DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

(12) **Wirtschaftspatent**

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **256 273 A1**

4(51) **C 08 J 3/20**
C 08 L 77/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP C 08 J / 207 830 3	(22)	04.07.78	(44)	04.05.88

(71) Kombinat VEB Elektrogerätewerk Suhl, Industriegelände Suhl-Nord, Suhl (Thüringen), 6000, DD
(72) Förste, Walter, DD

(54) Verfahren zum Spritzgießen von Polyamid-Füllstoff-Gemischen

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Spritzgießen von Polyamid-Füllstoff-Gemischen unter vorheriger Mischung in einem Extruder und unter Vergrößerung von Fließquerschnitten. Aufgabe der Erfindung ist die homogene Mischung von Polyamiden mit hohem Füllstoffanteil und die qualitätsgerechte Herstellung von Formteilen auf Spritzgießmaschinen. Das Wesen der Erfindung ist, daß die Verschlußdüse einer Spritzgießmaschine und die Einspritzöffnung des zugehörigen Formwerkzeuges auf Werte zwischen 9 und 90% über ihre normale Größe veränderbar gestaltet sind, daß die Ausgangswerkstoffe zuerst in einem Extruder unter gleichzeitiger Entgasung bei Temperaturen über dem Schmelzpunkt des Polyamides gemischt, danach ausgestoßen, granuliert, in die Spritzgießmaschine gebracht, dort auf Temperaturen von mindestens von mindestens 50 °C oberhalb des Schmelzpunktes des Polyamides gebracht werden und daß anschließend die Größe der Verschlußdüse und die Größe der Einspritzöffnung proportional zum Füllstoffgehalt verändert und dabei das Formwerkzeug mit der erzeugten Schmelze gefüllt wird. Anwendungsgebiete sind Formteile aller Art, insbesondere für Maschinen- und Geräteteile im elektromechanischen Gerätebau.

ISSN 0433-6461

6 Seiten

Erfindungsanspruch:

