

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	10
Abbildungsverzeichnis	12
Tabellenverzeichnis	18
Abkürzungsverzeichnis	19
1 Einleitung	21
1.1 Ausgangssituation	21
1.2 Anlass für das Forschungsvorhaben	21
2 Stand der Wissenschaft und Technik	23
2.1 Fügeverfahren für Metall-Kunststoff-Verbunde	23
2.1.1 Blindnieten	23
2.1.2 Heinieten	23
2.1.3 Befestigungsschrauben	24
2.1.4 Flieloch- und gewindeformendes Schrauben	24
2.1.5 Thermomechanisches Ausformfgen	25
2.1.6 Kragenfgen	26
2.1.7 Kragenziehen	26
2.1.8 Pin-Technologie durch Setzprozesse und Flieformen	26
2.1.9 Laserstrukturierung	27
2.1.10 Oberflchenstrukturierung durch mechanische Verfahren	27
2.2 Versagensformen bei Bolzen- und Nietverbindungen	28
2.3 Spritzgieen zur prozessintegrierten Herstellung von Metall-Kunststoff- Verbunden	29
2.3.1 Spritzgieen	29
2.3.2 Herausforderungen der Fgetechniken	31
2.4 Simulationsmethoden fr Flielochformen	31
2.4.1 Finite Elemente Methode	31
2.4.2 Finite Volumen Methode	32
2.4.3 Partikel Methode	33
2.4.4 Simulationsmodelle des Flielochformens in der Literatur	33
2.5 Fazit zum Stand der Technik	35
3 Forschungsziel und Vorgehensweise	36
3.1 Forschungsziel	36
3.1.1 Forschungsergebnisse	37
3.1.2 Innovativer Beitrag der Forschungsergebnisse	38
3.2 Methodischer Ansatz zur Erreichung des Forschungsziels	39

4	Materialien und Prüfmethoden	41
4.1	Mikrolegierte Stähle	41
4.2	Spritzgießgranulate	41
4.3	Materialcharakterisierung	42
4.3.1	Dilatometerversuche	42
4.3.2	Flachstauchversuche	47
4.4	Herstellung von Verbundprüfkörpern	49
4.4.1	Fließlochformwerkzeuge	49
4.4.2	Versuchseinrichtungen	50
4.4.3	Scherzugprüfkörper	51
4.5	Verbundprüfung	51
4.5.1	Scherzugprüfung	52
4.5.2	3-Punkt-Biegeprüfung	52
5	Numerische Abbildung des Fließlochformens	54
5.1	Modellierung des Materialversagens	54
5.2	Untersuchung verschiedener Simulationsmethoden	56
5.2.1	Finite Elemente Methoden	57
5.2.2	Finite Volumen Methode	58
5.2.3	Partikel Methode	59
5.2.4	Versuche für die Modellverifikation	60
5.2.5	Vergleich der Abbildungsgüte der numerischen Modellierungsansätze	62
5.3	Numerische Parameterstudie des Fließlochformens	66
6	Bewertung der Fließlochhülse	70
6.1	Effekte der Parametervariation auf die Fließlochhülsen	70
6.1.1	Einfluss der Prozessparameter	70
6.1.2	Einfluss des Werkzeugdurchmessers	75
6.1.3	Einfluss des Werkzeugdrallwinkels	76
6.1.4	Hülsenabzugversuche	79
6.2	Verbundfestigkeiten nach dem Spritzgießprozess	79
6.3	Numerische und experimentelle Untersuchung des Einflusses der Kragenformergeometrien	81
7	Experimentelle und numerische Untersuchungen an flächig strukturierten Probekörpern	85
7.1	Umformverhalten strukturierter Metallbleche	85
7.2	Lastaufnahmeverhalten strukturierter Hybridproben	93
8	Untersuchungen am Technologiedemonstrator	99
8.1	Demonstratorfertigung	99
8.2	Untersuchungen der verbesserten Verbundfestigkeit	100
8.2.1	Quasi-statische Prüfungen	100

8.2.2	Dynamische Prüfungen	103
8.2.3	Zyklische Prüfungen	104
8.3	Numerische Abbildung der Belastungstests	105
8.3.1	Simulationsmodell des 3-Punkt-Biegeversuchs	105
8.3.2	Analyse der Krafteinleitung während des Versuchs.....	106
9	Ergebnis und Ausblick	109
9.1	Wissenschaftlich-technischer und wirtschaftlicher Nutzen der Ergebnisse für KMU	110
10	Literaturverzeichnis	111