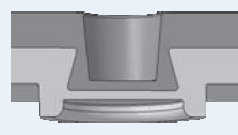


## Motivation



Konventionelle Clinch-Verbindung mit Überhöhung

Die zunehmende Bedeutung umformtechnisch gefügter punktförmiger Verbindungen – kurz mechanische Fügeverbindungen – führt bereits seit vielen Jahren zu verstärkten Entwicklungen auf diesem Gebiet. Neben einer Vielzahl an Vorteilen derartiger konventioneller Verbindungen gibt es u. a. noch Einschränkungen durch die äußere geometrische Ausbildung, die eine Überhöhung aus der Blechebene heraus erfordert.

Zur Lösung dieses Problems wurde an der Technischen Universität Chemnitz in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IWU Chemnitz das Flach-Clinchen entwickelt. Hierbei wird eine einseitig ebene, punktförmige, mechanisch gefügte Verbindung durch einen einfachen Stempelhub hergestellt.



Flach-Clinch-Verbindung

## IDEE

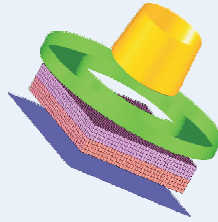


Stahl-Aluminium-Verbindung

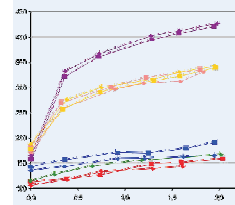
Die beim konventionellen Clinchen eingesetzten gesenkartigen geteilten oder ungeteilten Matrizen werden durch einen ebenen Amboss ersetzt. Durch die gezielte Feinabstimmung der Einflussparameter ist es möglich, eine stabile form- und kraftschlüssige Verbindung herzustellen, die wegen ihrer einseitigen Ebenheit im Sichtbereich oder als Funktionsfläche eingesetzt werden kann.

Das entwickelte Werkzeug ist universell auf allen weggesteuerten Pressen einsetzbar.

## PARAMETER



Simulationsmodell Flach-Clinchen



Abhängigkeit der Fließgrenze vom Umformgrad verschiedener Werkstoffe



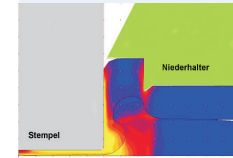
Vergleich Simulation und Experiment

Eine mechanische Verklammerung von Fügepartnern in der Werkstoffebene ist ein Prozess mit einer Vielzahl von Einflussfaktoren, die multifaktorielle Zusammenhänge aufweisen. Um diese zu quantifizieren und den Werkstofffluss während der Verbindungsausbildung zu visualisieren, ist es erforderlich, das Flach-Clinchen numerisch in einem Simulationsmodell abzubilden.

Durch systematische Analyse und Quantifizierung der den Flach-Clinch-Prozess beeinflussenden Parameter ist es möglich, die Haupteinflussgrößen herauszuarbeiten. Dabei wurden die bereits aus experimentellen Voruntersuchungen bekannten Einflussfaktoren in Finite-Elemente-Modelle integriert und systematisch variiert. Bei diesem Prozess wurde festgestellt, dass die Verbindungsausbildung beim Flach-Clinchen hauptsächlich von den verwendeten Werkstoffen abhängig ist, die entsprechende Werkzeuggeometrien und Prozesskenngrößen nach sich ziehen.

Die numerische Abbildung des Flach-Clinchens und die daraus folgende Optimierung führt letztendlich zur industrietauglichen Weiterentwicklung des Verfahrens.

## PROZESS

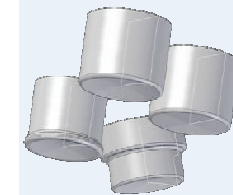


Werkstofffluss-optimierung im 2D Simulationsmodell

Die einstufige Verbindungsausbildung läuft in zwei Phasen ab:

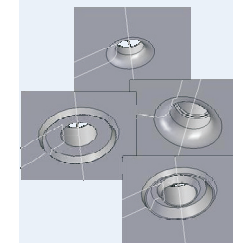
1. Der Werkstofffluss entgegengesetzt dem Stempelvorschub muss bis zu einem bestimmten Punkt gewährleistet sein,
2. danach kann er sowohl axial als auch radial begrenzt werden.

## WERKZEUGE



Verschiedene Stempellemetrien

Als besonders geeignet erweist sich eine zylindrisch flache Stempelstirnfläche. Bei dieser Kontur ist eine umgekehrte Proportionalität zwischen Kantenradius und Hinter-schneidung der Fügepartner nachweisbar.

