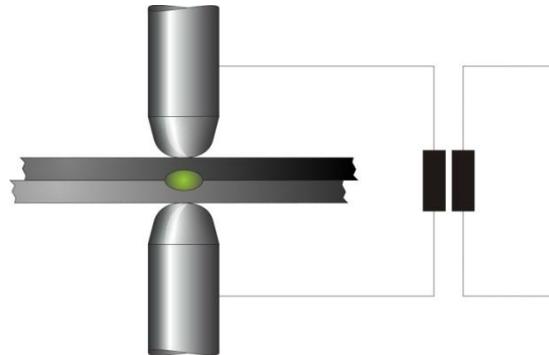


Charakterisierung und Modellierung des Bruchverhaltens von Punktschweißverbindungen in pressgehärteten Stählen

Part I - Charakterisierung des Verbindungsverhaltens

G. Meschut, O. Hahn, F. Klokkers, D. Hein



11. LS-DYNA Forum 2012

09. - 10. Oktober 2012, Ulm

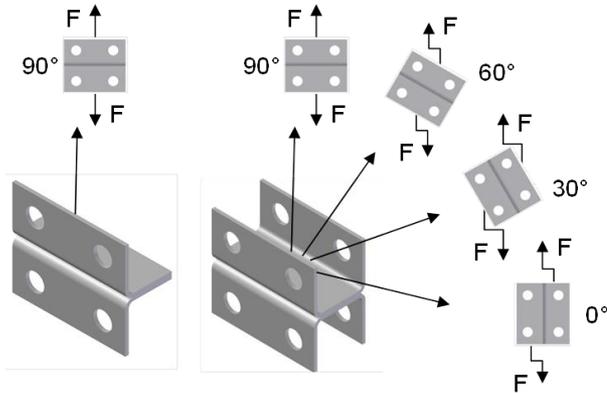
- **Problemstellung und Motivation**
- **Prüfkonzept zur Bewertung von Fügeverfahren unter verschiedenen Lasteinleitungswinkeln und Prüfgeschwindigkeiten (LWF-KS-2-Prüfkonzept)**
- **Versuchsergebnisse LWF-KS-2-Proben**
- **Versuchsergebnisse Musterbauteilproben**
- **Fazit**

- Eigenschaftsoptimierte Multimaterialkarosseriestrukturen für die Großserie basieren aktuell weitestgehend auf der Verwendung unterschiedlichster Stahlwerkstoffe.
- Als Fügeverfahren für diese Werkstoffkombinationen hat sich das Widerstandspunktschweißen aufgrund seiner Prozesssicherheit, der kurzen Taktzeit und den geringen Kosten fest etabliert.
- Für die simulative Nachbildung der Fügezone in FE-Modellen sind Kenntnisse über das Bruchverhalten wichtig.
- Für die Bewertung einer Widerstandspunktschweißverbindung, insbesondere unter stoßartiger Belastung, sind Kenntnisse über deren Tragverhalten unter verschiedenen Lasteinleitungswinkeln erforderlich.

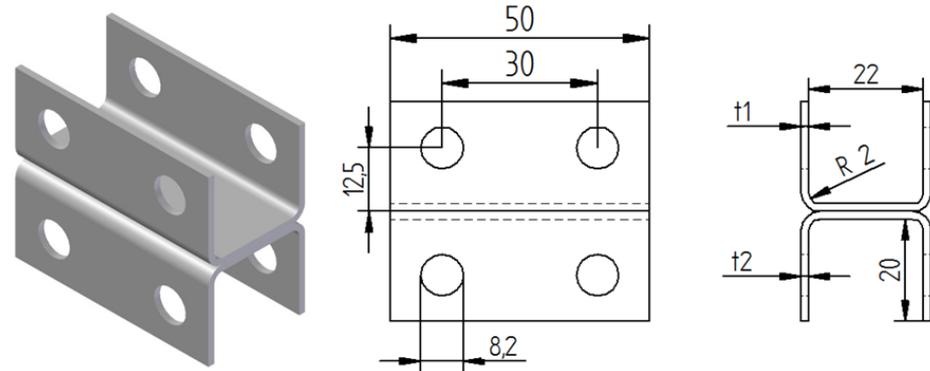


Quelle: Porsche AG

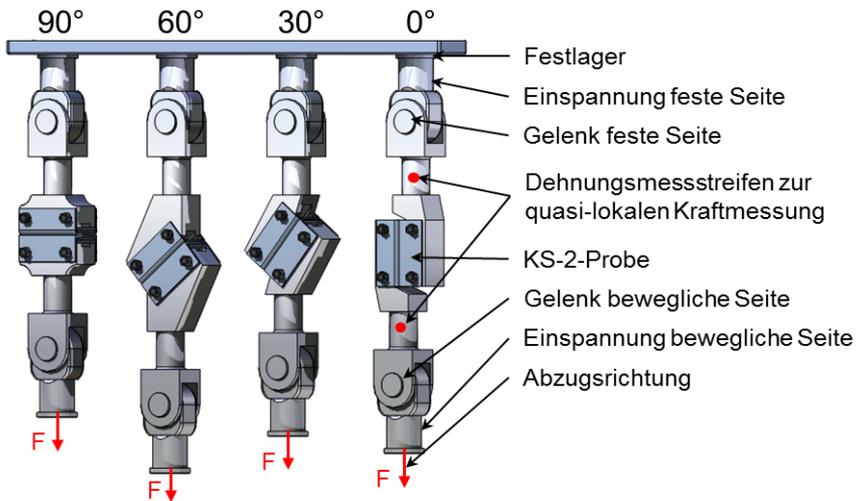
- Problemstellung und Motivation
- **Prüfkonzept zur Bewertung von Fügeverfahren unter verschiedenen Lasteinleitungswinkeln und Prüfgeschwindigkeiten (LWF-KS-2-Prüfkonzept)**
- Versuchsergebnisse LWF-KS-2-Proben
- Versuchsergebnisse Musterbauteilproben
- Fazit



