



IHK Düsseldorf, 20.08.2007



# Werkstofftechnik Stahl – Probleme und Lösungen

S. Münstermann, F. Gerdemann, W. Bleck

1. **Öffentlich geförderte Forschung mit direktem Anwendungsbezug**
  - Anpassung der Auslegungsregeln für den Druckbehälterbau
  
2. **FuE-Kooperationen ohne öffentliche Förderung**
  - Entwicklung von Pipelinestählen
  
3. **Anwendungsbeispiele für Auftragsuntersuchungen**
  - Beanspruchungsanalyse
    -  *Folien aus laufenden Projekten*
  - Schadensfall
    -  *Folien aus laufenden Projekten*

1. **Öffentlich geförderte Forschung mit direktem Anwendungsbezug**
  - Anpassung der Auslegungsregeln für den Druckbehälterbau
  
2. **FuE-Kooperationen ohne öffentliche Förderung**
  - Entwicklung von Pipelinestählen
  
3. **Anwendungsbeispiele für Auftragsuntersuchungen**
  - Beanspruchungsanalyse
    - ➔ *Folien aus laufenden Projekten*
  - Schadensfall
    - ➔ *Folien aus laufenden Projekten*

## Problemstellung

- Benachteiligung von hochfesten Druckbehälterstählen in europäischen Auslegungsvorschriften

## Untersuchungsmethodik

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

## Nutzen

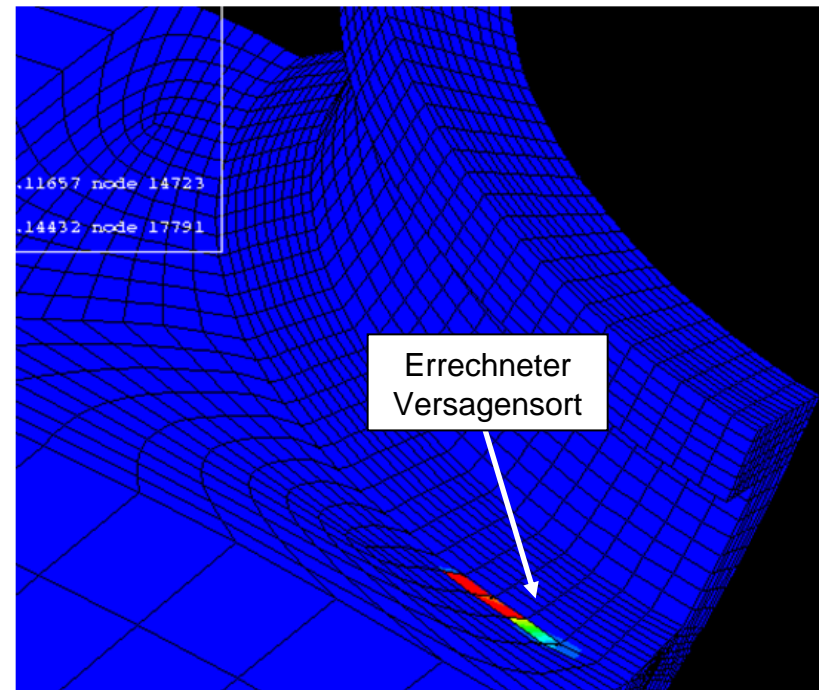
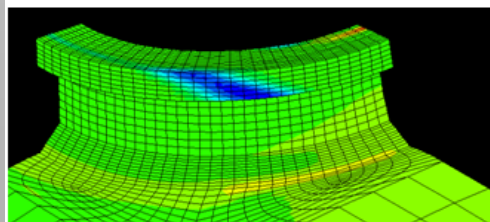
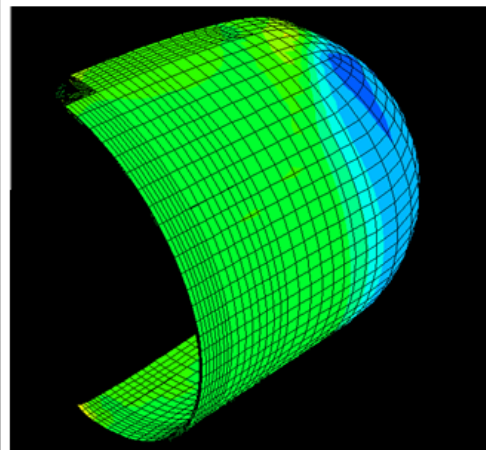
- Ermöglichung des Einsatzes hochfester Druckbehälterstähle, dadurch schonender Umgang mit Ressourcen
- Steigerung des Marktanteils dieser Stähle, dadurch Schutz der nationalen Stahlindustrie



