Stand des Projektes AiF - Nr. 15295 N/1

Laufzeit: 01.08.2007 – 31.07.2009

1 Forschungsthema

Bestimmung des Einflusses von fertigungsbedingten Imperfektionen und betriebsbedingten Eigenschaftsänderungen auf die Festigkeit von Punktschweißverbindungen unter Crashbelastung

1.1 Arbeitsplan, Lösungsweg

Die Bearbeitung des Forschungsprojektes erfolgt durch das LWF der Universität Paderborn. Im Rahmen der konstituierenden Sitzung des projektbegleitenden Ausschusses am 11.12.2007 wurde folgende Vorgehensweise für die erste Projektphase festglegt:

- Es kommen folgende Werkstoffe in ca. 1,25 mm Dicke zum Einsatz:
    - DC04+ZE75/75 (Referenz)
    - HC420+ZE50/57
    - HCT780C+ZE
    - HCT780T+ZE+75/75
- Entsprechend SEP1220-2 werden Festigkeitsprüfungen unter schwingender Belastung an mindestens je 12 Proben im Perlschnurverfahren durchgeführt und ausgewertet. Der für eine Vorermüdung gewählte Horizont sollte hierbei durch mind. 4 Proben abgesichert sein.
- Die Vorermüdung unter schwingender Belastung wird – wie auch bisher – bei einem festzulegenden Frequenzabfall abgebrochen. Die Frequenz soll hierbei so gewählt werden, dass die Anrisslänge ca. 50 % der Blechdicke misst.
- Es werden die Einflüsse folgender „Imperfektionen“ untersucht:
    - Bohrung mit einem Durchmesser von 25% des Punktdurchmessers
    - Wolframblecheinschlüsse mit einer Dicke von ca. 0,1-0,3 mm und einem Durchmesser von ca. 2 mm
    - Schweißspritzer (stichpunktartig)
    - Lotrissigkeit
- Zur Ermittlung o. g. Einflüsse auf die Verbindungsfestigkeit werden je fünf KS2-Proben im Scher- und Kopfzug unter quasistatischer und schlagartiger Belastung geprüft. Prüfungen unter 30° und 60° Lasteinleitungswinkel werden in Absprache mit dem PbA an ausgewählten Verbindungen vervollständigt.
- Versuche zum Crashverhalten der Verbindungen in bauteilähnlichen Proben werden voraussichtlich an Z-Profilen durchgeführt

Der Forschungsantrag sieht des Weiteren folgende Arbeitspunkte vor:

- stichprobenartige Berücksichtigung einer Blechdicke von t = 2,0 mm
- Vorermüdung der KS2-Proben unter schwingender Belastung und Auslagerung unter Einwirkung eines korrosiven Mediums

- Untersuchungen zum Tragverhalten von nicht vorermüdeten und vorermüdeten Verbindungen sowie unter Einwirkung korrosiver Medien ausgelagerten (korrodierten) Verbindungen unter quasistatischer und schlagartiger Belastung
- Überprüfung der Lebensdauer bauteilähnlicher Proben unter schwingender Belastung zur Ermittlung der Vorermüdungsbelastungshöhe
- Vorermüden und unter zusätzlicher Vorspannung Einbringen der Korrosion in die bauteilähnlichen Proben und Prüfung dieser unter quasistatischer und schlagartiger Belastung
- Ableitung von Hinweisen zur Dimensionierung und Konstruktion punktgeschweißter Stahlblechstrukturen zum Einsatz in crashbelasteten Strukturen unter Berücksichtigung von Vorermüdung und Korrosion
- Dokumentation der Ergebnisse und Erstellung des Abschlußberichtes

1.2 Beispielhafte Ergebnisse

Im ersten Bearbeitungsschritt wurde der Einfluss einer Vorermüdung einer punktgeschweißten Verbindung am Beispiel des Werkstoffes HCT780TD dargestellt. Entsprechend Abbildung 1 wurden die zu prüfenden Verbindungen unter schwingender Belastung vorermüdet. Nach einem Frequenzabfall von 0,5 Hz wurden die Wöhlerversuche abgebrochen und die Proben wurden unter quasistatischer und schlagartiger Belastung geprüft.

