

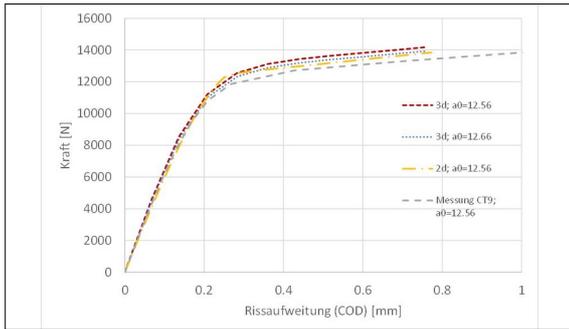


Christian Sager

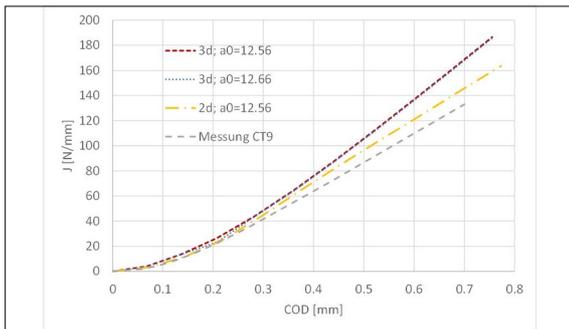
Diplomand	Christian Sager
Examinator	Prof. Dr. Pierre Jousset
Experte	Prof. Dr. Michael Niedermeier, Hochschule Ravensburg-Weingarten, Weingarten, BW
Themengebiet	Innovation in Products, Processes and Materials - Industrial Technologies

# Bruchmechanische Bewertung einer Rohrleitung mit Axialriss

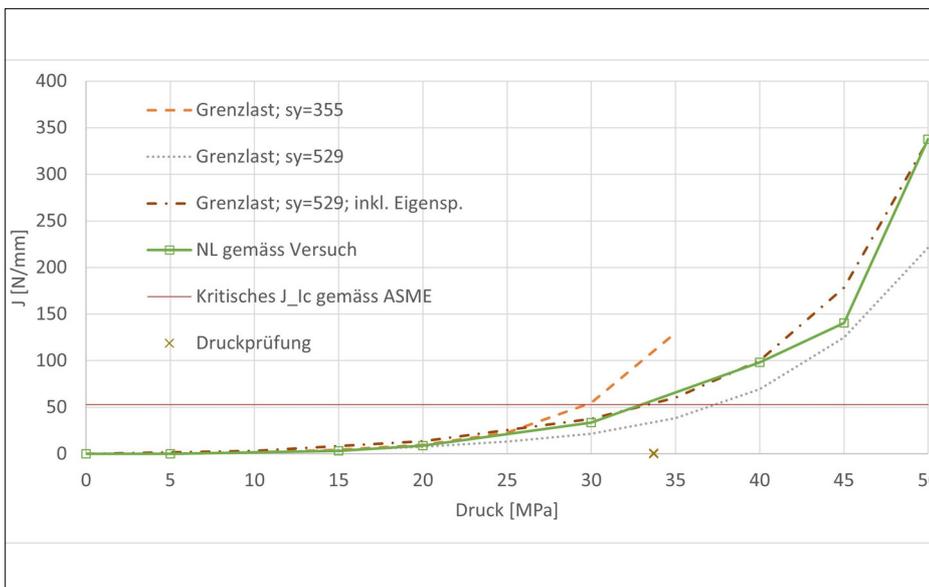
## Elastisch-plastische Bruchmechanik



Vergleich zwischen berechneter (3d/2d) und gemessener Kraft-Rissöffnungs-Kurve einer Bruchzähigkeitsprobe (CT9). Eigene Darstellung



Vergleich zwischen berechnetem (3d/2d) und gemäss Versuch (CT9) ausgewerteten J-Integral einer Bruchzähigkeitsprobe. Eigene Darstellung



Erreicht die Beanspruchung im Risspitzenbereich des Rohres mit Axialriss den kritischen materialspezifischen Wert  $J_{Ic}$  ist das Bruchkriterium erfüllt. Eigene Darstellung

**Einleitung:** Auf der Bruchmechanik basierende Analysemethoden bieten die Möglichkeit, eine Korrelation der Rissgrösse mit der angelegten Belastung herzustellen. In dieser Arbeit werden analytische Fehlerbewertungsverfahren gemäss ASME Code Section XI und numerische Methoden mit dem kommerziellen FE-Programm ANSYS angewandt, um ein Rohr mit axialem Aussenriss aus S355J2H im Hinblick auf die strukturelle Integrität unter Innendruck zu bewerten. Bei beiden Methoden wird elastisch-plastisches Werkstoffverhalten berücksichtigt. Die notwendigen Werkstoffparameter werden aus Versuchen mit Flachzugproben für die Spannungs-Dehnungs-Kurve und Kompakt-Zugproben (CT12.5) für die Bruchzähigkeit ermittelt. Des Weiteren wurde eine zerstörende Druckprüfung von Rohren mit einer axialen Kerbe zum Ermitteln des Versagensdruckes durchgeführt.

**Ergebnis:** Mit den Resultaten der Bruchzähigkeitsproben konnte die numerische Rissmodellierung mit ANSYS validiert werden. Die Simulation ohne Berücksichtigung von duktilem Risswachstum zeigt einen deckungsgleichen Verlauf zum Versuch in der Kraft-Rissöffnungs-Kurve, bis zu einer Rissöffnung von 0.8 mm. Auch die lokale Riss Spitzenbelastung ausgedrückt durch das J-Integral stimmt dabei mit der Versuchsauswertung überein. Unter Berücksichtigung von duktilem Risswachstum mit einem exponentiellem Kohäsivzonenmodell konnte eine übereinstimmende Kraft-Rissöffnungs-Kurve bis zu einer Rissöffnung von 5.4 mm erzielt werden. Der analytische Versagensdruck gemäss ASME Section XI hat grössere Reserven im Vergleich zu den experimentellen Werten gezeigt. Diese Methoden zielen darauf ab, konservative Ergebnisse zu erzielen und konnten daher durch die Resultate validiert werden. Mit einer elastisch-plastischen FE-Analyse des Rohres und der Annahme von verschiedenen Werkstoffmodellen ( $\sigma_y$ =Streckgrenze) unter Berücksichtigung von Eigenspannungen konnte der vorhergesagte Versagensdruck erhöht werden und zu einer guten Übereinstimmung mit den experimentellen Daten gebracht werden.