

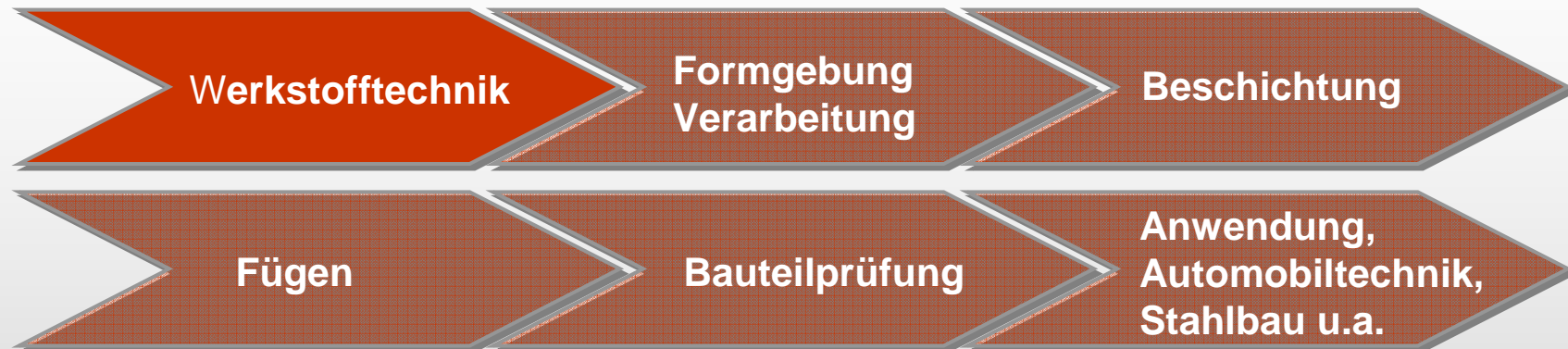
Am ZMB trifft Wirtschaft Wissenschaft Aachen, 06.11.2007

zmb
zentrum metallische bauweisen



Das neue Design von Stählen Werkstofftechnische Forschung in Aachen

S. Münstermann, F. Thönnessen, F. Gerdemann, W. Bleck



1. Verbesserung von mechanischen Eigenschaften

————> Zähigkeit von Pipelinestählen

2. Erweiterung der Einsatzgebiete für Stahl

————> Einsatz hochfester Stähle für unbefeuerte Druckbehälter

3. Verbesserte Auslegung von Stahlkonstruktionen durch optimierte Berechnungsmodelle

————> Berücksichtigung des lokalen E-Moduls

————> Plastische Bemessungsgrundlagen für den Stahlbau

4. Beitrag zur Vermeidung von Schadensfällen

————> Flüssigmetallinduzierte Spannungsrisskorrosion

Beispiel Zähigkeitsoptimierung

Problemstellung

- Große Bauteilsicherheitsanforderung an Pipelines, hohe Zähigkeit gefordert
- Quantitativer nicht-empirischer Zusammenhang zwischen Gefügeeigenschaften und Werkstoffzähigkeit erwünscht

Untersuchungsmethodik

- Anwendung von schädigungsmechanischen und thermodynamischen Simulationsmodellen

