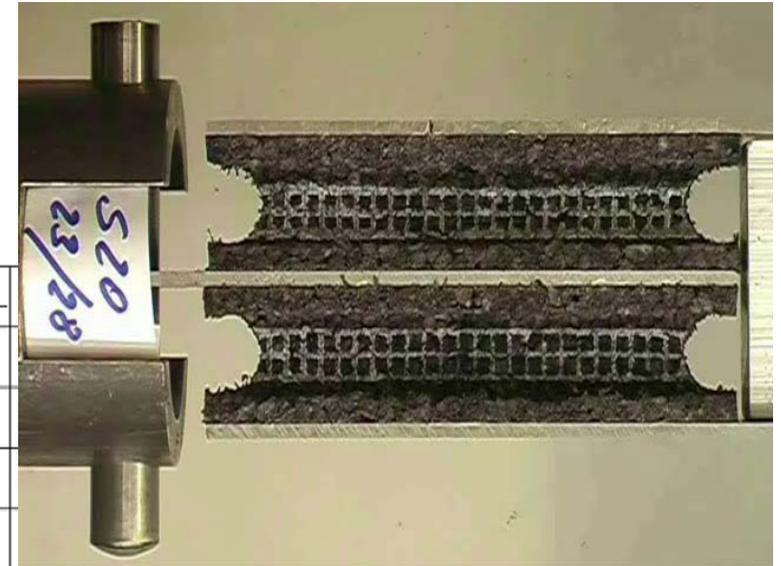
Schubversuche (Temperatur-/ Geschwindigkeitsvariation)

Schubmodul bei 20 g/l [MPa]			
	Temperatur		
v_{test} [mm/s]	-20°C	RT	+80°C
0.05	1.24	0.55	0.24
0.5	1.62	0.62	0.28
5	1.76	0.78	0.31

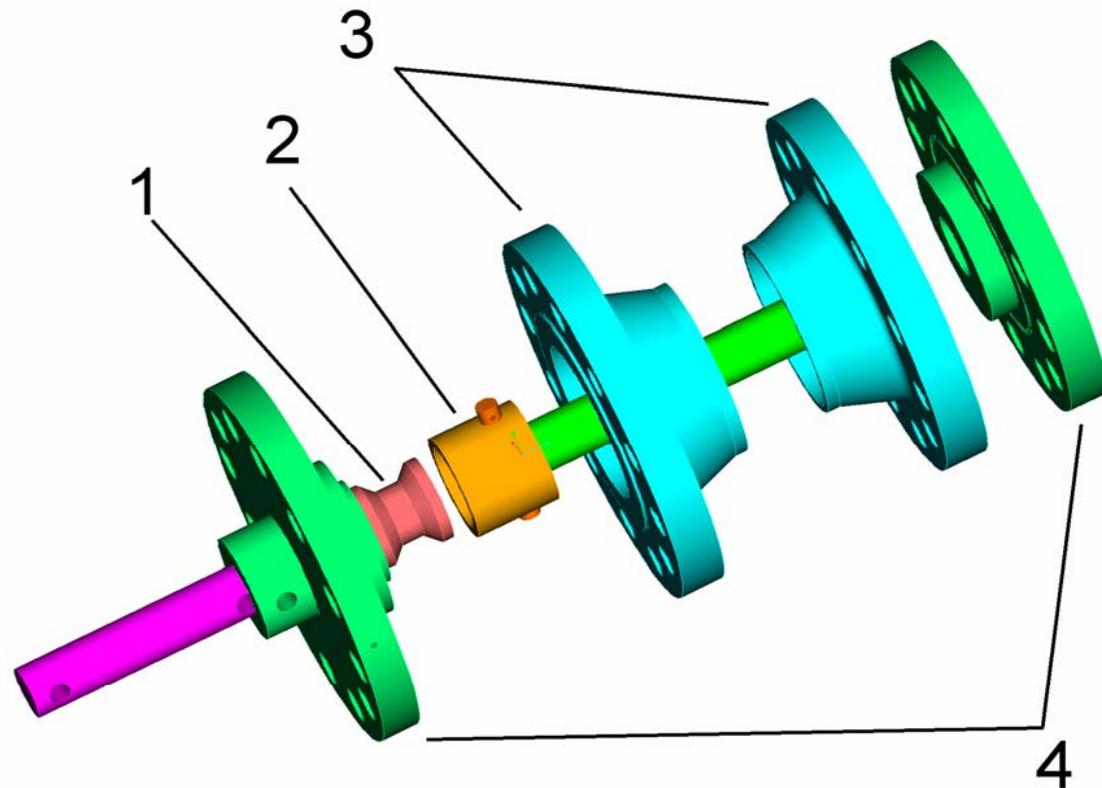
Schubspannung [MPa]



