

Modellierungsansätze für ausgewählte Aspekte der Umformsimulation

Wolfram Volk, Jae-Kun Kim

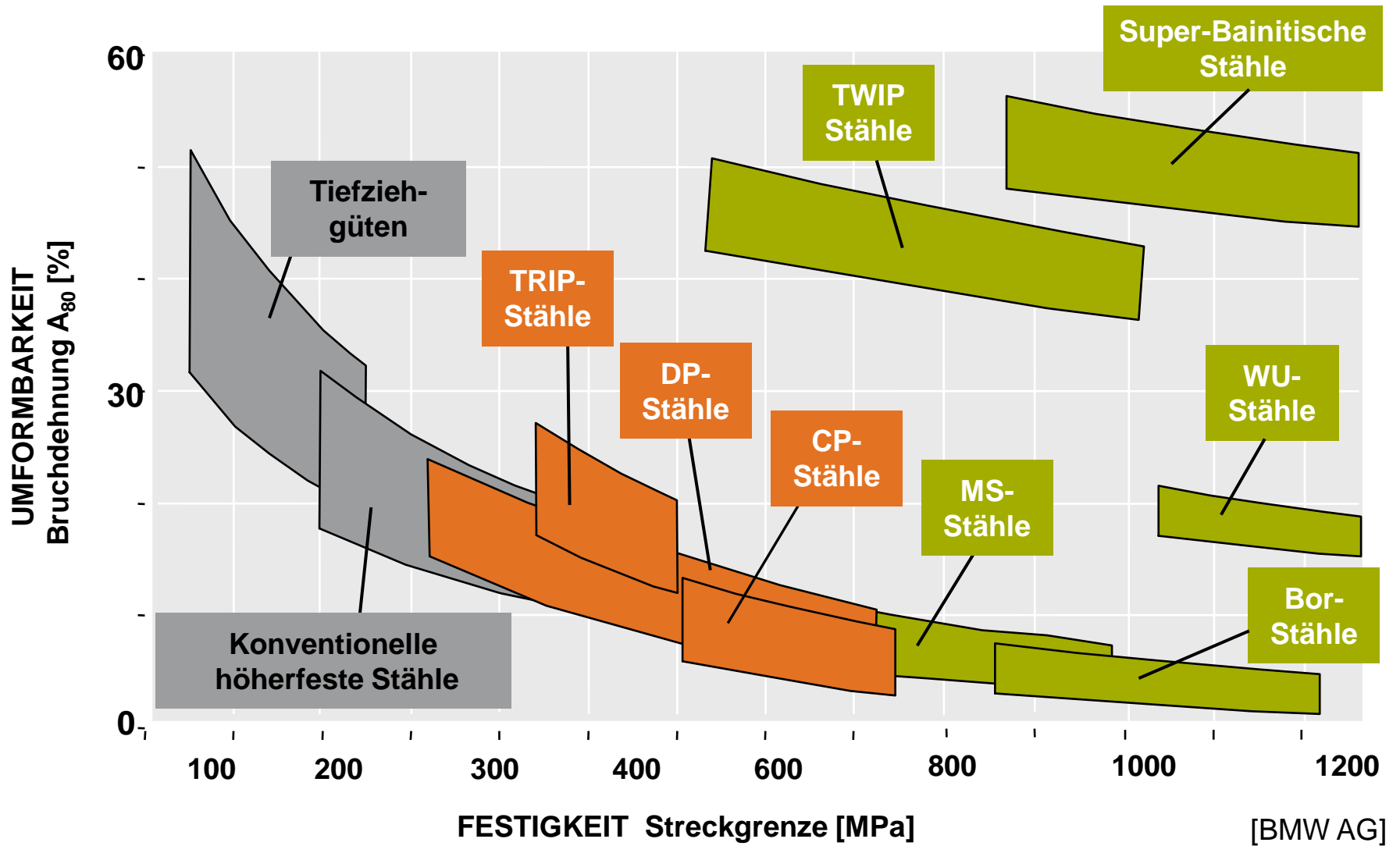
Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen, Technische Universität München

LS-Dyna Anwenderforum 2011 | Stuttgart | 13.10.2011

Inhalte

- Einleitung
- Problemstellung
- Experimentelle Ermittlung lokaler Instabilität
- Simulative Ermittlung lokaler Instabilität
- Zusammenfassung

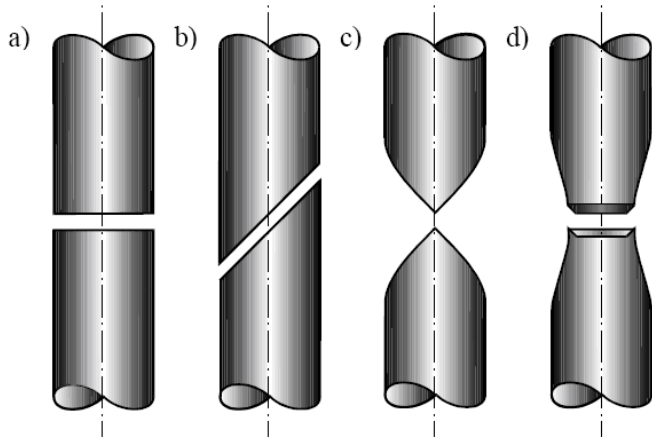
Einleitung



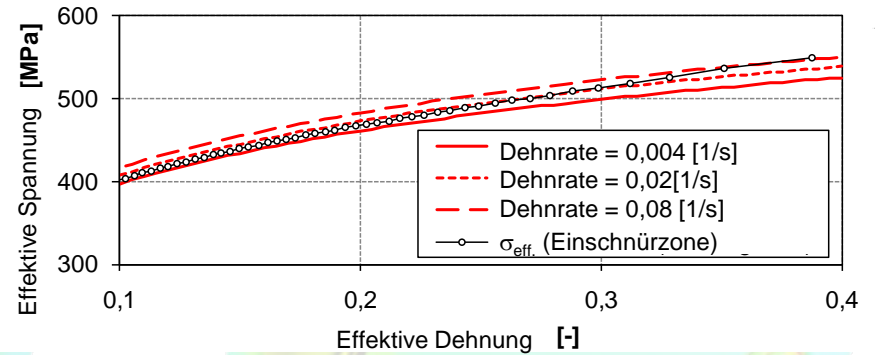
[BMW AG]

Problemstellung beim Einsatz neuer Materialgüten

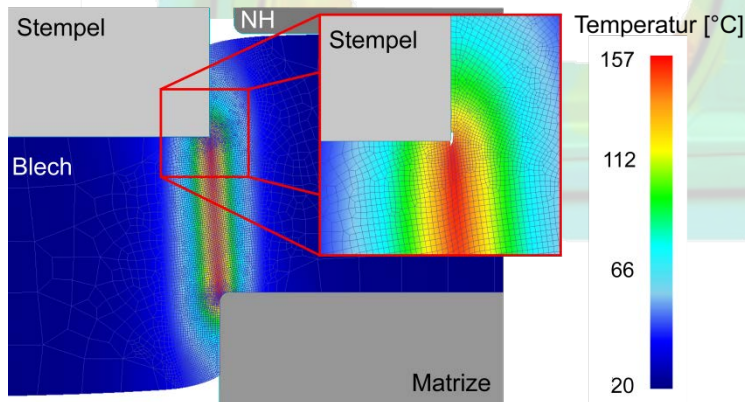
Materialversagen



Dehnratenabhängigkeit



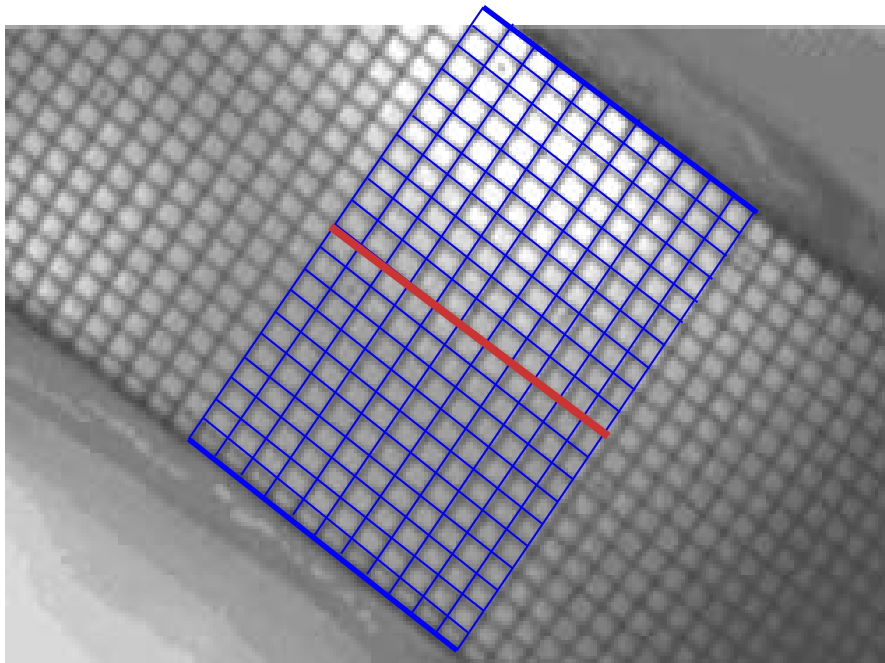
Temperaturabhängigkeit



Kantenrissempfindlichkeit



Experimentelle Ermittlung lokaler Instabilität



Experimentelle Ermittlung lokaler Instabilität

Testinstrument, -prinzip und -methode

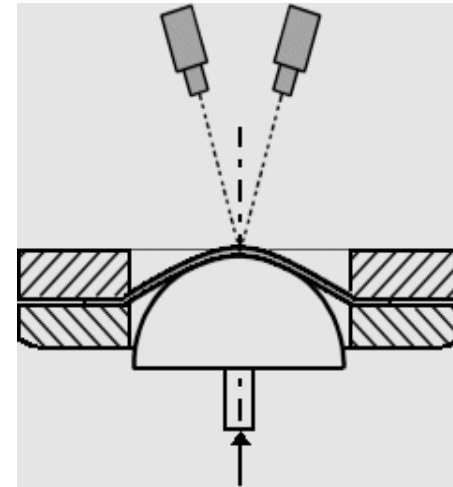
Nakajima Testmaschine



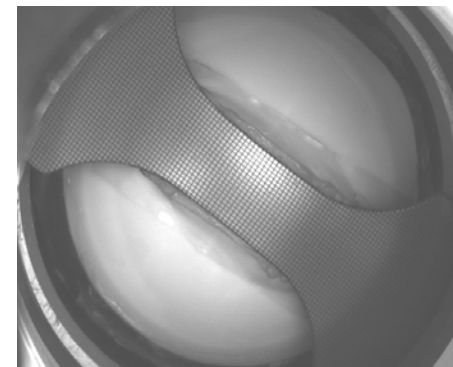
- ISO Standard 12004
- Schnittlinienmethode
- Zeitabhängige Auswertemethode

