

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG	1
2. STAND DER TECHNIK UND FORSCHUNG BEIM HEIZELEMENTSCHWEIßEN	2
2.1 Einordnung des Verfahrens und Anwendungsgebiete	2
2.2 Verfahrensablauf, Prozeßphasen und Maschinenteknik	4
2.3 Rechnerunterstützte Optimierung der Prozeßparameter	8
2.3.1 Kriterien zur Einstellung optimierter Schweißparameter	8
2.3.2 Vorgehensweise bei der Bestimmung der Erwärmbedingungen	9
2.3.3 Vorgehensweise bei der Bestimmung der Fügebedingungen	13
3. PROBLEMSTELLUNG UND ZIELSETZUNG	15
4. MODELLBETRACHTUNGEN ZUM SCHWEIßEN KURZFASERVERSTÄRKTER THERMOPLASTE	17
4.1 Verstärkungswirkung von endlichen Fasern	18
4.1.1 Lasteinleitung parallel zur Faserrichtung	19
4.1.2 Lasteinleitung senkrecht zur Faserrichtung	22
4.2 Berechnung der Schweißnahtfestigkeit und des Schweißfaktors am Beispiel von Polyamid 6	24
5. HEIZELEMENTSCHWEIßEN VON GEFÜLLTEN SOWIE KURZGLASFASERVERSTÄRKTEN THERMOPLASTEN	29
5.1 Werkstoffauswahl, Materialeigenschaften und Fügeteilgeometrie	29
5.2 Schweißbedingungen und Ergebnisse von Parameterstudien	31
5.2.1 Versuchsprogramm	31
5.2.2 Einfluß anorganischer Füll- und Verstärkungsstoffe auf das Aufschmelzverhalten	34
5.2.3 Ergebnisse mechanischer und mikroskopischer Schweißnahtuntersuchungen	35
5.2.3.1 Einfluß von Glasfasern	35
5.2.3.2 Einfluß von Talkum	39
5.2.4 Prozeßparameterabhängigkeit der Schweißnahtfestigkeit	40
5.3 Schweißen mit profilierter Heizelementoberfläche	43
5.3.1 Versuchsprogramm	43
5.3.2 Ergebnisse mechanischer und mikroskopischer Schweißnahtuntersuchungen	45
5.4 Empirischer Ansatz zur Abschätzung der Schweißnahtfestigkeit bei kurzglasfaserverstärkten Thermoplasten	48

6.	HEIZELEMENTSCHWEIßEN VON POLYAMID	52
6.1	Modifikationen und Eigenschaften	52
6.2	Werkstoffauswahl, Materialeigenschaften und Fügeiteilgeometrie	55
6.3	Aufschmelz- und Adhäsionsverhalten am Heizelement	56
6.3.1	Ermittlung und Vergleich des Aufschmelzverhaltens	56
6.3.2	Adhäsionsneigung und Auswirkungen auf die Schweißnahtfestigkeit	59
6.4	Einfluß von Feuchtigkeit auf die Schweißnahtqualität	63
6.4.1	Konditionierbedingungen und Feuchtigkeitsgehalt	63
6.4.2	Ergebnisse mechanischer und mikroskopischer Schweißnahtuntersuchungen	64
6.5	Schweißbedingungen und Ergebnisse von Parameterstudien	68
6.5.1	Versuchsprogramm	68
6.5.2	Ergebnisse mechanischer Schweißnahtuntersuchungen	69
7	KONZEPT ZUR OPTIMIERUNG DER PROZESSPARAMETER	72
7.1	Ziel und Optimierungsschritte	72
7.2	Berechnungsgrundlagen	73
7.2.1	Verfahren zur Analyse des Aufschmelzverhaltens	73
7.2.1.1	Herleitung und Beweisführung	74
7.2.1.2	Vergleich von berechneten und gemessenen Schmelzeschichtdicken verschiedener Werkstoffe	79
7.2.2	Auswahl von Versuchspunkten unter Berücksichtigung des werkstoffspezifischen Aufschmelzverhaltens	83
7.2.2.1	Aufbau eines zentral zusammengesetzten Versuchsplans	83
7.2.2.2	Festlegung der Versuchseinstellungen	85
7.2.3	Verfahren der multiplen Regressionsanalyse	87
7.2.4	Simulation und Auswertung von Parametereinstellkombinationen	88
7.3	Parameteroptimierung am Beispiel ausgewählter Werkstoffe	89
7.4	Bewertung des Optimierungskonzeptes	95
8	ZUSAMMENFASSUNG	96
9	SUMMARY	99
10	LITERATUR	102
11	ANHANG	i