



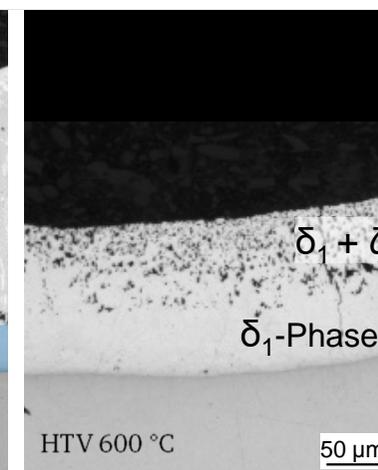
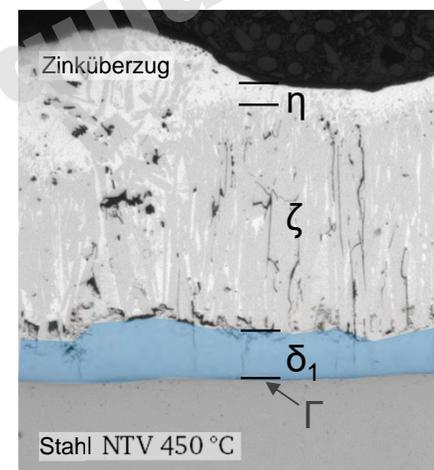
BEWERTUNG VON MIKROSTRUKTUREFFEKTEN DER FEUERVERZINKUNG AUF DIE ERMÜDUNGSFESTIGKEIT VON STAHL



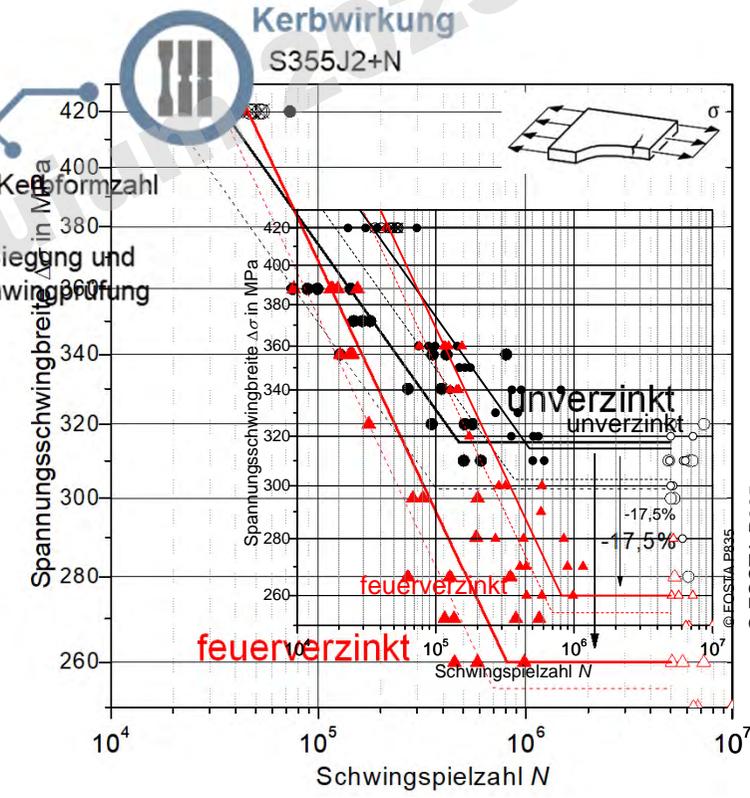
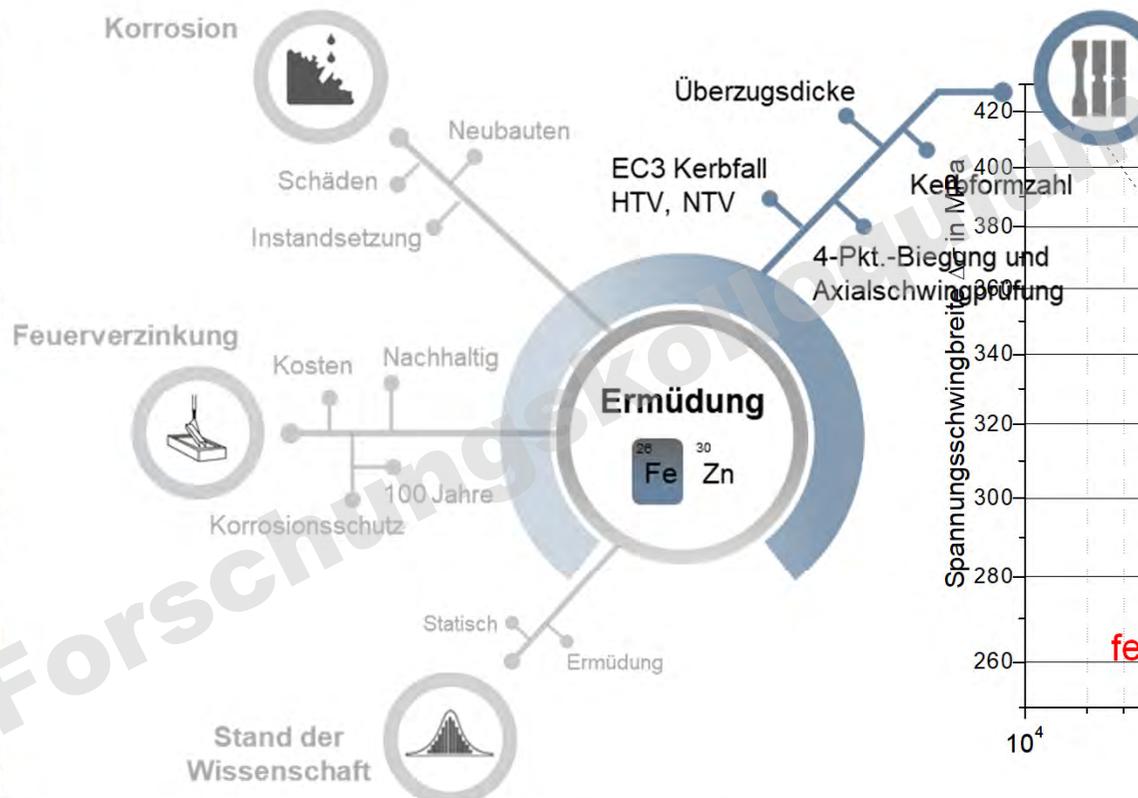
INHALT

- 1** Einleitung
- 2** Rissbildung und Rissentwicklung
- 3** Beanspruchung und Beanspruchbarkeit
- 4** Wie hoch ist der Einfluss der Feuerverzinkung auf die Ermüdungsfestigkeit?

1 | EINLEITUNG | STAND DER WISSENSCHAFT



1 | EINLEITUNG | STAND DER WISSENSCHAFT



1. Die Abminderung ist umso höher, je geringer die geometrische Kerbwirkung ist.

1 | EINLEITUNG | STAND DER WISSENSCHAFT



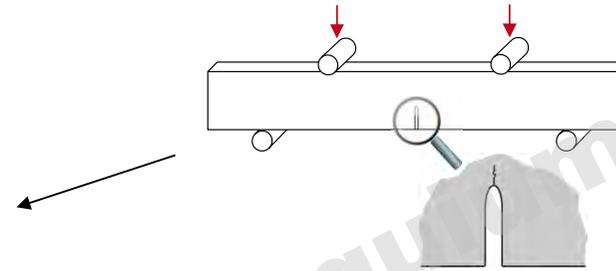
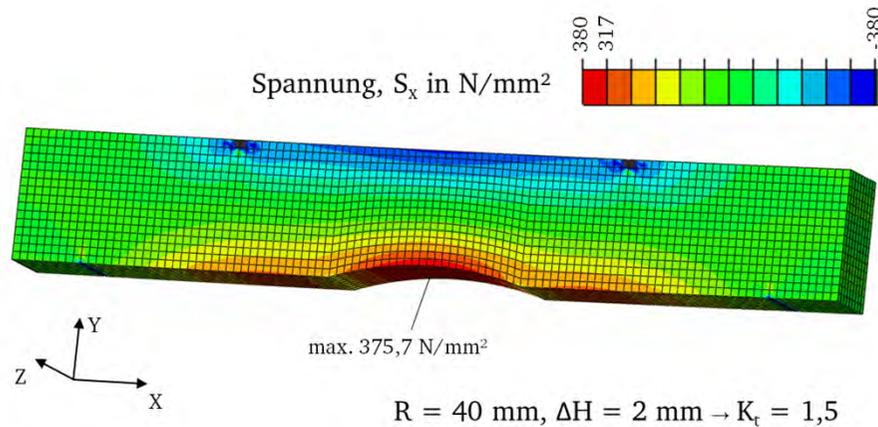
2. Schwindungsrisse sind ursächlich, durch ein „Überspringen“ in den Stahl