► *Lokalisierung der Einschnürung*

Prinzipskizze



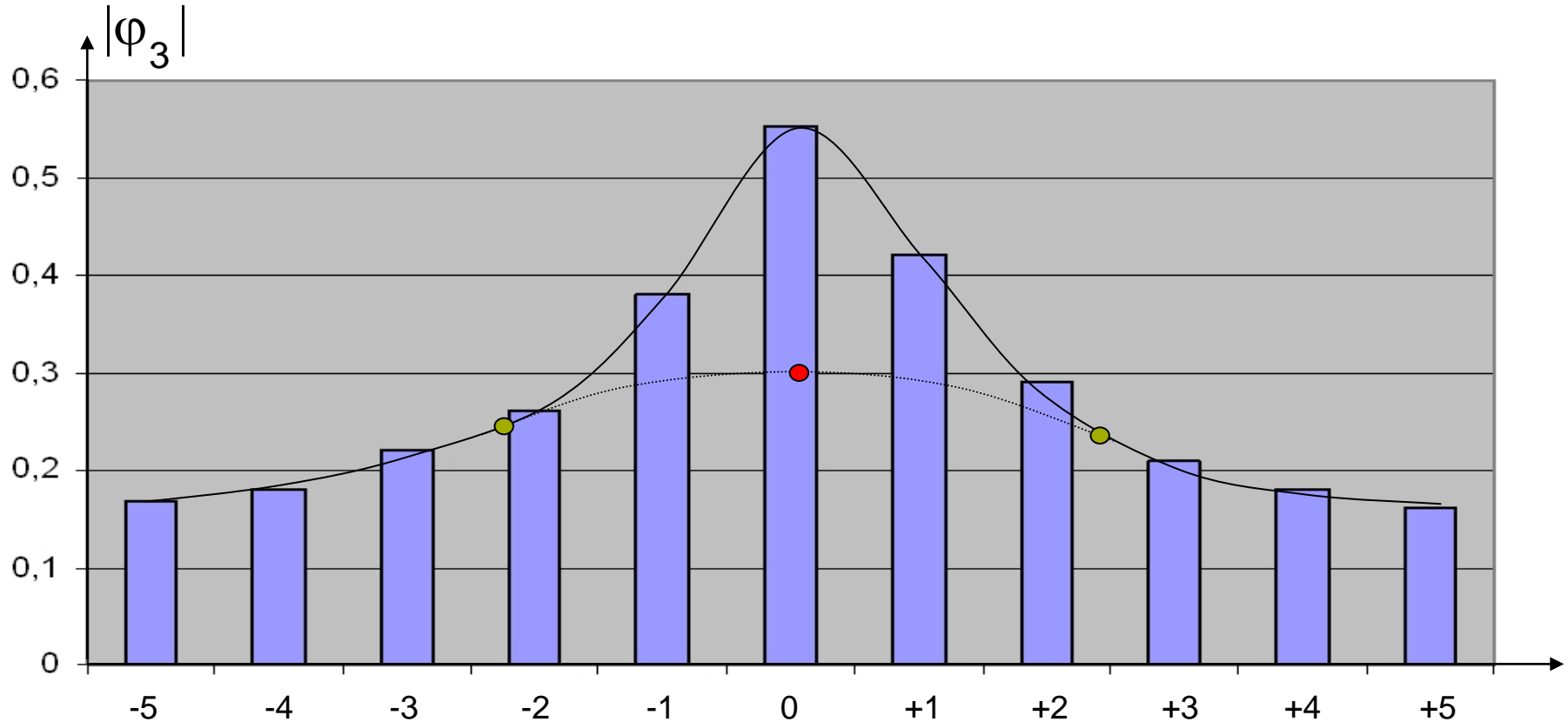
Probe



Experimentelle Ermittlung lokaler Instabilität

Schnittlinienmethode

„Zurückrechnen“ der Dehnungen

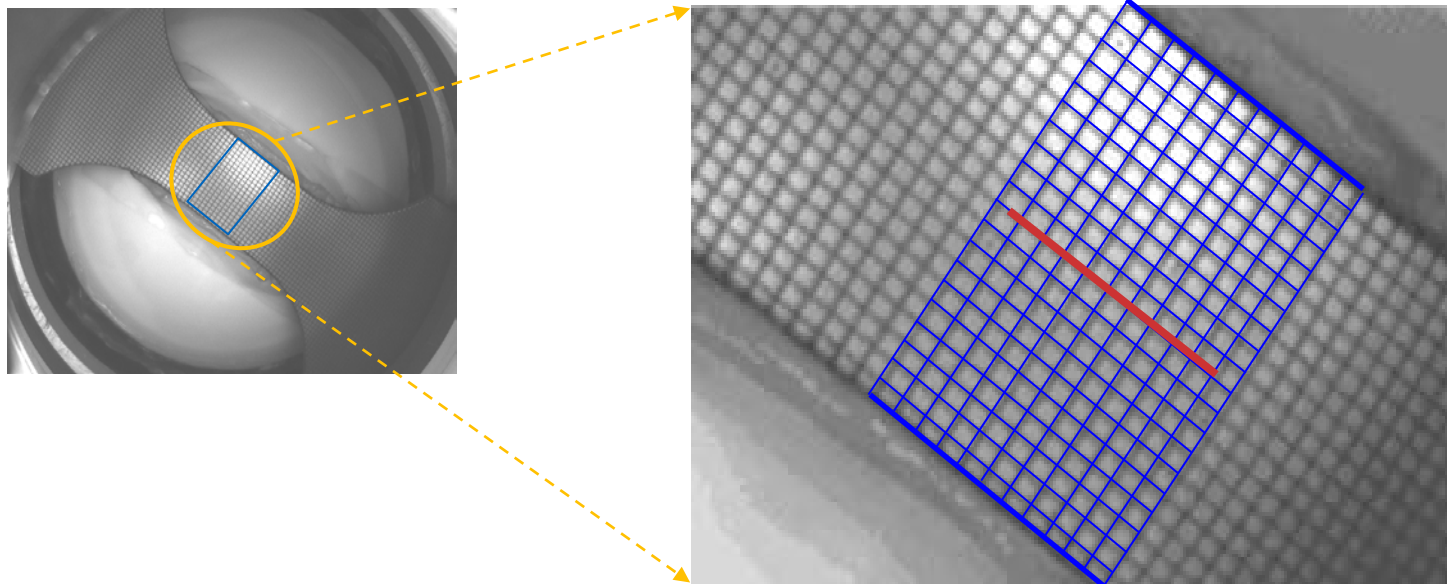


► *Problematisch bei großem Instabilitätsbereich oder mehreren Einschnürzonen*

Experimentelle Ermittlung lokaler Instabilität

Zeitabhängige Auswertemethode

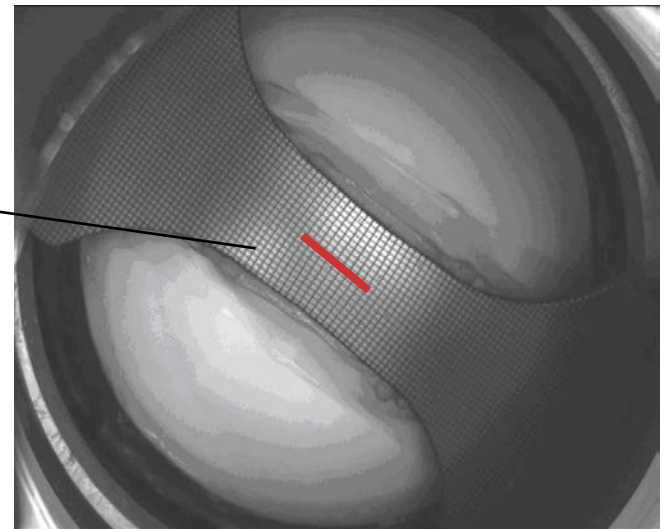
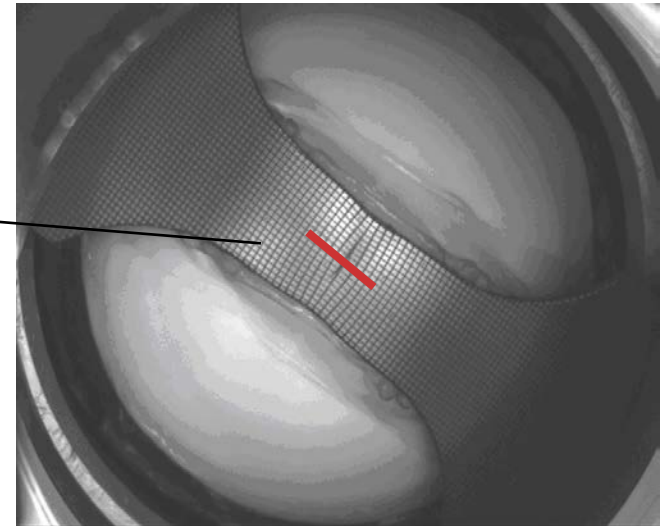
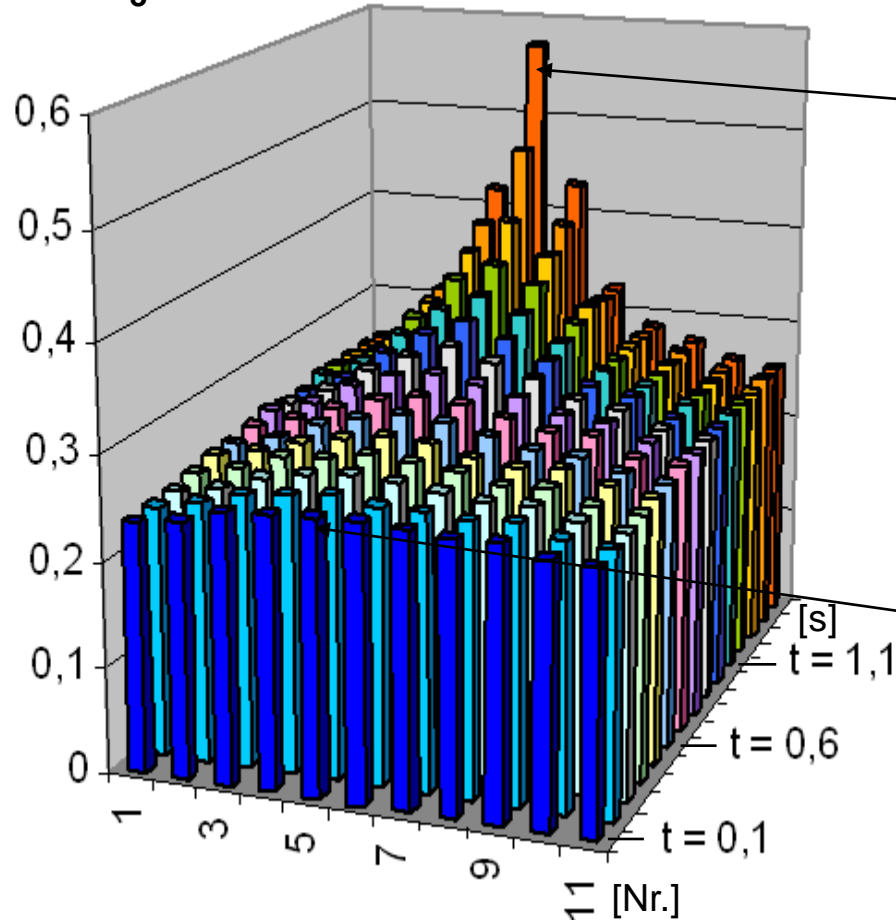
- Bisher: Identifikation der beginnenden Einschnürung mit subjektiver visueller Methode (per Auge)
- Deutliche Variation der Ergebnisse bei unterschiedlichen Anwendern (sogar bei identischen Proben)



