

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Abbildungsverzeichnis.....	IV
Tabellenverzeichnis.....	VIII
Formelzeichen und Abkürzungen .....	IX
1 Einleitung.....	1
2 Stand des Wissens .....	3
2.1 Evaluation des Einsatzpotenzials variothermer Werkzeugtemperierung im Kontext des Spritzgießprozesses.....	3
2.1.1 Anlagentechnik und Prozessfolge der Spritzgießfertigung im Kontext isothermer und variothermer Werkzeugtemperierung .....	4
2.1.2 Gegenüberstellung isotherme und variotherme Temperierung in der Spritzgießfertigung.....	7
2.1.3 Rheologisches Verhalten thermoplastischer Kunststoffschmelzen während der Formfüllung.....	8
2.1.4 Motivation zum Einsatz variothermer Temperierung für Spritzgießwerkzeuge .....	11
2.2 Bewertung von technischen Umsetzungen zur Realisierung der Aufheizphase im Kontext variothermer Werkzeugtemperierung .....	13
2.3 Bewertung des Entwicklungspotenzials eingesetzter Technologien im Kontext der variothermen Werkzeugtemperierung.....	18
2.4 Fazit zum Stand des Wissens .....	22
3 Zielstellung und Vorgehen .....	24
4 Entwicklung eines Werkzeugkonzeptes für den optimierten variothermen Spritzgießprozess.....	25
4.1 Anforderungsdefinition an variotherm temperierte Spritzgießwerkzeuge.....	25
4.2 Funktionsstruktur zur Realisierung einer variothermen Werkzeugtemperierung im Spritzgießprozess .....	27
4.3 Konzeptionierung für ein variotherm temperiertes Spritzgießwerkzeug .....	28
4.3.1 Grundlegende Werkzeugkonzeptionierung und Auswahl der zu fertigenden Geometrie .....	28
4.3.2 Bewertung und Auswahl einer Aufheiztechnologie für die variotherme Temperierung im Spritzgießprozess .....	31
4.3.3 Validierung der Möglichkeiten der Erzeugung von Infrarotstrahlung als Energiequelle für die Erwärmung im Kontext variothermer Werkzeugtemperierung .....	36
4.3.4 Evaluation eines Konzeptes für den variothermen Spritzgießprozess unter Nutzung von Infrarotstrahlung als Aufheiztechnologie.....	41

4.3.5 Implementierung eines Systems zum Kühlen eines variotherm temperierten Spritzgießwerkzeuges.....	44
4.3.6 Materialauswahl zur Auslegung eines variotherm temperierten Spritzgießwerkzeuges.....	51
4.3.7 Konzeptionelle Implementierung in den Spritzgießprozess .....	53
4.4 Auslegung eines variotherm mittels Infrarotstrahlung und Wasserkühlung temperierten Spritzgießwerkzeuges .....	55
4.4.1 Prinzipieller Aufbau eines mittels Infrarotstrahlung erwärmteten, variotherm temperierten Spritzgießwerkzeuges.....	55
4.4.2 Detaillierung des Werkzeugeinsatzes und des Werkzeugaufsatzes hinsichtlich der Erfüllung der Anforderungen eines variotherm temperierten Spritzgießwerkzeuges.....	56
4.4.3 Zusammenfassung zur Werkzeugauslegung.....	63
4.5 Integration in den Spritzgießprozess.....	64
4.6 Einfluss erhöhter Werkzeugtemperaturen auf das Formfüllverhalten des entwickelten, variotherm temperierten Werkzeuges.....	71
5 Thermodynamische Modellierung des Aufheizens und Abkühlens eines variotherm, mittels Infrarotstrahlung temperierten Spritzgießwerkzeuges.....	73
5.1 Charakterisierung eines Spritzgießwerkzeuges als thermodynamischer Bilanzraum.....	74
5.2 Charakterisierung des durch Infrarotstrahlung erzeugten Wärmestromes zum Aufheizen des Spritzgießwerkzeuges .....	75
5.2.1 Physikalische Beschreibung der von strahlenden Körpern ausgesandten Infrarotstrahlung als Teil des optischen Spektrums .....	75
5.2.2 Richtungsabhängigkeit der Strahlungsintensität des glühenden Filaments von Halogenstrahlern.....	78
5.2.3 Interaktion zwischen Strahlung und bestrahlten Oberflächen.....	79
5.2.4 Ermittlung der Filamenttemperatur von Halogenstrahlern.....	81
5.2.5 Bestimmung des durch Bestrahlung der Werkzeugteile mittels Infrarotstrahlung hervorgerufenen Wärmestromes.....	82
5.3 Untersuchung zu Wärmeübergängen während der Kühlphase .....	85
5.3.1 Wärmeübergänge im Kühlkanal des Spritzgießwerkzeugs bei permanent strömendem Kühlmedium .....	86
5.3.2 Wärmeübergänge bei Festkörperkontakt zwischen Werkzeugeinsatz und Werkzeugaufsatzz der jeweiligen Werkzeughälfte während der Kühlphase .....	88
5.4 Simulation des Aufheiz- und Kühlprozesses des variotherm temperierten Spritzgießwerkzeuges zur Bestimmung der Homogenität der Temperaturverteilung.....	98
5.5 Bewertung der Homogenität der Temperaturverteilung entlang der Kavität der Werkzeugaufsätze nach dem Aufheizen .....	102

5.6 Fazit zum Einsatz von Infrarotstrahlung bei variothermer Werkzeugtemperierung für Spritzgießwerkzeuge.....	104
6 Fazit zur variothermen Werkzeugtemperierung mittels Infrarotstrahlung als Aufheiztechnologie.....	106
6.1 Zusammenfassung.....	106
6.2 Kritische Würdigung und Ausblick .....	107
Literaturverzeichnis.....	110