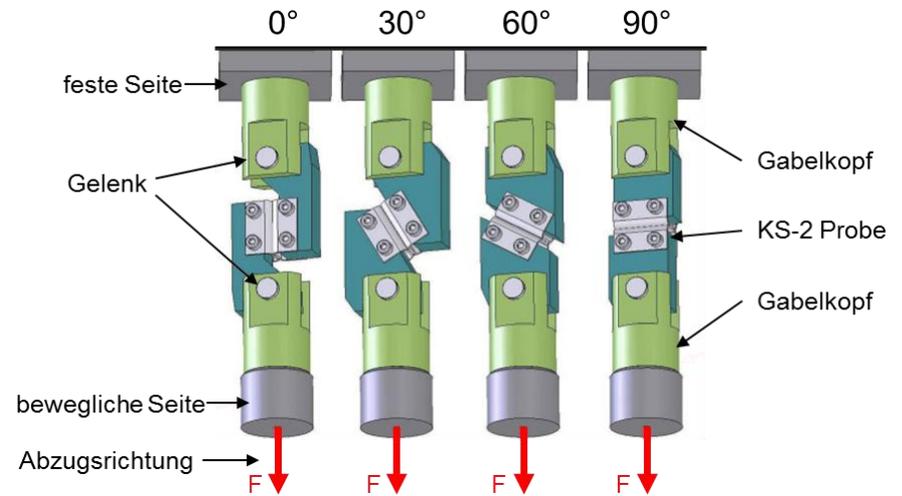
LWF-KS-2-Prüfkonzept



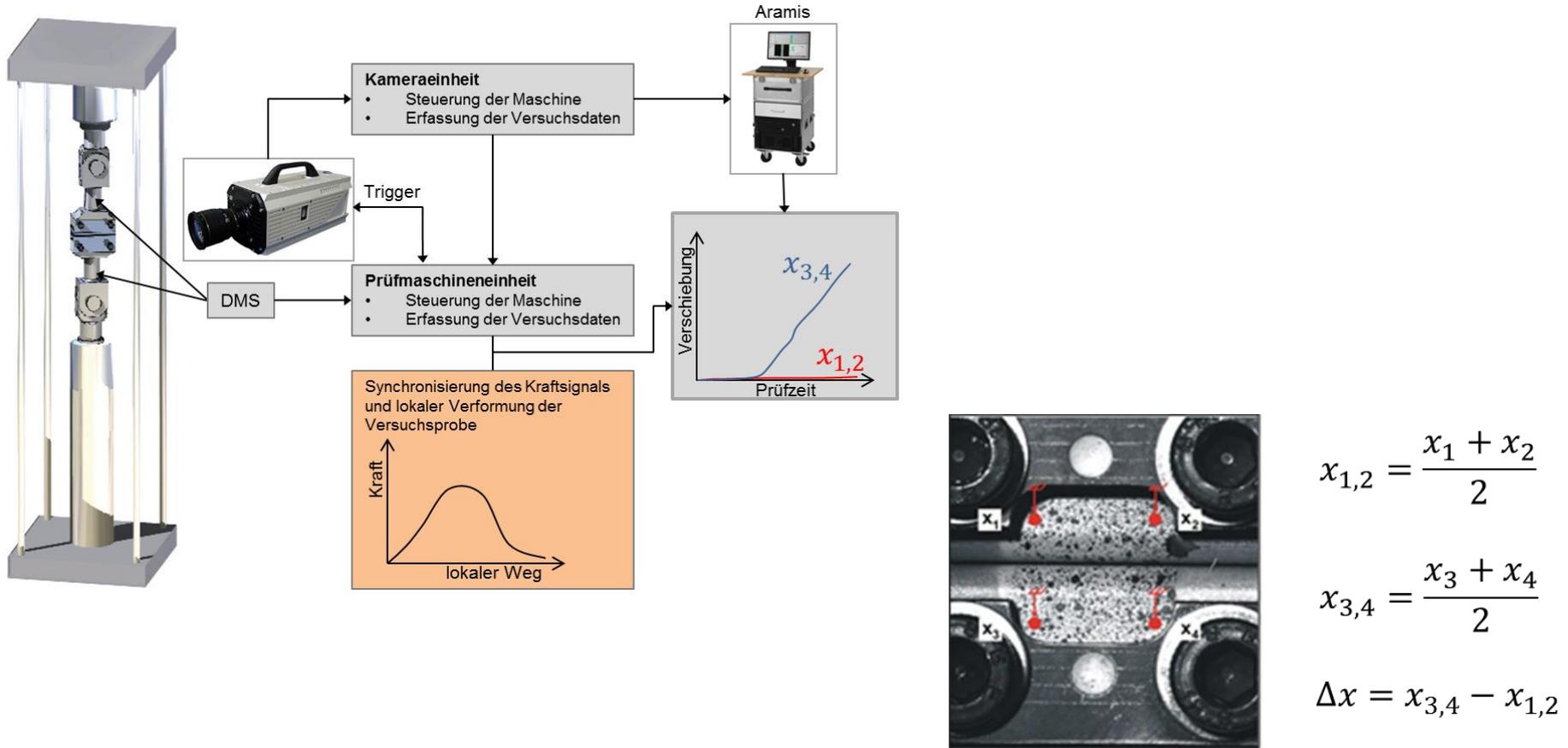
Abmessungen LWF-KS-2-Probe



Einspannung schlagartig

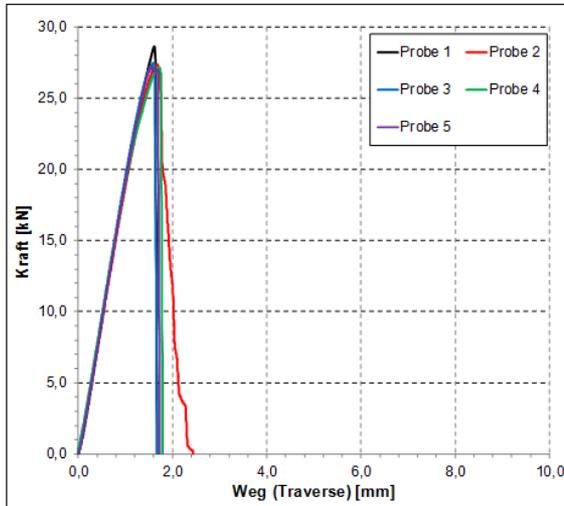


Einspannung quasistatisch

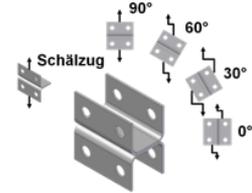
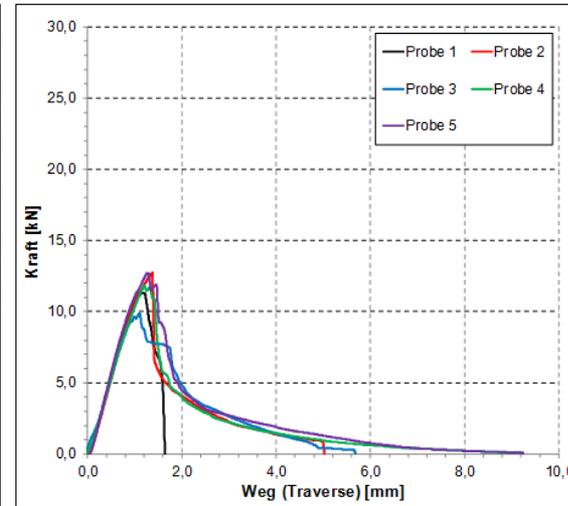


Schematische Darstellung der lokalen Wegmessung (li.) und die Auswertung (re.) auf der LWF-KS-2-Probe

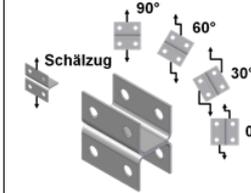
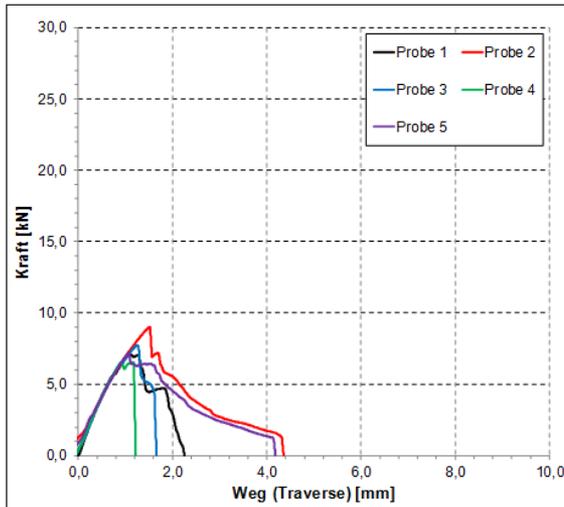
Quasistatisches Kraft-Weg-Verhalten unter verschiedenen Beanspruchungswinkeln an der LWF-KS-2-Probe



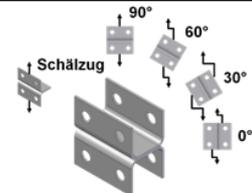
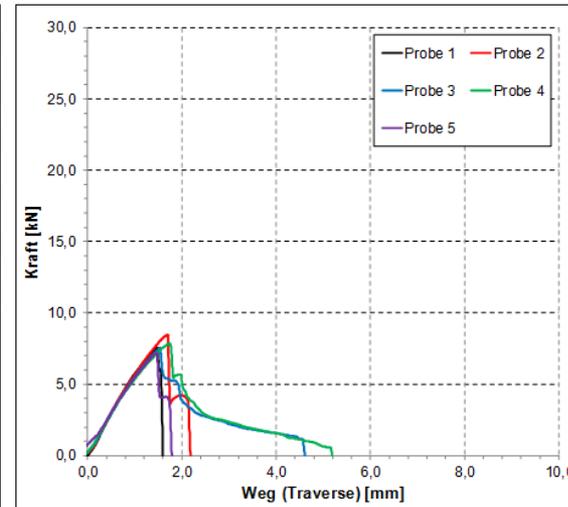
Prüfmethode	quasistatischer Zugversuch
Prüfgeschwindigkeit	10 mm/min (Traverse)
Werkstoff 1	22MnB5 (Al-Si beschichtet) t=1,5
Werkstoff 2	22MnB5 (Al-Si beschichtet) t=1,5
Fügeverfahren	Widerstandspunktschweißen
Probengeometrie	KS-2-Probe - 0°

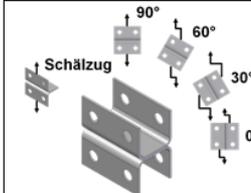
Prüfmethode	quasistatischer Zugversuch
Prüfgeschwindigkeit	10 mm/min (Traverse)
Werkstoff 1	22MnB5 (Al-Si beschichtet) t=1,5
Werkstoff 2	22MnB5 (Al-Si beschichtet) t=1,5
Fügeverfahren	Widerstandspunktschweißen
Probengeometrie	KS-2-Probe - 30°

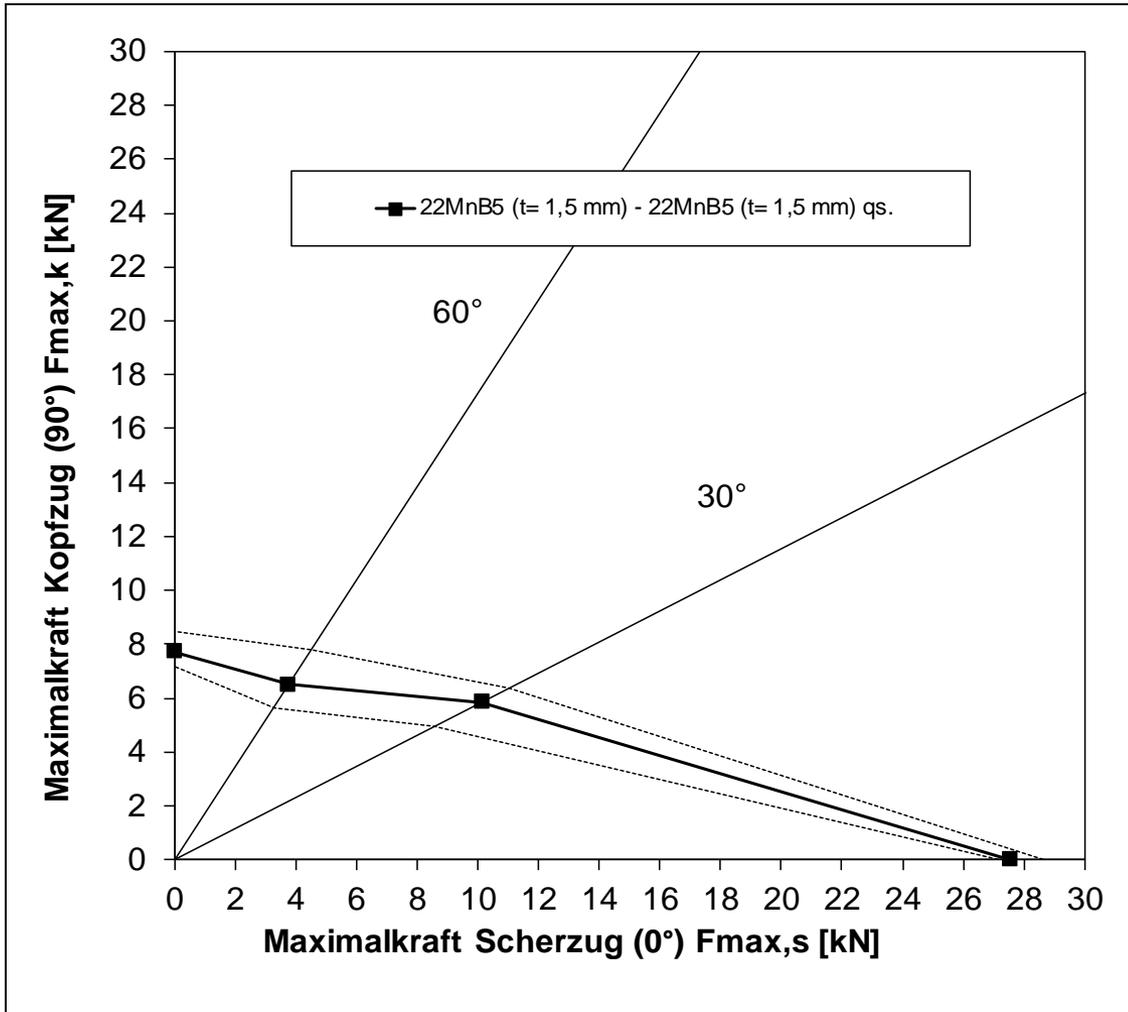



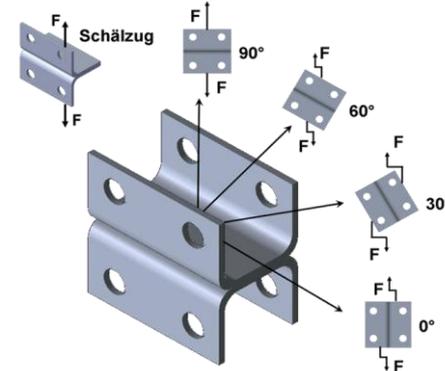
Prüfmethode	quasistatischer Zugversuch
Prüfgeschwindigkeit	10 mm/min (Traverse)
Werkstoff 1	22MnB5 (Al-Si beschichtet) t=1,5
Werkstoff 2	22MnB5 (Al-Si beschichtet) t=1,5
Fügeverfahren	Widerstandspunktschweißen
Probengeometrie	KS-2-Probe - 60°