▶ *Zeitliche Entwicklung von Ausdünnung und Ausdünnungsrate entlang Querschnitt*

Zeitabhängige Auswertemethode Ausdünnungswerten

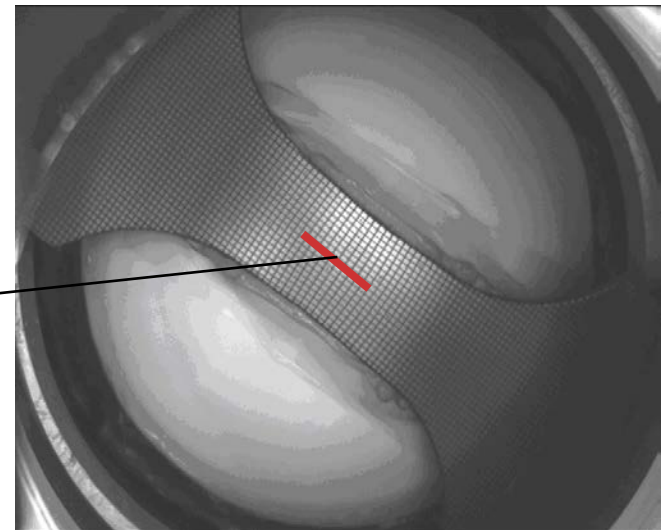
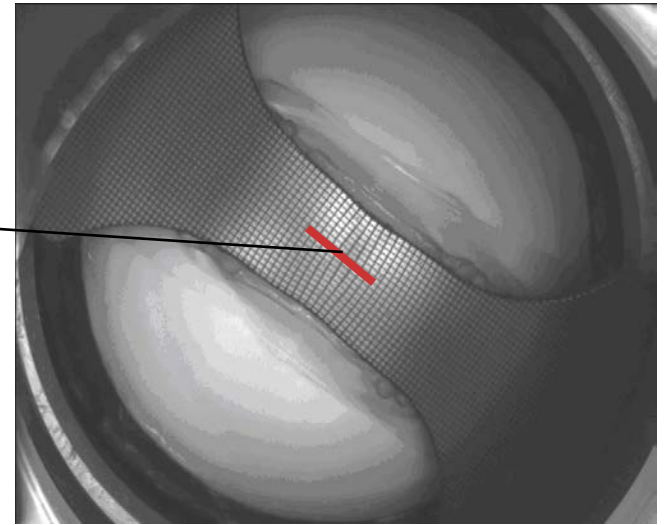
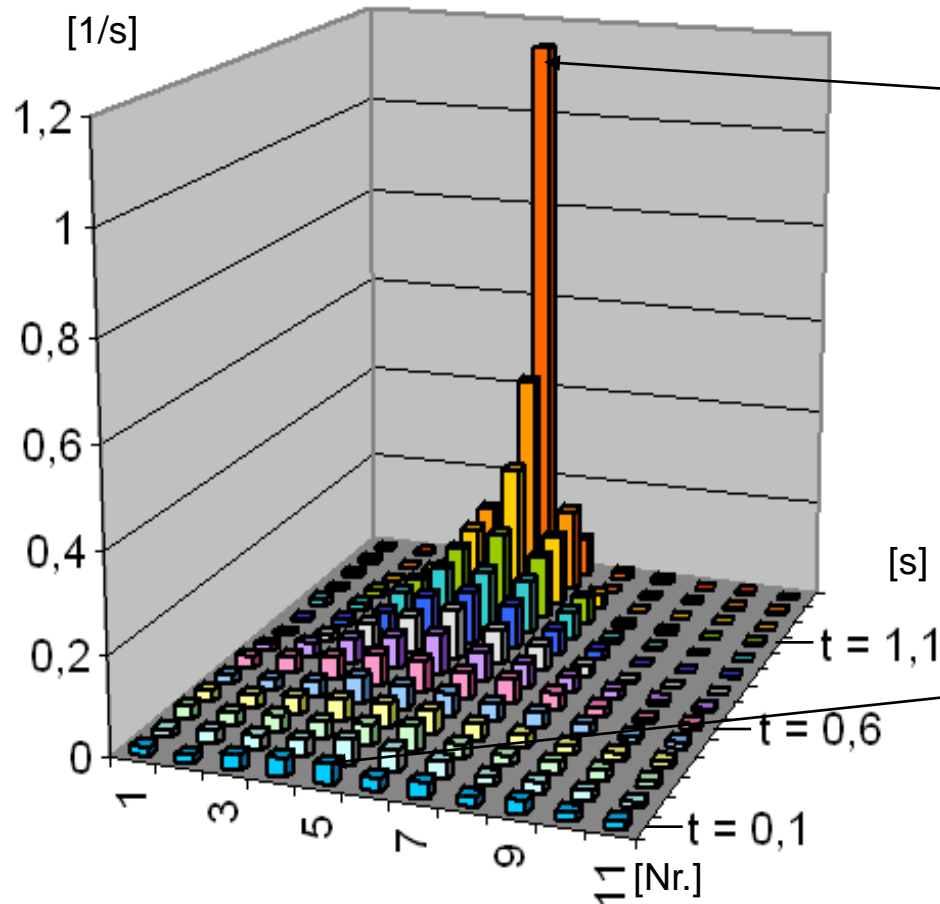
Zeitliche Verfolgung von Ausdünnungswerten $|\varphi_3|$ entlang Probenschnitt



Zeitabhängige Auswertemethode

Ausdünnungsraten

Zeitliche Verfolgung von Ausdünnungsraten $|\varphi_3|$ entlang Probenschnitt

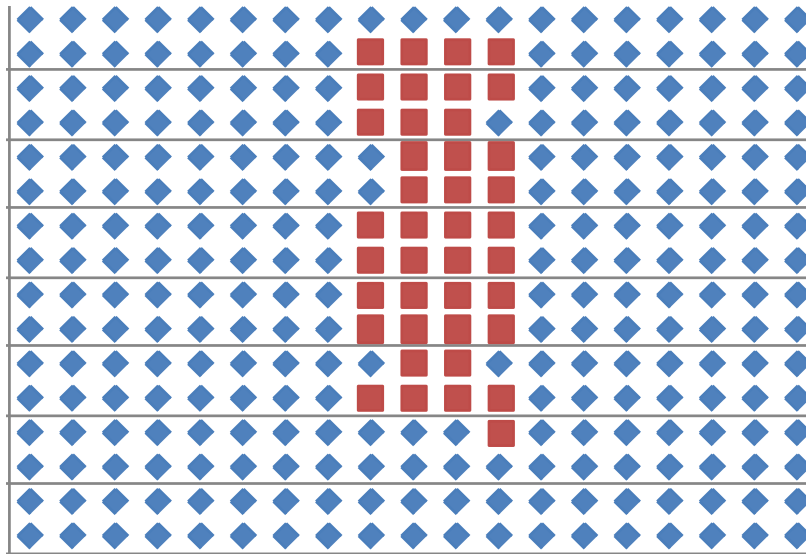


Zeitabhängige Auwertemethode

Anwendungsbeispiele

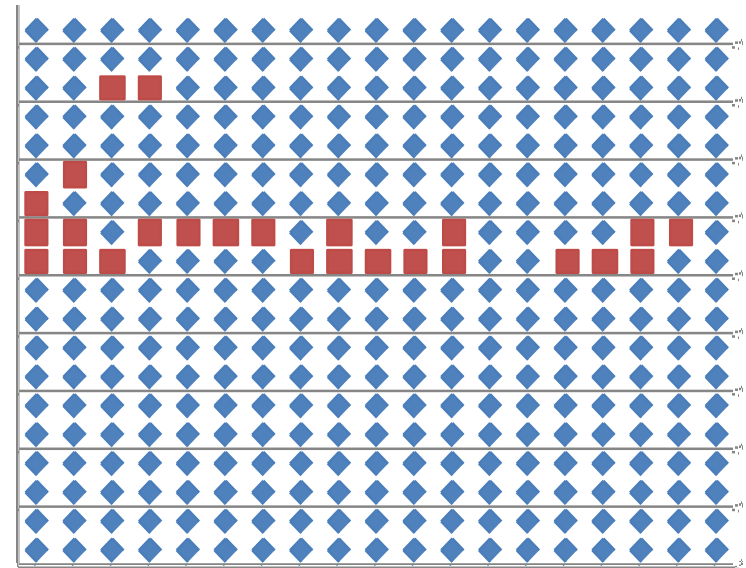
Material mit einer positiven oder negativen Dehnratenempfindlichkeit

positiv



$t = 0,2 \text{ s}$

negativ

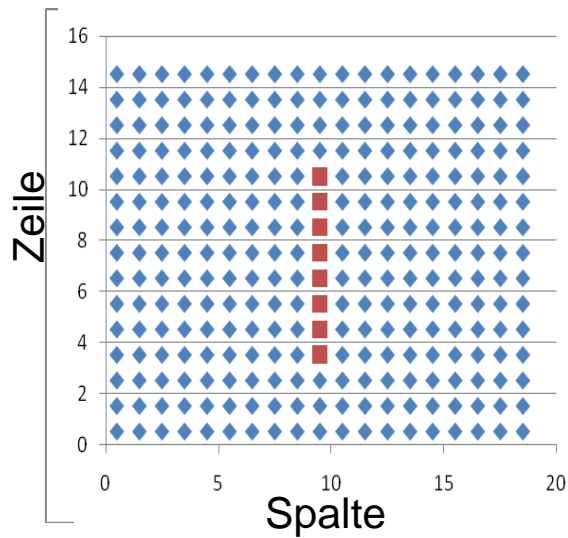


$t = 0,1 \text{ s}$

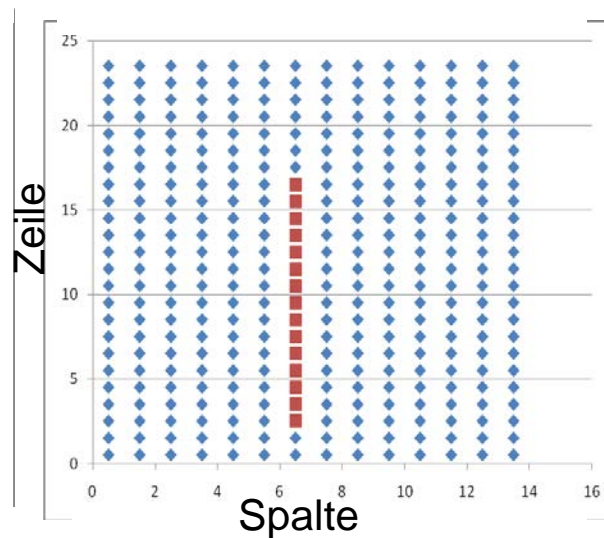
Zeitabhängige Auswertemethode

Grundlegender Algorithmus – Schritt I

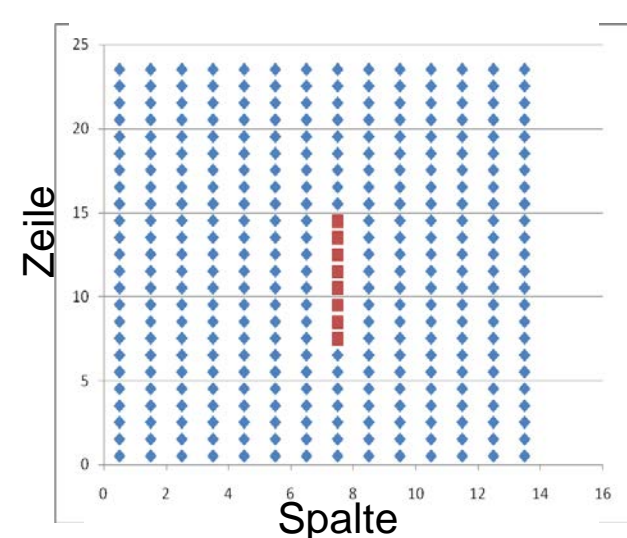
- Identifikation lokaler Instabilität mittels zeitabhängiger Auswertemethode



Uniaxiale Dehnung



Ebene Dehnung

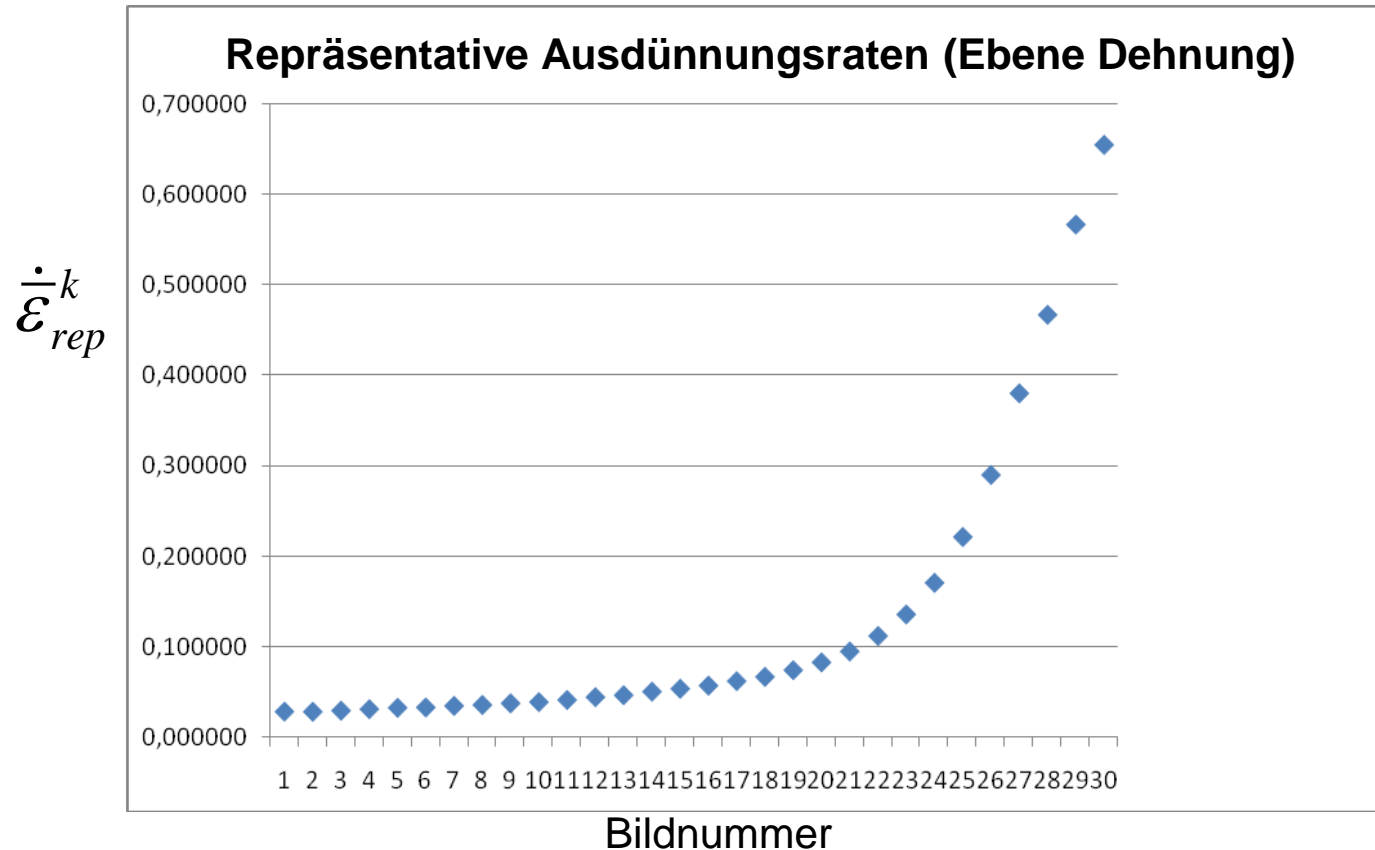


Biaxiale Dehnung

Zeitabhängige Auswertemethode

Grundlegender Algorithmus – Schritt II

- Analyse zeitabhängigen Materialverhaltens der identifizierten Instabilitätszone