KAPITEL 2

RISSBILDUNG UND RISSENTWICKLUNG

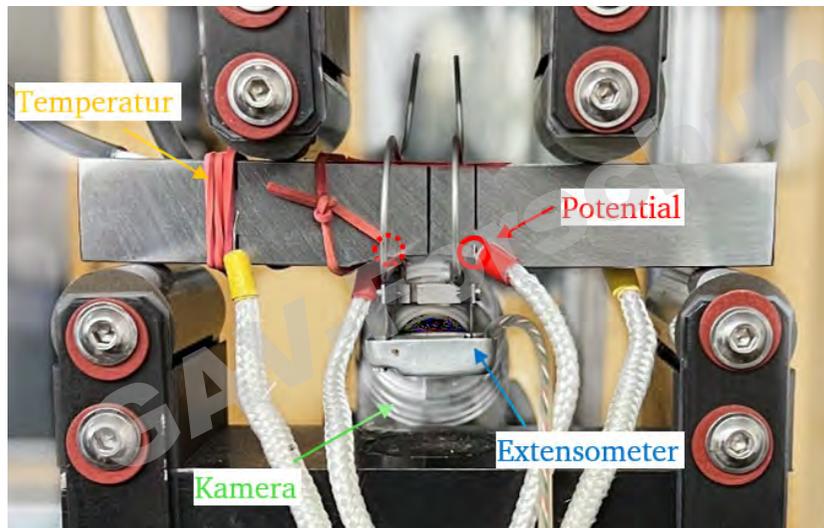


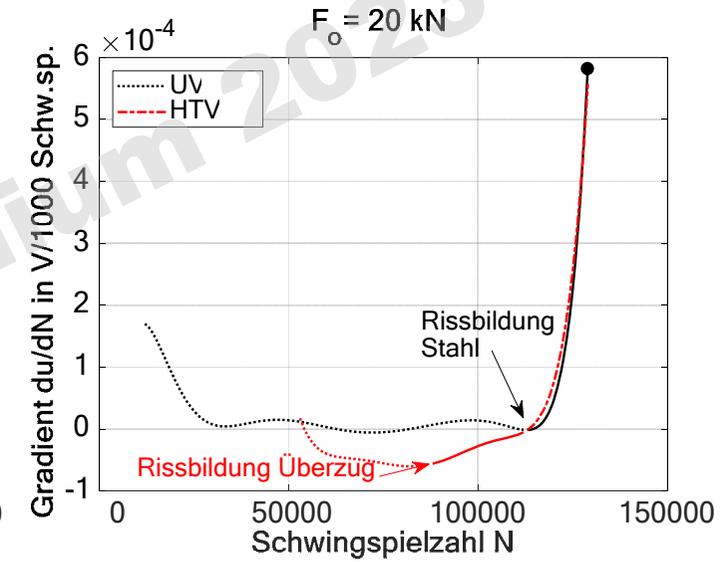
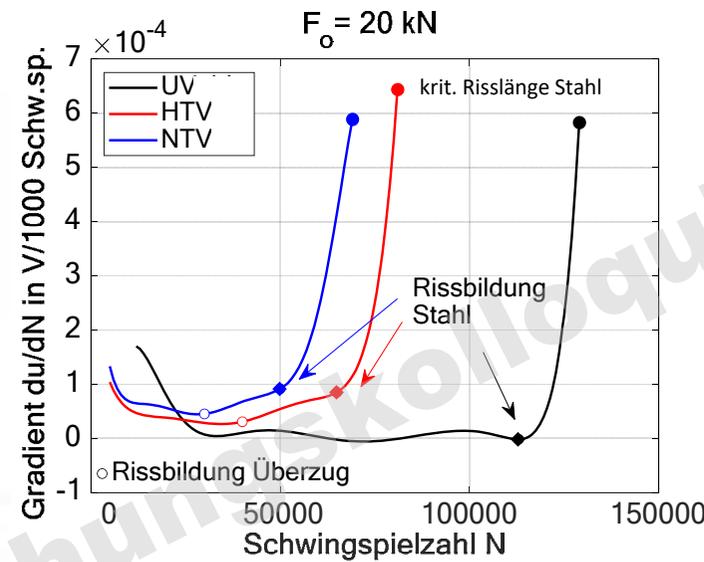
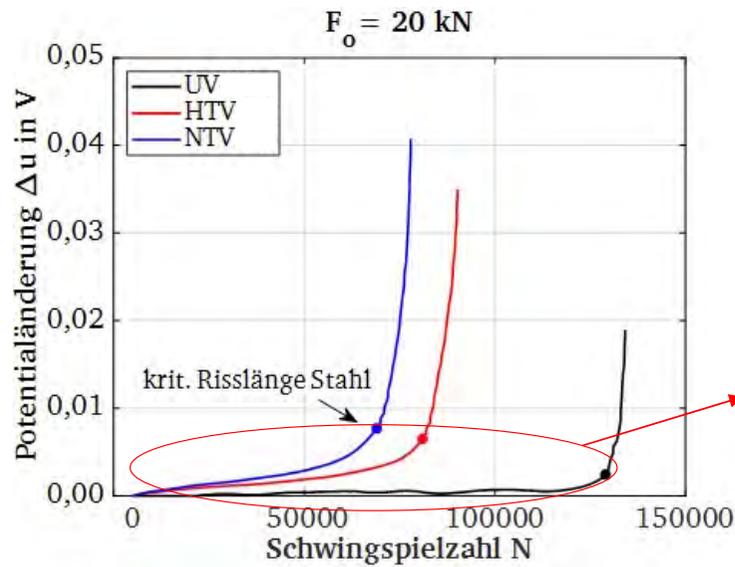


RISSBILDUNG

Elektrische Widerstandsmessung mit Wechselstrom

- bestätigt den Einfluss auf die Ermüdungsfestigkeit
- kann die Rissbildung sowie den Rissfortschritt im Zinküberzug detektieren