Schubdehnung [-]



Hydrostatische Druckversuche



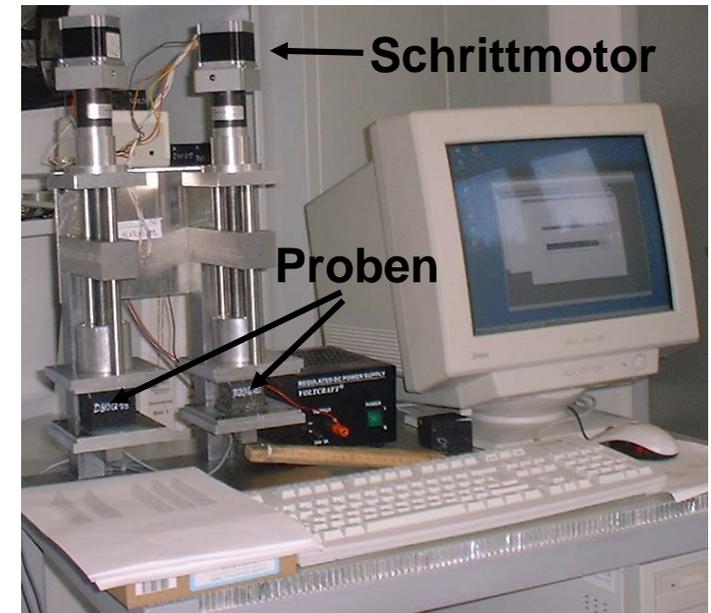
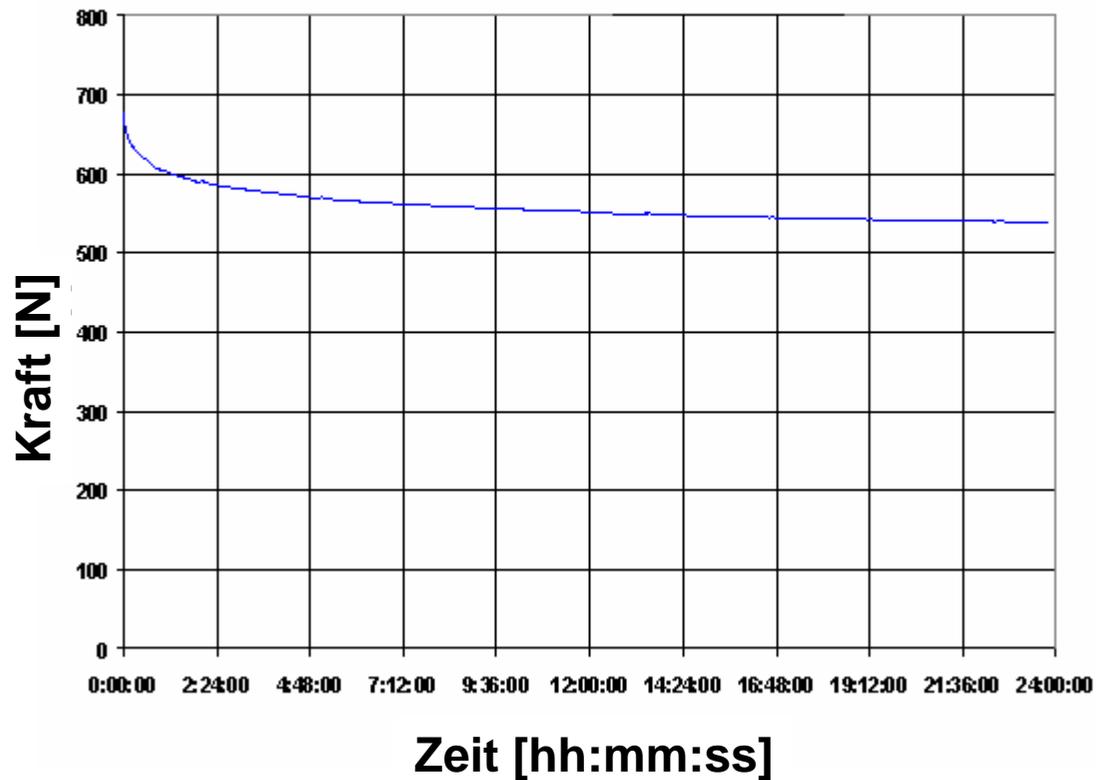
- 1: Probe
- 2: Probenhalter
- 3: Prüfkammer
- 4: Deckel