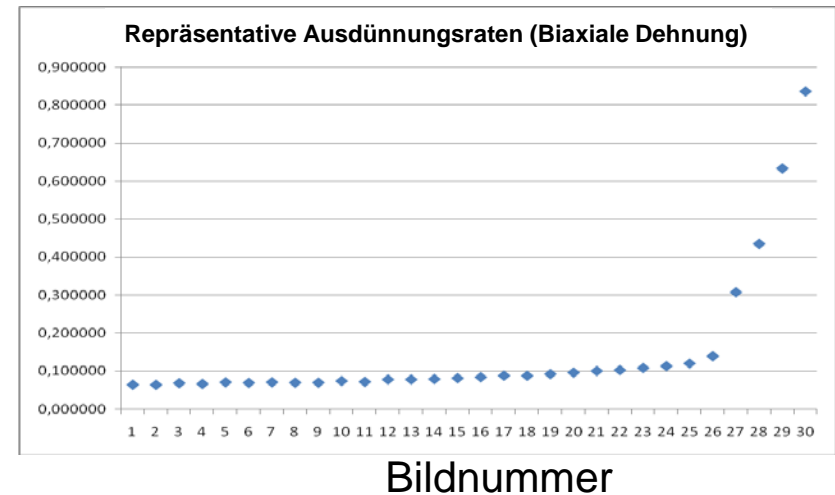
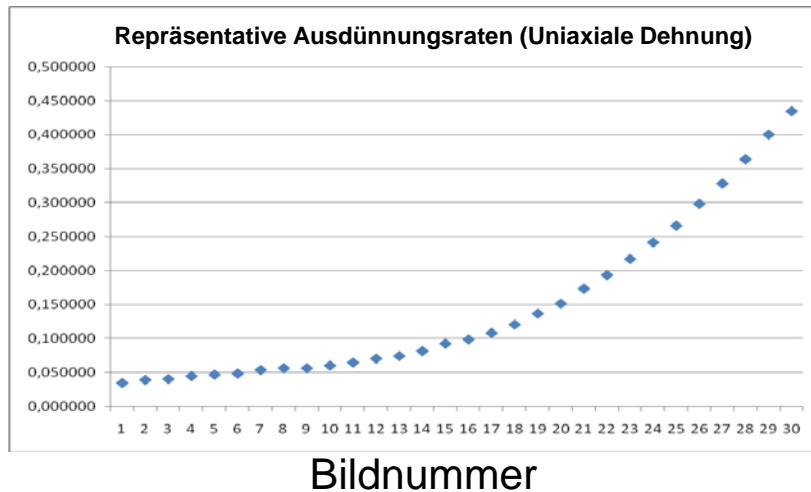


Zeitabhängige Auswertemethode

Grundlegender Algorithmus – Schritt II

- Analyse zeitabhängigen Materialverhaltens der identifizierten Instabilitätszone

$\dot{\epsilon}_{rep}^k$

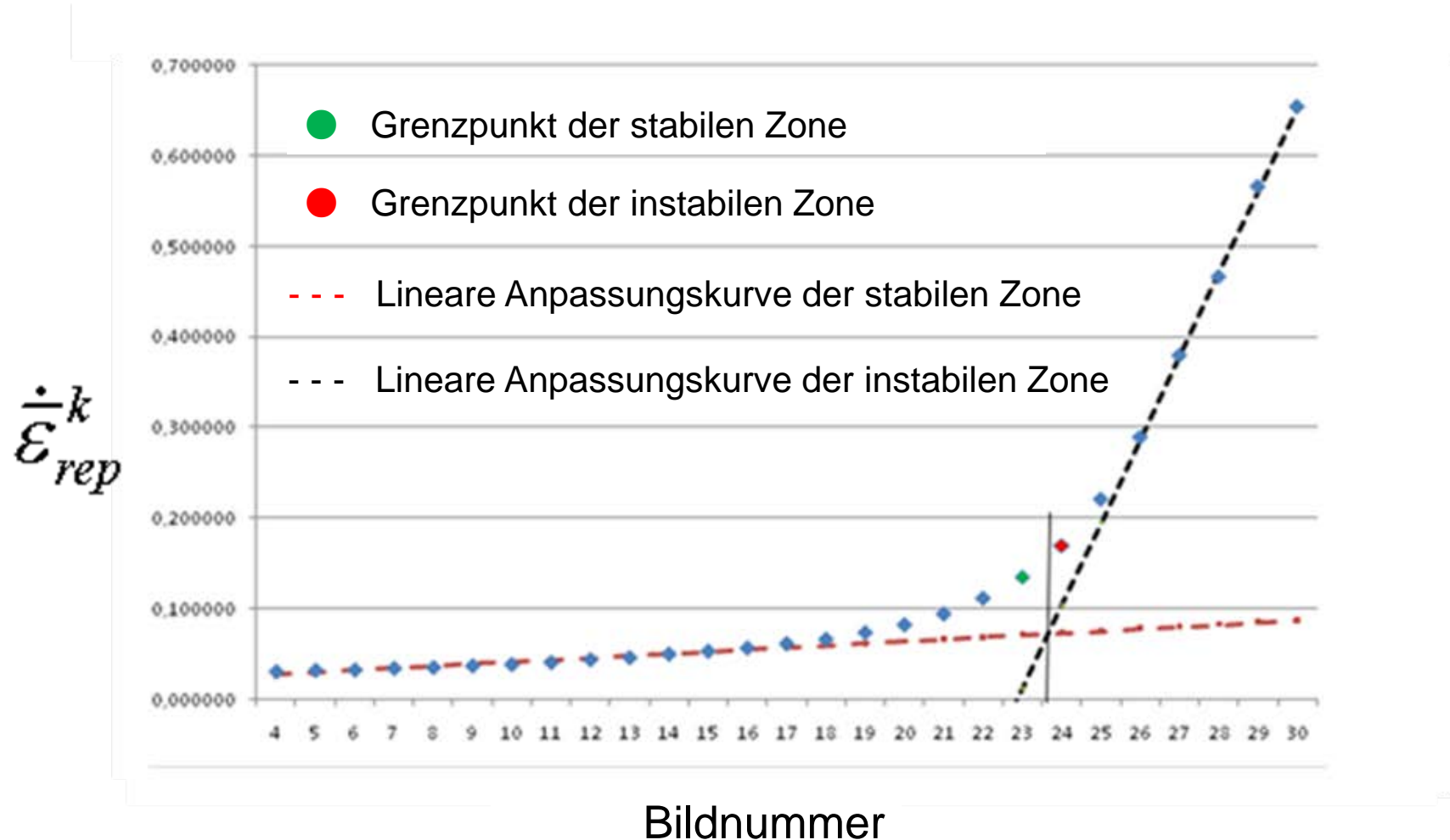


► *Qualitativ gleiches Verhalten bei allen Dehnungsverhältnissen*

Zeitabhängige Auswertemethode

Grundlegender Algorithmus – Schritt III

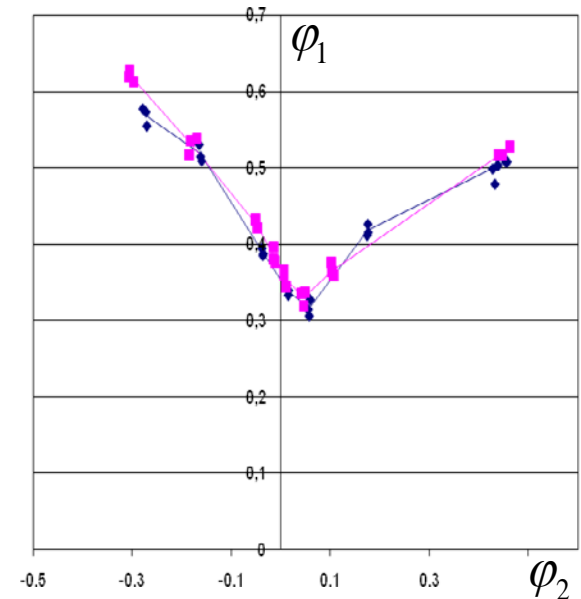
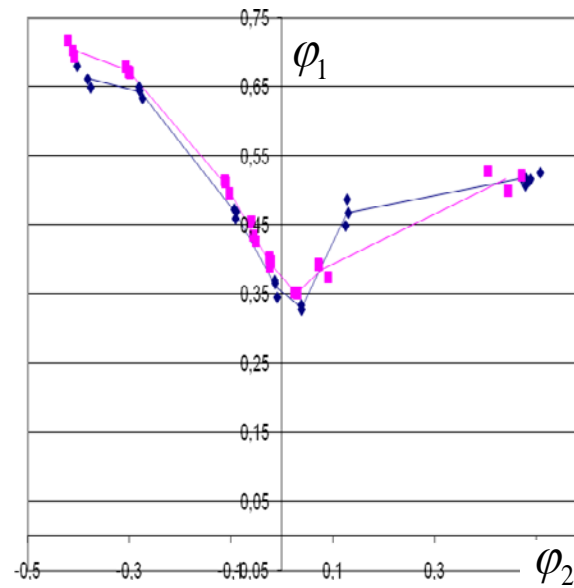
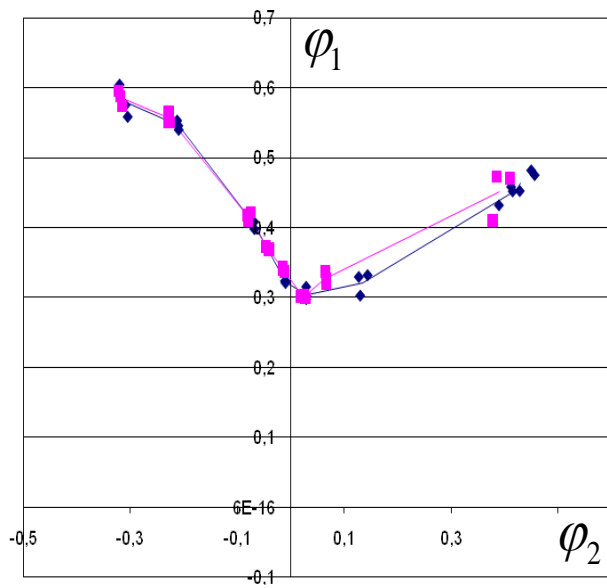
- Lineare Kurvenanpassung stabiler und instabiler Zone



Zeitabhängige Auswertemethode

Grundlegender Algorithmus – Schritt IV

- Bestimmung beginnender Instabilität und entsprechender Spannung



◆ Lab 1

■ Lab 2

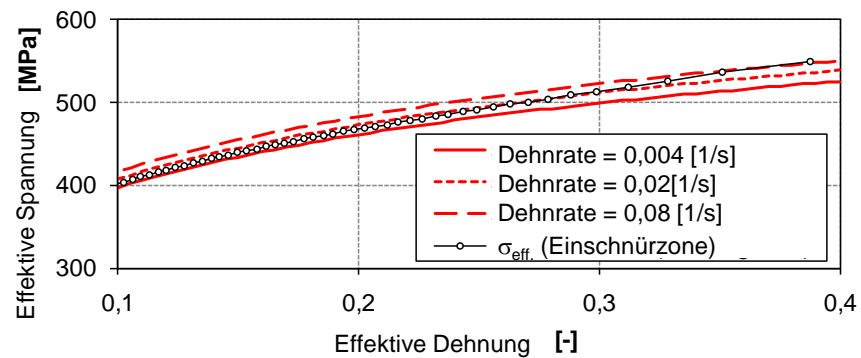
HC220YD 0,8 mm

HC220YD 1,6 mm

HC260LAD 1,1 mm

W. Volk, P. Hora.: New algorithm for a robust user-independent evaluation of beginning instability for the experimental FLC determination. *Int. J. Material Forming*, DOI:10, (2011), 1007/s12289-010-1012-9