1. Verfahren zum Spritzgießen von Polyamid-Füllstoff-Gemischen unter vorheriger Mischung in einem Extruder und unter Vergrößerung von Fließquerschnitten, **gekennzeichnet dadurch,** daß die Verschlußdüse einer Spritzgießmaschine und die Einspritzöffnung eines zugehörigen Formwerkzeuges auf Werte bis 90% über ihre normale Größe veränderbar gestaltet werden, Polyamid und Füllstoff in erforderlichen Anteilen unter gleichzeitiger Entgasung bei Temperaturen über dem Schmelzpunkt des Polyamids in einem Extruder bzw. Doppelschneckenextruder, intensiv gemischt werden, das Gemisch aus dem Extruder ausgestoßen und danach zu einem Polyamid-Füllstoffgranulat verarbeitet wird und dieses Granulat der Spritzgießmaschine zugeführt und dort auf Temperaturen von mindestens 50°C oberhalb des Schmelzpunktes des Polyamids gebracht wird, und daß vzw. gleichzeitig die Größe von Verschlußdüse der Spritzgießmaschine und Einspritzöffnung des Formwerkzeuges proportional zum Füllstoffgehalt verändert und die erforderliche Menge der aus dem Polyamid-Füllstoffgranulat erzeugten Schmelze in das Formwerkzeug spritzgegossen wird.
2. Verfahren zum Spritzgießen von Polyamid-Füllstoff-Gemischen nach Punkt 1., **gekennzeichnet dadurch,** daß die Veränderung der Verschlußdüse der Spritzgießmaschine und die Einspritzöffnung des zugehörigen Formwerkzeuges um soviel Prozent vorgenommen wird, wie das Polyamid an Füllstoffen enthält.
3. Verfahren zum Spritzgießen von Polyamid-Füllstoff-Gemischen nach den Punkten 1. und 2., **gekennzeichnet dadurch,** daß das Spritzgießen von Polyamid 6 bei Temperaturen über 175°C vorgenommen wird.
4. Verfahren zum Spritzgießen von Polyamid-Füllstoff-Gemischen nach den Punkten 1. bis 3., **gekennzeichnet dadurch,** daß als Füllstoffe Talkum und/oder Kreide und/oder Graphit und/oder vorzugsweise Kaolin, Kalkstein- oder Schiefermehl allein oder in Mischung miteinander verwendet werden.
5. Verfahren zum Spritzgießen von Polyamid-Füllstoff-Gemischen nach den Punkten 1. bis 4., **gekennzeichnet dadurch,** daß dem Gemisch zusätzlich Glaskugeln, Glasfasern oder wärmestabilisierende Zusatzstoffe beigegeben werden.
6. Verfahren zum Spritzgießen von Polyamid-Füllstoff-Gemischen nach den Punkten 1. bis 5., **gekennzeichnet dadurch,** daß der Füllstoffgehalt des Gemisches 9 bis 90 Gew.-% beträgt.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Spritzgießen von Polyamid-Füllstoffgemischen zu Maschinen- und Geräteteilen unter vorheriger Mischung in einem Extruder und unter Vergrößerung von Fließquerschnitten.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist bekannt, Polyamiden Füllstoffe zuzumischen, um einerseits den Polyamiden gewünschte Eigenschaften zu verleihen und andererseits die Verarbeitung von Polyamiden zu Formteilen wirtschaftlicher zu gestalten. Bei der Einarbeitung von Füllstoffen in Polyamide treten jedoch Schwierigkeiten auf, die insbesondere bei anorganischen Füllstoffen auf hohe Dichteunterschiede zwischen Füllstoff und Polyamid zurückzuführen sind. Ziel vieler bekannter Verfahren war deshalb bisher, eine bessere Vermischung der Komponenten zu erreichen bzw. eine anschließende Entmischung zu vermeiden. So ist es bekannt, die Füllstoffmenge auf sehr niedrige, technisch uninteressante Werte zu begrenzen.
Es ist weiterhin bekannt, als Dispersionshilfe Glasfasern bzw. Asbestfasern, Hartwachs oder Kohlenwasserstoffmischpolymerisate zuzusetzen. Auch der höherprozentige Zusatz von Polyolefinen ist bekannt.
Weitere Verfahren zur Einarbeitung von Füllstoffen in Polyamide bestehen darin, die Pigmentteilchen vorher mit einer Thermoplasthülle zu versehen. Die erfolgt beispielsweise durch Fällungspolymerisation. Allgemein besteht die Auffassung, daß Formmassen aus Polyamiden und pulverförmigen Füllstoffen nicht für den Spritzguß und für das Blasverfahren geeignet sind. (DT-AS 1196863, DT-AS 1262585, DT-OS 2334189). Der Nachteil der Verfahren zur Herstellung von Spritzguß- und Blasformmaterial aus Polyamid und Füllstoffen unter Zusatz von weiteren Komponenten besteht unter anderem darin, daß ein Aufwand an zum Teil teuren weiteren Komponenten sowie an weiteren Arbeitsgängen erforderlich ist. Diese Nachteile versuchen solche Verfahren zu umgehen, die auf weitere Modifizierungskomponenten verzichten.
Durch die DT-AS 1225382 ist es bekannt, die morphologische Struktur von Polyamidschmelzen durch Zusatz solcher Polyamidgranulat-Feststoff-Komponenten zu verbessern, die 15 Stunden lang vermahlen wurden. Diese Lösung ist zur Herstellung von Polyamid-Füllstoff-Kompositionen nicht anwendbar.
Gemäß der DT-OS 2334189 wird ein Kunststoff-Füllstoff-Gemisch dadurch hergestellt, daß vor dem Mischvorgang, der vorzugsweise in einem Prallmischer durchgeführt wird, eine intensive Vortrocknung vorgenommen wird. Nachteilig ist der dabei erforderliche hohe Energieaufwand.
Nach dem Buch von Hagen „Polyäthylen und andere Polyolefine", Verlag Bunke Garreks 1958, Seite 92 ist es bekannt, reines Polyäthylen auf Ein- oder Mehrschneckenextrudern zu fördern. Für Hart-PA und PP ist zu befürchten, daß sich in solchen