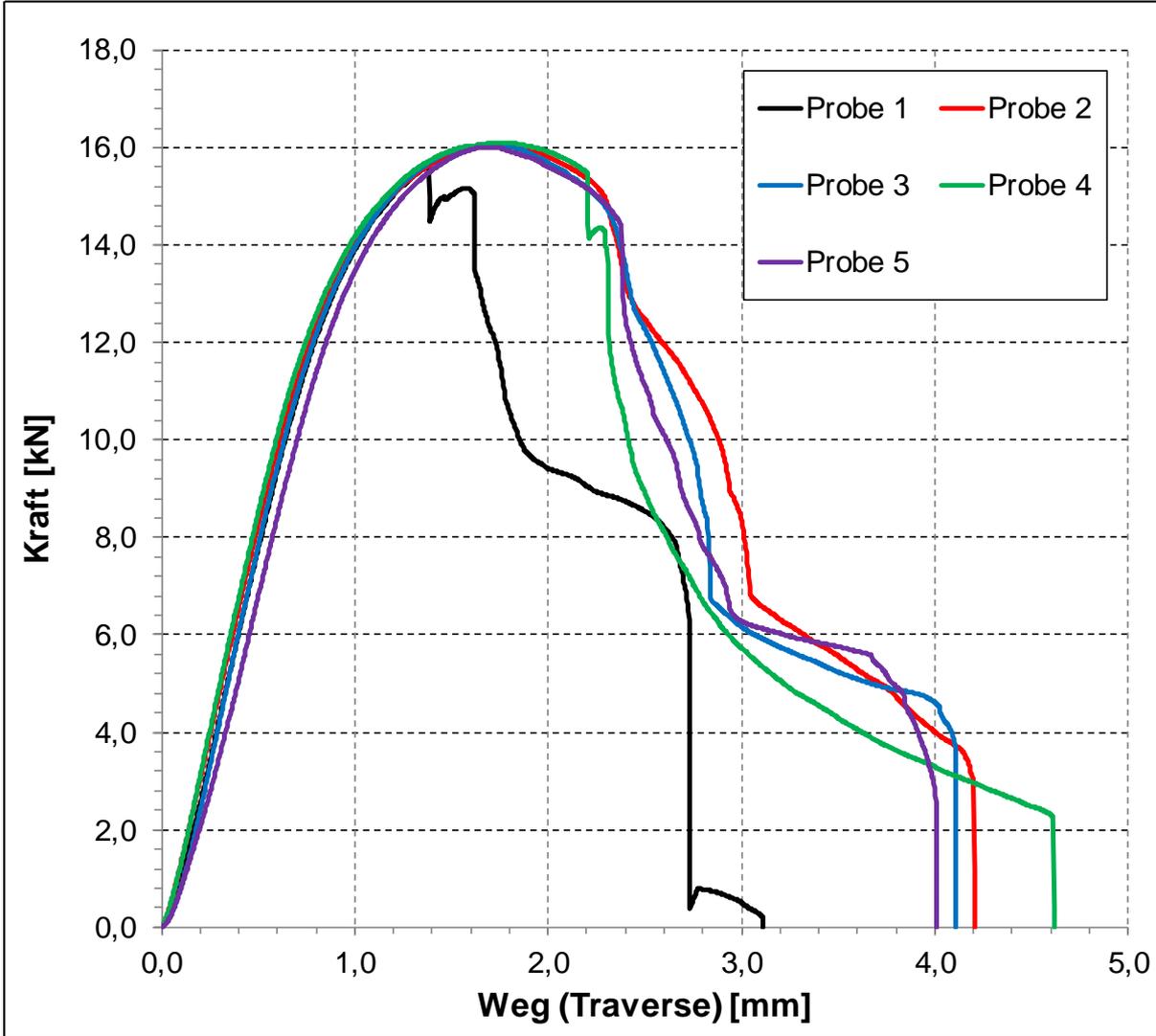
Prüfmethode	quasistatischer Zugversuch
Prüfgeschwindigkeit	10 mm/min (Traverse)
Werkstoff 1	22MnB5 (Al-Si beschichtet) t=1,5
Werkstoff 2	22MnB5 (Al-Si beschichtet) t=1,5
Fügeverfahren	Widerstandspunktschweißen
Probengeometrie	KS-2-Probe - 90°



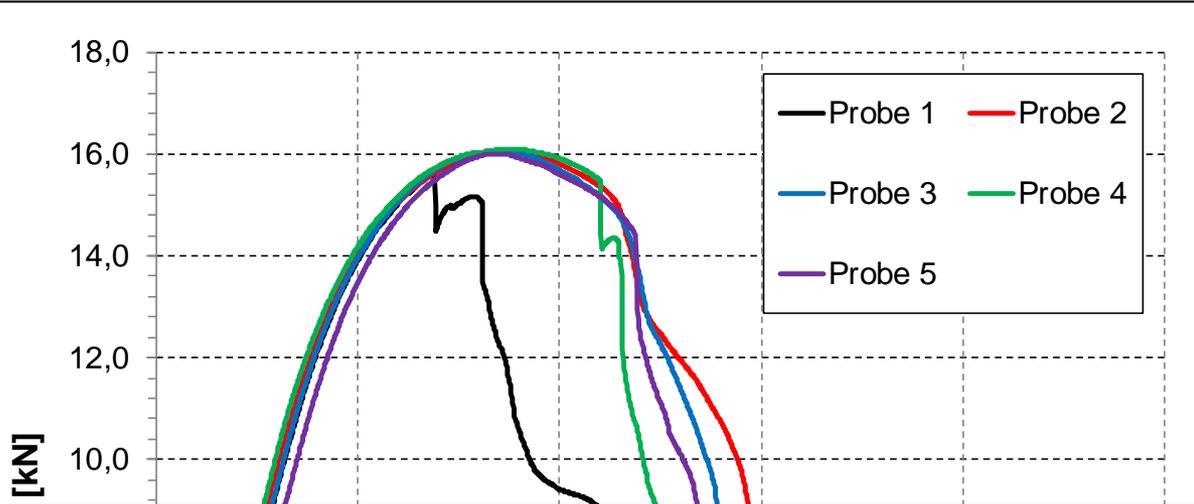


Prüfmethode	quasistatischer Zugversuch
Prüfgeschwindigkeit	10 mm/min (Traverse)
Werkstoff 1	22MnB5 (Al-Si beschichtet) t=1,5
Werkstoff 2	22MnB5 (Al-Si beschichtet) t=1,5
Fügeverfahren	Widerstandspunktschweißen
Probengeometrie	LWF-KS-2-Probe
	

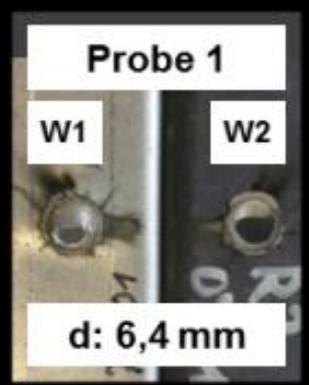
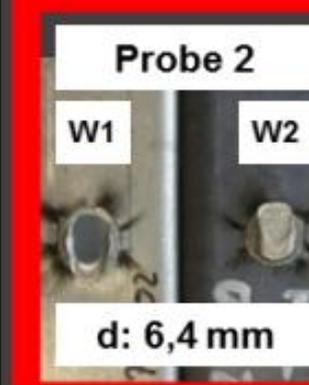
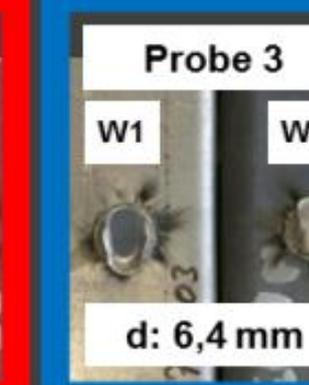
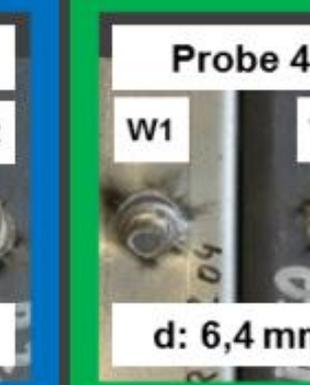
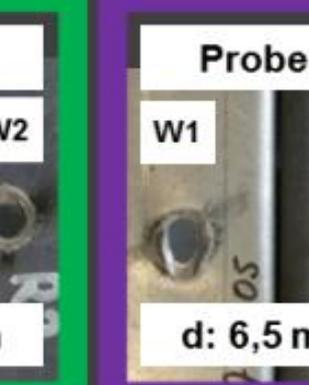
- Problemstellung und Motivation
- Prüfkonzept zur Bewertung von Fügeverfahren unter verschiedenen Lasteinleitungswinkeln und Prüfgeschwindigkeiten (LWF-KS-2-Prüfkonzept)
- **Versuchsergebnisse LWF-KS-2-Proben**
- Versuchsergebnisse Musterbauteilproben
- Fazit