Simulative Ermittlung lokaler Instabilität

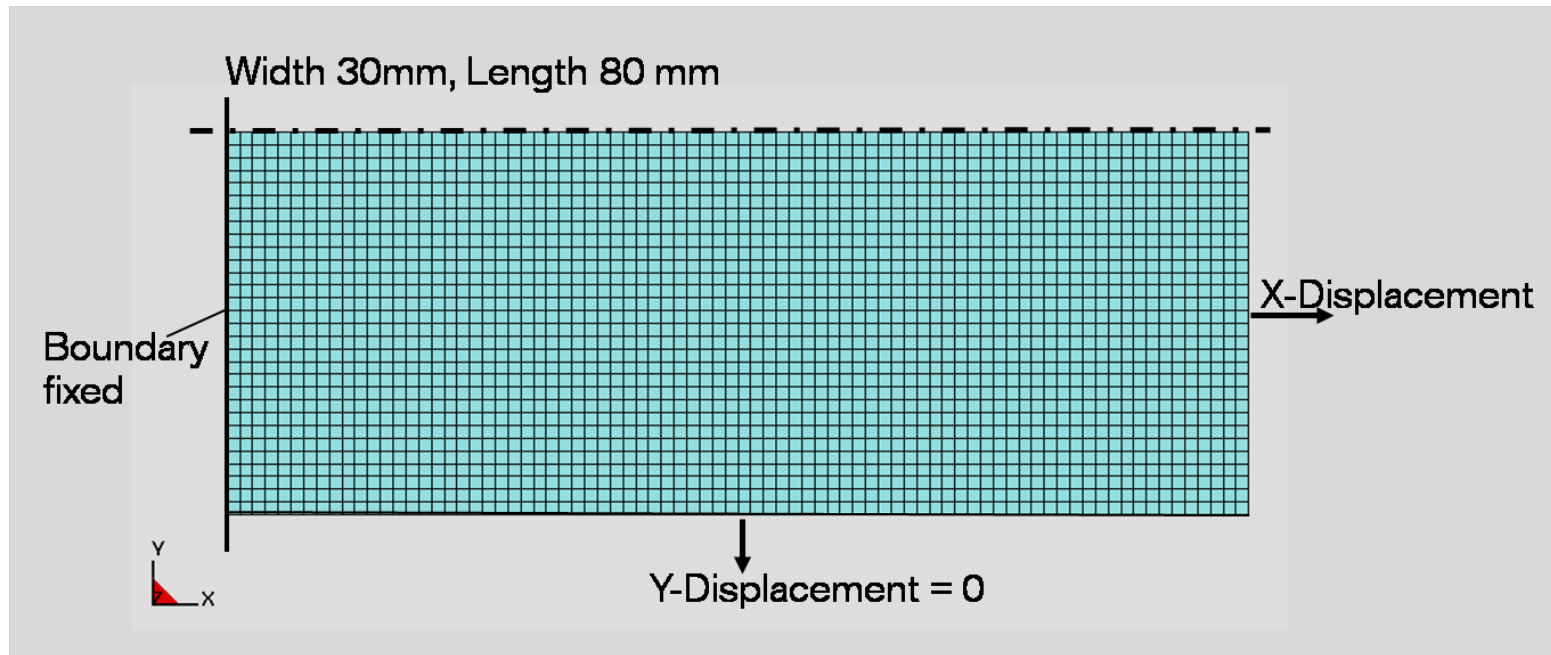


Simulative Ermittlung lokaler Instabilität

Ideale ebene Dehnung

Randbedingungen

- Material: HC180BH , 1 mm
- X-Verschiebung = $133 \text{ mm/s} \cdot t$



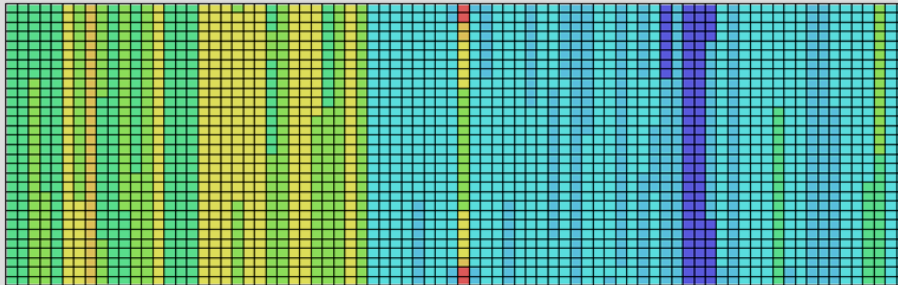
Volk & Charvet, LS-Dyna Konferenz Salzburg 2009

Simulative Ermittlung lokaler Instabilität

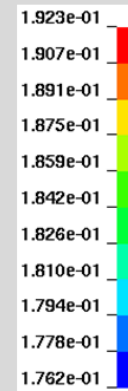
Ideale ebene Dehnung

Ohne Dehnratenempfindlichkeit

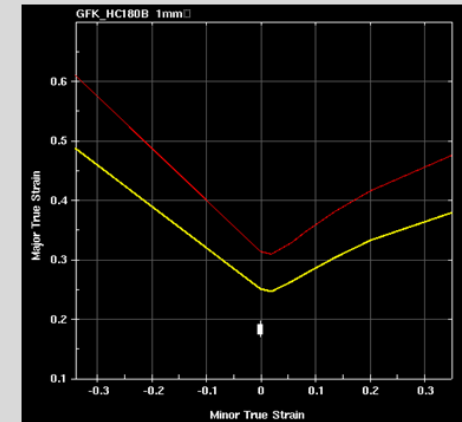
X-Displacement 16 mm



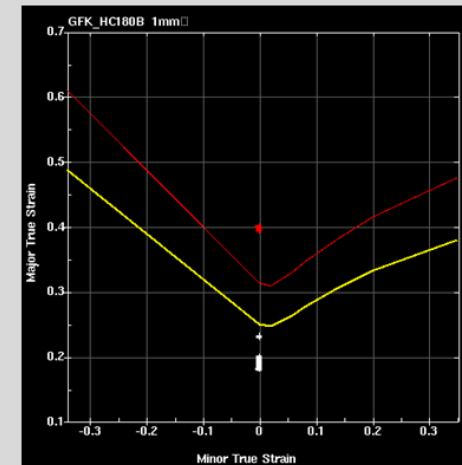
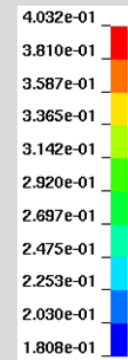
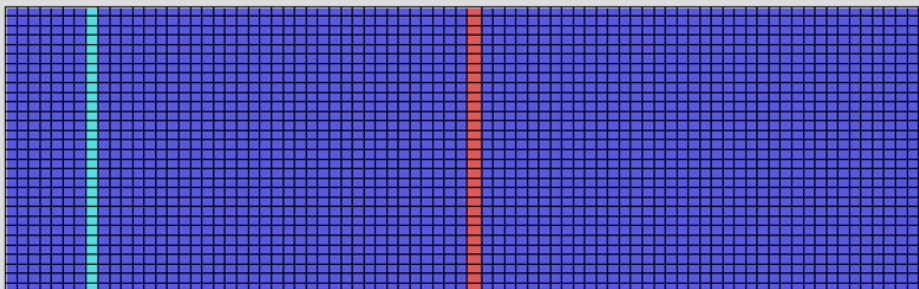
1. princ.strain



FLC



X-Displacement 17 mm

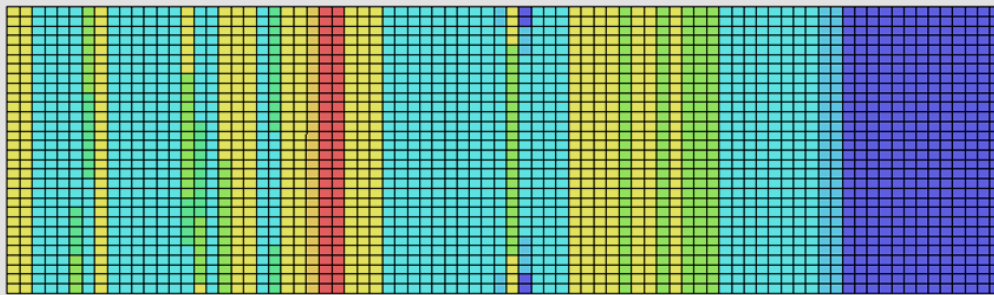


Simulative Ermittlung lokaler Instabilität

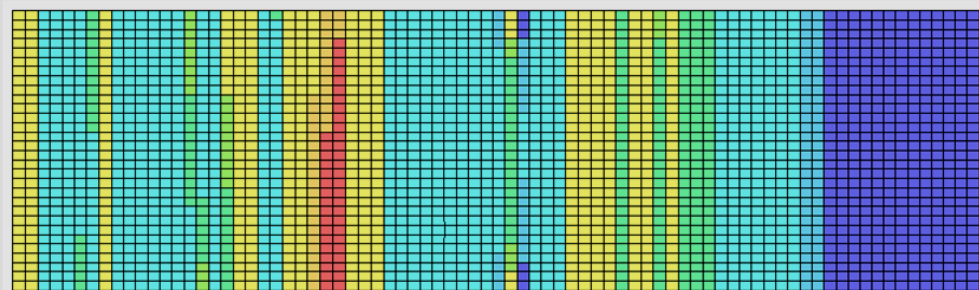
Ideale ebene Dehnung

Mit Dehnratenempfindlichkeit

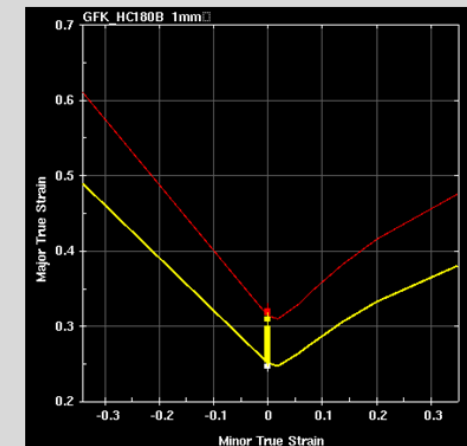
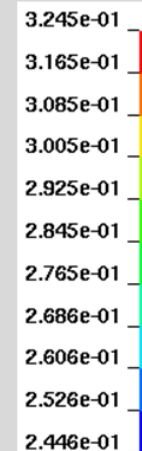
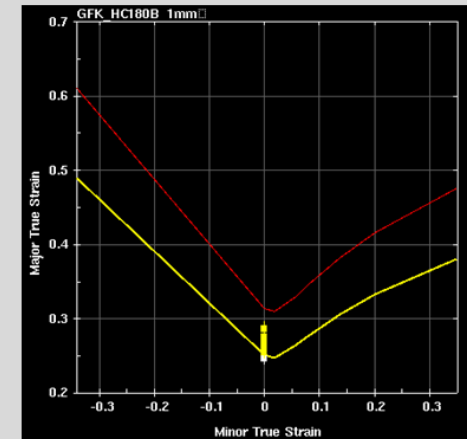
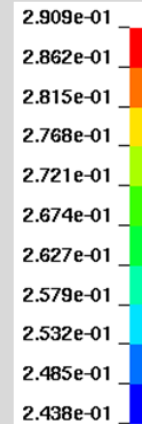
X-Displacement 24 mm