Maschinen ein unerwünschter Abbau nicht vermeiden läßt. Mehrschneckenextruder bieten außer dem konstanten Einzug des Rohstoffes keine wesentlichen Vorteile gegen Einschneckenmaschinen. Sie zeichnen sich meist durch besonders gleichmäßige Förderung aus, die allerdings mengenmäßig niedriger ist als bei Einschneckenextrudern von gleichem Schneckendurchmesser, weil die hohe innere Reibung zuviel Wärme entwickelt und der Überdruck in den Lagern zu hoch würde.
Auch eine pulsierende Änderung der Drehgeschwindigkeit ist bekannt geworden, wobei durch einen Kneteffekt besonders gute Durchmischung (zum Beispiel mit Füll- und Farbstoffen) und thermische Homogenisierung erreicht werden soll.
Bei gegenläufigen Schnecken kann auch ein Teil der Schneckenlänge als Innenkneter ausgebildet werden, indes erscheint dieses Prinzip sich bei PÄ nicht als förderlich erwiesen zu haben.
Auf der Seite 87 des Buches von Hagen ist ausgesagt, daß PÄ bei Vergleich mit vielen anderen Grundstoffen relativ leicht extrudiert werden kann. Das liegt vor allem in seiner hohen Stabilität gegen Wärme, so daß man bei Ausschluß von Sauerstoff weit über den Schmelzbereich erhitzen kann, ohne Gefahr der Zersetzung wie bei Hart-PVC oder Saran. Die vergleichsweise hohe Viskosität der Schmelze erleichtert den Druckaufbau längs der Schnecke im Gegensatz zu der dünnflüssigen Schmelze von Polyamiden.
Im Buch von Menges/Mohren „Anleitung für den Bau von Spritzgußwerkzeugen", Carl Hanser Verlag München 1974, Seite 75 ist ausgesagt, daß die Querschnittsgröße des Anschnittes von der zu verarbeitenden Formmasse und von der Wanddicke des Spritzlings bestimmt wird. Je viskoser die Formmasse und je größer die Wanddicke, desto größer ist der Anschnittquerschnitt. Da also die Größe des Anschnittquerschnittes vom dicksten Querschnitt des Spritzlings abhängig ist, ist es auch sinnvoll, den Anschnitt dort hinzulegen.
Der Nachteil vorgenannter Verfahren besteht darin, daß zwar allgemeine Hinweise für die Plastifizierung und Förderung von Thermoplasten im Extruder gegeben werden, daß zwar auch ein Hinweis auf die Durchmischung mit Füll- oder Farbstoffen mit Hilfe von Extrudern mit pulsierender Änderung der Drehgeschwindigkeit gegeben wird, daß auf einer Abhängigkeit der Querschnittsgröße des Anschnittes von der zu verarbeitenden Formmasse und der Wanddicke des Spritzlings hingewiesen wird, daß danach aber überhaupt nicht konkret gearbeitet werden kann, weil weder spezielle Typen und die verwendete Handelsform (Pulver, Granulat oder dgl.) von Thermoplasten, noch der Ausstoß von Extrudern und schon gar nicht die interessierenden Zusammenhänge zwischen der Verarbeitung von pulver- oder granulatförmigen Füllstoffen, noch von Faserverstärkungsmaterialien mit welchen Thermoplasten, bei welcher Viskosität, Temperatur, mit welchem Angußsystem und welchen Fließquerschnitten, Wanddicken- und -formteilgrößen bezogen, ausgesagt sind.
In der DE-OS 2552412 wird dargelegt, daß ein Bedarf an wirtschaftlich besser gefüllten, daß heißt mit Füllstoffen versehenen thermoplastischen Massen besteht, die leichter in der Schmelze verarbeitet werden können und die ein gefülltes thermoplastisches Produkt liefern, das extrudiert werden kann.
In der DE-AS 1267423 und in der DE-AS 1204820 ist ausgesagt, daß Polyolefine mit Füllstoffen ohne Weichmacher- oder Elastomerenzusatz verspröden. Angaben über Füllstoffmengen und -arten, die zur Versprödung von Polyolefinen führen, sind nicht bekannt.
Im Artikel von Lang, G. „Elastische Eigenschaften von Polyäthylen-Verbundwerkstoffen", Kunststoffe **64** (1974), Nr. 6, Seite 298 ist in der linken Spalte die Aussage enthalten, daß die theoretischen Kurven zur Schubmoduldarstellung bis zu einer Füllstoffkonzentration von 70 Vol.-% aufgetragen sind. Es ist aber darauf hinzuweisen, daß derart hohe Füllstoffzumischungen bei Thermoplasten in der Praxis nicht möglich sind.
Eine konkrete Aussage, welche Füllstoffkonzentrationen bei welchen Thermoplasten möglich sind, fehlt auch hier.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zum Spritzgießen von Polyamid-Füllstoffgemischen zu Maschinen- und Geräteteilen unter vorheriger Mischung der Komponenten in einem Extruder und unter Vergrößerung von Fließquerschnitten zu schaffen, daß die Nachteile des Standes der Technik beseitigt, das auch vom Anwender in der nichtchemischen Industrie ohne Durchführung chemischer Verfahrensstufen oder Zumischung von Dispergierhilfsmitteln durchführbar ist, bei dem die Füllstoffe beziehungsweise ihre Oberflächen nicht modifiziert oder imprägniert werden müssen, ein Weichmacher- oder Elastomerzusatz vermieden wird und bei dem trotz sehr hohem Füllstoffeinsatz eine leichte Verarbeitung möglich ist.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Spritzgießen von Polyamid-Füllstoffgemischen zu schaffen, mit dem auch bei sehr hohen Füllstoffanteilen eine homogene Mischung der Füllstoffe im thermoplastischen Werkstoff möglich ist, bei dem trotz sehr hohem Füllstoffanteil eine leichte Verarbeitung und eine gute Qualität und Oberflächenqualität der hergestellten Formteile erzeugt wird und mit dem von vornherein erforderliche Eigenschaften der Gegenstände, beispielsweise eine bestimmte Festigkeit, Zähigkeit oder Härte, elektrische Durchschlagsfestigkeit usw., erzeugbar und bei dem preiswerte Füllstoffe einsetzbar sind.
Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Verschlußdüse einer Spritzgießmaschine und die Einspritzöffnung eines zugehörigen Formwerkzeuges auf Werte bis zu 90% über ihre normale Größe veränderbar gestaltet werden, daß danach das Polyamid und der Füllstoff auf der Basis vorher ermittelter, prozentualer, den Qualitätsparametern des herzustellenden Erzeugnisses angepaßter Anteile unter gleichzeitiger Entgasung bei Temperaturen über dem Schmelzpunkt des Polyamids zunächst in einem Extruder, insbesondere in einem Doppelschneckenextruder intensiv gemischt, aus dem Extruder ausgestoßen und danach zu einem Polyamid-Füllstoff-Gemischgranulat verarbeitet wird, das danach dieses vorzugsweise noch warme Gemischgranulat der genannten erwärmten Spritzgießmaschine zuführt und dort auf Temperaturen von mindestens 50°C oberhalb des Schmelzpunktes des Polyamids gebracht wird, wonach vorzugsweise gleichzeitig die Größe der Verschlußdüse der Spritzgießmaschine und die Größe der Einspritzöffnung des Formwerkzeuges proportional zum Füllstoffgehalt verändert und die für das jeweilige Formteil erforderliche Menge der aus dem Polyamid-Füllstoff-Gemischgranulat erzeugten Schmelze durch die genannte Düse und Öffnung in das Formwerkzeug spritzgegossen wird.