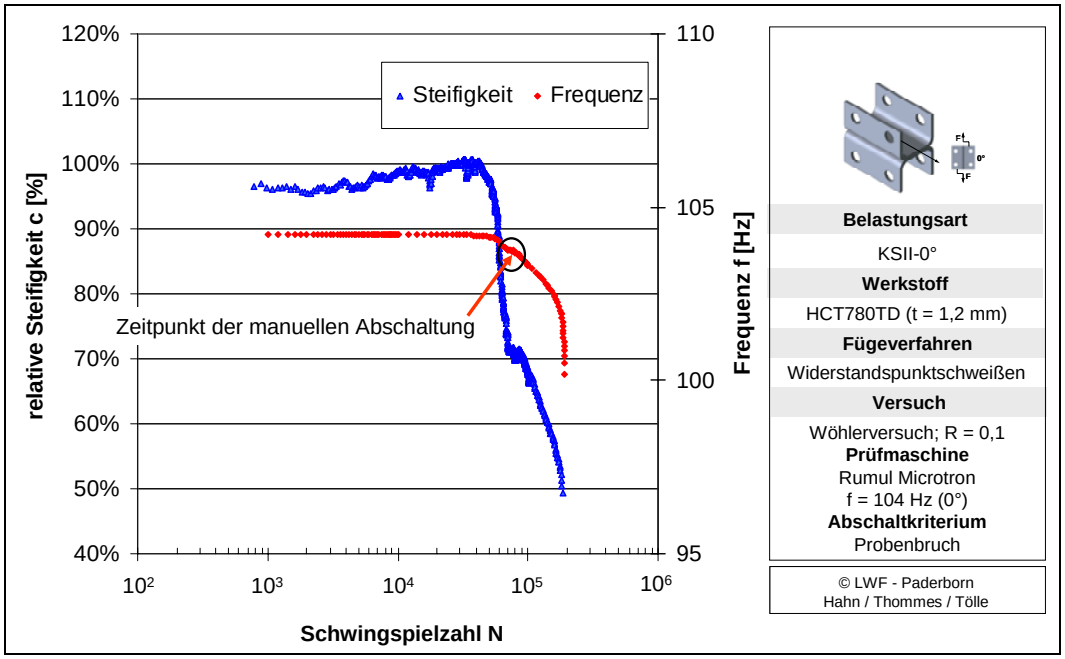

Abbildung 1: Einordnung des Abschaltkriteriums Δf = 0,5 Hz am Beispiel des Steifigkeits- und Frequenzverlaufes einer punktgeschweißten Verbindung unter schwingender Belastung

Abbildung 2 zeigt die Vorschädigung einer unter Scherzugbelastung vorermüdeten Punktschweißverbindung. In den Bereichen der größten Spannungen in der Nähe des Kerbgrundes des Schweißpunktes entstehen Risse, die sich je nach Prüfdauer bzw. Abschaltkriterium bis zur äußeren Blechebene fortsetzen.

Die Auswirkungen einer derartigen Vorermüdung auf das Crashverhalten punktgeschweißter Verbindungen ist in Abbildung 3 im Vergleich zu nicht vorgeschädigten Verbindungen dargestellt.

Die vorermüdeten und unter Kopfzugbelastung geprüften Verbindungen zeigen signifikante Einbußen hinsichtlich der maximal zu übertragenden Verbindungskräfte und der aufgenommenen Energien.