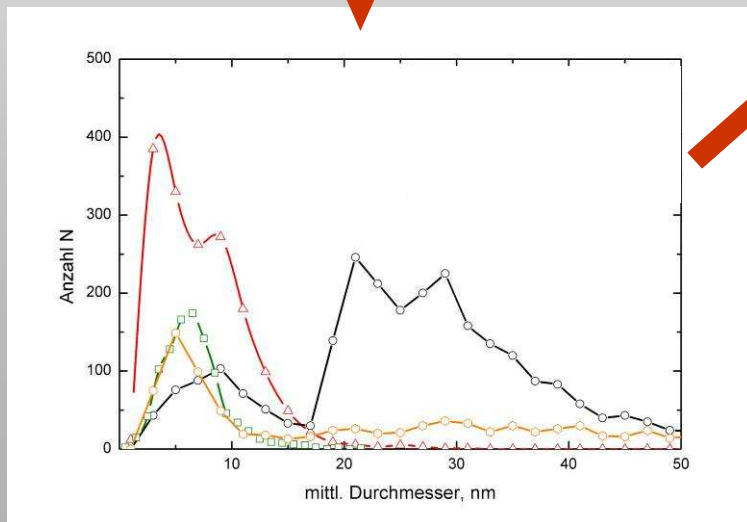
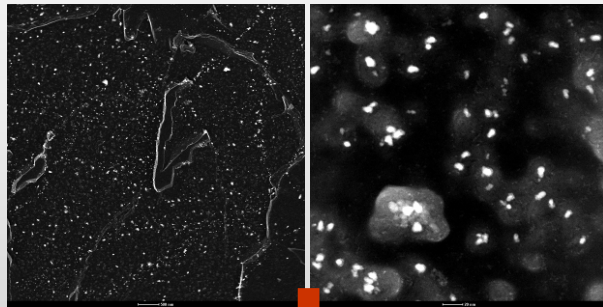
Nutzen

- Optimierte Ausnutzung der Tragfähigkeit, dadurch schonender Umgang mit Ressourcen
- Möglichkeit der Entwicklung von Werkstoffen mit maßgeschneiderten Eigenschaften



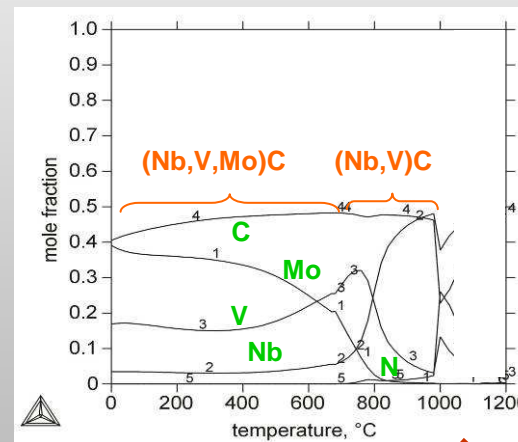
Gezielte mechanische Eigenschaften durch kontrollierte Ausscheidungskinetik