## 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



1. Öffentlich geförderte Forschung mit direktem Anwendungsbezug
  - Anpassung der Auslegungsregeln für den Druckbehälterbau
  
2. **FuE-Kooperationen ohne öffentliche Förderung**
  - Entwicklung von Pipelinestählen
  
3. Anwendungsbeispiele für Auftragsuntersuchungen
  - Beanspruchungsanalyse
    - ➔ *Folien aus laufenden Projekten*
  - Schadensfall
    - ➔ *Folien aus laufenden Projekten*

## Problemstellung

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

## Untersuchungsmethodik

- Anwendung von schädigungsmechanischen und thermodynamischen Simulationsmodellen

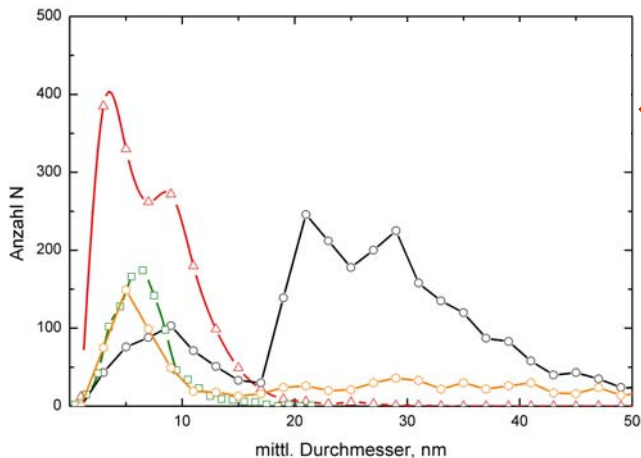
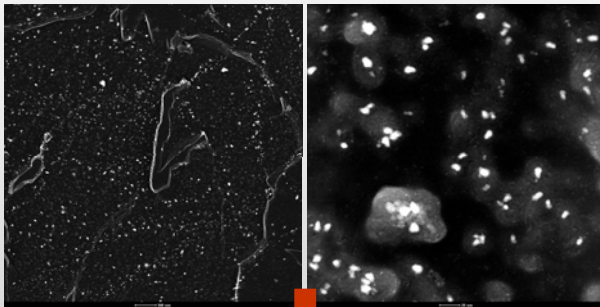
## Nutzen

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



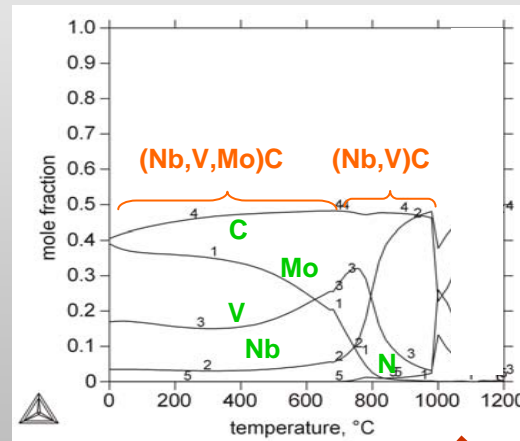
# Gezielte mechanische Eigenschaften durch kontrollierte Ausscheidungskinetik