RISSBILDUNG

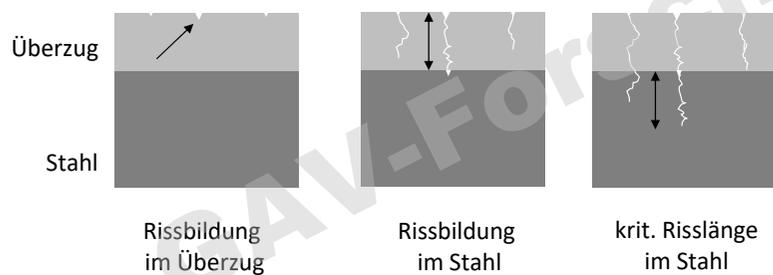
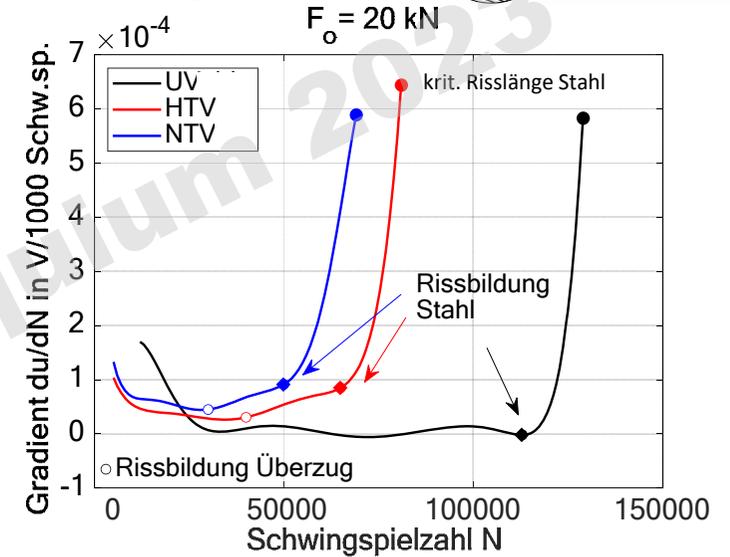
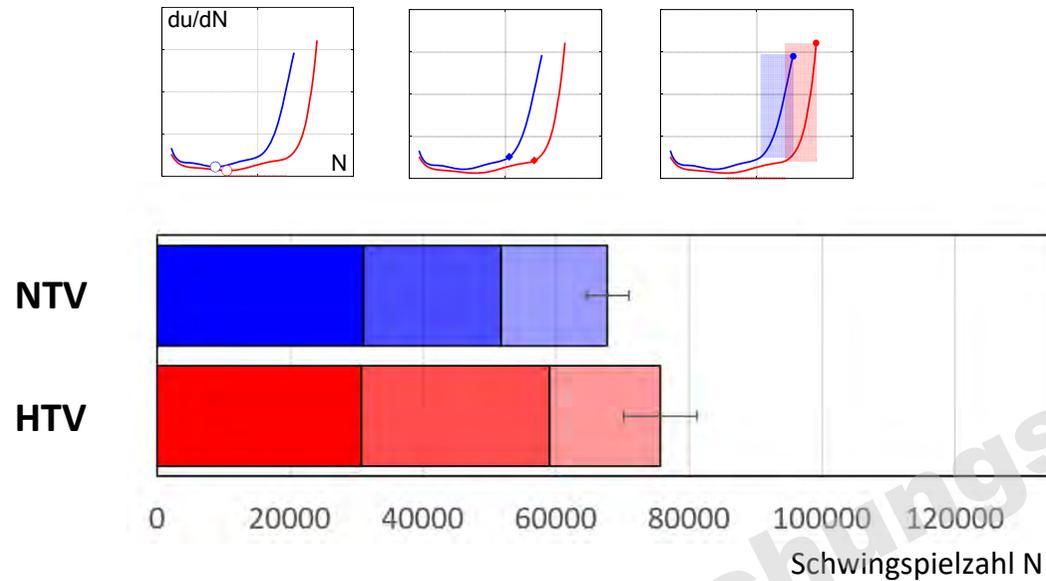
3 | RISSBILDUNG UND RISSENTWICKLUNG



Mikrostruktur



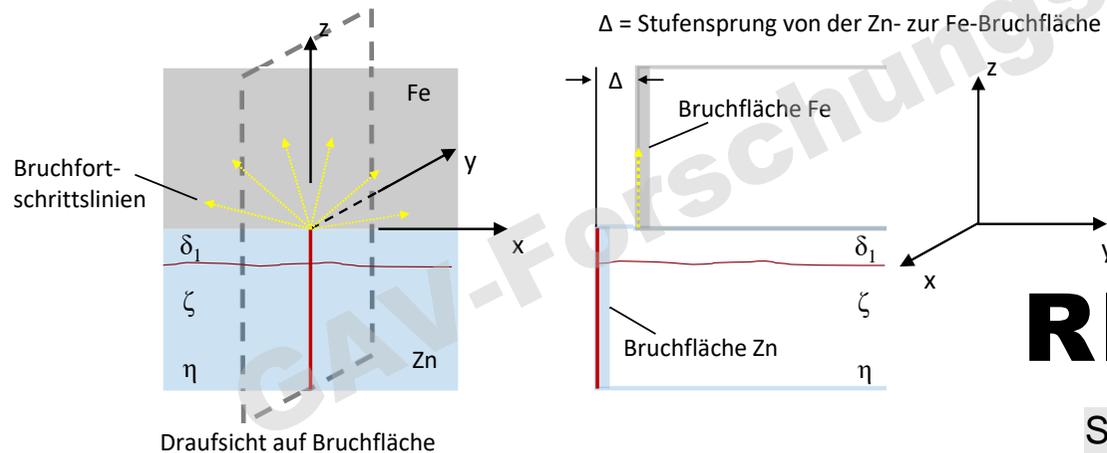
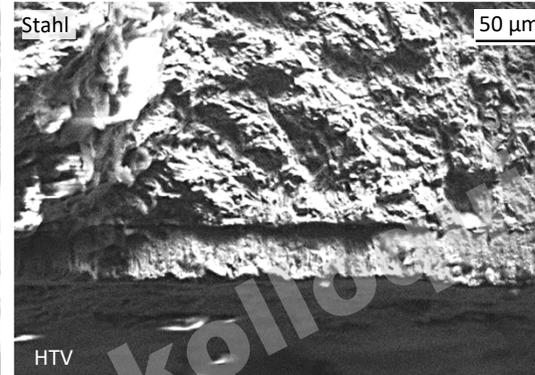
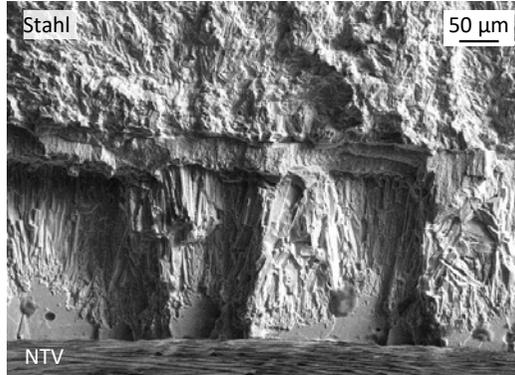
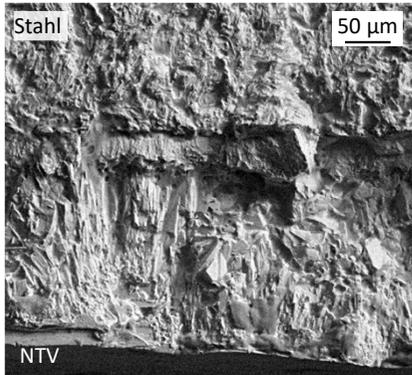
TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



RISSBILDUNG

Zeitpunkt der Rissbildung im Zinküberzug liegt für NTV und HTV innerhalb eines Streubereichs

- Zeitpunkt der Rissbildung im Stahl bei NTV bei geringeren Zyklanzahl
- Lebensdauerunterschied zum Zeitpunkt Rissbildung im Stahl
- Differenz NTV zu HTV aus dem Risswachstum Überzug