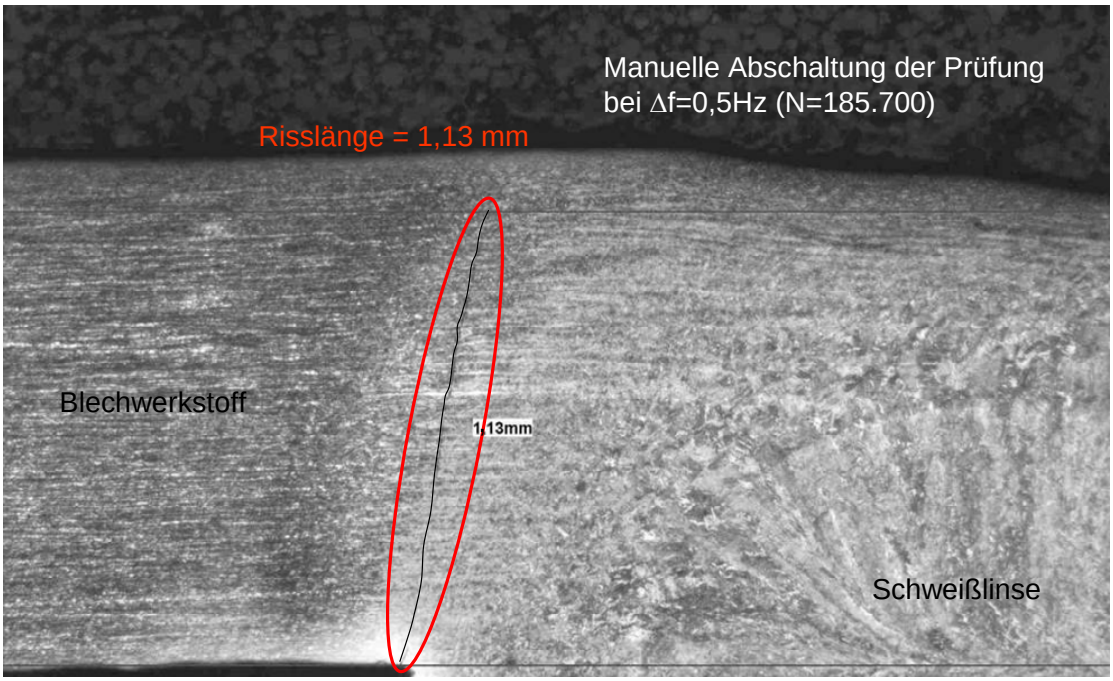

Abbildung 2: Vorschädigung einer unter Scherzugbelastung bis zu einem Frequenzabfall von 0,5 Hz vorermüdeten Punktschweißverbindung

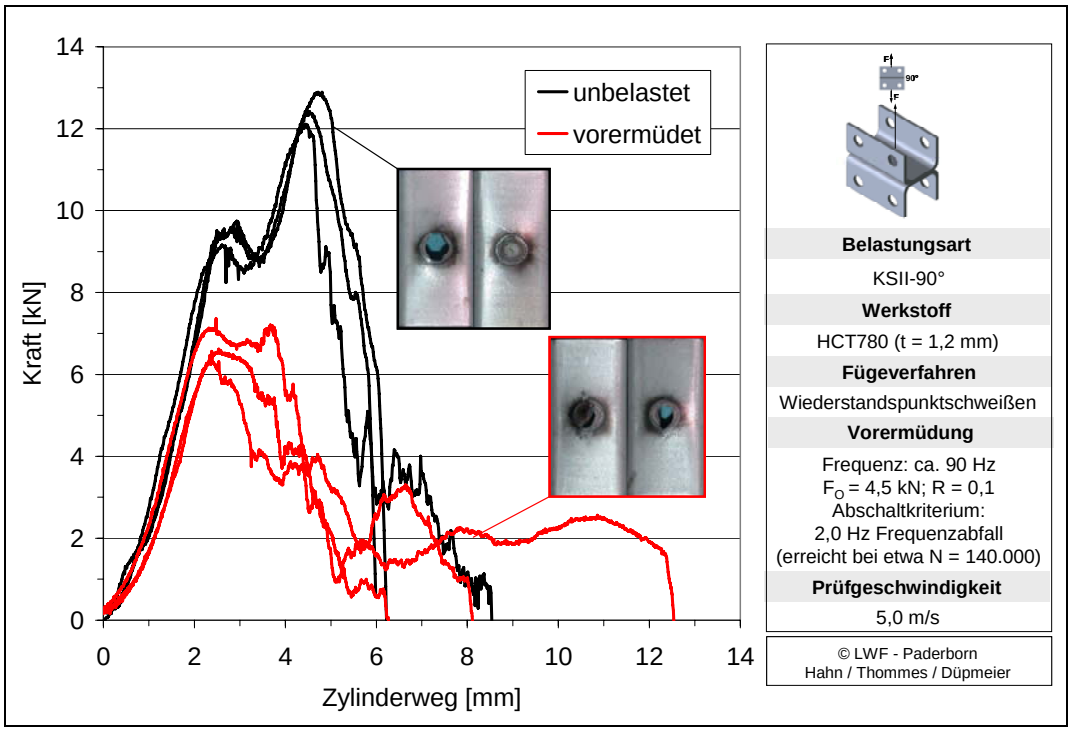

Abbildung 3: Einfluss einer Vorermüdung auf das Crashverhalten punktgeschweißter Verbindungen unter Kopfzugbelastung

2 Zusammensetzung des PBA

Kleine und mittelständische Unternehmen:

Herr D. Flemmig	Obermark Schweißtechnik GmbH,
Herr Dipl.-Ing. R. Bothfeld	Harms & Wende GmbH & Co. KG
Herr Dipl.-Ing. Bour	Heggemann Aerospace AG
Herr Durchschlag	AEG SVS Schweisstechnik GmbH
Herr Dudenhausen	WEDO Werkzeugbau GmbH

Großunternehmen:

Herr Dipl.-Ing. C. Fritsche	Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH
Herr Dipl.-Ing. C. Trippe	Benteler Automobiltechnik GmbH
Herr Dipl.-Ing. M. Ruther	DaimlerChrysler AG

3 Durchführende Forschungsstelle

Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik

Universität Paderborn

Pohlweg 47-49

D-33098 Paderborn

Leiter der Forschungsstelle: Prof. Dr.-Ing. O. Hahn

Leiter des Forschungsprojektes: Dipl.-Ing. H. Thommes

Paderborn, 18.02.2008