Ermittlung der Größe und Lage der Ausscheidungen

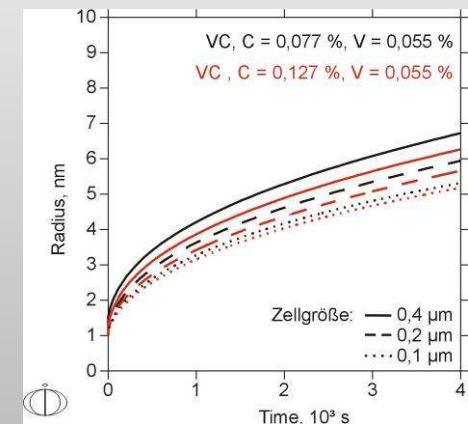


Thermodynamische Simulation

Gleichgewichtszusammensetzung

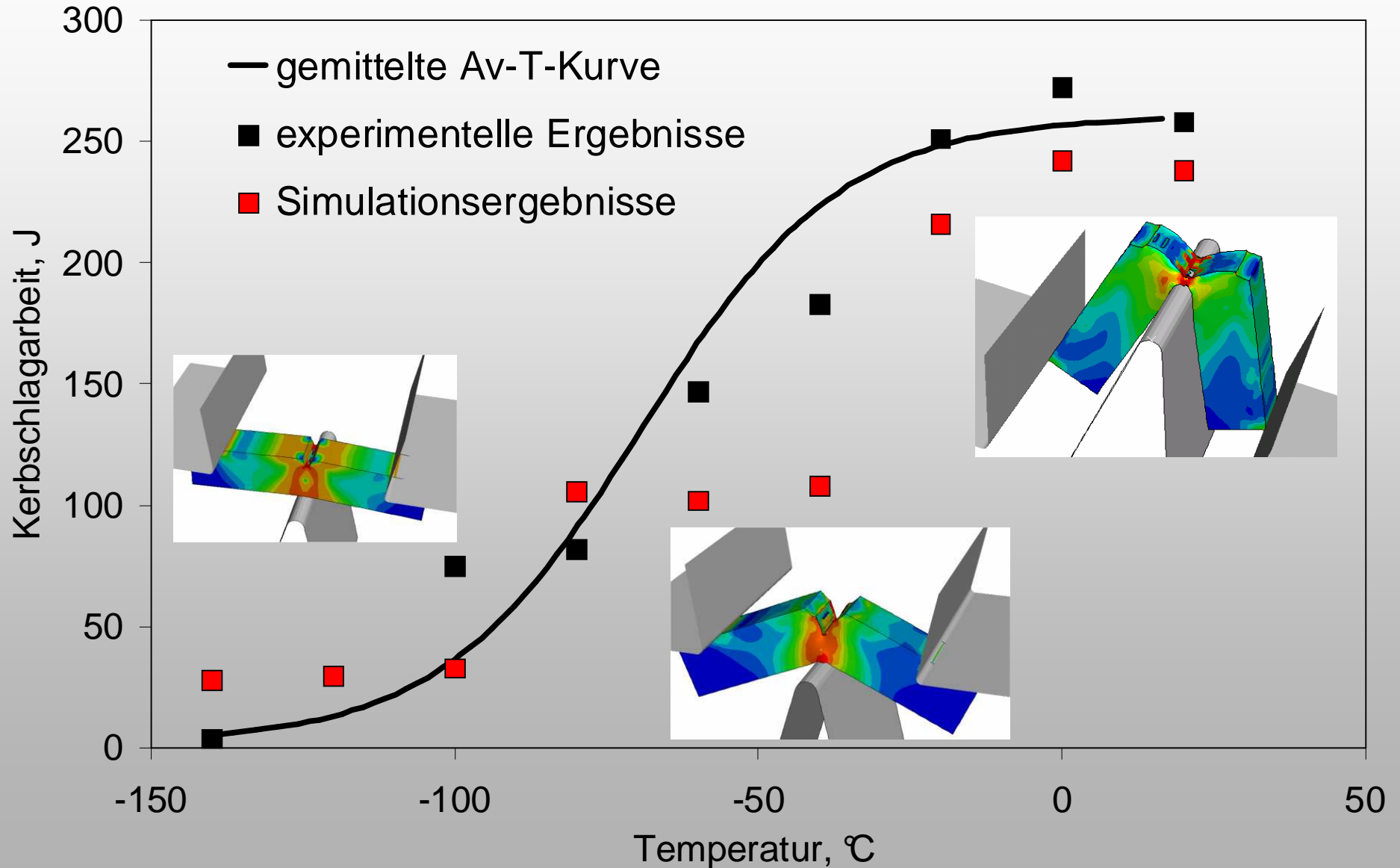


Wachstums-kinetik



Mechanische Eigenschaften

Simulation von Kerbschlagbiegeversuchen



Beispiel Druckbehälter

Problemstellung

- Benachteiligung von hochfesten Druckbehälterstählen in europäischen Auslegungsvorschriften

Untersuchungsmethodik

- Anwendung von numerischen Versagenskriterien und Anpassung der Auslegungsvorschriften durch Gestaltung der relevanten Normen

Nutzen

- Ermöglichung des Einsatzes hochfester Druckbehälterstähle, dadurch schonender Umgang mit Ressourcen
- Steigerung des Marktanteils dieser Stähle, dadurch Schutz der nationalen Stahlindustrie