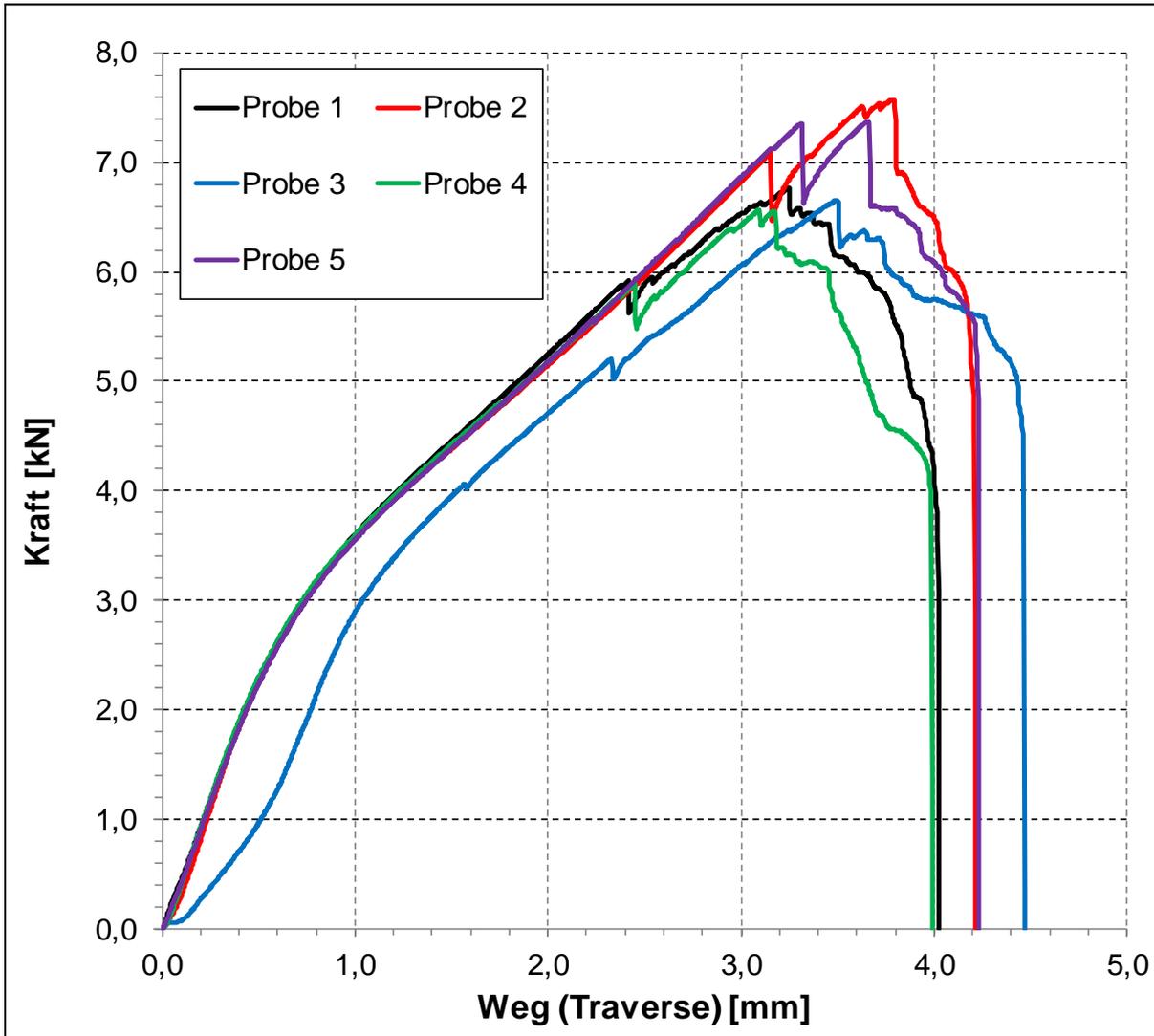


Prüfmethode
quasistatischer Zugversuch
Prüfgeschwindigkeit
10 mm/min (Traverse)
Werkstoff 1
HC340LAD+Z t=1,5
Werkstoff 2
22MnB5 (Al-Si beschichtet) t=1,5
Fügeverfahren
Widerstandspunktschweißen
Probengeometrie
LWF-KS-2-Probe - 0°

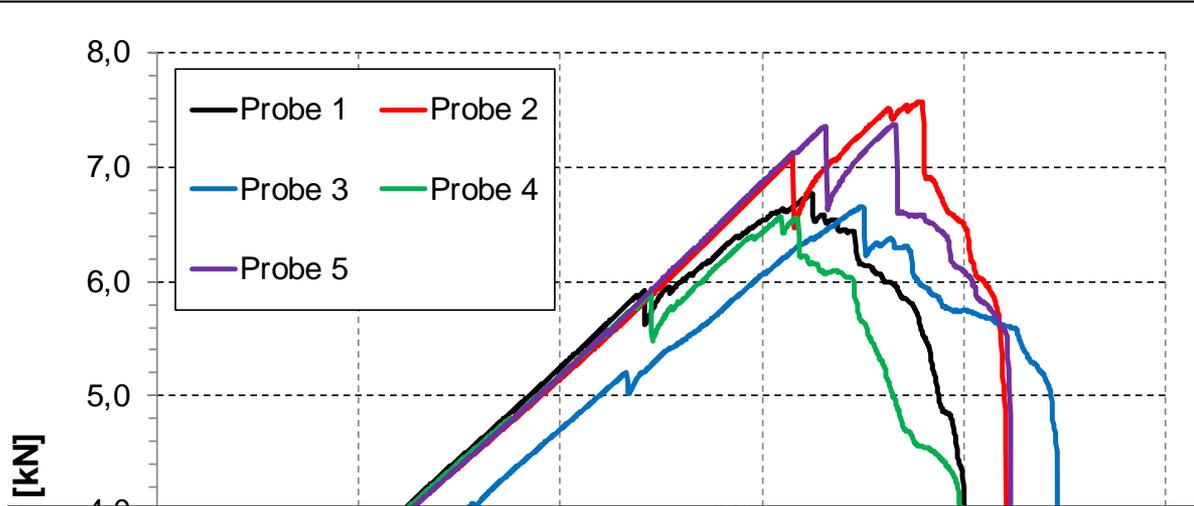


Prüfmethode	quasistatischer Zugversuch
Prüfgeschwindigkeit	10 mm/min (Traverse)
Werkstoff 1	HC340LAD+Z t=1,5
Werkstoff 2	22MnB5 (Al-Si beschichtet) t=1,5
Fügeverfahren	

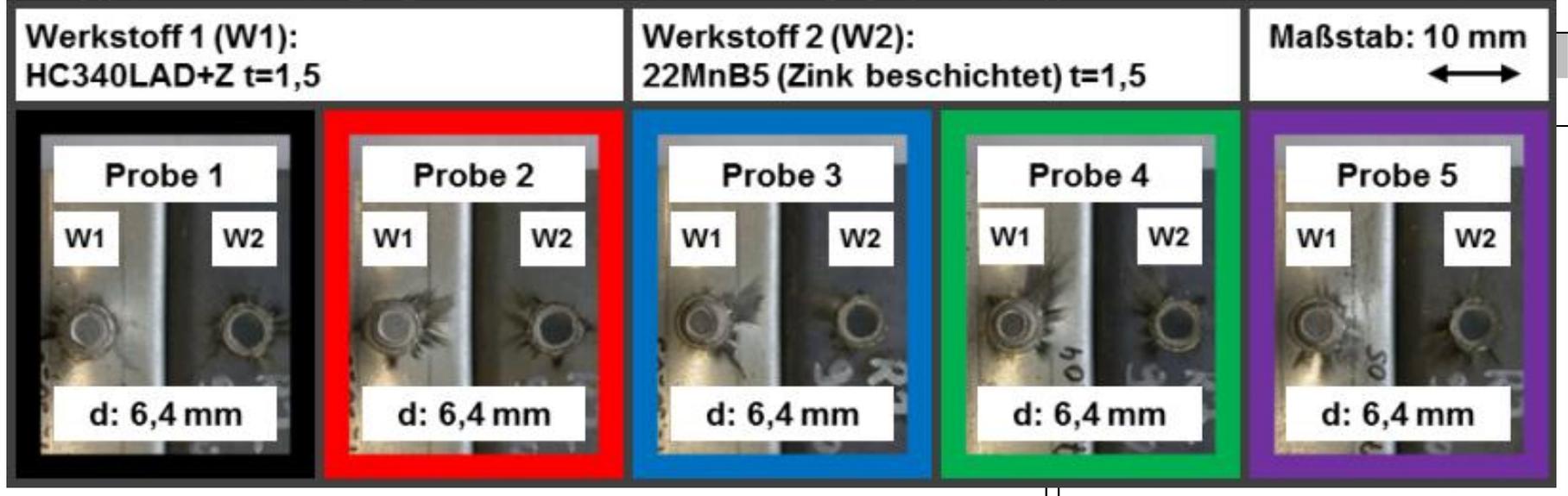
Werkstoff 1 (W1): HC340LAD+Z t=1,5		Werkstoff 2 (W2): 22MnB5 (Zink beschichtet) t=1,5		Maßstab: 10 mm 
Probe 1  d: 6,4 mm	Probe 2  d: 6,4 mm	Probe 3  d: 6,4 mm	Probe 4  d: 6,4 mm	Probe 5  d: 6,5 mm