RISSENTWICKLUNG

Stufensprung zwischen der Zn- und Fe-Bruchfläche

- kein „Überspringen“ der Schwindungsrisse in den Stahl



KAPITEL 3

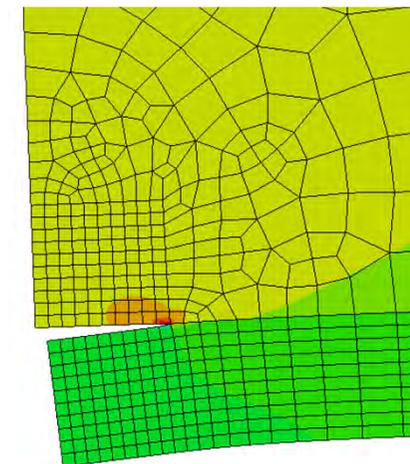
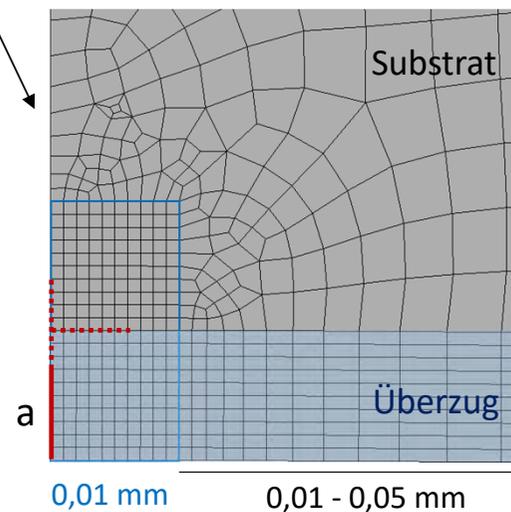
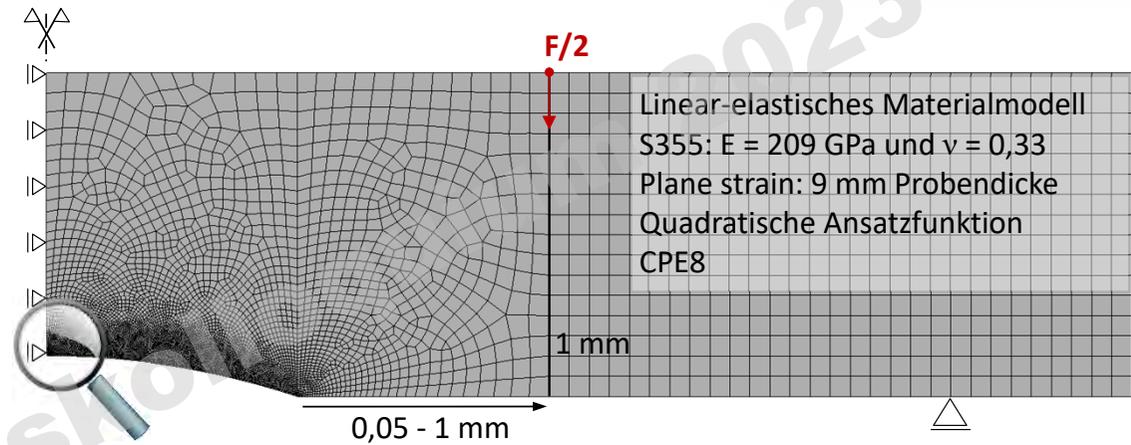
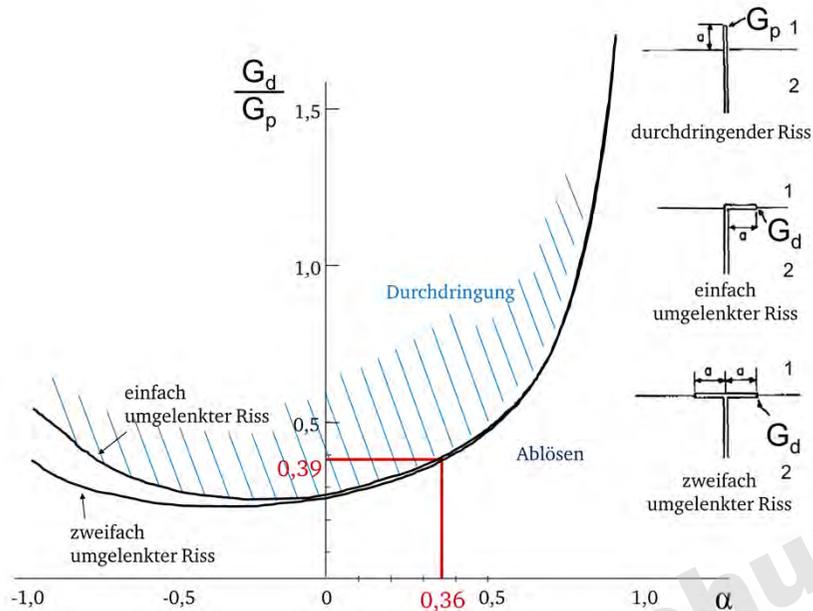
BEANSPRUCHUNG UND BEANSPRUCHBARKEIT



4 | BEANSpruchUNG UND BEANSpruchBARKEIT



© He, Evans, Hutchinson



BEANSpruchUNG

Analytische Ansätze und Finite Elemente Simulation angewandt

- $E_1 = 209 \text{ GPa}$ Stahl $\rightarrow 2,6 \cdot G_d = G_p$
- $E_2 \approx 100 \text{ GPa}$ Zinküberzug
- gute Übereinstimmung beider Berechnungen

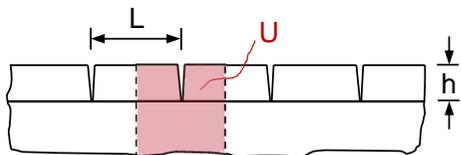
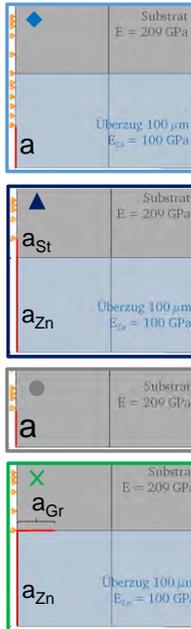
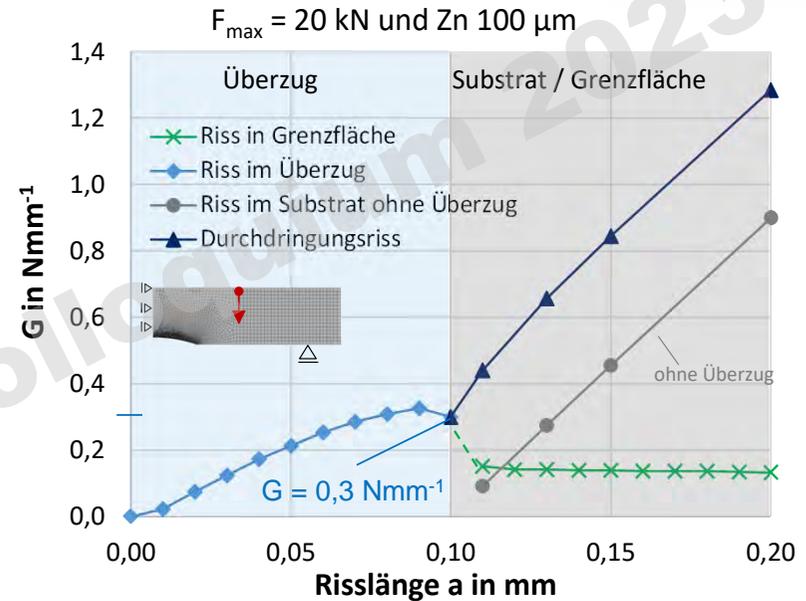
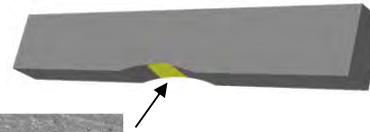
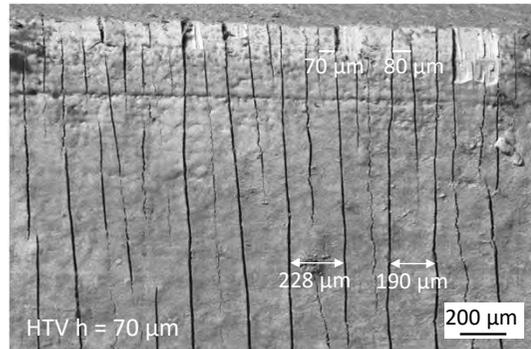
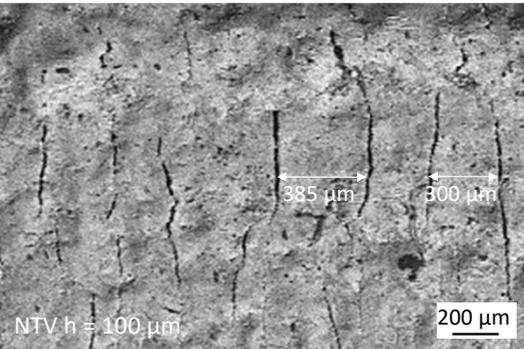
4 | BEANSPRUCHUNG UND BEANSPRUCHBARKEIT



Bruchmechanik



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



$$U = \int_0^h G(a) da = f \sigma^2 h^2 / \bar{E}$$

$$f = 0,5 \cdot \frac{L}{h} - 0,0316 \cdot \left(\frac{L}{h}\right)^2$$

BEANSPRUCHBARKEIT

Analytische Ansätze und Finite Elemente Simulation zeigen

- Neigung zum Grenzflächenriss bei dieser Paarung unter quasi-statischer Belastung

- ◆ $G_{Ic,NTV} = 0,26 \text{ Nmm}^{-1}$ im Zinküberzug
- ◆ $G_{Ic,HTV} = 0,12 \text{ Nmm}^{-1}$
- ▲ $G_{p,lc} = 129 \text{ Nmm}^{-1}$ Baustahl S355
- × $G_{d,c} = 0,56 \text{ Nmm}^{-1}$