Gemäß weiterer Ausbildung der Erfindung wird die Veränderung der Verschlußdüse der Spritzgießmaschine und der Einspritzöffnung des zugehörigen Formwerkzeuges um soviel Prozent vorgenommen, wie das Polyamid an Füllstoffen enthält. Vorzugsweise wird das Verfahren mit Polypropylen bei Spritzgießtemperaturen über 175°C durchgeführt. Als Füllstoffe werden Talkum und/oder Kreide und/oder Graphit und/oder Kaolin, Kalkstein- oder Schiefermehl allein oder in Mischung miteinander, verwendet. Außerdem kann das Gemisch zusätzlich Glaskugeln oder wärmestabilisierende Zusatzstoffe, Farbstoffe und dergleichen enthalten. Dadurch erfolgt keine Beeinträchtigung des Polyamid-Füllstoffgemisches. Der Füllstoffgehalt der Mischung liegt zwischen 9 und 90 Gew.-%.
Um diese hohen Füllstoffmengen in die Polyamide einzuarbeiten und dieses Gemisch danach einwandfrei in hoher Qualität zu Formteilen auf der Spritzgießmaschine zu verarbeiten, mußte ein neuer Weg gefunden werden, der auch in unmittelbarer Schrittfolge beziehungsweise unmittelbar nacheinander von den Ausgangsstoffen zum fertigen Formteil führt.
Bei der Verarbeitung mit der Spritzgießmaschine von im Extruder hergestellten Polyamid-Füllstoffgemischen stellten sich mit größer werdendem Füllstoffgehalt Schwierigkeiten und merkliche Inhomogenitäten, Einfallstellen und Lunker und Oberflächenfehler ein, die nicht beseitigbar waren. Um diese Mängel dennoch zu beseitigen, wurden die Ideen geboren, einerseits das im Extruder hergestellte Gemisch vor dem Spritzgießen zu granulieren und andererseits die Verschlußdüse der Spritzgießmaschine und die Einspritzöffnung des zugehörigen Formwerkzeuges so zu verändern, daß Entmischungserscheinungen nicht mehr auftraten, daß die in der Spritzgießmaschine nunmehr erzeugte Schmelze homogen wird und sich diese Homogenität auch auf die Formkörper überträgt.
Das alles wurde aber erst erreicht, als der Erfinder auf die weitere Idee kam, jeweils die Größe der Verschlußdüse und die Größe der Einspritzöffnung proportional und prozentual zum Füllstoffanteil zu verändern. Erst dann wurden einwandfreie Formkörper hoher und gleichbleibender Qualität erzeugt.