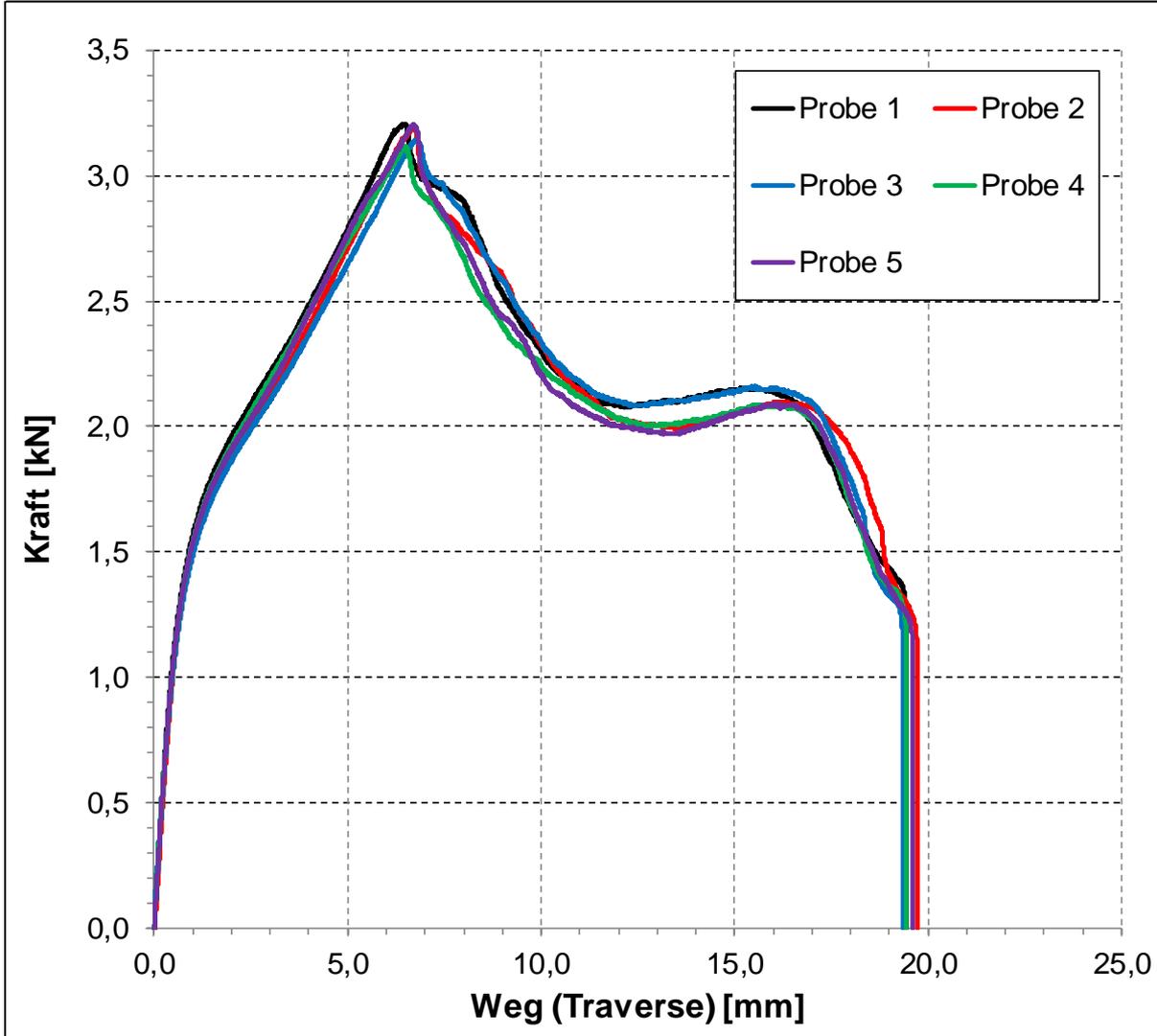


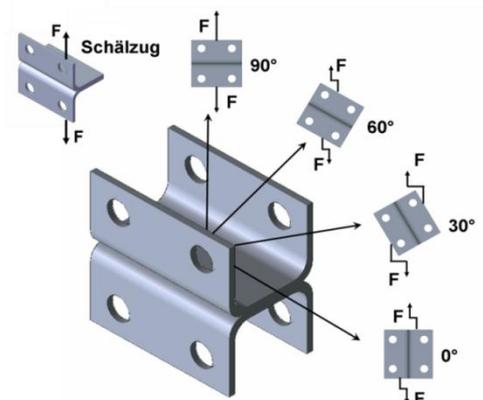
Prüfmethode
quasistatischer Zugversuch
Prüfgeschwindigkeit
10 mm/min (Traverse)
Werkstoff 1
HC340LAD+Z t=1,5
Werkstoff 2
22MnB5 (Al-Si beschichtet) t=1,5
Fügeverfahren
Widerstandspunktschweißen
Probengeometrie
LWF-KS-2-Probe - 90°

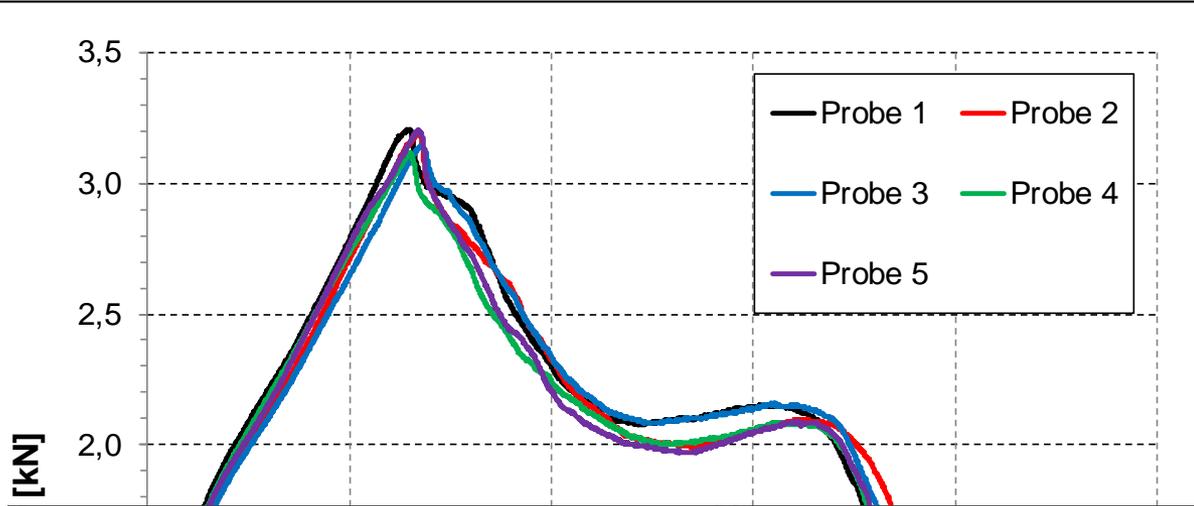


Prüfmethode
quasistatischer Zugversuch
Prüfgeschwindigkeit
10 mm/min (Traverse)
Werkstoff 1
HC340LAD+Z t=1,5
Werkstoff 2
22MnB5 (Al-Si beschichtet) t=1,5
Fügeverfahren