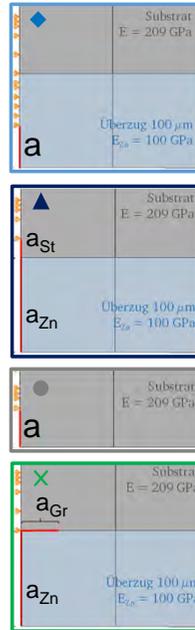
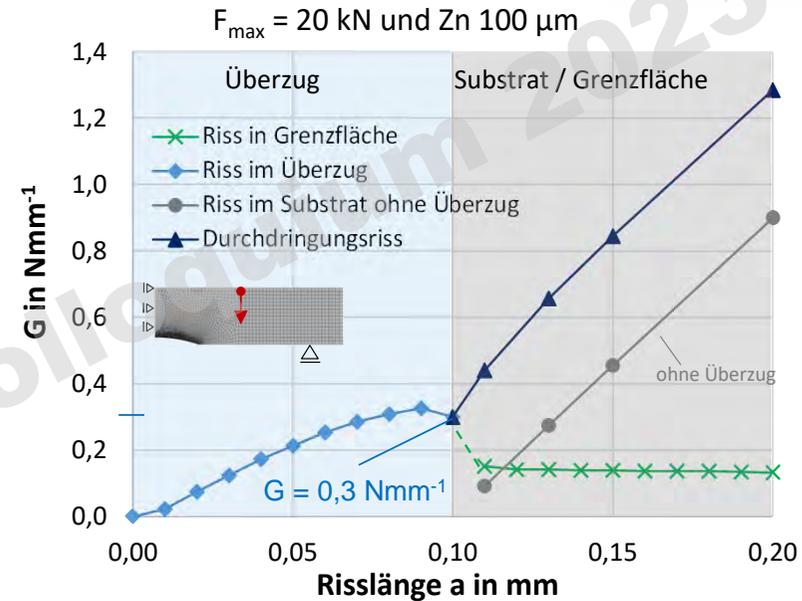
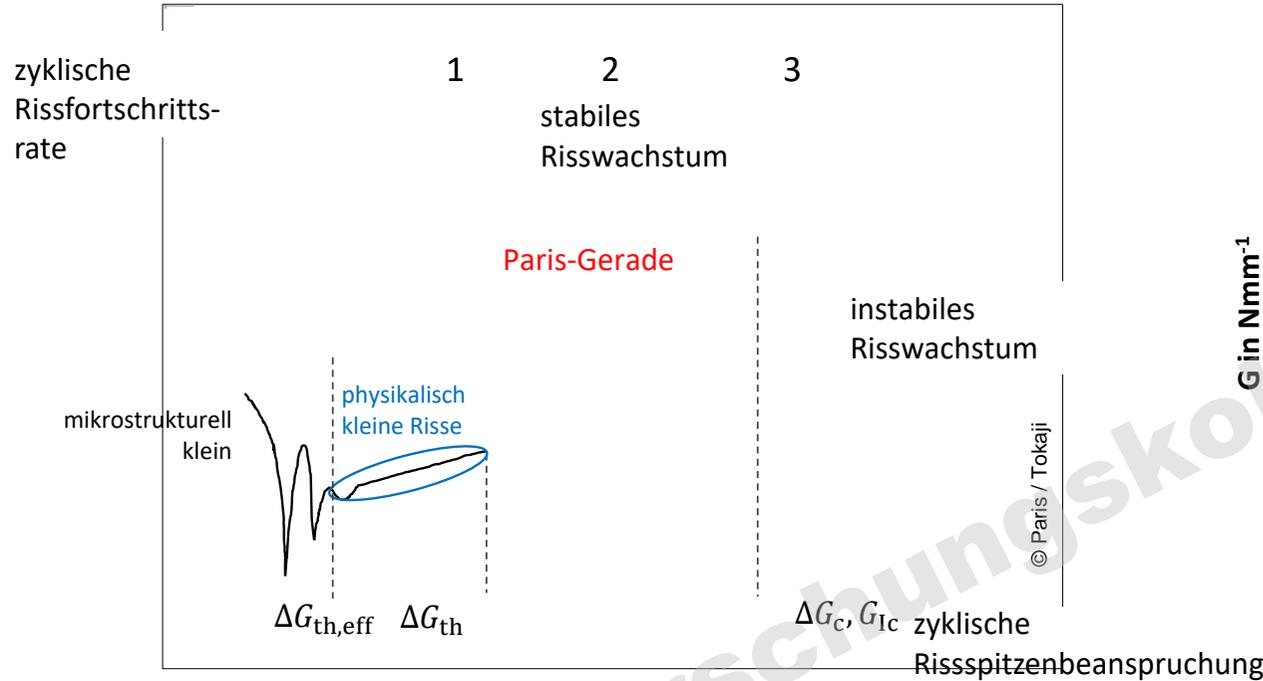
4 | BEANSPRUCHUNG UND BEANSPRUCHBARKEIT



Bruchmechanik



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



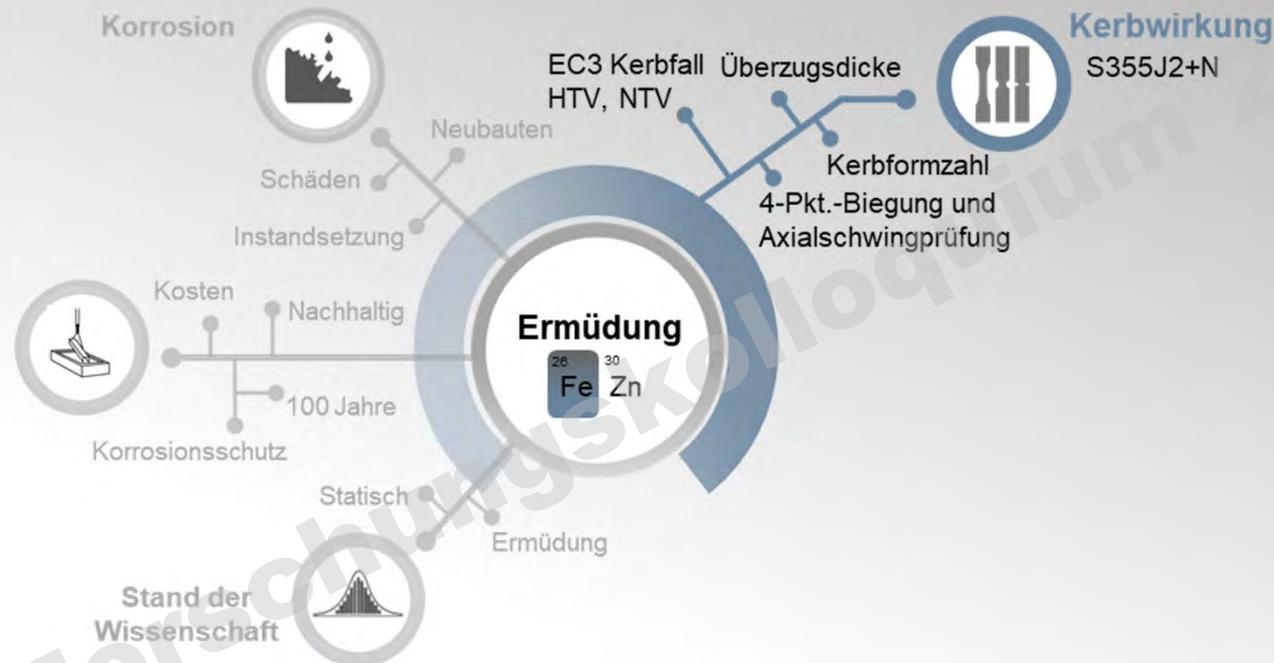
BEANSPRUCHBARKEIT

Zyklische Rissfortschrittsrate beschreibt das Verhalten.