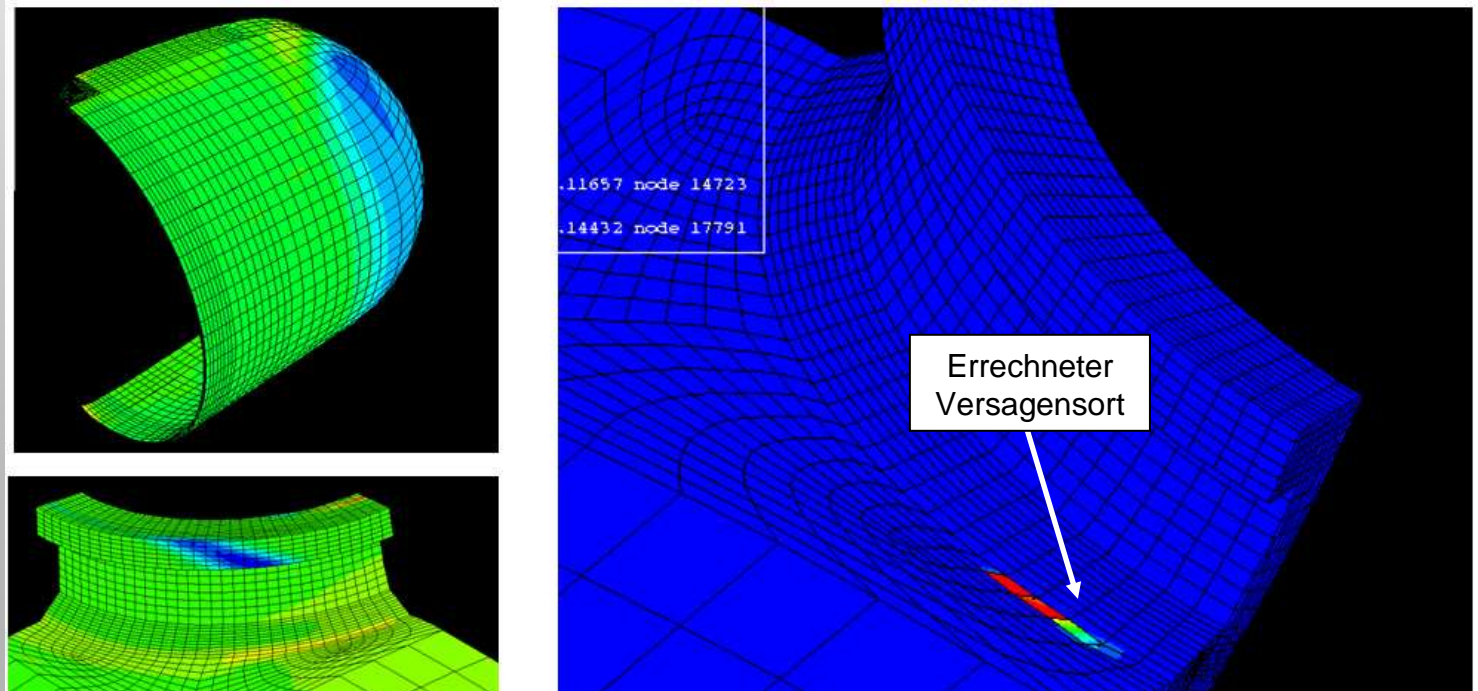


Möglichkeiten des GTN-Schädigungsmodells

Grundlagen der GTN-Modellierung:

- Berücksichtigung des Einflusses der Schädigung auf das Last-Verformungs-Verhalten
- Quantitative Beschreibung der Schädigungsentwicklung infolge mechanischer Beanspruchung

Versagens-
vorhersage
für einen Modell-
druckbehälter
mit dem
GTN-Modell



Beispiel: Berücksichtigung lokaler E-Moduln

Problemstellung

- Abnahme des E-Moduls von Stahl mit plastischer Verformung
- Steifigkeitsanalyse im Karosseriebau bislang ohne Berücksichtigung dieser Abnahme