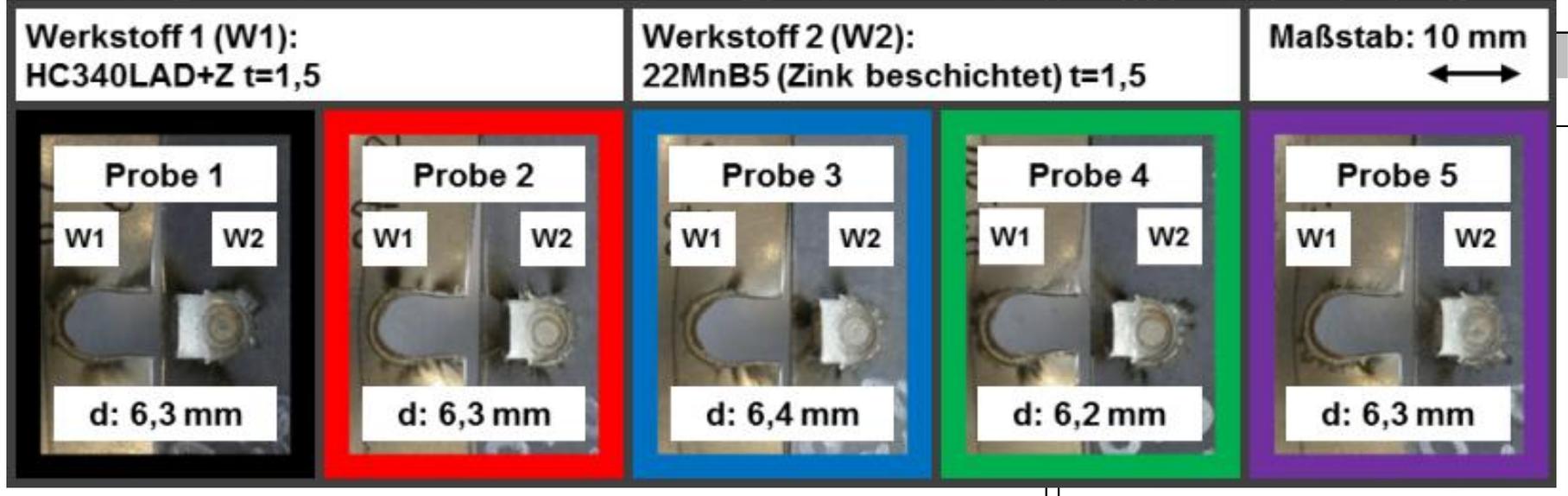


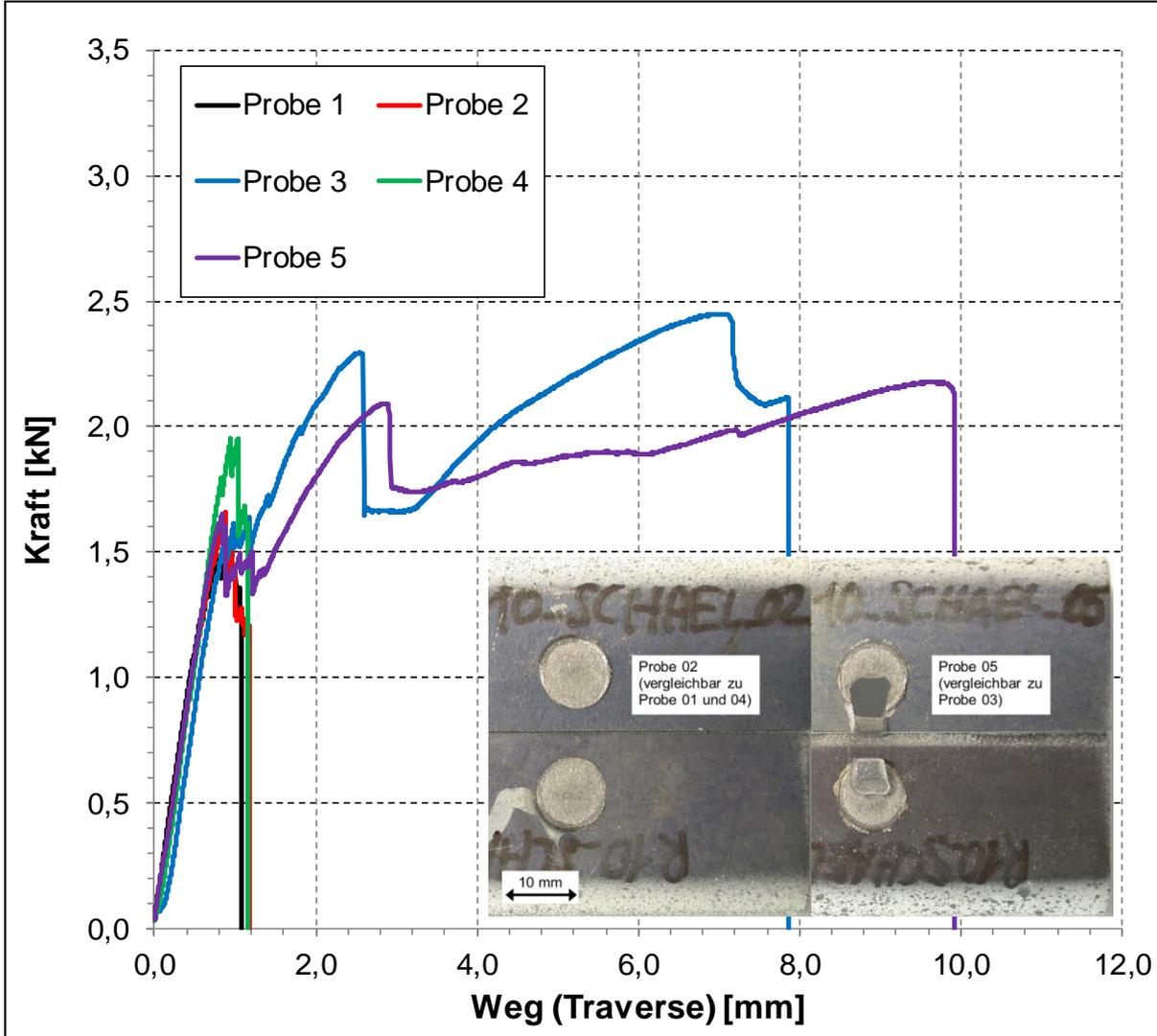


Prüfmethode	quasistatischer Zugversuch
Prüfgeschwindigkeit	10 mm/min (Traverse)
Werkstoff 1	HC340LAD+Z t=1,5
Werkstoff 2	22MnB5 (Al-Si beschichtet) t=1,5
Fügeverfahren	Widerstandspunktschweißen
Probengeometrie	LWF-KS-2-Probe - Schälzug
	

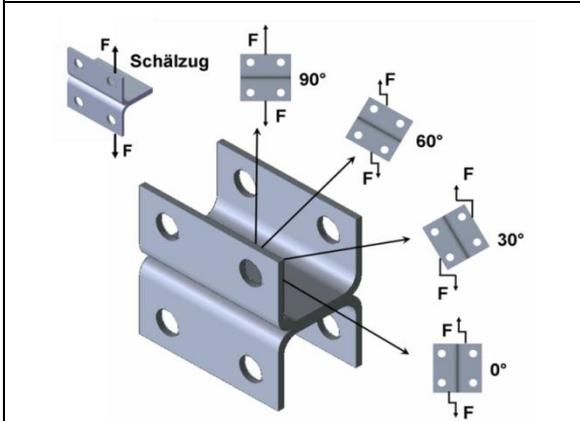


Prüfmethode	quasistatischer Zugversuch
Prüfgeschwindigkeit	10 mm/min (Traverse)
Werkstoff 1	HC340LAD+Z t=1,5
Werkstoff 2	22MnB5 (Al-Si beschichtet) t=1,5
Fügeverfahren	



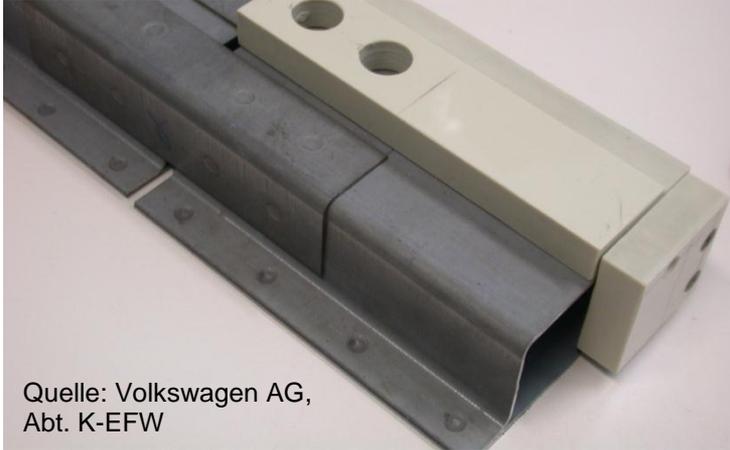


Prüfmethode
quasistatischer Zugversuch
Prüfgeschwindigkeit
10 mm/min (Traverse)
Werkstoff 1
22MnB5 (Al-Si beschichtet) t=1,5
Werkstoff 2
22MnB5 (Al-Si beschichtet) t=1,5
Fügeverfahren
Widerstandspunktschweißen
Probengeometrie
KS-2-Probe - Schälzug

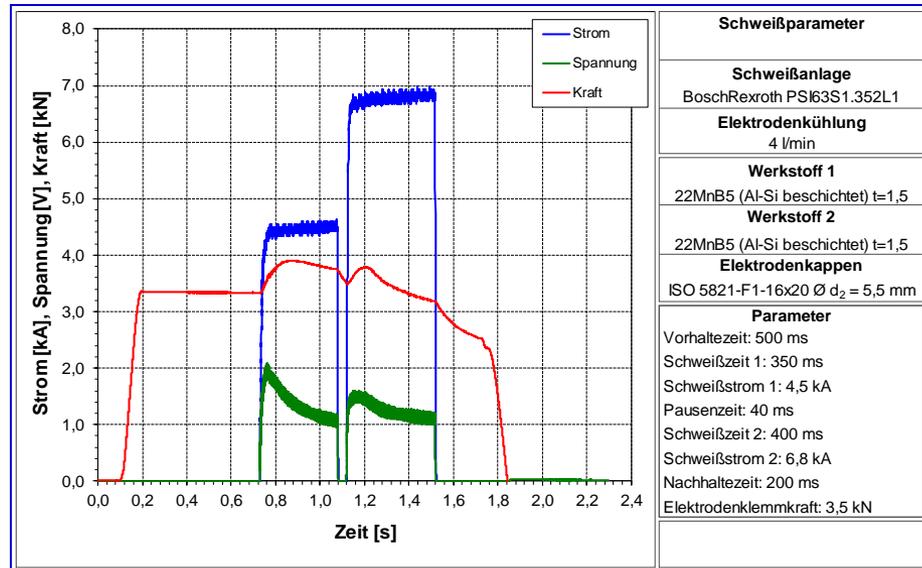
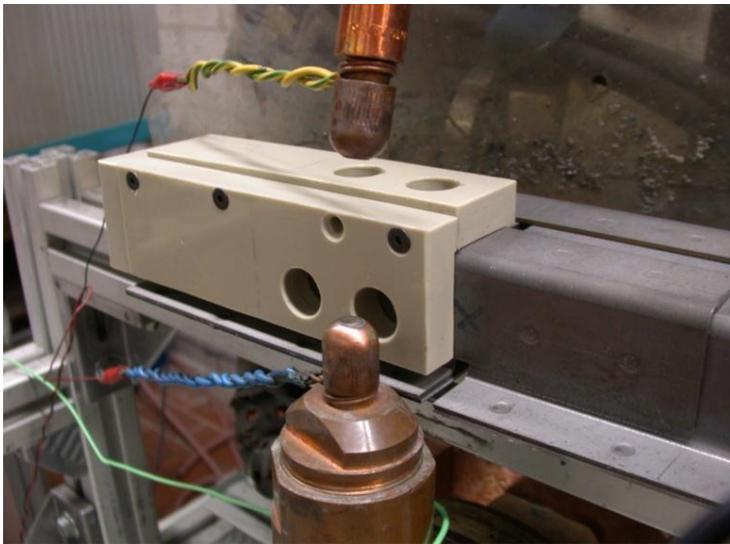
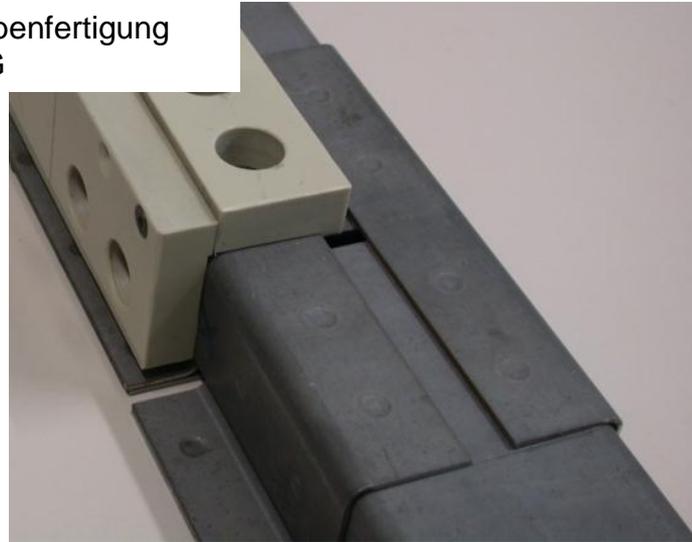