## Ermittlung der Größe und Lage der Ausscheidungen

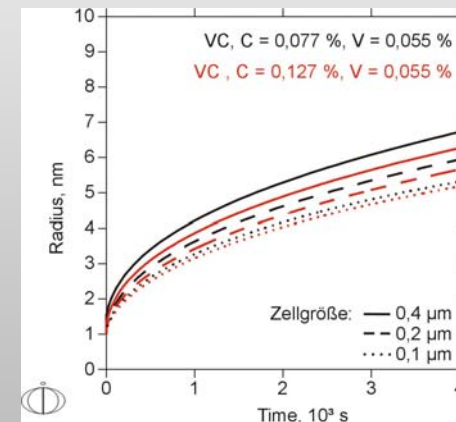


## Thermodynamische Simulation

Gleichgewichtszusammensetzung



Wachstums-kinetik

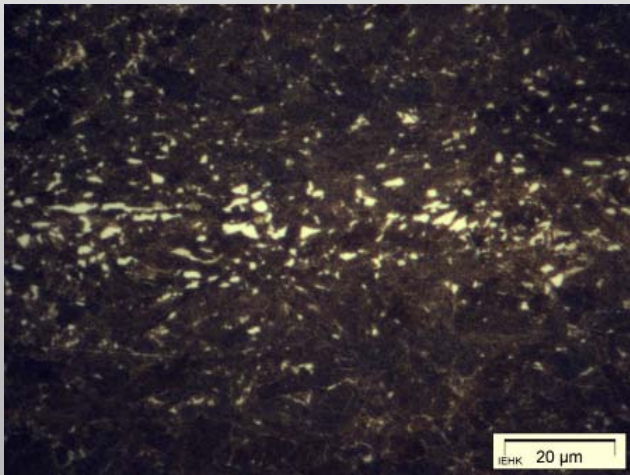
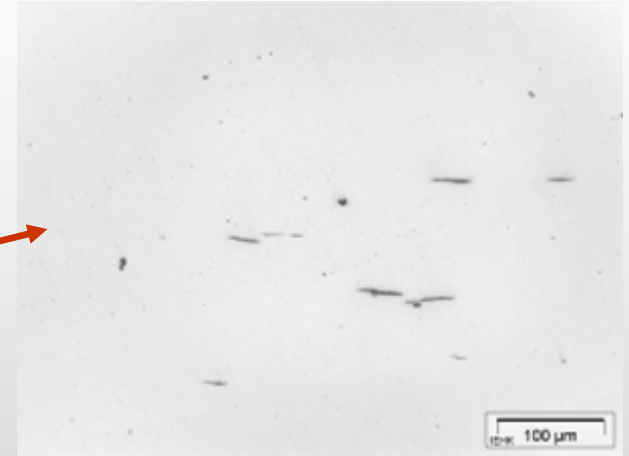


**Mechanische Eigenschaften**

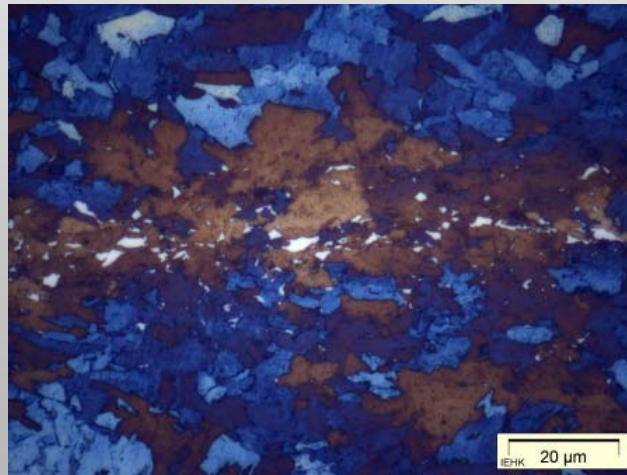


## Modellannahmen:

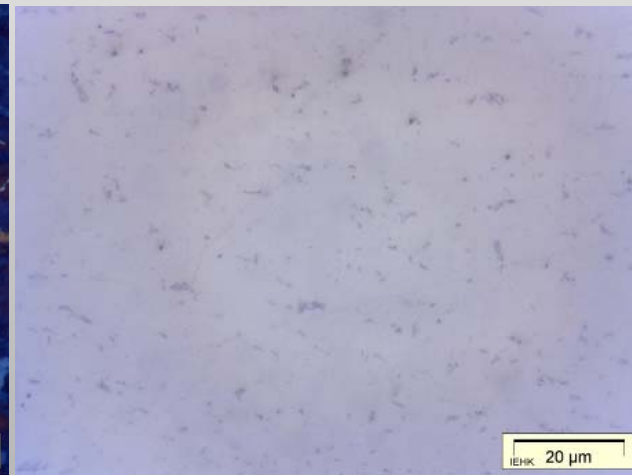
- Schädigung wird durch innere Spannungskonzentrationen verursacht
  - ➔ Bestimmung des Einschlussgehalts
  - ➔ Bestimmung des Gehalts an harten Gefügebestandteilen