Untersuchungsmethodik

- Bestimmung der Abhängigkeit des E-Moduls von der plastischen Verformung
- Quantifizierung des Einflusses lokaler E-Moduln auf Bauteilsteifigkeit durch numerische Berechnungen

Nutzen

- Optimierte Auslegung umgeformter Karosseriebauteile aus Stahl

Beispiel: Berücksichtigung lokaler E-Moduln

Probenherstellung
am IBF



Bestimmung der
E-Moduln am
IEHK

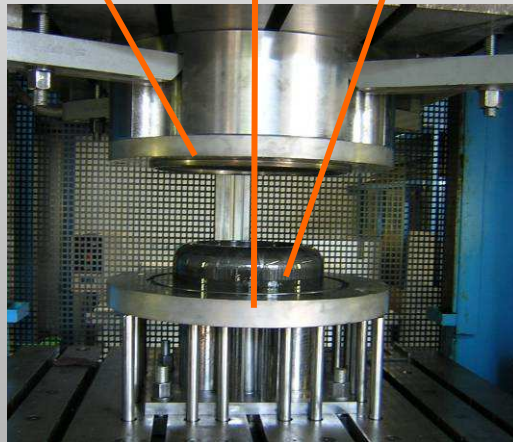


Steifigkeitssimulation
mit lokalen E-Moduln
und Bauteilversuche
am ika

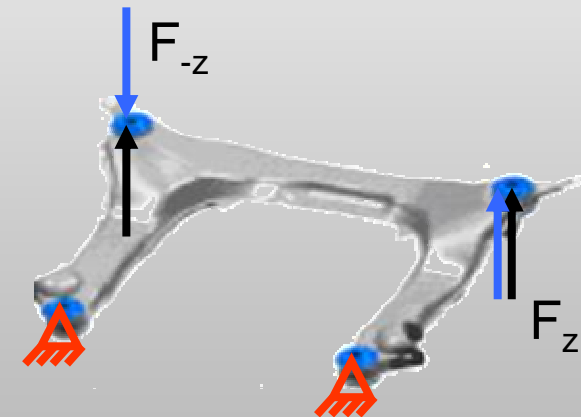
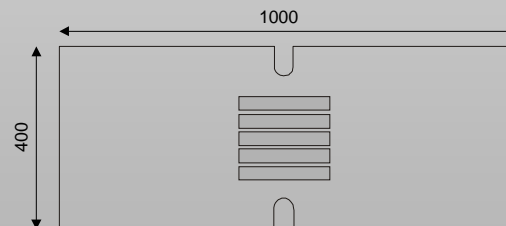
Niederhalter

Ziehring

Stempel



Verschiedene
Arten der
Vorverformung,
z.B. plane strain



$$U_x = U_y = U_z = 0$$

Tiefziehpresse LAUFFER

Beispiel Bemessungsgrundlage für Lastfall Erdbeben

Problemstellung

- Unzureichende Bemessungsgrundlagen für Lastfall Erdbeben in europäischer Stahlbaunorm
- Plastische Tragreserven werden aktuell nicht berücksichtigt

Untersuchungsmethodik

- Anwendung von bruch- und schädigungsmechanischen Methoden
- Validierung durch LCF-Bauteilversuche