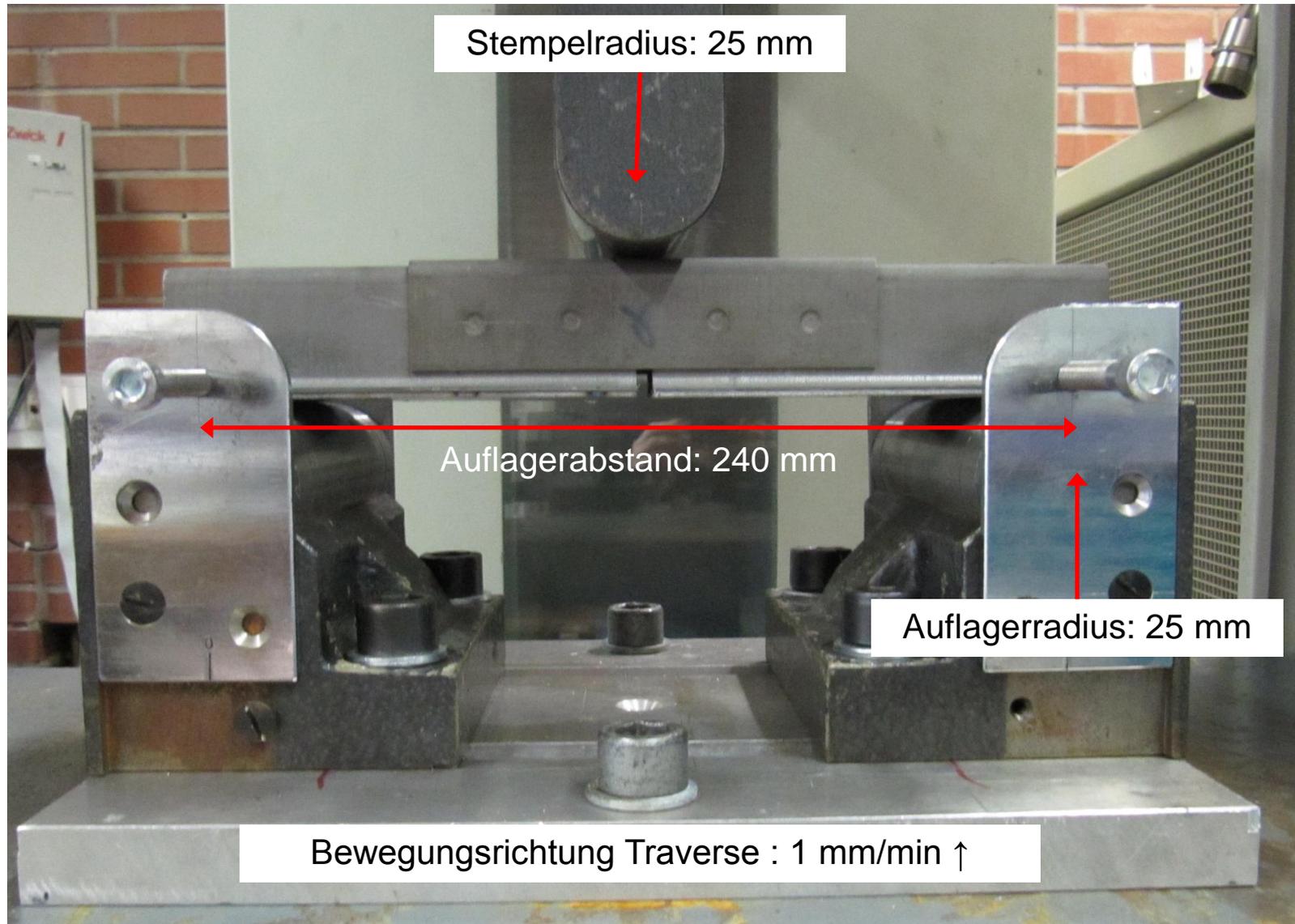
- Problemstellung und Motivation
- Prüfkonzept zur Bewertung von Fügeverfahren unter verschiedenen Lasteinleitungswinkeln und Prüfgeschwindigkeiten (LWF-KS-2-Prüfkonzept)
- Versuchsergebnisse LWF-KS-2-Proben
- **Versuchsergebnisse Musterbauteilproben**
- Fazit

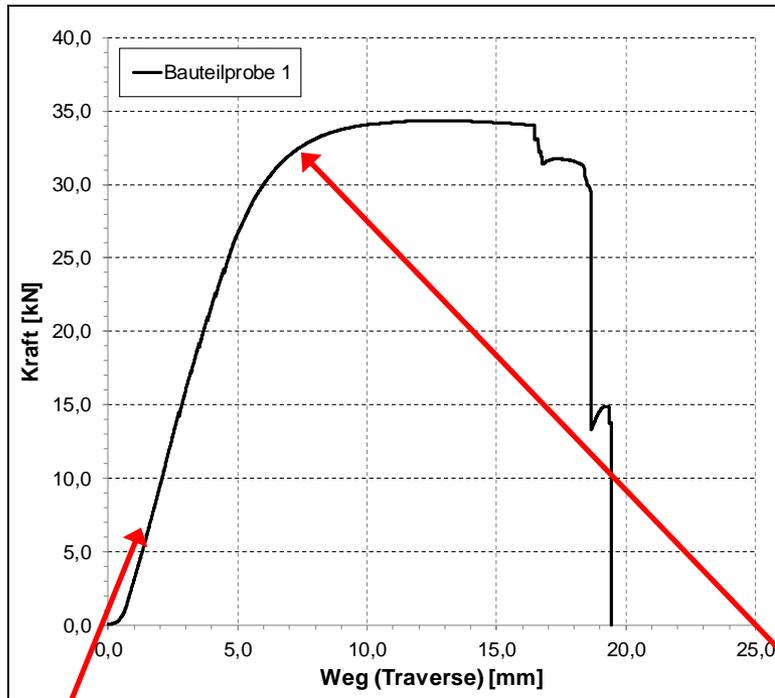
Die Abstimmung der Probengeometrie und die Probenfertigung erfolgte in Zusammenarbeit mit der Volkswagen AG



Quelle: Volkswagen AG, Abt. K-EFW





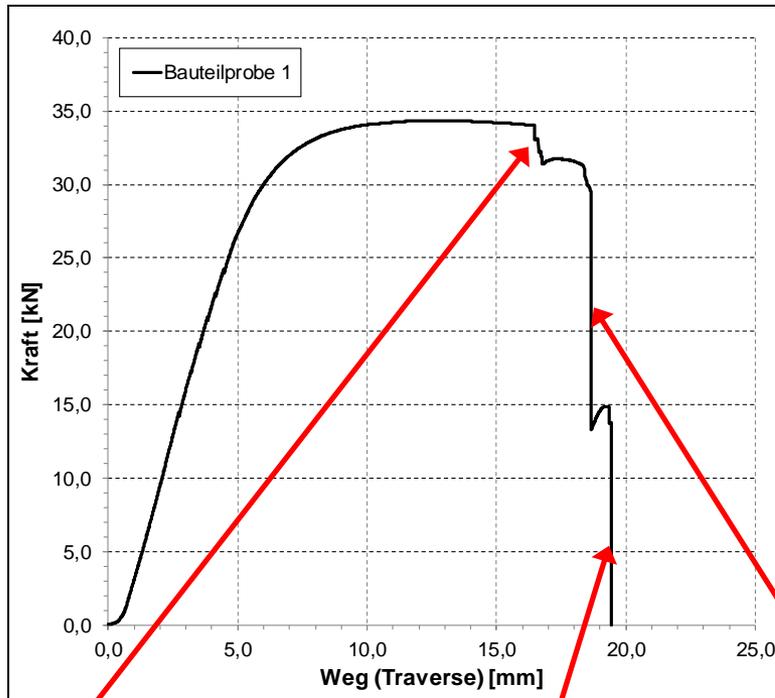


Prüfmethode	Drei-Punkt-Biegung
Prüfgeschwindigkeit	1 mm/min (Traverse)
Werkstoff 1	22MnB5 (Al-Si beschichtet) t=1,5
Werkstoff 2	22MnB5 (Al-Si beschichtet) t=1,5
Fügeverfahren	Widerstandspunktschweißen
Probengeometrie	Hutprofil SP-UHSS
	Stempelradius: 25 mm
	Auflagerabstand: 240 mm
	Auflagerradius: 25 mm

8,4 kN (keine sichtbare Verformung)

33,7 kN (leichte Durchbiegung)





Prüfmethode	Drei-Punkt-Biegung
Prüfgeschwindigkeit	1 mm/min (Traverse)
Werkstoff 1	22MnB5 (Al-Si beschichtet) t=1,5
Werkstoff 2	22MnB5 (Al-Si beschichtet) t=1,5
Fügeverfahren	Widerstandspunktschweißen
Probengeometrie	Hutprofil SP-UHSS
	Stempelradius: 25 mm
	Auflagerabstand: 240 mm
	Auflagerradius: 25 mm



Rissbildung in der Erweichungszone

Schlagartiger Kraftabfall durch Einreißen im Flansch (Vorderseite)

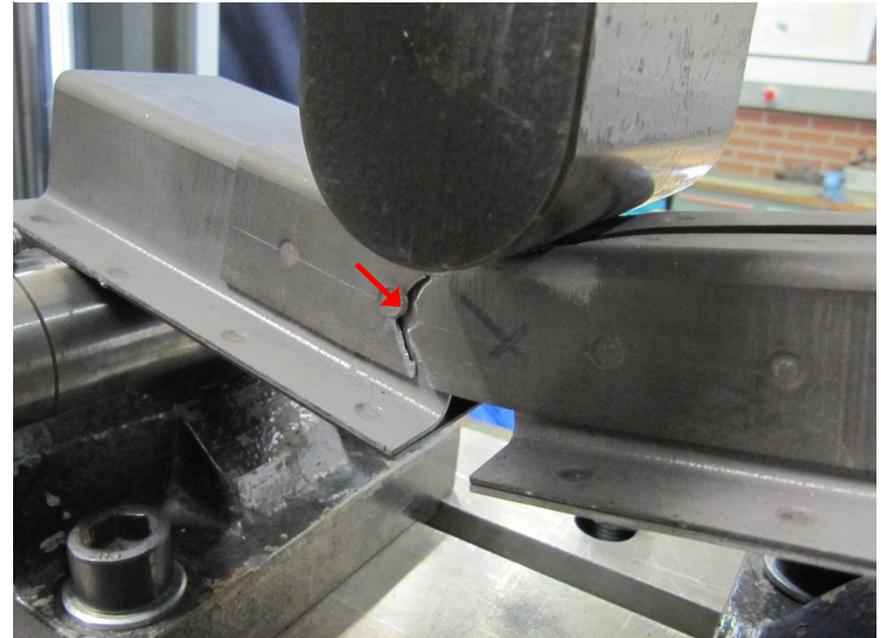


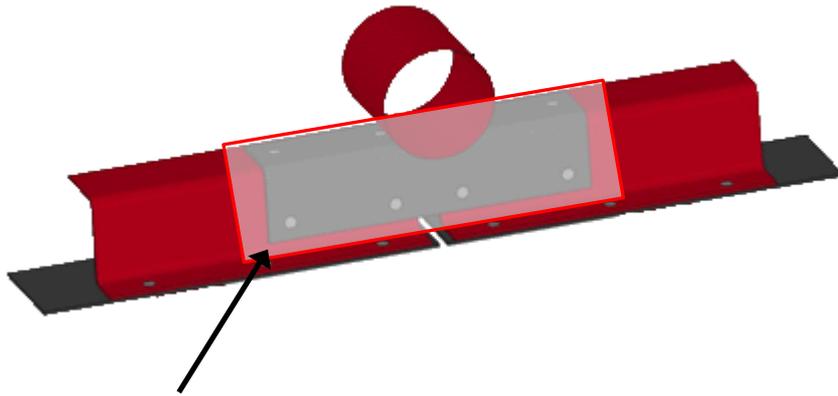
Schlagartiger Kraftabfall (auf Kraft = 0) durch Einreißen im Flansch (Rückseite)

Schlagartiger Kraftabfall durch Einreißen
im Flansch (Vorderseite)

