

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen und Formelzeichen.....	III
1 Einleitung.....	1
2 Stand der Erkenntnisse	2
2.1 Fügen bei einseitiger Zugänglichkeit	2
2.1.1 Direktverschrauben	3
2.1.2 Blindnieten	4
2.1.3 Bolzensetzen.....	5
2.2 Grundlagen des Bolzensetzens.....	6
2.2.1 Einteilung des Bolzensetzens in die Fügesystematik nach DIN	7
2.2.2 Bolzensetzwerkzeuge	7
2.2.3 Setzbolzen	14
2.2.4 Prozesse beim Bolzensetzen	18
2.2.5 Schallemissionen von Bolzensetzwerkzeugen.....	23
2.2.6 Gesetzliche Verordnungen und Bestimmungen zum Bolzensetzen	24
2.3 Voruntersuchungen und Analyse der Beobachtungen	26
3 Aufgabenstellung	29
4 Versuchs- und Prüfeinrichtungen	31
4.1 Versuchswerkstoffe.....	31
4.2 Probenformen.....	32
4.3 Fügeverfahren.....	34
4.4 Bolzensetzgerät nach dem Kolbenprinzip.....	37
4.5 Versuchsstand nach dem Schussprinzip	37
4.5.1 Konstruktion	37
4.5.2 Geschwindigkeitsmessung.....	40
4.6 Reaktionsaufnahmesystem.....	42
4.6.1 Konstruktion	42
4.6.2 Kraftimpulsmessung.....	47
4.7 Prüfverfahren und Einrichtungen.....	48
4.7.1 Metallographische Untersuchungen	48
4.7.2 Prüfung unter quasistatischer Belastung.....	49
5 Fertigung von Verbindungen mittels Bolzensetzen.....	52
5.1 Verbindungsausbildung	52
5.2 Anpassung von Rondellengeometrie und -werkstoff	55
5.3 Haltemechanismen in Abhängigkeit von der Setzbolzenendlage.....	57

5.4	Setzbolzen mit unterschiedlicher Schaftgeometrie.....	59
5.5	Kopfzugfestigkeit von mittels Bolzensetzen gefügten Verbindungen	59
6	Kennwerte in Abhängigkeit von der Setzenergie.....	62
6.1	Reaktionskraftverlauf in Abhängigkeit von der Setzenergie.....	64
6.2	Festigkeiten in Abhängigkeit von der Setzenergie.....	65
6.3	Eigenschaften zweier Verbindungen mit charakteristischen Setzenergien	67
6.4	Prozessüberwachung mittels charakteristischer Kennwerte	70
7	Einfluss unterschiedlicher Prozessparameter auf das Fügeergebnis	73
7.1	Variation der Setzbolzenparameter.....	73
7.1.1	Kennwerte in Abhängigkeit von der Rondellenlage	73
7.1.2	Kennwerte in Abhängigkeit von der Anzahl der Rondellen.....	76
7.2	Variation der Bauteilparameter.....	79
7.2.1	Kennwerte in Abhängigkeit von der Anzahl der Deckbleche	80
7.2.2	Kennwerte in Abhängigkeit vom Deckblechwerkstoff	82
7.2.3	Kennwerte in Abhängigkeit von der Profilwanddicke an der Fügestelle ..	86
7.2.4	Kennwerte in Abhängigkeit von dem Randabstand der Fügestelle	89
7.3	Zusammenfassung	94
8	Variation des kinematischen Beschleunigungsprinzips.....	95
8.1	Beschleunigung mittels Schussprinzip.....	95
8.2	Vergleich der Fügeelementausbildung beim Schussprinzip und Schlagkolbenprinzip.....	98
8.3	Verfahrenvergleich Schubkolbenprinzip und Schlagkolbenprinzip.....	99
8.4	Zusammenfassung	102
9	Hinweise für Konstruktion, Fertigung und Qualitätssicherung von Setzbolzenverbindungen.....	103
9.1	Kennwerte aus dem Reaktionskraftverlauf	103
9.2	Hinweise für die Konstruktion	103
9.3	Hinweise für die Fertigung.....	105
9.4	Hinweise für die Qualitätssicherung	107
9.5	Erweiterung der Verfahrensgrenzen	108
10	Verfahrenvergleich Blindnieten und Bolzensetzen	109
10.1	Verbindungserstellung beim Blindnieten und Bolzensetzen mittels Fließformschraube.....	109
10.2	Festigkeit unter verschiedenen Belastungsrichtungen	112
11	Zusammenfassung.....	116

12	Literatur	120
13	Anhang	123
13.1	Tabellenverzeichnis	123
13.2	Abbildungsverzeichnis	123