Nutzen

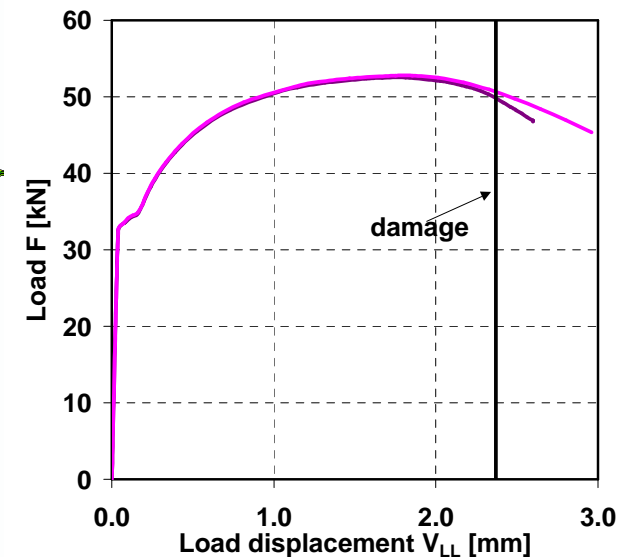
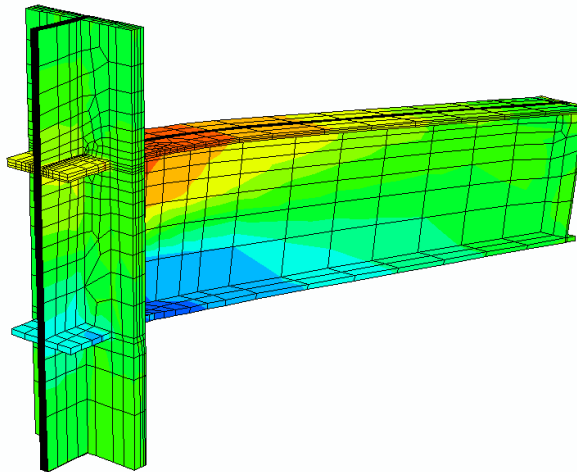
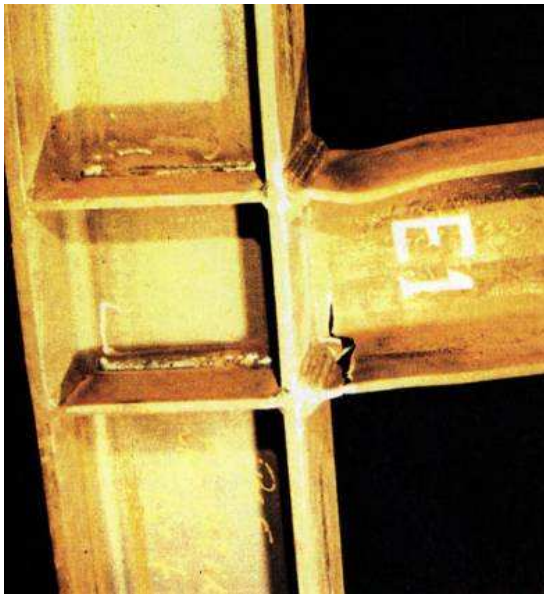
- Dehnungsbasierte Bemessungsgrundlagen
- Optimierte Ausnutzung der Tragfähigkeit, dadurch ökonomisches sicheres Konstruieren mit Stahl möglich



Beispiel Bemessungsgrundlage für Lastfall Erdbeben

Bruch- und schädigungsmechanischen Methoden

- Überprüfung der Anwendbarkeit auf Low-Cycle-Fatigue-Beanspruchung
- Überprüfung der Übertragbarkeit auf große Bauteile
- Experimentelle Validierung der numerischen Berechnungsergebnisse



Beispiel: Rissbildung in feuerverzinkten Stahlkonstruktionen

Problemstellung

- Seit einigen Jahren vermehrt auftretende Schadensfälle an feuerverzinkten Stahlbaukonstruktionen