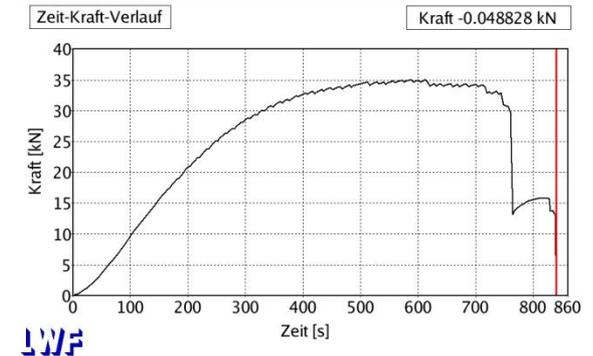
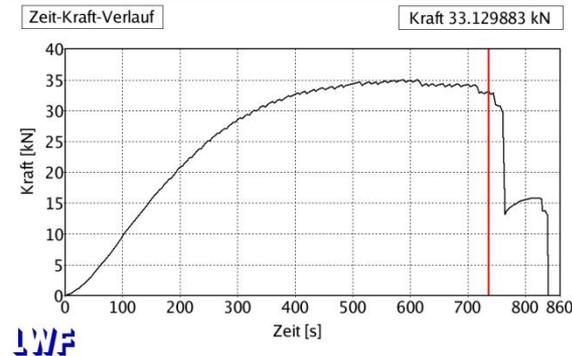
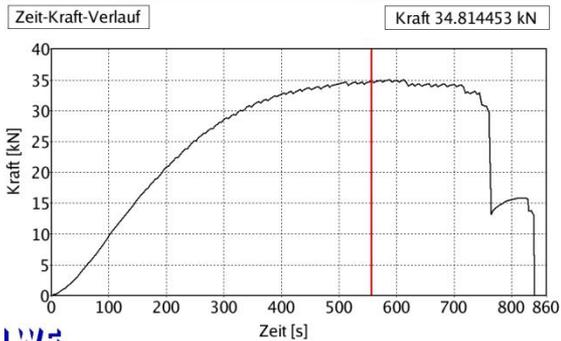
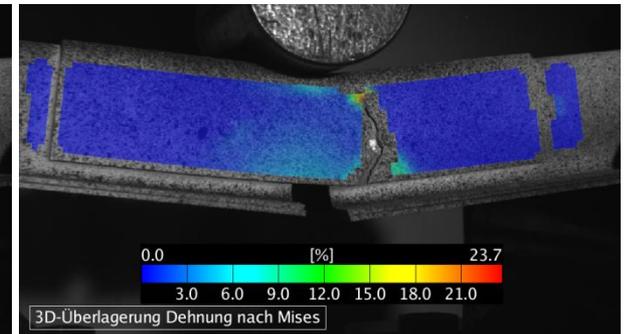
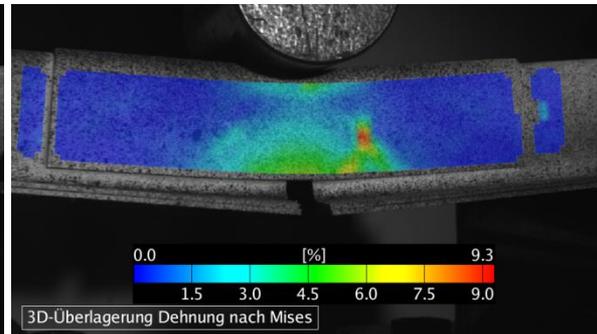
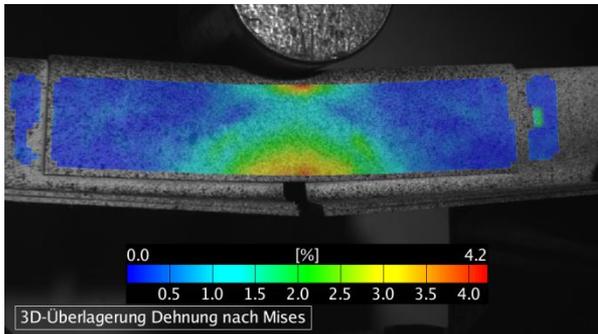


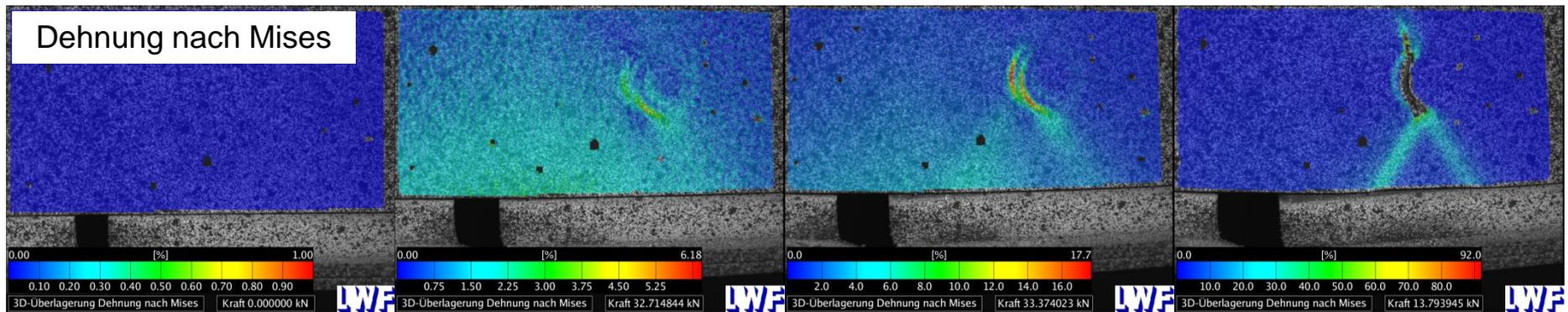
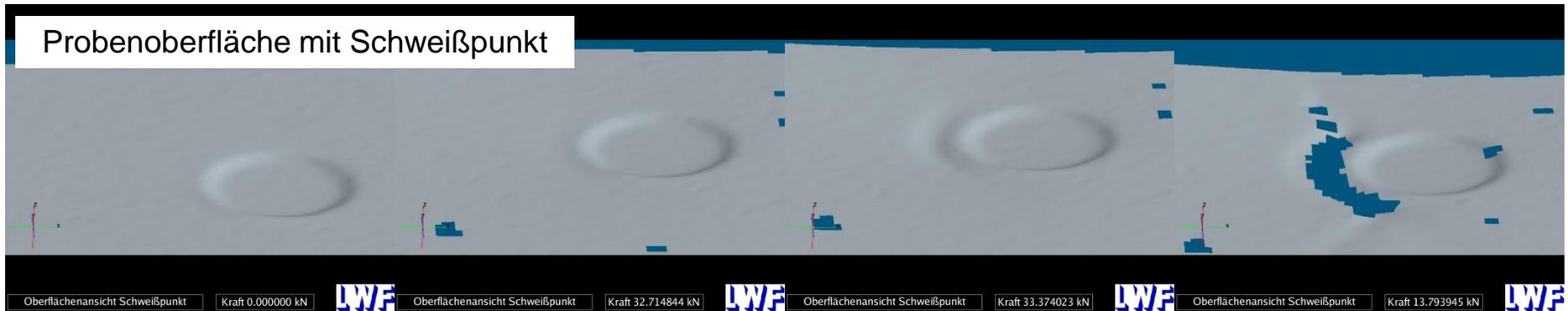
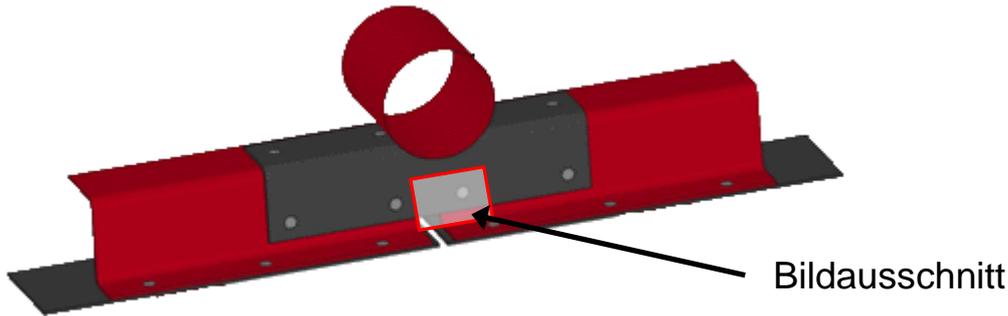
Schlagartiger Kraftabfall (auf Kraft = 0)
durch Einreißen im Flansch (Rückseite)





Bildausschnitt





- Problemstellung und Motivation
- Prüfkonzept zur Bewertung von Fügeverfahren unter verschiedenen Lasteinleitungswinkeln und Prüfgeschwindigkeiten (LWF-KS-2-Prüfkonzept)
- Versuchsergebnisse LWF-KS-2-Proben
- Versuchsergebnisse Musterbauteilproben
- **Fazit**

- Zur Charakterisierung von Widerstandspunktschweißverbindungen unter verschiedenen Lasteinleitungswinkeln hat sich das LWF-KS-2-Prüfkonzept bewährt.
- Die Variation des Bruchverhaltens unter verschiedenen Belastungssituationen bei pressgehärteten Stählen spiegelt sich im Tragverhalten der Verbindung wieder.
- Mit der entwickelten Musterbauteilprobe kann eine kritische Rissinitiierung in der Erweichungszone von Widerstandspunktschweißverbindungen von hochfesten Mangan-Bor-Stahlwerkstoffen reproduzierbar nachgebildet werden.

Förderhinweis

Das Forschungsvorhaben P 806 / A 262 wurde mit fachlicher Begleitung und finanzieller Förderung durch die Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. (FOSTA), Düsseldorf und die Forschungsvereinigung der Arbeitsgemeinschaft der Eisen und Metall verarbeitenden Industrie e.V. (AVIF), Ratingen aus Mitteln der Stiftung Stahlanwendungsforschung, Essen durchgeführt.



Danksagung

Für die finanzielle Förderung und die fachliche und organisatorische Betreuung der Forschungsvereinigungen sei an dieser Stelle herzlich gedankt. Weiterer Dank gilt allen kooperierenden Unternehmen und deren Vertretern für die hervorragende Zusammenarbeit im Rahmen des Projektes.



DAIMLER



BENTELER



ABAQUS

PORSCHE

Audi



DYNA
MORE

esi get it right®

KARMANN

Vorsprung durch Technik



voestalpine



CADFEM® COMPUTER AIDED ENGINEERING