Ausführungsbeispiel

Beispiel 1
Einem Doppelschneckenextruder, der eine Entgasungseinrichtung besitzt, werden 60 Gew.-Teile Polyamid 6 und 40 Gew.-Teile Talkum zugeführt. Die Zugabe erfolgt über einen Mischtopf. Das Gemisch wird im Extruder bei 220°C aufgeschmolzen. Die Drehzahl der Schneckenwellen beträgt 105 min^{-1}. Die intensive Vermischung erfolgt im Extruder, der mit 2 Knetsätzen und Mischelementen ausgerüstet ist. Die Mischung wird durch Düsen ausgestoßen und granuliert. Die Verweilzeit im Extruder beträgt 100 bis 200 s.
Das erhaltene Polyamid-Talkum-Gemisch weist folgende Eigenschaften auf:

Schlagbiegefestigkeit	32,4	$kJ\,m^{-2}$
Kerbschlagbiegefestigkeit	4,1	$kJ\,m^{-2}$
Biegefestigkeit	117,8	MPa
Zugfestigkeit	79,6	MPa
E-Modul	7650	MPa
Dichte	1,56	g/cm^3
Schmelzindex	10,14	g/10 min

Das so erhaltene Material wurde auf einer Spritzgußmaschine vom Battenfeld-Typ zu Zahnrädern, Ritzeln und Getriebelagerschildern verarbeitet.
Die Verschlußdüse der Spritzgußmaschine und die Einspritzöffnung des Formwerkzeuges waren in ihrer Durchlaßfähigkeit gegenüber den bei ungefüllten Polyamid 6 verwendeten Öffnungen um 40% erweitert.

Die Spritztemperaturen betrugen in der
Zone 1 290°C
Zone 2 280°C
Zone 3 280°C
Die Spritzzeiten betrugen bei der Verwendung
a) eines Einfachspritzwerkzeuges für das Zahnrad
b) eines Vierfachspritzwerkzeuges für das Ritzel und
c) eines Zweifachspritzwerkzeuges für das Getriebelagerschild.

	a	b	c
Einspritzzeit	10	7	12 s
Nachdruckzeit	5	3	5 s
Kühlzeit	18	15	20 s
Zykluszeit	40	32	40 s

Das Beispiel 1 entspricht der Variante 5.5.

Beispiele 2 bis 5
Gemäß Beispiel 1 wurden Polyamid-Füllstoff-Gemische in folgenden Zusammensetzungen zu Maschinen- und Geräteteilen gespritzt.

Beispiel 2 entspricht der Variante 3.1.

Schlagbiegefestigkeit		76,2	(Kj m^{-2})
Biegefestigkeit		104,9	(MPa)
Zugfestigkeit		89,6	(MPa)
E-Modul aus Biegung		2580	(MPa)
Schwindung		0,71	(%)
Formbeständigkeit nach Martens		49	(%)
Wasserlagerung	1 Tag	1,76	(%)
	3 Tage	2,85	(%)
	10 Tage	4,51	(%)

Beispiel 3 entspricht der Variante 4.2.

Schlagbiegefestigkeit		38,1	(kJ m^{-2})
Biegefestigkeit		105,9	(MPa)
Zugfestigkeit		76,5	(MPa)
E-Modul aus Biegung		3650	(MPa)
Schwindung		0,60	(%)
Formbeständigkeit nach Martens		56	(°C)
Wasserlagerung	1 Tag	1,22	(%)
	3 Tage	1,98	(%)
	10 Tage	2,80	(%)

Beispiel 4 entspricht der Variante 5.1.

