

Inhalt

1	<u>Einleitung und Zielsetzung</u>	2
2	<u>Eigenschaften thermoplastischer Kunststoffe</u>	4
2.1	Für das Pressen wesentliche Materialeigenschaften	4
2.2	Auswirkungen der Viskosität und der Temperaturabhängigkeit des spezifischen Volumens beim drucklosen Schmelzen und Einfrieren von Kunststoffen	13
3	<u>Erwärmung und Abkühlung von planparallelen Tafeln (Idealfall)</u>	17
3.1	Erwärmung und Abkühlung einer dünnen Einzelschicht innerhalb der Tafel	19
3.1.1	Stationäre Wärmeleitung	19
3.1.2	Instationäre Wärmeleitung bei Erwärmung und Abkühlung der Tafel	20
3.2	Erwärmung und Abkühlung der ganzen Tafel	22
3.2.1	Berechnung der Erwärmung, Näherungsbeziehungen	22
3.2.1.1	Genauigkeit der Näherungsbeziehungen	25
3.2.1.2	Einfluß von Tafelgeometrie, Tafelmaterial und Temperaturen auf die Erwärmungs- und Abkühlzeit	27
3.2.1.3	Bestimmung von Temperaturverteilungs- und Temperaturzeitkurven	29
3.2.1.4	Bestimmung von Wärmemenge und Wärmestrom in Abhängigkeit von der Zeit und vom Schichtabstand	29
3.2.2	Berechnung der Erwärmung numerisch	32
3.2.2.1	Gültigkeitsbereich für die Näherungsbeziehungen	32
3.2.2.2	Einfluß der Tafeldicke auf die Erwärmungszeit	33
3.2.2.3	Einfluß der Temperatur der Preßflächen auf die Erwärmungszeit	34
3.2.2.4	Vergleich der Temperaturänderungszeit bei zwei verschiedenen Tafelmaterialien	34
3.2.2.5	Berechnung von Temperatur-Zeit- und Temperaturverteilungskurven	35

3.2.2.6	Bestimmung der Wärmemenge und des Wärmestroms in Abhängigkeit von der Erwärmungszeit	37
3.3	Besonderheiten der Abkühlung	43
3.3.1	Abkühlung von Tafeln nach nicht erreichtem Temperatúrausgleich	43
3.3.2	Kühlung bei vorzeitigem Entfernen der Preßplatten	44
4	<u>Erwärmung und Abkühlung von realen thermoplastischen Kunststoffen</u>	46
4.1	Amorphe Kunststoffe	46
4.1.1	Einfluß der Temperaturabhängigkeit der Temperaturleitfähigkeit	46
4.1.2	Einfluß der sich verändernden Dicke und des Übergangs vom Granulat zur kompakten Schmelze	49
4.1.3	Temperaturzeitdiagramm des Preßvorgangs	51
4.2	Teilkristalline Kunststoffe	53
4.2.1	Erwärmung und Abkühlung von Tafeln aus teilkristallinem Material unter vereinfachenden Annahmen	53
4.2.1.1	Temperaturänderungen in niedermolekularen kristallinen Stoffen	53
4.2.1.2	Temperaturänderungen in teilkristallinem hochpolymeren Material	54
4.2.2	Erwärmung und Abkühlung realer teilkristalliner Kunststoffe	59
4.2.2.1	Einfluß der Temperaturabhängigkeit der Temperaturleitfähigkeit	59
4.2.2.2	Einfluß der veränderlichen Schichtdicke und des Übergangs vom Granulat zur kompakten Schmelze	61
4.2.2.3	Temperaturzeitdiagramm des Preßvorgangs - Vergleich zwischen teilkristallinem Polyäthylen hoher Dichte und amorphem Polystyrol	64
4.3	Einfluß der Preßanlage	65
4.3.1	Einfluß des Heiz- und Kühlsystems	65
4.3.2	Einfluß der Arbeitsweise (Ein- und Zweipressenverfahren)	66

5	<u>Bestimmung von Temperaturen und Preßzeiten - erreichbarer Durchsatz</u>	68
5.1	Temperaturen	68
5.1.1	Kunststofftemperaturen	68
5.1.2	Preßtemperaturen	69
5.1.3	Bestimmung von Temperaturverteilungen beim Pressen. Messverfahren, Ergebnisse und Deutung	69
5.2	Preßzeiten	73
5.2.1	Experimentelle Bestimmung von Preßzeiten	73
5.2.1.1	Temperaturzeitkurven	73
5.2.1.2	Schichtdicken-Zeit-Kurven	77
5.2.2	Näherungsbeziehungen zur Bestimmung von Preßzeiten	78
5.2.2.1	Einfluß der Tafeldicke	78
5.2.2.2	Einfluß der Temperaturen	81
5.2.2.3	Einfluß von Dicke und Temperaturen	84
5.2.2.4	Genauigkeit der Näherungsbeziehungen	85
5.2.3	Aus den Näherungsbeziehungen ableitbare Folgerungen	85
5.2.3.1	Tafeldicke und -format - obere und untere Begrenzung der Dicke	85
5.2.3.2	Wahl der Heiztemperatur	88
5.3	Erreichbarer Durchsatz (Menge/Zeit)	88
5.3.1	Durchsatzkennfelder des Ein- und des Zweipressenver- fahrens	88
5.3.2	Vergleich des Ein- und Zweipressenverfahrens	90
5.3.3	Energiebedarf und Leistung des Heiz- und Kühlaggre- gates beim Ein- und Zweipressenverfahren	94
6	<u>Der praktische Preßvorgang</u>	96
6.1	Preßwerkzeuge	96
6.1.1	Stempelwerkzeuge	96
6.1.2	Werkzeuge mit deformierbarem Rahmen	98
6.2	Vorgänge vor und während der Heizzeit	99

6.2.1	Druck vor Beginn der Erwärmung	99
6.2.2	Schmelzen unter Druck	99
6.3	Vorgänge während der Kühlzeit	102
6.3.1	Erstarrungsvorgang und Druck bei allseitiger Kühlung	102
6.3.2	Erstarrungsvorgang und Druck bei zunächst fortgesetzter Beheizung oder verzögerter Kühlung des Schichtrandes	104
6.4	Besonderheiten beim Pressen dünner Tafeln	108
7	<u>Allgemeine Folgerungen - Empfehlungen für optimales Pressen</u>	111
7.1	Materialauswahl	111
7.2	Kunststofftemperaturen	111
7.3	Preßtemperaturen	111
7.4	Preßdruck	112
7.5	Preßzeiten und Durchsatz	112
7.6	Preßeinrichtung	113
7.7	Verfahrensgemäße Anwendung des Pressens	114
8	<u>Anhang</u>	115
	Temperaturänderungsvorgänge in der beheizten Platte bei plötzlichem Wärmekontakt mit einer kalten Tafel	
9	<u>Zusammenfassung</u>	122
10	Literatur	132
11	Begriffe, Formelzeichen, Benennungen	137
12	Kurzfassung	140