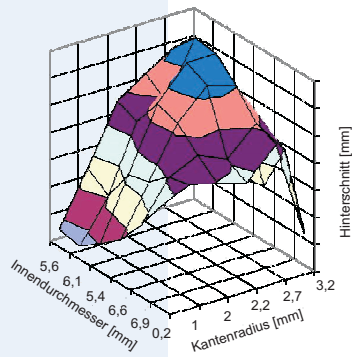


Verschiedene Niederhaltergeometrien

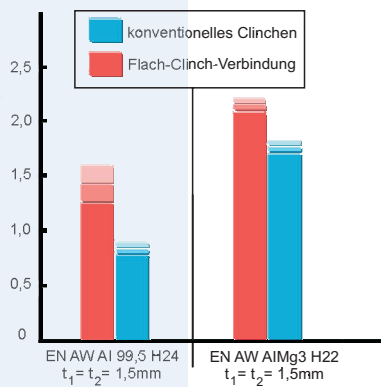
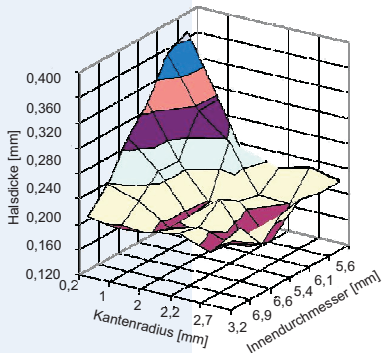
Des Weiteren wurden sowohl universelle Niederhalter für verschiedene Werkstoffpaarungen als auch speziell auf bestimmte Werkstoffe angepasste Niederhalter im Simulationsmodell konzipiert, analysiert und praktisch überprüft. Hier zeigte sich, dass die Lage und Form der Kontur entscheidend den Werkstofffluss während der Verbindungsausbildung beeinflussen.

Es ist demnach vorteilhaft, entsprechend den zu fügenden Bauteilen und Dickenkonstellationen, die geeignete Niederhaltergeometrie auszuwählen.

Für die optimale Gestaltung der Niederhalter hinsichtlich Maximierung der Verbindungsfestigkeit wurden Auslegungshilfen entwickelt.



Damit kann mit entsprechenden Niederhalterkonturen, wie in den 3-dimensionalen Diagrammen gezeigt, die Widerstandsfähigkeit der Flach-Clinch-Verbindung gegenüber Kopf- und Scherzugbelastung beeinflusst werden.



Bei Beanspruchung auf Scherzug ist feststellbar, dass bei weichen Werkstoffen ( $R_{p0,2} < 500$  Mpa) die Flach-Clinch-Verbindungen höher belastbar sind als die konventionell hergestellten Clinchverbindungen mit Überhöhung.

Bei Kopfzug-Beanspruchung ist die Verbindung geringfügig weniger belastbar als konventionelle.

Mit der Flach-Clinch-Verbindung als einseitig ebene, punktförmige, mechanisch gefügte Verbindung, die durch einen einfachen Stempelhub hergestellt wird, wurde eine stabile kraft- und formschlüssige Verbindung entwickelt, die einseitig im Sichtbereich oder als Funktionsfläche eingesetzt werden kann. Dadurch erschließen sich neue Anwendungsbereiche für das mechanische Fügen. Des Weiteren eignet sich das Verfahren auch zum Verbinden artverschiedener Werkstoffe, wie z. B. Kunststoff mit Metall. Damit stellt das Flach-Clinchen eine hervorragende Möglichkeit dar, mit einer kurzen und effektiven Prozesskette Multi-Material-Design zu gewährleisten und den intelligenten Leichtbau mit Trend zum Material-Mix weiter zu intensivieren.

## KONTAKT

Sollten Sie Fragen zum Flach-Clinchen oder Interesse an simulativen Berechnungen zu Ihren derzeit eingesetzten mechanischen Fügeverfahren haben, dann wenden Sie sich bitte an die genannte Kontaktadresse. Dank unserer modernen Software und maschinellen Ausstattung sind wir in der Lage, Ihre Anfragen schnell und unkompliziert zu beantworten.

**Professur Virtuelle Fertigungstechnik**  
 Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.  
**Ulrike Beyer**  
 Reichenhainer Str. 70  
 09107 Chemnitz



**VIF** PROFESSUR VIRTUELLE FERTIGUNGSTECHNIK  
 VIRTUELLE FERTIGUNGSTECHNIK Prof. Dr.-Ing. habil. Dipl.-Math. Birgit Awiszus



## Flach-Clinchen

zur Herstellung einer einseitig ebenen, einstufig gefügten Clinch-Verbindung