Druckkammer

- **Probengröße 50 x 50 x 50 mm³**
- **Unbehandelte Proben**
- **Entspanntes Wasser**
- **Wasseraufnahme durchschn. ca. 4,6 cm³ (Kein signifikanter Unterschied zwischen den Dichten)**
 - > **Eindringtiefe ca. 0,4 mm**
- **Probleme mit Lufteinschlüssen**
 - > **bisher keine Messung möglich**



**EPP: 80 g/l, 30% Kompression,
Temperatur: 21°C**

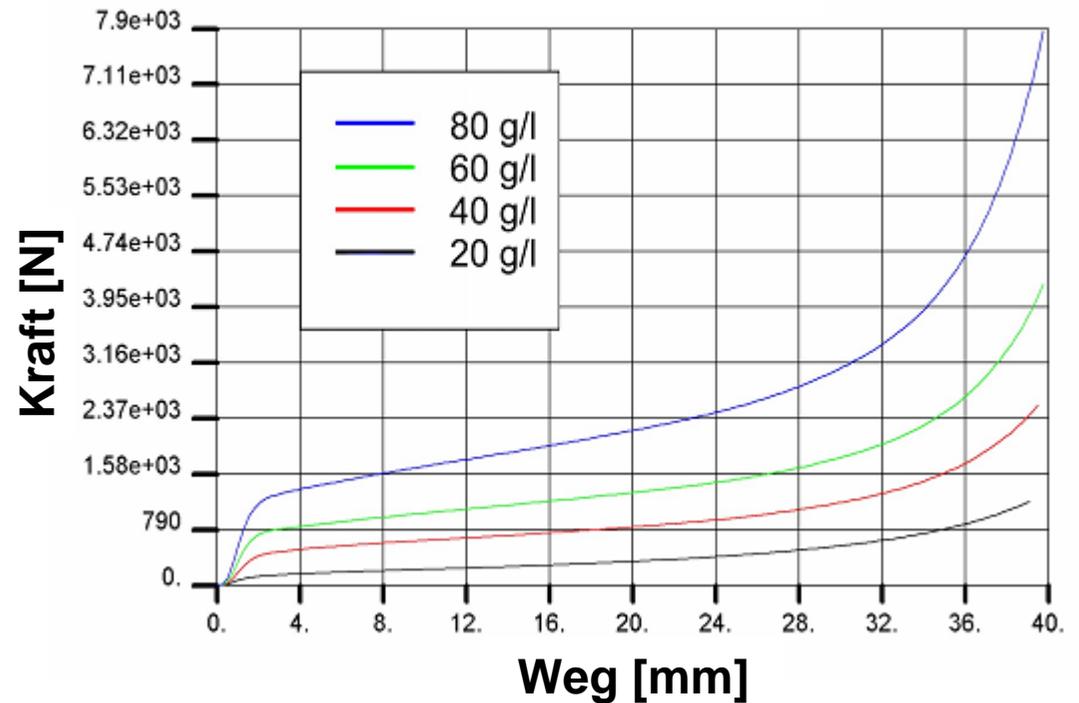
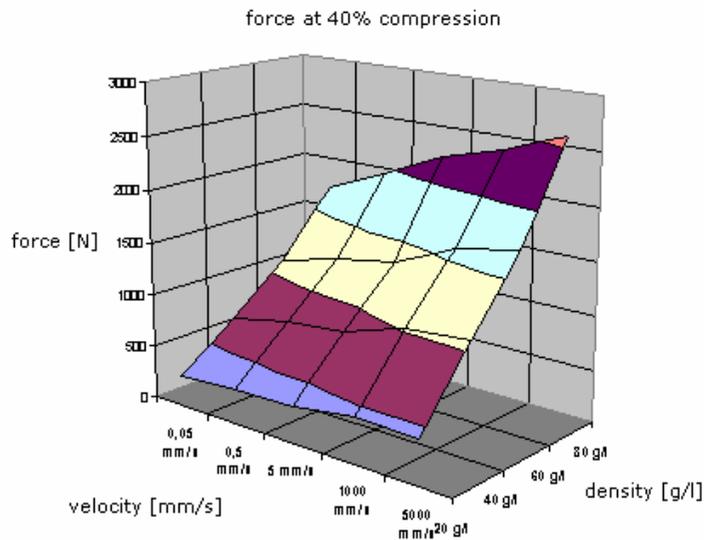