Schlagbiegefestigkeit		23,3	(kJ m^{-2})
Biegefestigkeit		104,0	(MPa)
Zugfestigkeit		70,8	(MPa)
E-Modul aus Biegung		5060	(MPa)
Schwindung		0,56	(%)
Formbeständigkeit nach Martens		67	(°C)
Wasserlagerung	1 Tag	0,82	(%)
	3 Tage	1,38	(%)
	10 Tage	2,25	(%)

Beispiel 5 entspricht der Variante 4.5.

Schlagbiegefestigkeit	10,6	±1,7	(kJ m^{-2})
Kerbschlagbiegefestigkeit	2,5	±0,3	(kJ m^{-2})
Biegefestigkeit	105,6	±4,8	(MPa)
Zugfestigkeit (50 mm min^{-1})	60,5	±4,6	(MPa)
Zugfestigkeit (15 mm min^{-1})	59,8	±3,8	(MPa)
E-Modul aus Biegung	5100	±200	(MPa)
E-Modul aus Zug	5910	±100	(MPa)
Dichte	1,35	±0,03	(g/cm^3)
Schmelzindex	86,94		(g/10 min)

Variantenübersicht

Variante	Polyamid Gew.-Teile %	Art	Füllstoffe Gew.-Teile %
2.1.	91 Granulat	Talkum	9
2.2.	91 G	Kreide	9
2.3.	91 G	Kaolin	9
2.4.	91 G	Graphit	9
3.1.	82 G	T	18
3.2.	82 G	Kr	18
3.3.	82 G	K	18
3.4.	82 G	Gr	18
4.1.	73 G	T	27
4.2.	73 G	Kr	27
4.3.	73 G	K	27
4.4.	73 G	Gr	27
4.5.	70 G	K	30
5.1.	64 G	T	36
5.2.	64 G	Kr	36
5.3.	64 G	K	36
5.4.	64 G	Gr	36
5.5.	60 G	T	40
6.1.	55 G	T	45
6.2.	55 G	Kr	45
6.3.	55 G	K	45

Variante	Polyamid Gew.-Teile %	Art	Füllstoffe Gew.-Teile %
6.4.	55 G	Gr	45
7.1.	46 G	T	54
7.2.	46 G	Kr	54
7.3.	46 G	K	54
7.4.	46 G	Gr	54
8.1.	37 Pulver	T	63
8.2.	37 P	Kr	63
8.3.	37 P	K	63
8.4.	37 P	Gr	63
9.1.	28 P	T	72
9.2.	28 P	Kr	72
9.3.	28 P	K	72
9.4.	28 P	Gr	72
10.1.	19 P	T	81
10.2.	19 P	Kr	81
10.3.	19 P	K	81
10.4.	19 P	Gr	81
11.1.	10 P	T	90
11.2.	10 P	Kr	90
11.3.	10 P	K	90
11.4.	10 P	Gr	90

Bei den Varianten 2.1. bis 7.4. kann ein Polyamid in Granulatform verarbeitet werden, während bei den Varianten 8.1. bis 11.4. vorteilhafterweise ein Polyamid in Pulverform verwendet wird.
Die Varianten 2.1. bis 7.4. lassen sich auf herkömmlichen Aggregaten gut verarbeiten und spritzen.
Die Varianten 8.1. bis 11.4. lassen sich auf herkömmlichen Aggregaten gut verarbeiten und pressen.
Die Varianten 3.1. bis 5.5. lassen sich gut zu Hohl- und Formkörpern blasen.
Die Varianten 4.1. bis 6.4. und die Varianten 8.1. bis 10.4. sind die technisch vorteilhaftesten und ökonomisch effektivsten.
Alle Varianten können je nach den Erfordernissen ihres speziellen Einsatzgebietes, unter anderem mit z. B. folgenden Mineralarten, wie Kalksteinmehl oder Schiefermehl, ergänzt werden.
Außerdem können die meisten Varianten mit den schon modifizierten Polyamidgrund-Typen, wie z. B. Glaskugeln, Glasfasern oder wärmestabilisierenden Zusatzstoffen, verarbeitet werden.
Zur Erläuterung sei noch gesagt, daß die Mischung des Polyamids und des Füllstoffes in erforderlichen Anteilen erfolgt und zwar auf der Basis vorher ermittelter, prozentualer, den Qualitätsparametern des herzustellenden Erzeugnisses angepaßter Anteile.