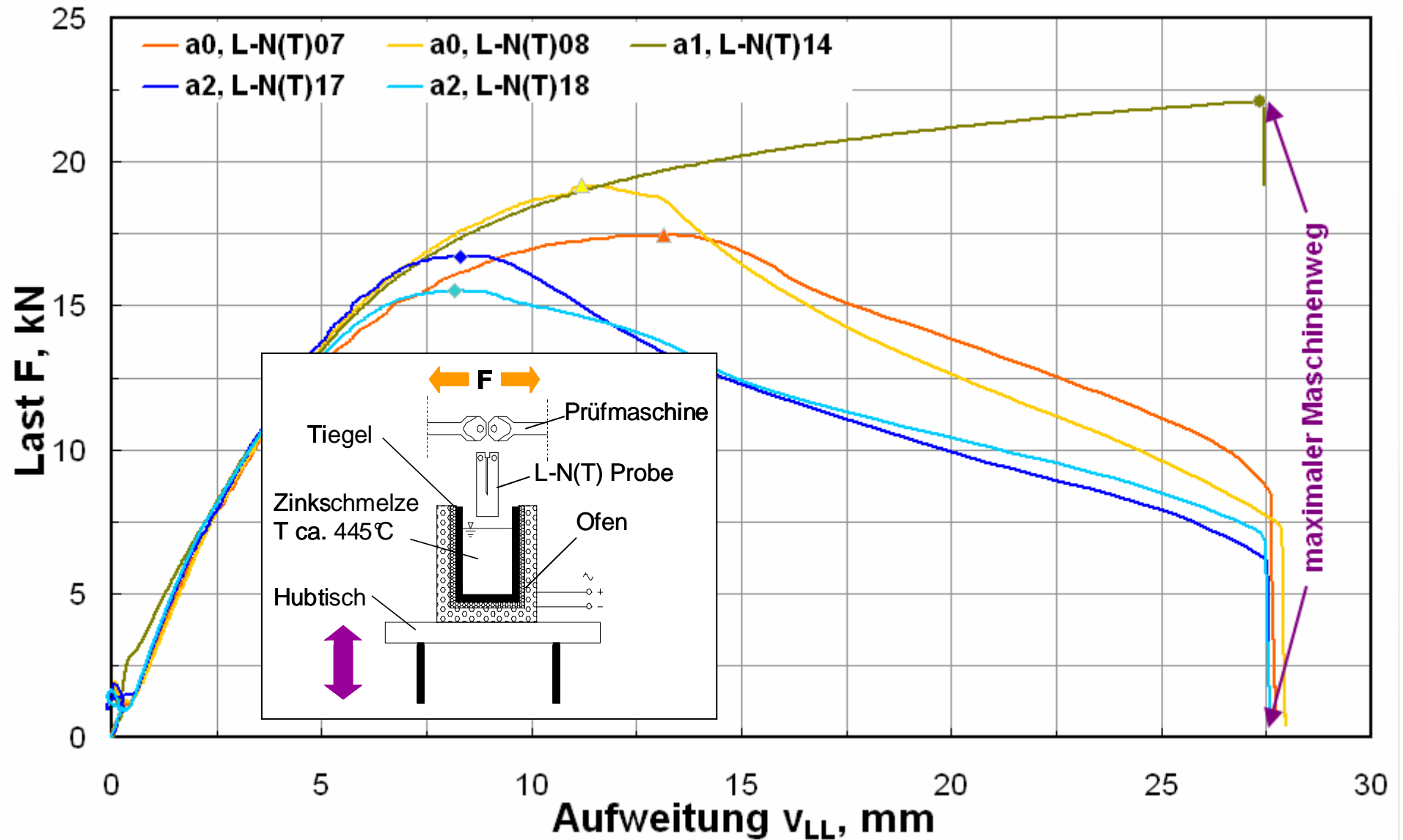
Untersuchungsmethodik

- Entwicklung eines Versuchsstands für Laboruntersuchungen
- Quantifizierung der Einflussfaktoren auf die Rissbildung
- Ableitung von Kriterien für die Rissbildung

Nutzen

- Vermeidung von Schadensfällen

Versuchsstand



Zusammenfassung



Werkstofftechnische Forschung hilft:

- bei der gezielten Weiterentwicklung und Optimierung von Stählen hinsichtlich definierter Anwendungsfälle
- bei der Erweiterung der Einsatzgebiete von Stahl
- bei der verbesserten Auslegung und Dimensionierung von Konstruktionen aus Stahl
- bei der Vermeidung von Schadensfällen

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!