X-Displacement 25 mm



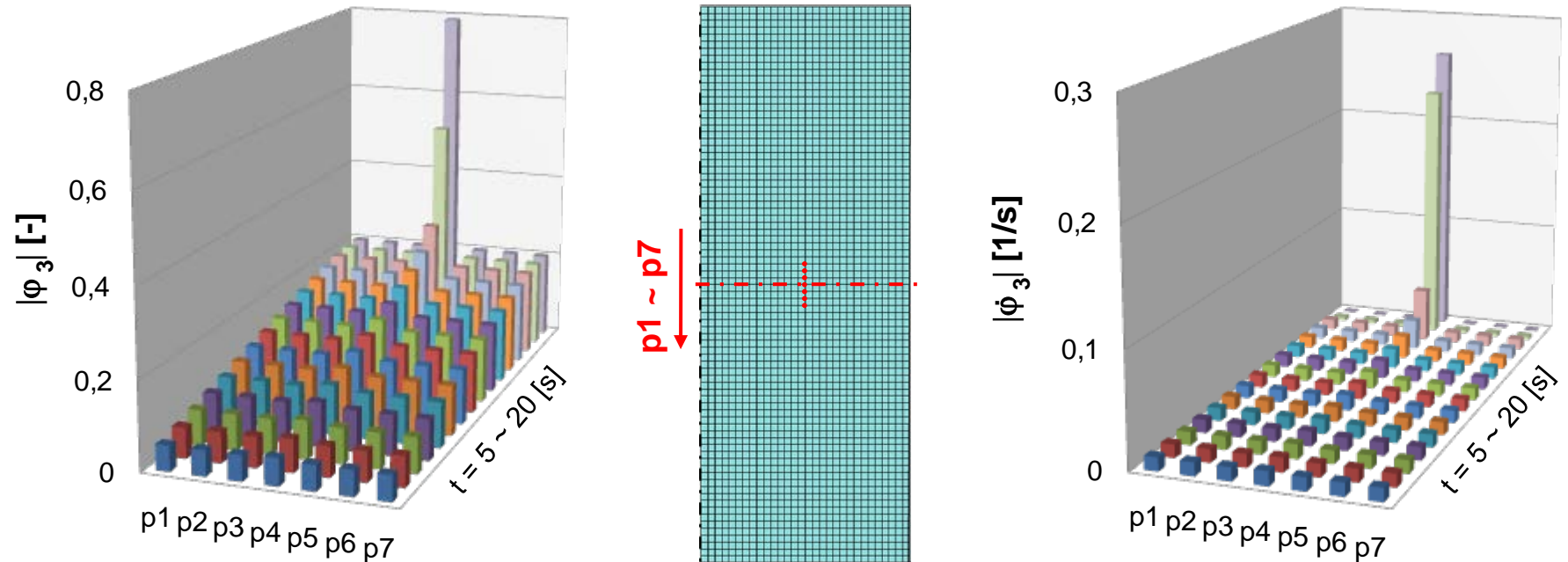
1. princ. strain FLC



Simulative Ermittlung lokaler Instabilität

Ideale ebene Dehnung

Zeitabhängige Auswertemethode

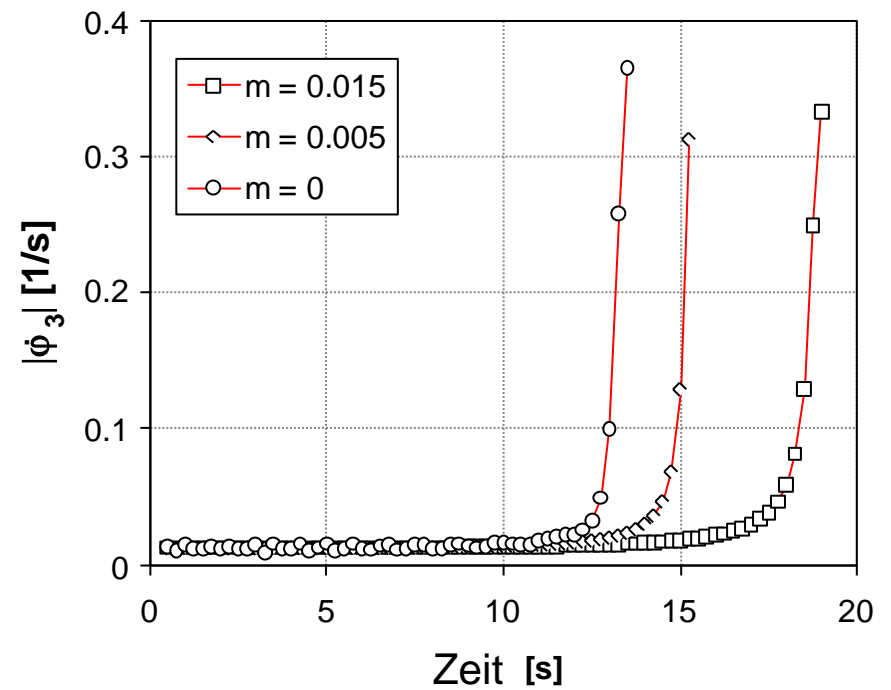
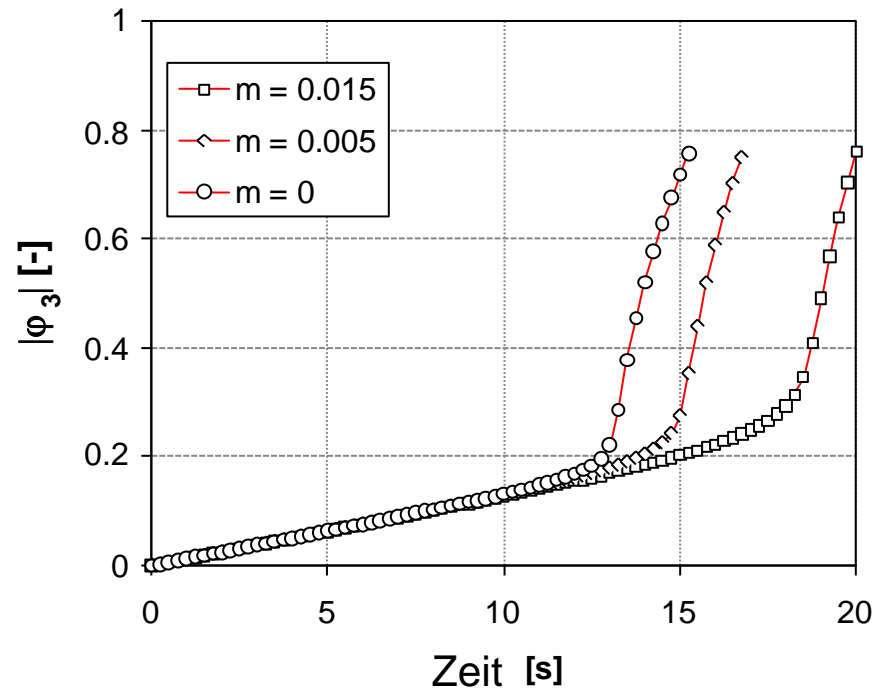


Werkstoff: HC220YD 0,8 mm (Numisheet 2008 Benchmarkmaterial)

Simulative Ermittlung lokaler Instabilität

Ideale ebene Dehnung

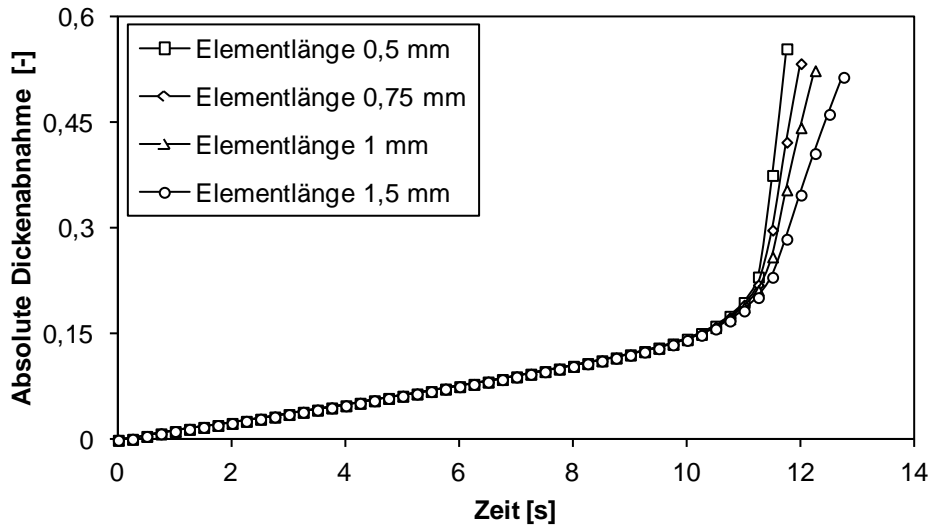
Auswirkung der Dehnratenempfindlichkeit



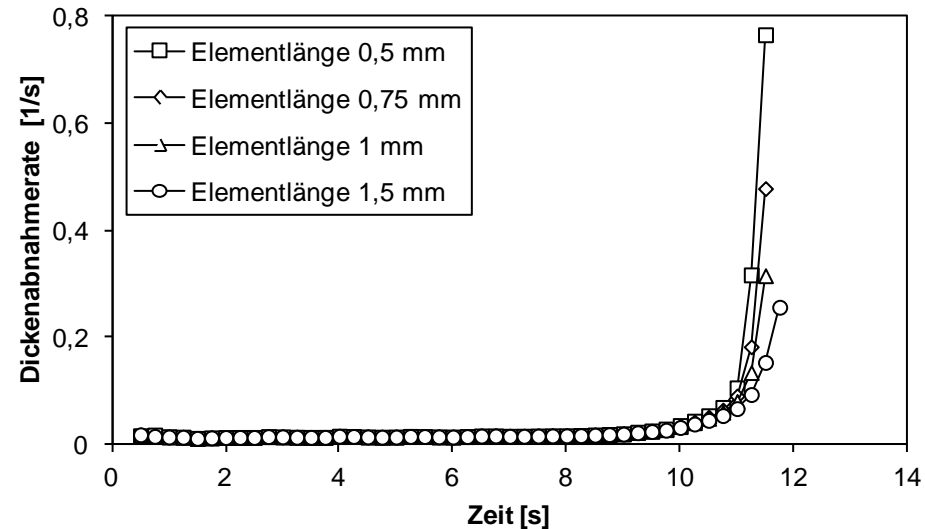
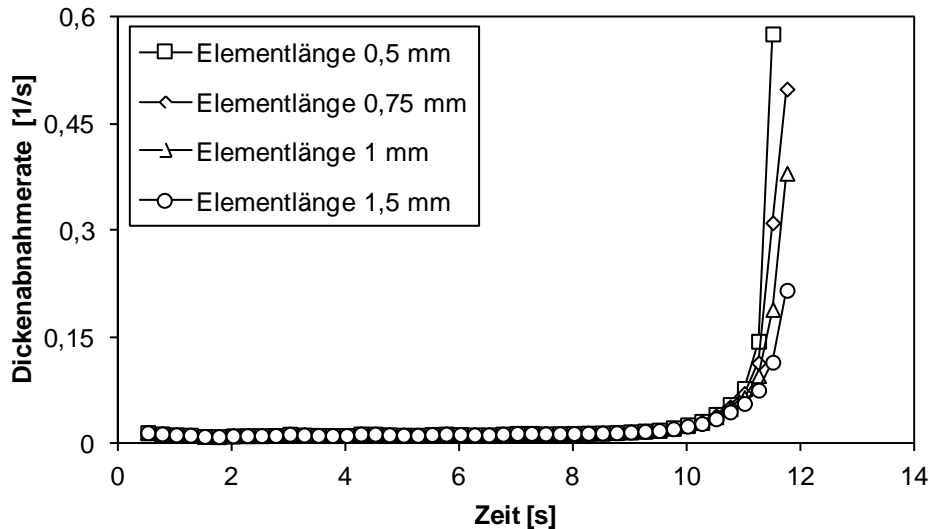
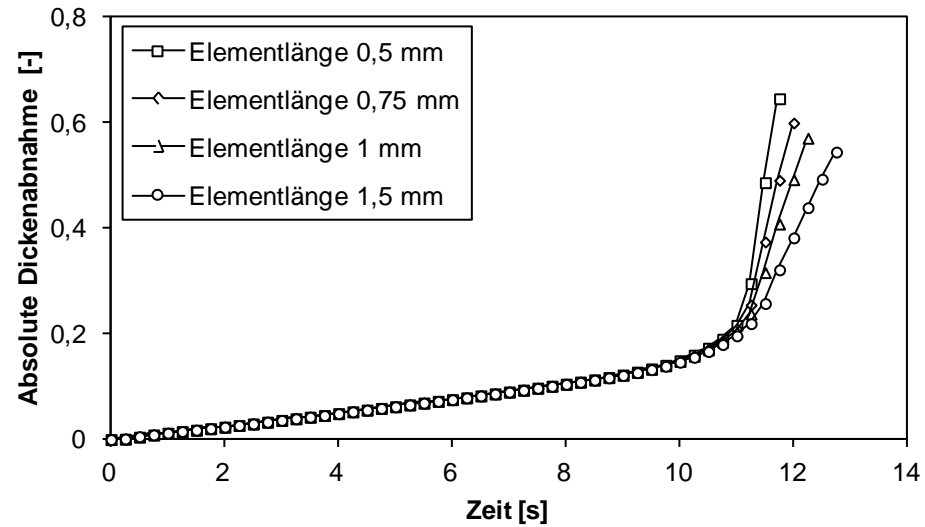
m : $\sigma = \sigma_{eq}(\dot{\phi}/\dot{\phi}_{eq})^m$, wobei $\dot{\phi}_{eq} = 0,004$.