Le Pera Ätzung:  
Restaustenit und  
Martensit weiß

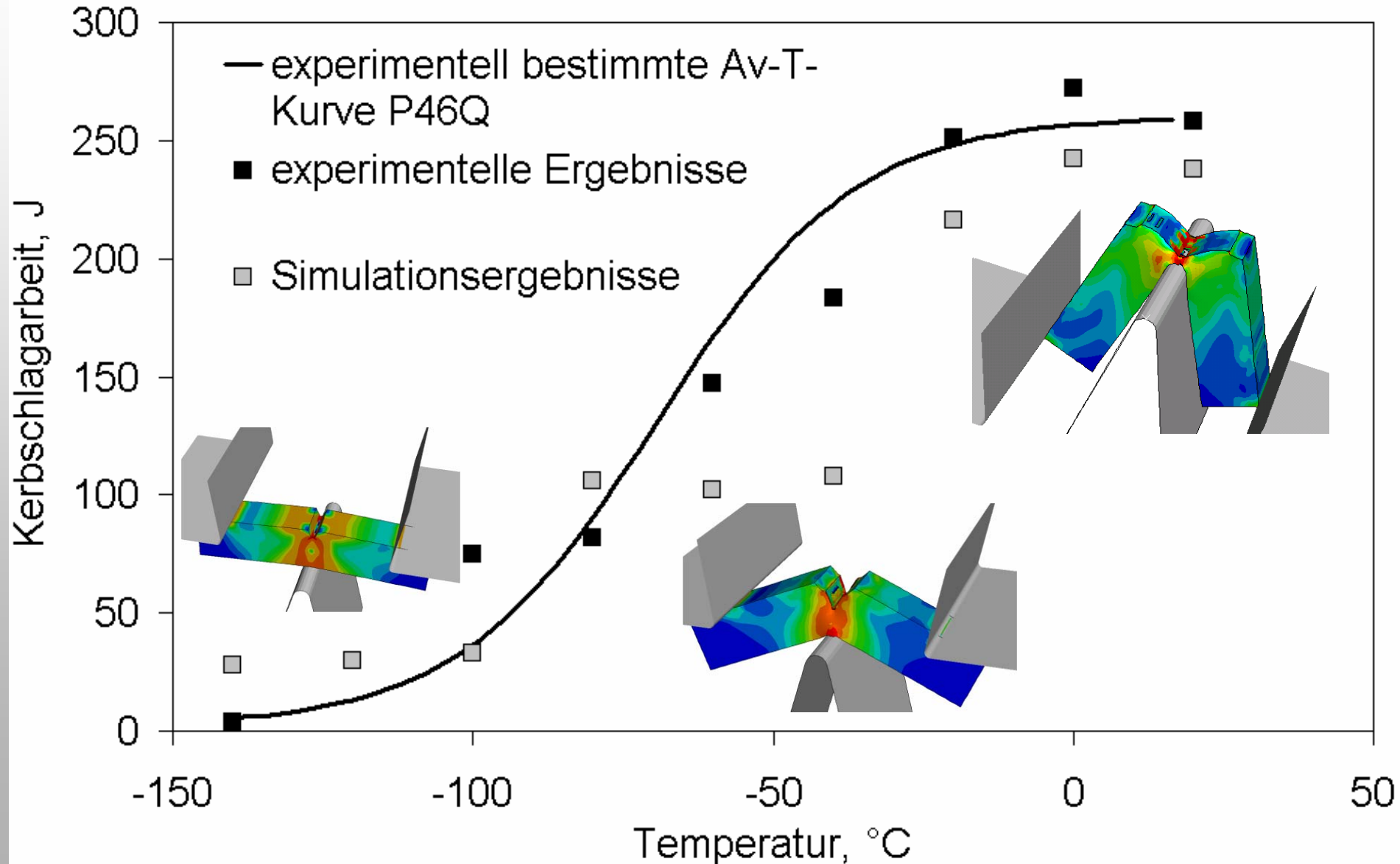


Klemm Ätzung:  
Karbide und  
Restaustenit weiß



Natrium-Pikrat-  
Ätzung:  
Karbide schwarz

# Simulation von Kerbschlagbiegeversuchen



1. Öffentlich geförderte Forschung mit direktem Anwendungsbezug
  - Anpassung der Auslegungsregeln für den Druckbehälterbau
  
2. FuE-Kooperationen ohne öffentliche Förderung
  - Entwicklung von Pipelinestählen
  
3. **Anwendungsbeispiele für Auftragsuntersuchungen**
  - Beanspruchungsanalyse
    - ➔ *Folien aus laufenden Projekten*
  - Schadensfall
    - ➔ *Folien aus laufenden Projekten*

- **Am IEHK wird sowohl angewandte Forschung als auch Grundlagenforschung betrieben.**
- **Kooperationsmöglichkeiten:**
  - ➔ Beteiligung an öffentlich geförderten Projekten (Mittelständler werden gesucht!)
  - ➔ Kooperation im Rahmen von FuE-Projekten
  - ➔ Auftragsforschung
- **Dienstleistungsangebote des IEHK:**
  - ➔ Experimentelle Werkstoffprüfung, z.B. Zugversuche, Schnellzerreißversuche, Kerbschlagbiegeversuche, Härteprüfung, Bruchmechanikversuche etc.
  - ➔ Metallographische Untersuchungen
  - ➔ Experimentelle Prozesssimulation
  - ➔ Numerische Simulationsrechnungen