- intrinsischer Schwellenwert $\Delta G_{th,eff}$ des Stahls überschritten

▲ $\Delta G_{th} = 0,46 \text{ Nmm}^{-1}$ Baustahl S355
 $\Delta G_{th,eff} = 0,02 \text{ Nmm}^{-1}$

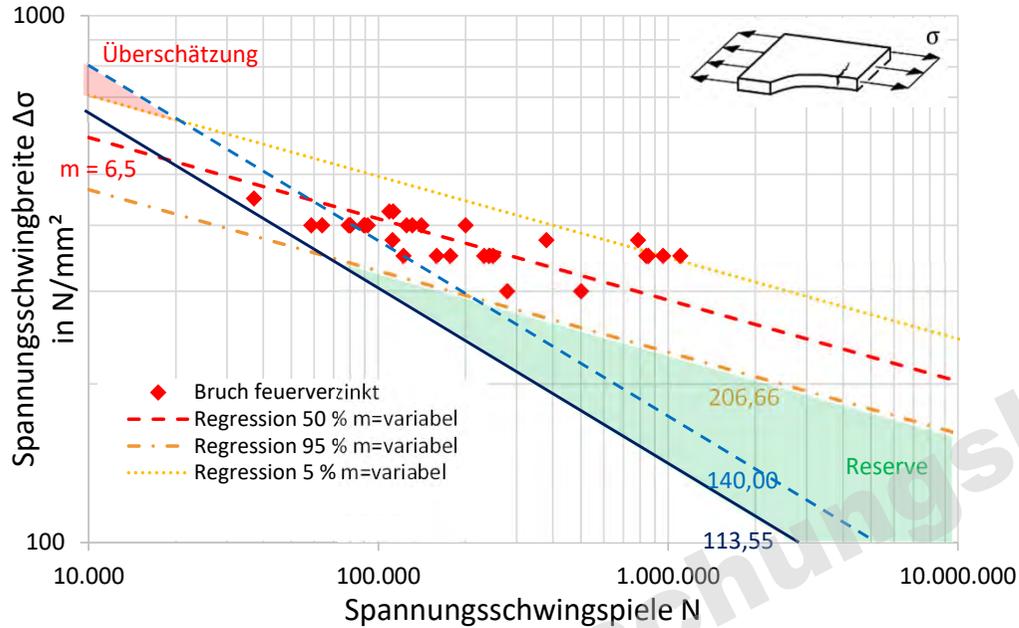




KAPITEL 4

EINFLUSS DER FEUERVERZINKUNG AUF DIE ERMÜDUNGSFESTIGKEIT

2 | BEMESSUNG-WÖHLERLINIEN NACH EC3



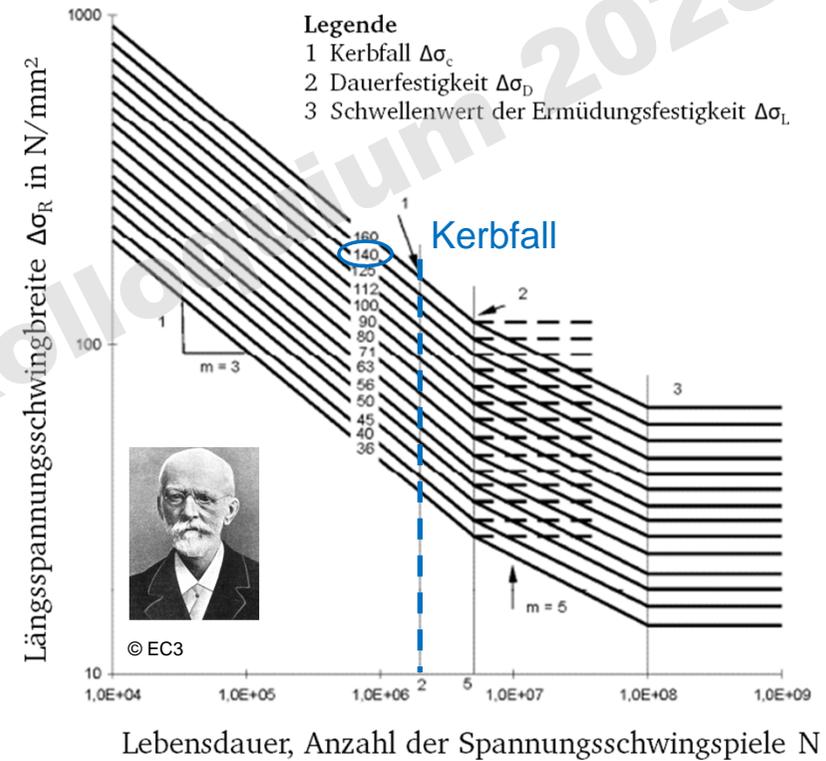
BEMESSUNG



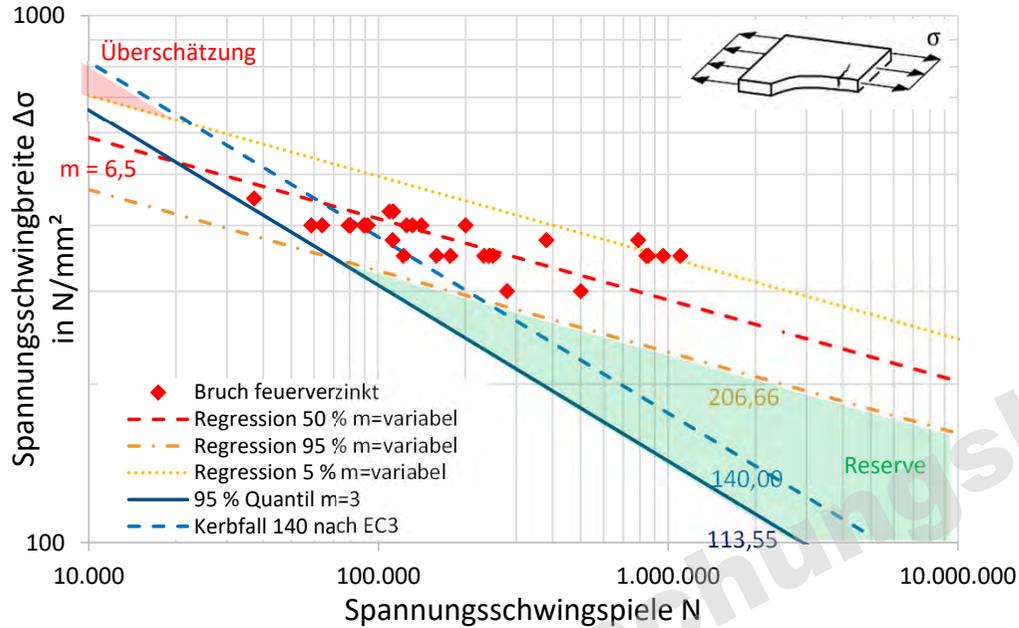
Kerbwirkung



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



2 | BEMESSUNGS-WÖHLERLINIEN NACH EC3



BEMESSUNG

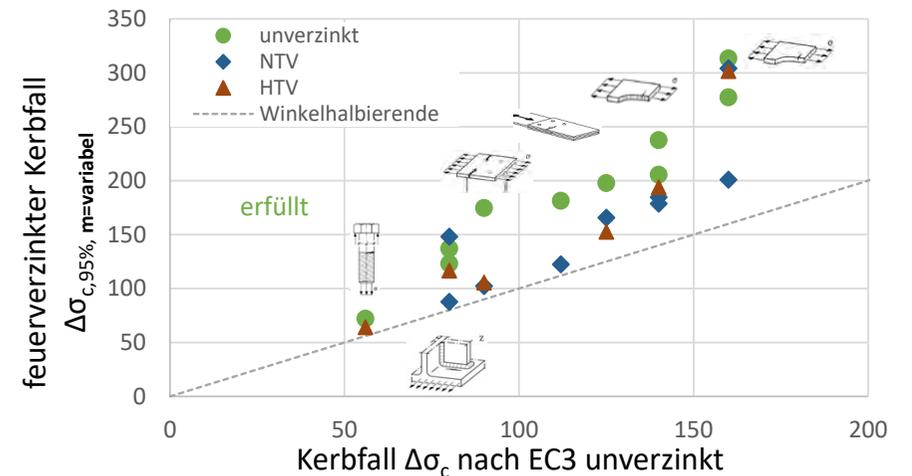
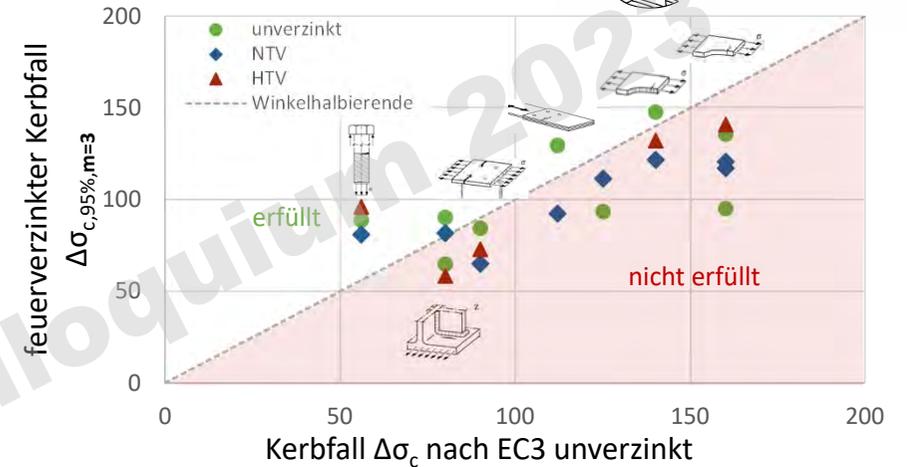
- Die Abminderung um einen Kerbfall ist **nicht** zwangsläufig erforderlich.
- höherer Einfluss mit höherer Kerbwirkung zu sehen bei $m=variabel$