Einfluss der Elementgröße

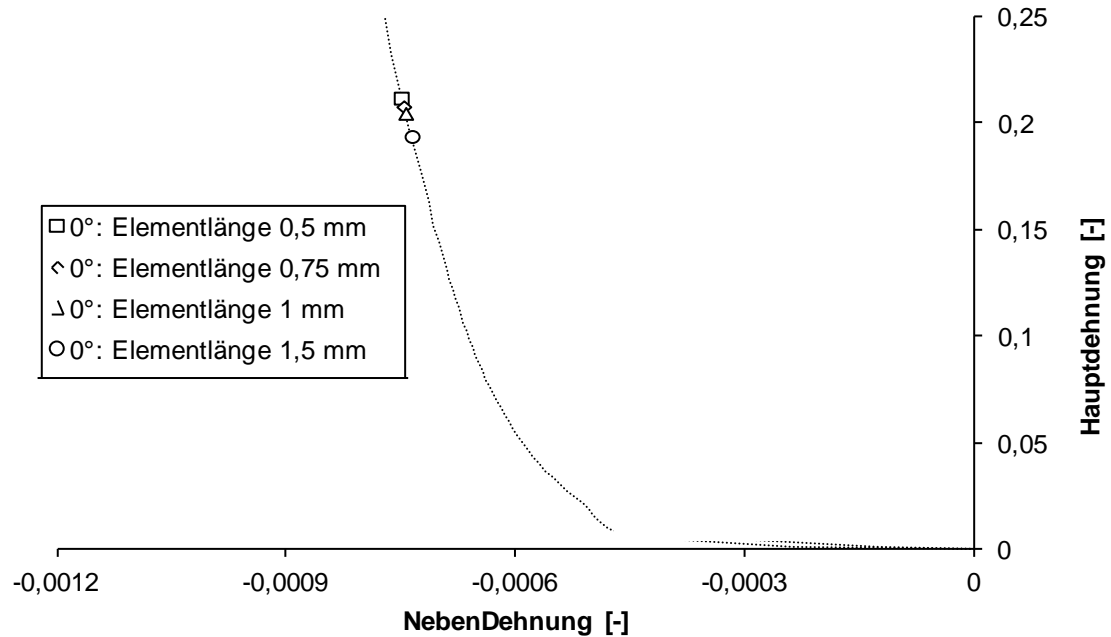
0 Grad zur Walzrichtung



90 Grad zur Walzrichtung

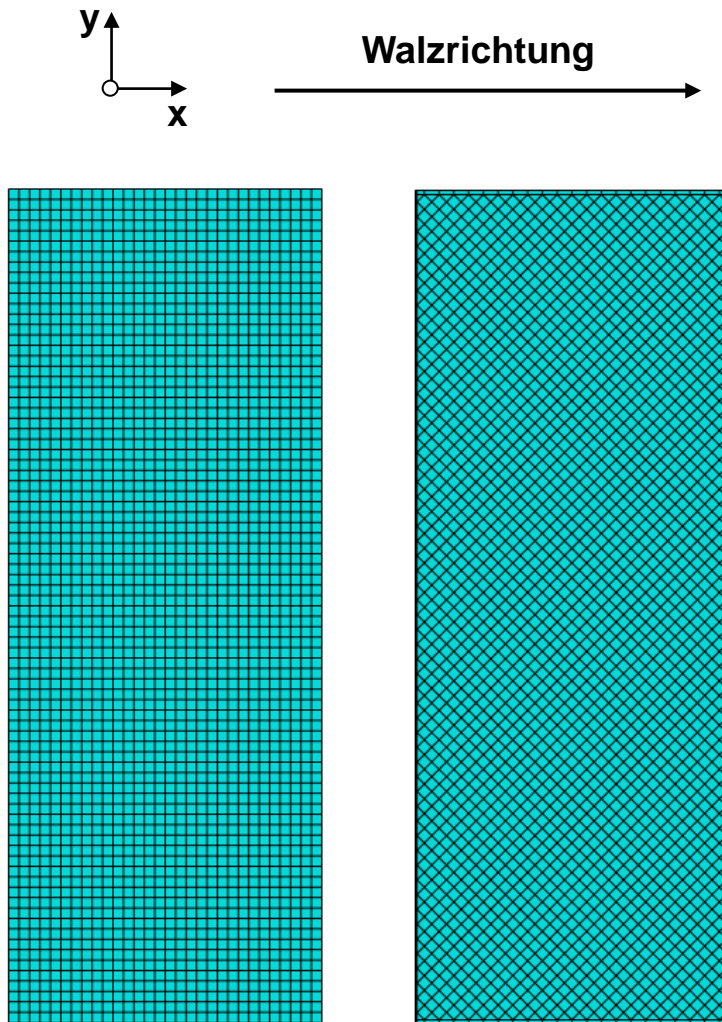


Einfluss der Elementgröße

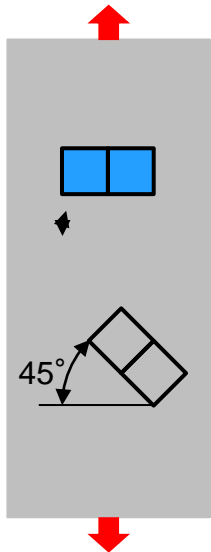
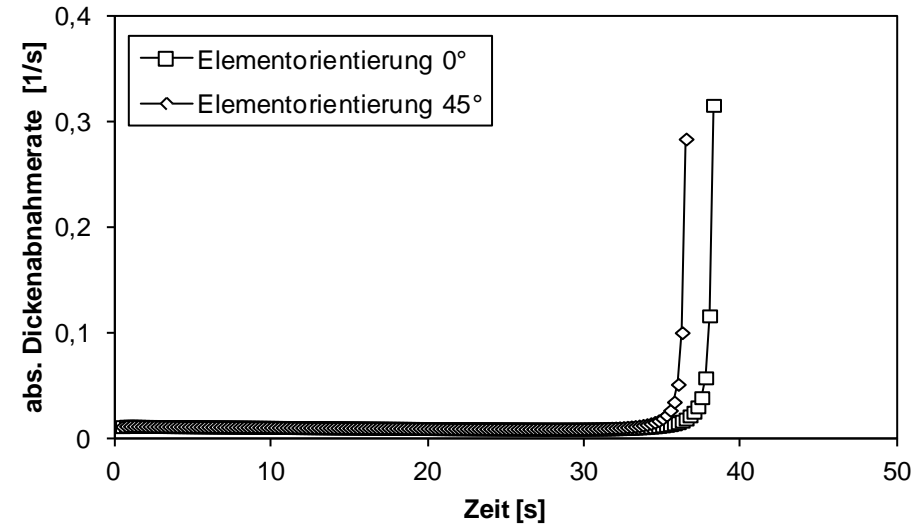
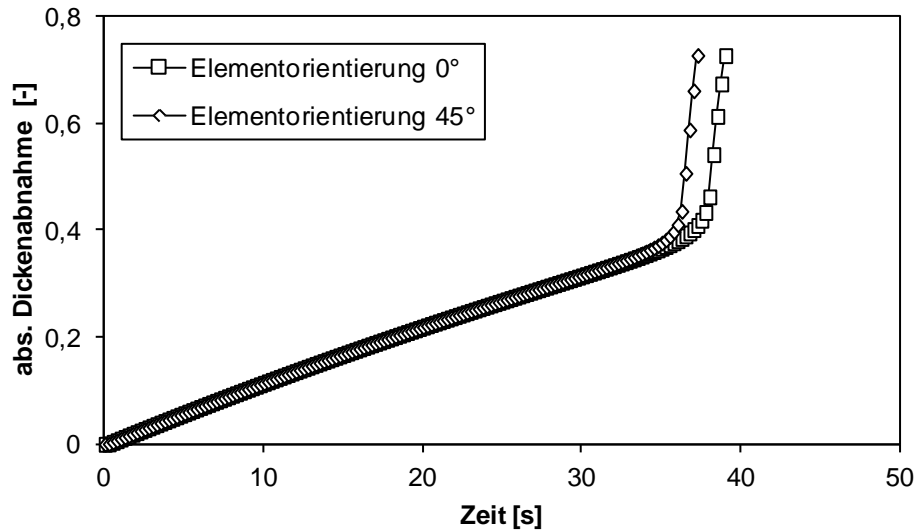


- Geringer Einfluss der Elementgröße auf den Einschnürbeginn
- Deutlicher Abhängigkeit des post-kritischen Verhaltens von der Elementgröße

Einfluss der Elementorientierung



Einfluss der Elementorientierung

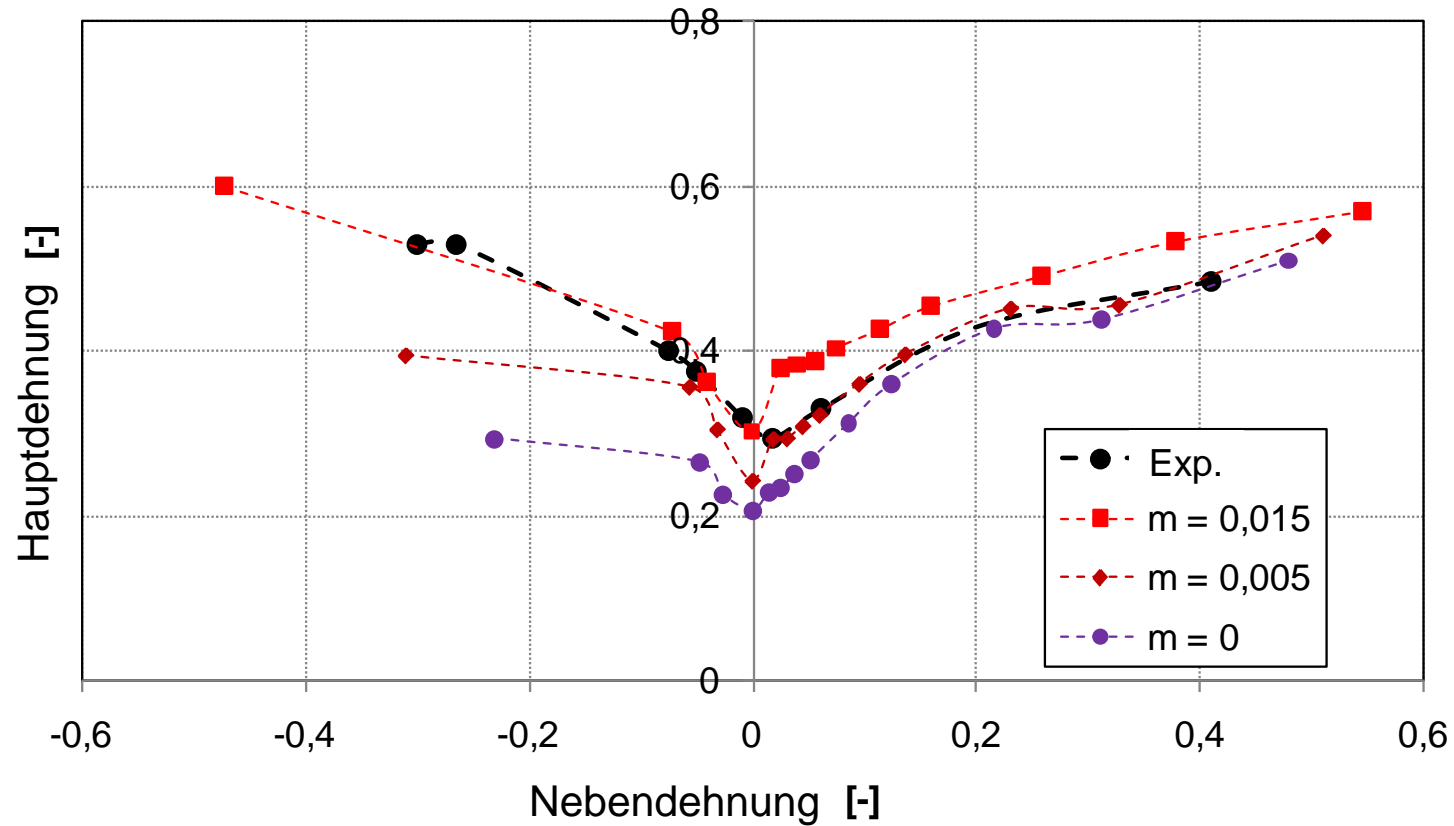


Keine Unterschiede in uniformen Formänderung
 → Startdehnungszustand für diffuse Einschnürung identisch
 Der Verlauf des Dickenabnahmegradients nach der
 Einschnürung nicht identisch (bei 0° schneller)

