

SYMBOLVERZEICHNIS.....	I
1. EINLEITUNG.....	1
2. STAND DER FORSCHUNG	2
3. STAND DER TECHNIK BEIM GID-VERFAHREN	4
3.1. Patentsituation	4
3.2. Prinzipieller Verfahrensablauf.....	6
3.2.1. Verfahrensschritte	6
3.2.2. Formteilbildungsprozeß.....	11
3.2.3. Werkzeuginnendruckverlauf.....	12
3.2.4. Zyklusabfolge	16
3.3. Formteile und Werkstoffe für das GID-Verfahren	16
3.3.1. Geometrieklassen für GID-Formteile.....	16
3.3.2. Werkstoffauswahl	18
3.3.3. Werkzeugauslegung	19
3.4. Maschinenausrüstung und Anlagenkonzepte	20
3.4.1. Varianten der Gasdruckerzeugung.....	20
3.4.2. Anbieter des Verfahrens.....	22
3.4.3. Möglichkeiten der Gaseinleitung	22
3.5. Vor- und Nachteile des GID-Verfahrens und Einfluß der Verfahrensparameter	25
3.6. Verfahrensvarianten	28
3.6.1. Verfahrensablauf beim Standard-GID-Verfahren	28
3.6.2. Masseausblasen.....	28
3.6.3. Verdrängen in Nebenkavitäten	30
3.6.4. Kernzugverfahren.....	31
3.6.5. Mehrstellengasinjektion	33
3.6.6. Vergleich der Verfahrensvarianten.....	33
3.7. Verfahrensgerechte Formteilauslegung	33
3.7.1. Gestaltung des Angußsystems.....	33
3.7.2. Gestaltung rohrförmiger Bauteile.....	34

3.7.3.	Gestaltung von Gaskanälen und Rippen	35
3.7.4.	Vermeiden von Hinterschnitten	38
3.7.5.	Gestaltung kasten- und plattenförmiger Bauteile	38
3.7.6.	Vermeiden von Materialanhäufungen	38
4.	PROBLEMSTELLUNG UND ZIELSETZUNG	40
4.1.	Problemstellung	40
4.2.	Zielsetzung	41
5.	MATHEMATISCHE BESCHREIBUNG DES GID-PROZESSES....	43
5.1.	Grundlagen.....	43
5.2.	Verfahrensablauf bei konstanter Fließfrontgeschwindigkeit	54
5.3.	Verfahrensablauf bei konstantem Gasdruck.....	59
5.4.	Berechnung der Verzögerungszeit	63
5.5.	Berechnung des entstehenden Gaskanalquerschnittes	64
5.6.	Programmtechnische Umsetzung	67
5.7.	Berechnungsbeispiele	68
5.7.1.	Konstante Fließfrontgeschwindigkeit	68
5.7.2.	Konstanter Gasdruck	71
6.	EINFLUSSPARAMETER AUF DIE HOHLRAUMAUSBILDUNG .75	
6.1.	Abhängigkeit von den Betriebspunktparametern	82
6.1.1.	Gasdruck.....	82
6.1.2.	Vorfüllgrad.....	88
6.1.3.	Schmelztemperatur	88
6.1.4.	Werkzeugwandtemperatur.....	89
6.1.5.	Verzögerungszeit.....	89
6.2.	Abhängigkeit von den Materialeigenschaften.....	94
6.2.1.	Rheologische Eigenschaften	94
6.2.2.	Thermodynamische Eigenschaften	95
6.2.3.	Densitometrische Eigenschaften.....	96
6.3.	Abhängigkeit von Werkzeuggeometrie und Begasungsart.....	96
6.4.	Besondere Phänomene bei der Formteilausbildung.....	101
6.4.1.	Einfallstellen im Gaskanalbereich.....	101
6.4.2.	Aufschäumen des Kunststoffes.....	102

6.4.3. Materialanhäufungen in Kurvenbereichen	103
6.4.4. Ausbildung einer Schwindungslanze	104
6.4.5. Aufweitung der Gasblase am Kavitätäsende.....	105
7. VERGLEICH -EXPERIMENT UND MATHEMATISCHES MODELL	107
8. ANWENDUNG DER FE-SIMULATION ZUR FORMTEILAUSLEGUNG	110
8.1. Stand der Technik.....	110
8.2. Grundlagen der GID-Prozeßsimulation	111
8.3. Anwendungsbeispiele -Vergleich von Experiment und Simulation	117
8.3.1. Kopiererformteil.....	117
8.3.2. Waschmitteleinspülkasten.....	126
8.3.3. Herdgriff	133
9. ZUSAMMENFASSUNG	143
10. LITERATURVERZEICHNIS.....	146
11. ANHANG	160
11.1. Daten der verwendeten Spritzgießmaschine	160
11.2. Daten der verwendete Gasinnendruckanlage.....	161
11.3. Daten der verwendeten Werkzeuge	161
11.4. Ermittlung der volumetrischen Füllzeit.....	164
11.5. Daten des verwendeten Bildanalyse-Systems	165
11.6. Daten der verwendeten Materialien	166
11.7. Verwendetes Spritzgießsimulationspaket C-MOLD	168
11.8. Erhaltungsgleichungen.....	169