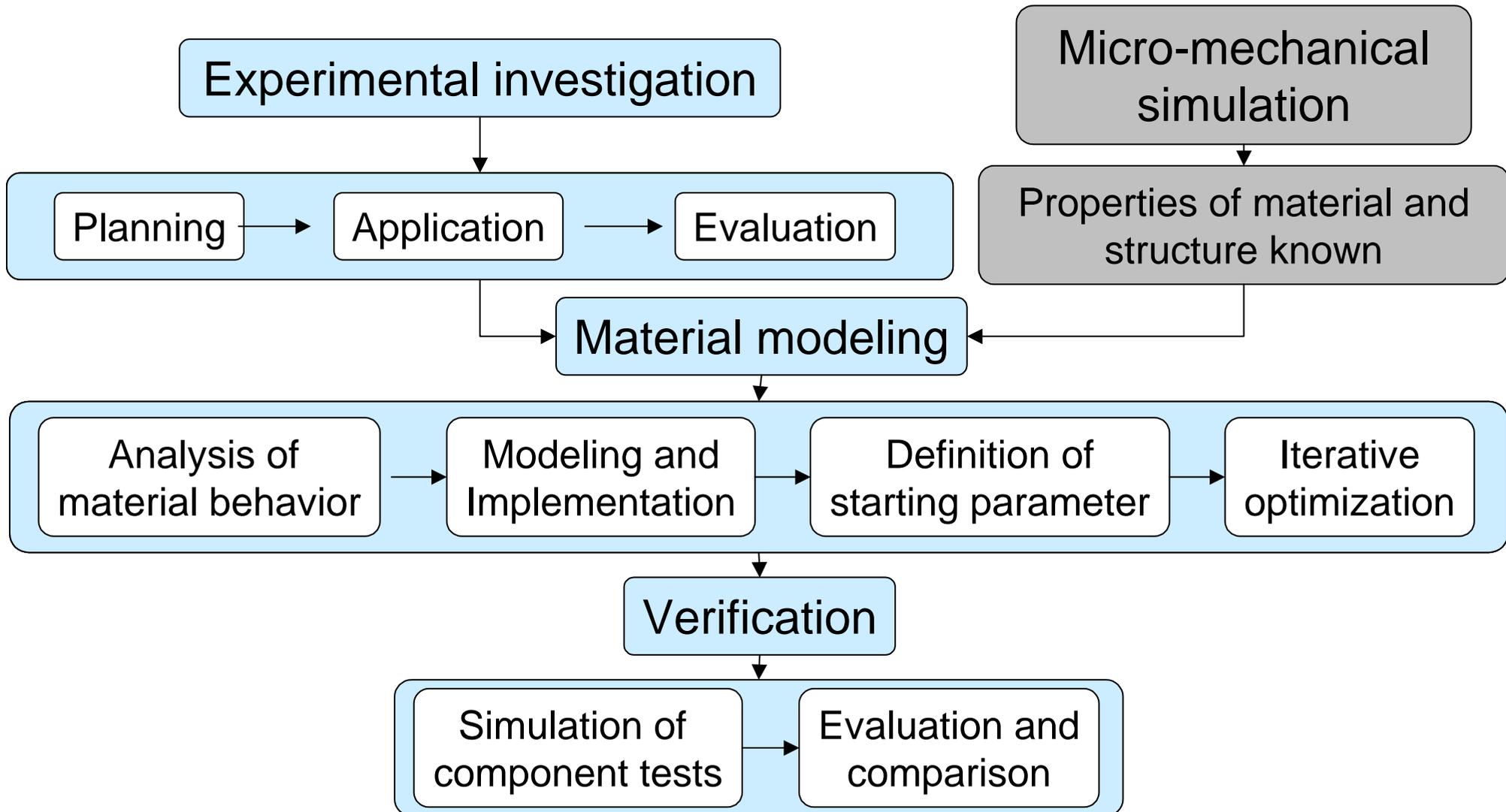
Relaxations Prüfstand

- Definierte Deformation
- Messung der Reaktionskraft als Zeitfunktion

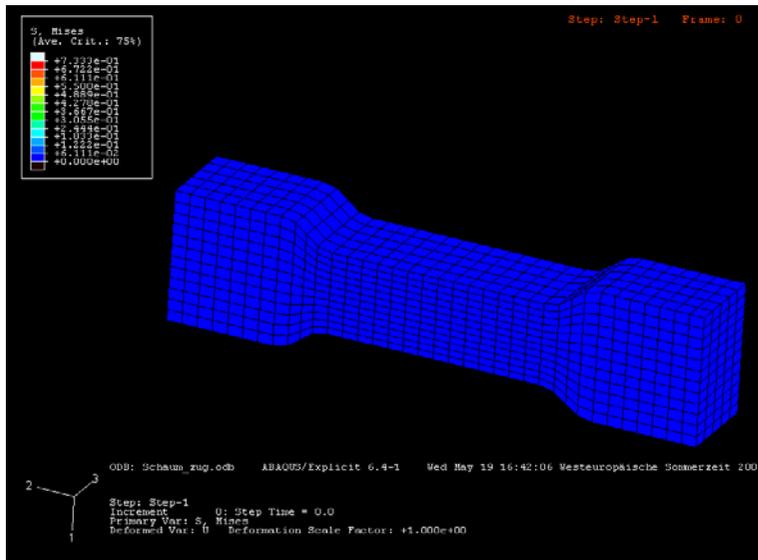
- Dichte
- Temperatur
- Dehnrage
- Zeit

Druckversuch: Unterschiedliche Dichten bei 5 