→ Empfehlung für numerische Korrektur im Sinne „Akustik-Tensor“

Experimentelle und Simulative Ermittlung lokaler Instabilität

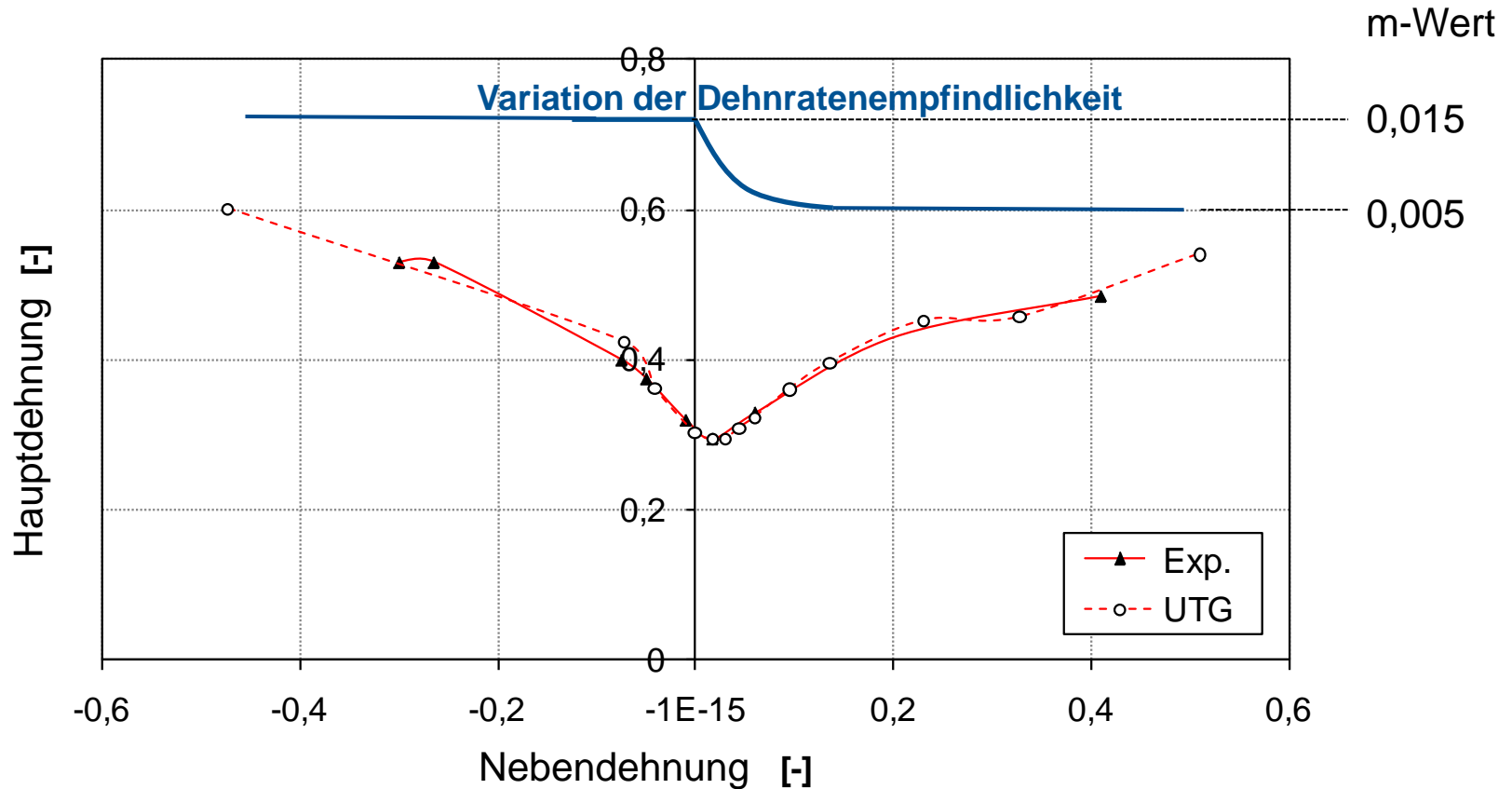
Vergleich



$m: \sigma = \sigma_{eq}(\dot{\phi}/\dot{\phi}_{eq})^m$, wobei $\dot{\phi}_{eq}=0,004$.

Experimentelle und Simulative Ermittlung lokaler Instabilität

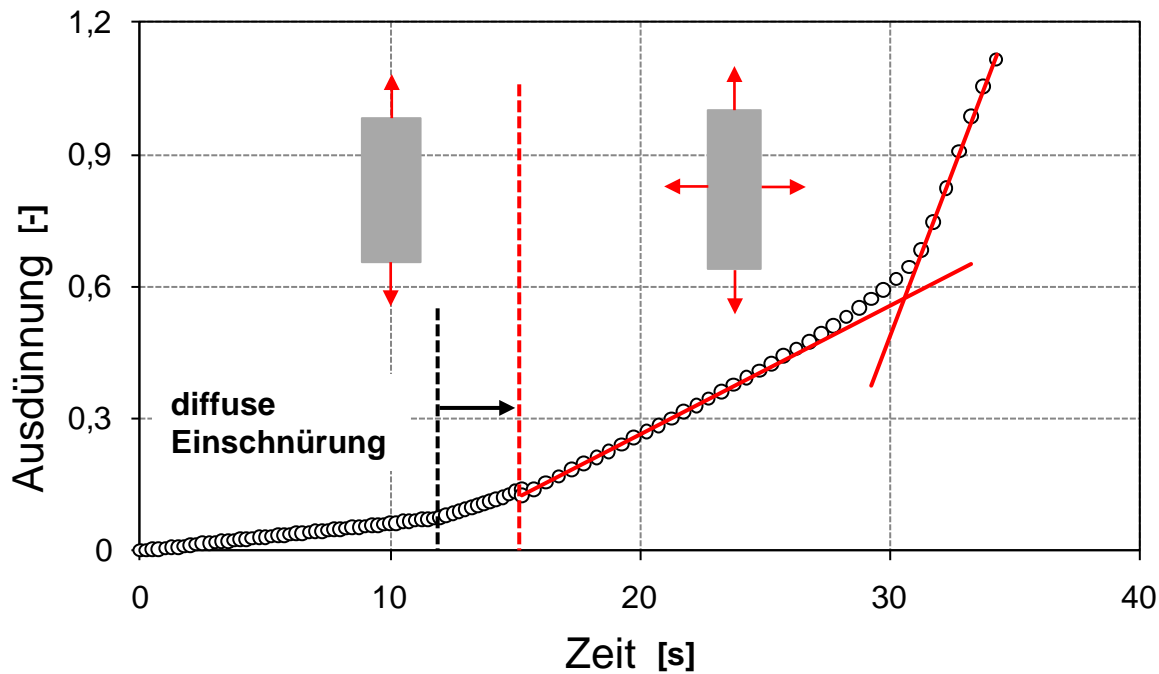
Modifikation simulativer Grenzformänderungskurve



Experimentelle und simulative Ermittlung lokaler Instabilität

Anwendungsmöglichkeit

Zur Evaluierung von beliebigen nichtlinearen Dehnwegen



Material: HC420LAD

Uniaxial
(Explizit)

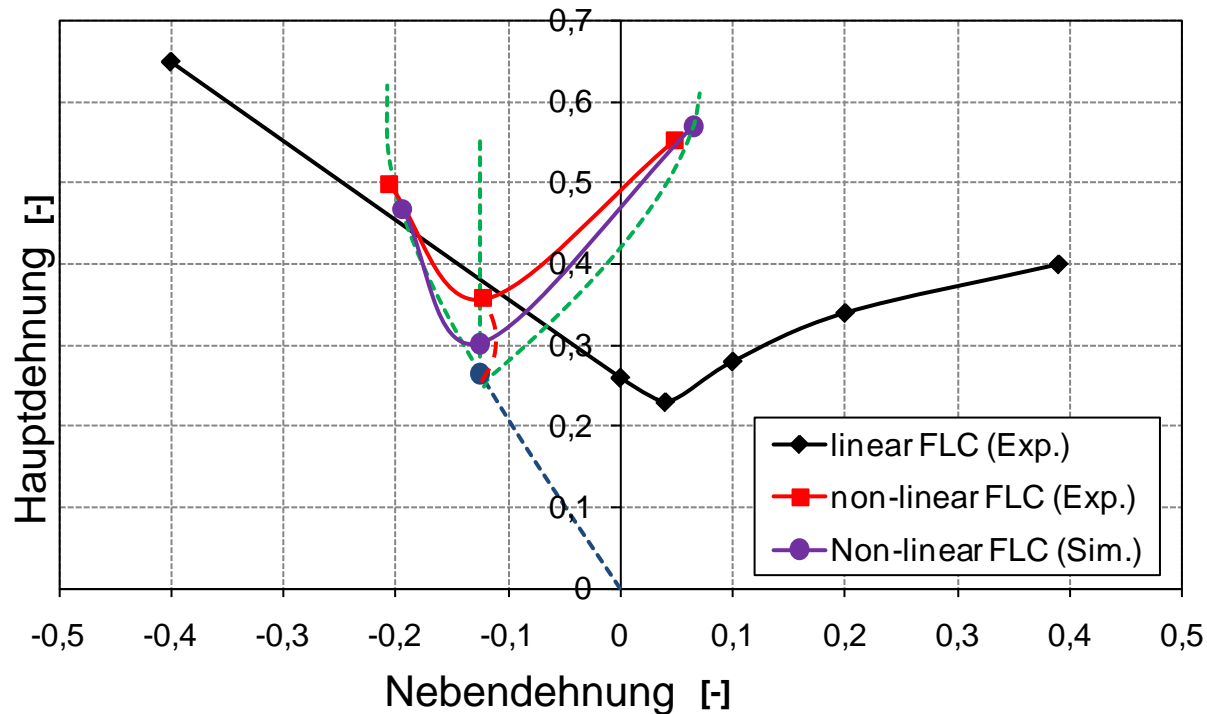
Rückfederung
(Statisch)

Äqu. Biaxial
(Explizit)

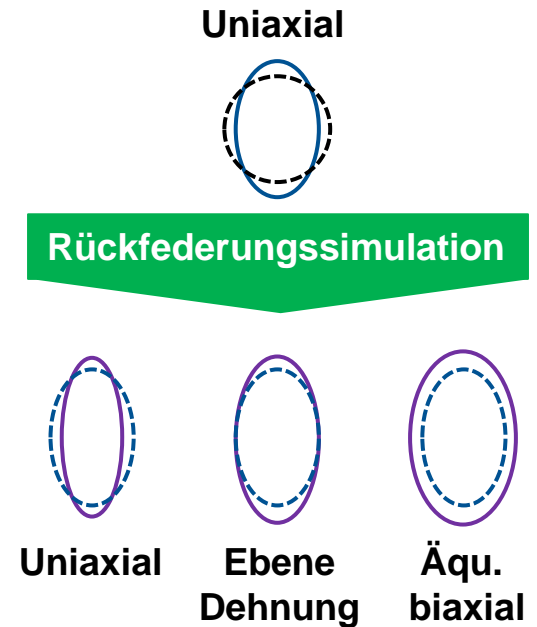
Experimentelle und simulative Ermittlung lokaler Instabilität

Anwendungsmöglichkeit

Zur Evaluierung von beliebigen nichtlinearen Dehnwegen



Material: HC420LAD



Zusammenfassung



**Institute of Metal Forming and Casting
Prof. Dr.-Ing. W. Volk**

**Technische Universität München
Walther-Meißner-Straße 4
85748 Garching**

Telefon: +49 89 / 2 89 - 1 37 90

Telefax: +49 89 / 2 89 - 1 37 38

wolfram.volk@utg.de

www.utg.de