Kerbwirkung



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

Zentrum für Konstruktionswerkstoffe (MPA/IfW)

Prof. Dr.-Ing. Matthias Oechsner



Anna-Katharina Kraemer

06151 1625106

anna-katharina.kraemer@tu-darmstadt.de

Grafenstrasse 2, 64283 Darmstadt

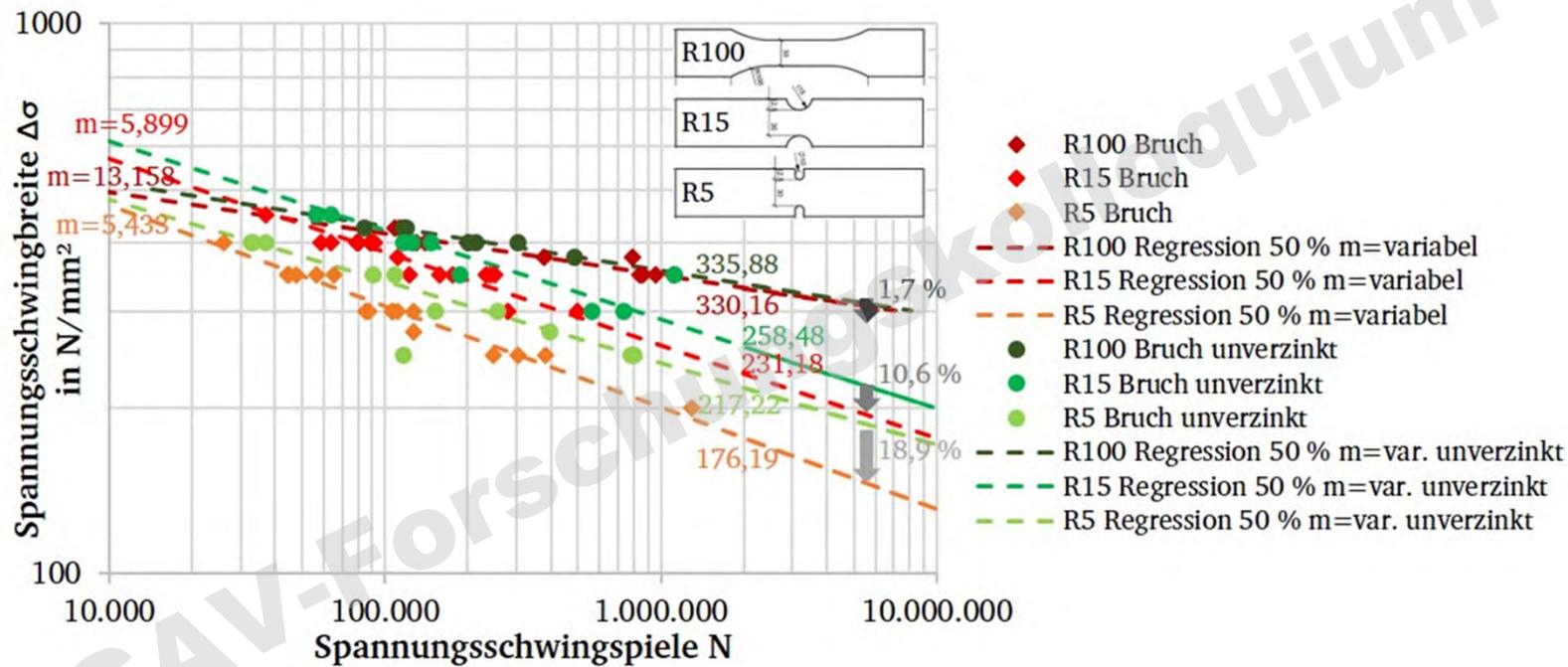


VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

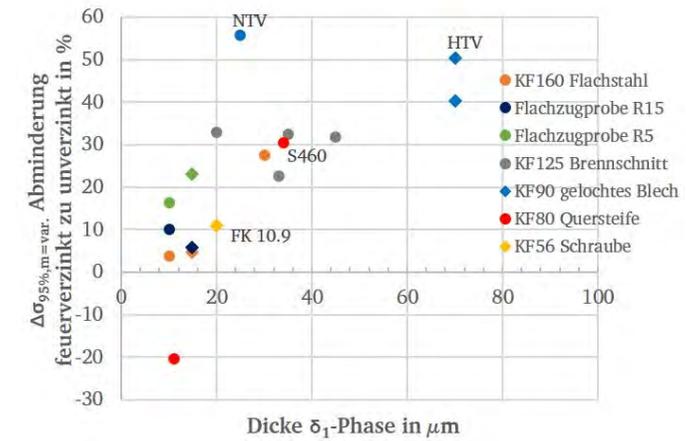
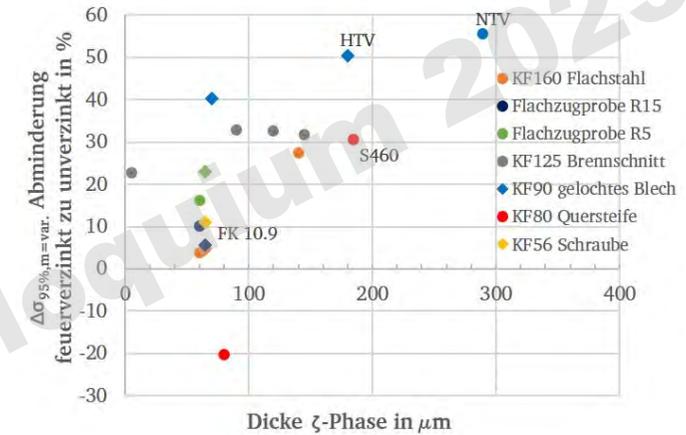
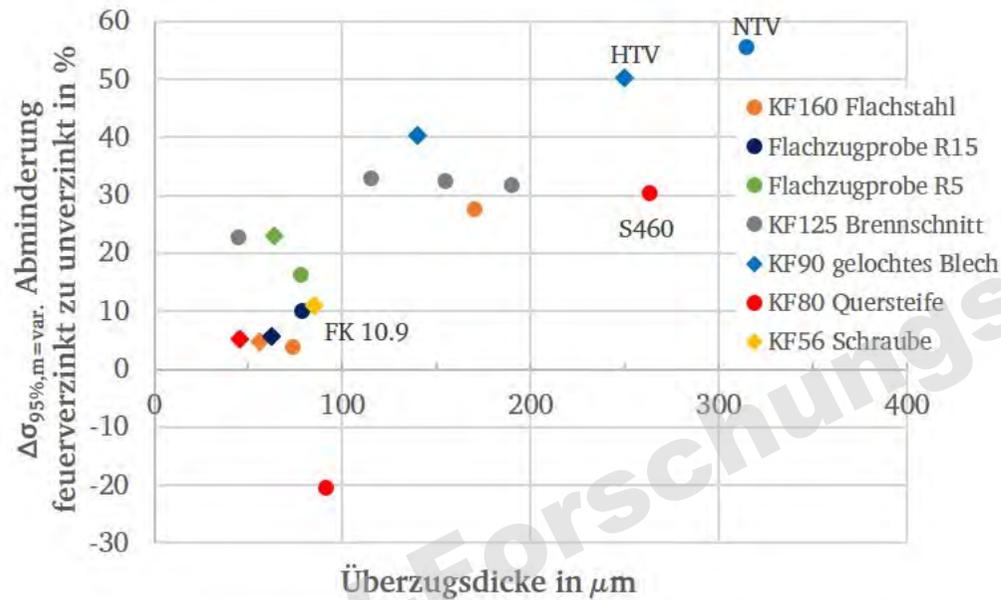
**AUSFÜHRLICHER BERICHT:
UNTERSUCHUNGEN ZU DEN AUSWIRKUNGEN EINER
FEUERVERZINKUNG AUF DIE ERMÜDUNGSFESTIGKEIT VON
BAUTEILEN AUS STAHL**

