

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Formelzeichen und Abkürzungen	III
1 Einleitung	1
2 Stand der Erkenntnisse.....	3
2.1 Clinchen.....	3
2.1.1 Verfahrenseinordnung	4
2.1.2 Verfahrenscharakterisierung	5
2.1.3 Eigenschaften von Clinchverbindungen.....	7
2.2 Numerische Berechnung des Clinchprozesses und der Verbindungs- charakteristik	10
2.2.1 Simulation des Clinchprozesses.....	10
2.2.2 Simulation der Verbindungscharakteristik.....	12
3 Aufgabenstellung	14
4 Numerische Simulation des Clinchprozesses mit dreigeteilter Matrize	16
4.1 Grundlagen zur Simulation von Clinchverbindungen	16
4.1.1 Lösungsalgorithmus.....	16
4.1.2 Elementtypen und Materialverhalten	16
4.1.3 Kontakt und Reibung	17
4.2 Erläuterungen zum Clinchtool.....	17
4.3 Analyse einsetzbarer Softwaresysteme	20
5 Ermittlung von Fließkurven für die Clinchprozesssimulation	21
5.1 Allgemeines zur Fließkurve	21
5.2 Ermittlung von Fließkurven für den Clinchprozess.....	22
5.2.1 Extrapolation der Fließkurve	23
5.2.2 Ermittlung von Fließkurven aus dem Clinchversuch.....	25
6 Eingesetzte FE-Modelle für das Clinchen mit dreigeteilter Matrize.....	33
6.1 2-dimensionaler, axialsymmetrischer Modellaufbau	34

6.2	2½-dimensionaler Modellaufbau.....	37
7	Experimentelle Untersuchungen.....	43
7.1	Versuchswerkstoffe	43
7.2	Ermittlung der mechanischen Kennwerte der Füge­teilwerkstoffe	44
7.3	Werkzeuggeometrien	45
7.4	Probenformen und -herstellung	46
7.5	Analyse des Clinchprozesses.....	48
7.5.1	Analyse der Fügekraft-Stempelweg-Verläufe	48
7.5.2	Analyse der Fügeelementkenngrößen.....	49
7.6	Ermittlung der Steifigkeit des Elastomer-Ringes des BTM-Clinchsystems	51
8	Verifikation der Berechnungsergebnisse.....	52
8.1	2-dimensionale, axialsymmetrische Modellierung	52
8.2	2½-dimensionale Modellierung.....	57
9	Vergleich der unterschiedlichen Modellierungsansätze für das Clinchsystem mit dreigeteilter Matrize	63
10	Analyse verschiedener Einflussparameter bei der Clinchprozess-simulation.....	67
10.1	Einfluss der Reibung bei der Fließkurvenermittlung	67
10.1.1	Reibung zwischen Stempel und Blech	67
10.1.2	Reibung zwischen Matrize und Blech.....	69
10.1.3	Reibung zwischen Lamelle und Blech	70
10.1.4	Zusammenfassung, Einfluss der Reibung bei der Fließkurvenermittlung.....	72
10.2	Einfluss der Reibung bei der Simulation des Clinchprozesses	72
10.2.1	Reibung zwischen Stempel und Blech	73
10.2.2	Reibung zwischen Blech und Blech.....	77
10.2.3	Reibung zwischen Matrize und Blech.....	80
10.2.4	Reibung zwischen Lamelle und Blech	84
10.2.5	Zusammenfassung, Einfluss der Reibung auf den Clinchprozess.....	87
10.3	Einfluss der Fließkurve	90

11	Zusammenfassung.....	96
12	Literaturverzeichnis.....	101
13	Abbildungsverzeichnis	108
14	Tabellenverzeichnis.....	117