mm/s Deformationsgeschwindigkeit Raumtemperatur

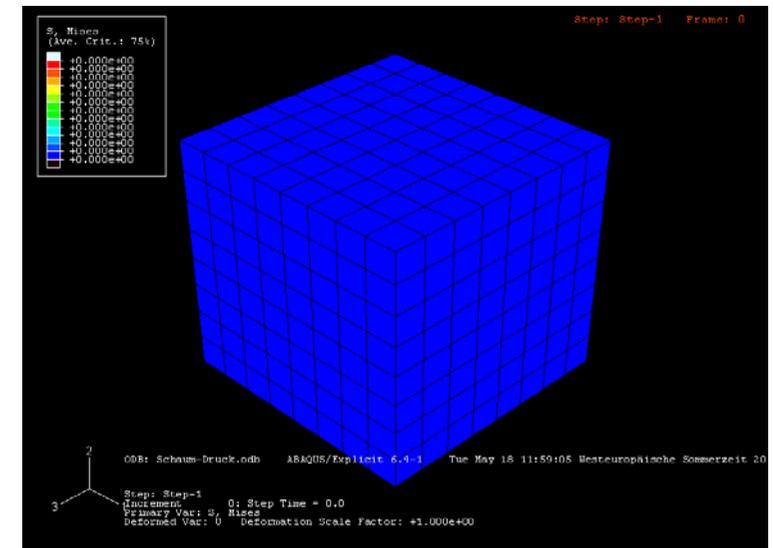




- Materialmodell „Hyper foam“ in ABAQUS®
- Kalibrierung durch Zug oder Druck und Schubverhalten des Schaums
- Parameteridentifikation durch “Methode der kleinsten Quadrate”