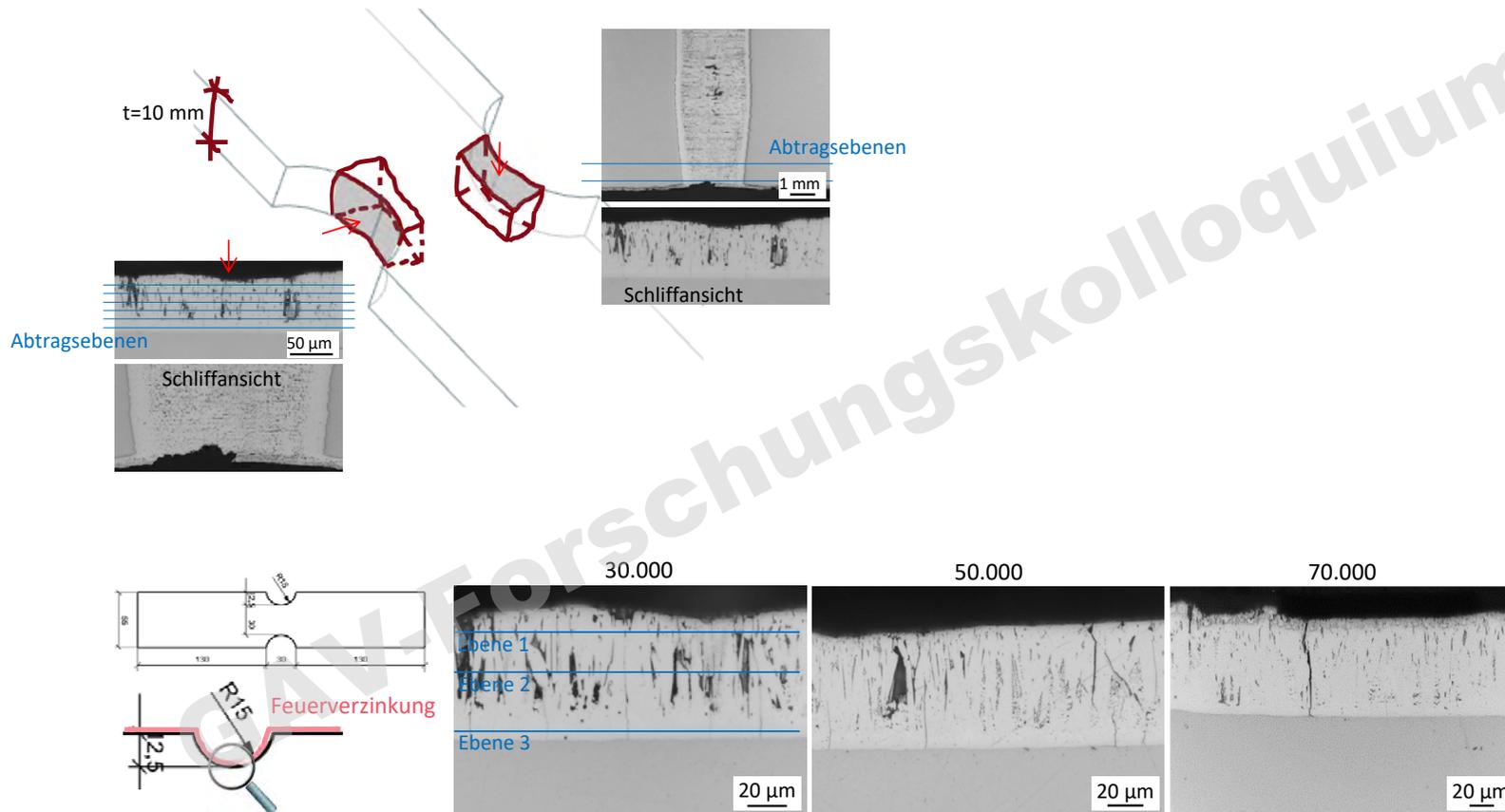


EINFLUSS KERBSCHÄRFE



ÜBERZUGSDICKE





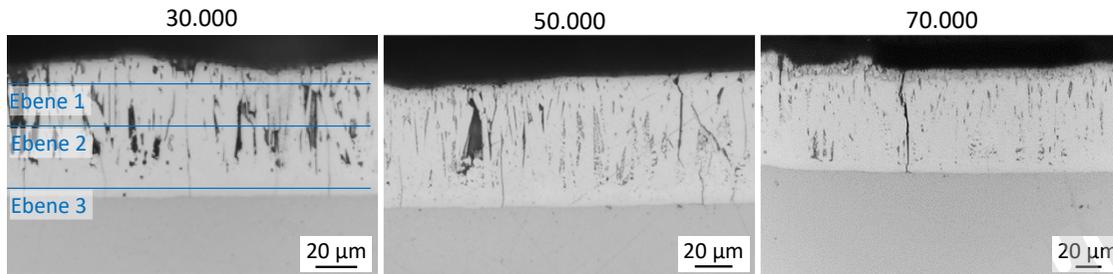
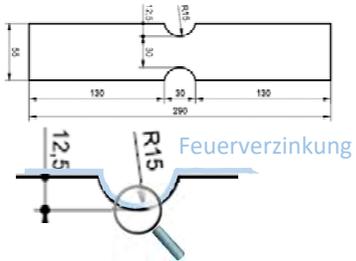
KAPITEL 2 | RISSBILDUNG UND RISSENTWICKLUNG



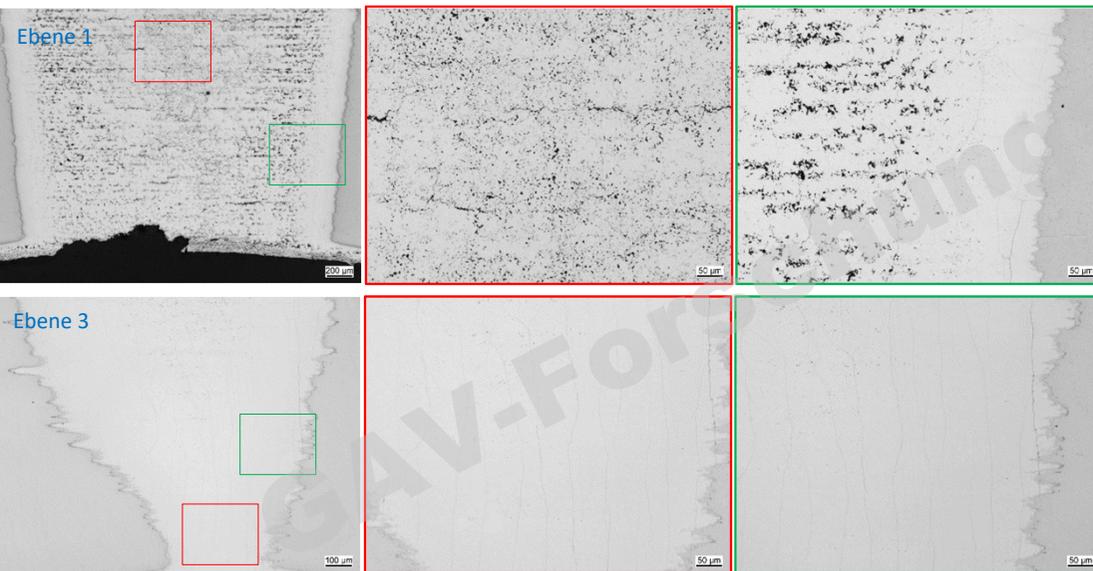
Mikrostruktur



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



N = 30.000



N = 70.000