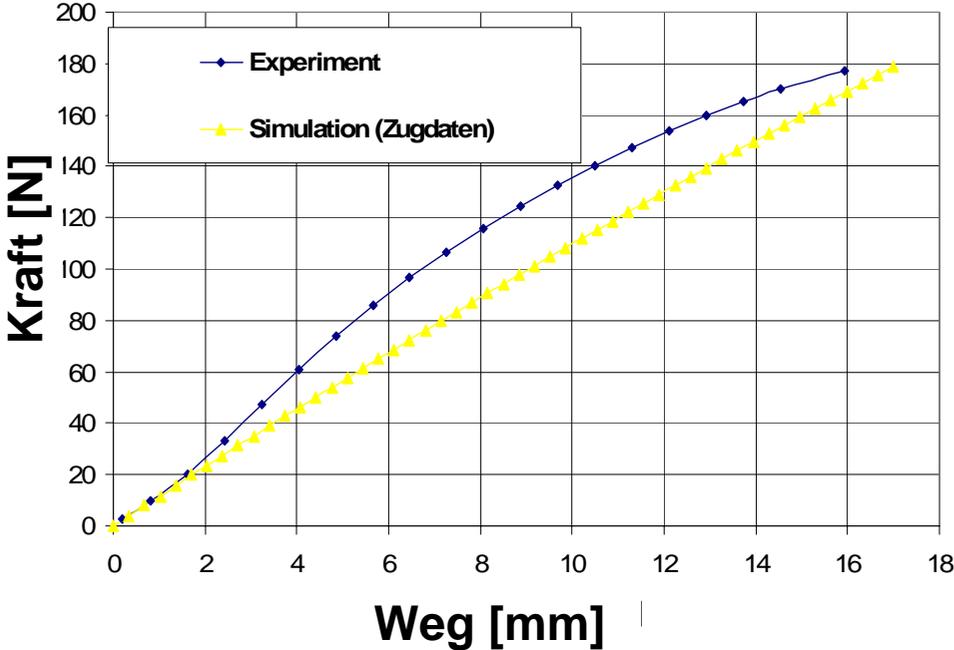


↑
Simulation: Zug und Druckversuch →
Dichte: 20 g/l
Deformationsgeschwindigkeit: 5 mm/s

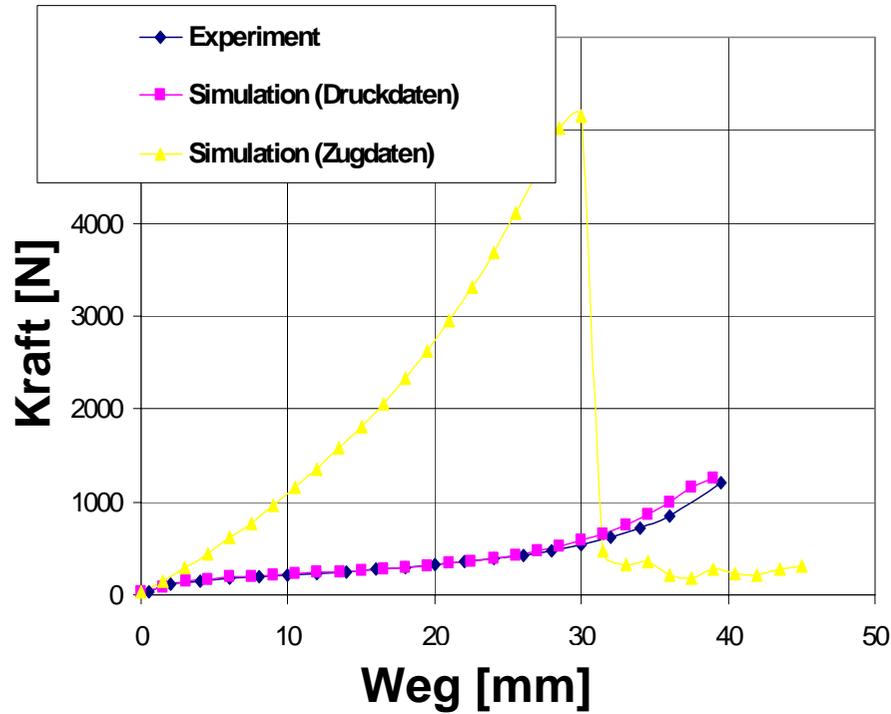


Materialmodellierung

Vergleich zwischen Versuch und Simulation



Simulation eines Zugversuchs



Simulation eines Druckversuchs

Probleme mit ABAQUS „Hyperfoam“- Materialmodell

- ↪ Unterschiede zwischen Zug- und Druckverhalten nicht darstellbar
- ↪ Komplizierte Modellierung temperaturabhängiger Daten
- ↪ Kein Versagenskriterium im Zug- und Schubbereich

→ Anforderungen

- ↪ Unterscheidung zwischen Zug- und Druckbereich
- ↪ Modellierung der Abhängigkeiten zwischen Temperatur, Zeit und Dehnrage

Es wurden Methoden zur experimentellen Untersuchung und Modellierung von EPP-Schäumen vorgestellt

- ↳ **Experimentelle Untersuchung von EPP-Schaum bei Zug, Druck und Schub in Abhängigkeit von Temperatur, Dehnrate und Dichte des Schaums**
 - **Materialeigenschaften**
- ↳ **Simulation des Schaums unter Verwendung vorhandener Materialmodelle**
- ↳ **Definition der Anforderungen an neue Materialmodelle**