



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 038 197 A1** 2008.02.21

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 038 197.1**

(22) Anmeldetag: **16.08.2006**

(43) Offenlegungstag: **21.02.2008**

(51) Int Cl.⁸: **B29C 47/40** (2006.01)

B29C 47/10 (2006.01)

B29C 47/78 (2006.01)

B29B 7/74 (2006.01)

B29C 45/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
**KraussMaffei Technologies GmbH, 80997
München, DE**

(74) Vertreter:
**Zollner, R., Dipl.-Phys. Univ., Pat.-Anw., 80997
München**

(72) Erfinder:
**Zimmet, Rainer, 74382 Neckarwestheim, DE;
Renkl, Josef, 85229 Markt Indersdorf, DE;
Berchtenbreiter, Ernst, 86438 Kissing, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE10 2005 004967 A1

US 24 78 013 A

EP 13 06 187 A1

WO 81/00 259 A1

WO 02/11 975 A1

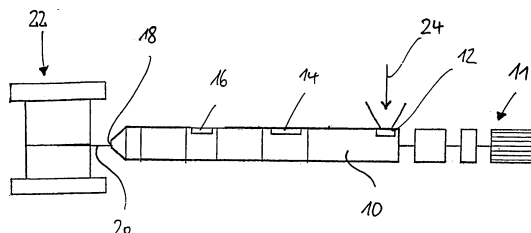
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Verarbeitung von Duroplasten**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verarbeitung von Duroplasten, insbesondere von duroplastischem Polyurethan, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens. Die Vorrichtung umfasst eine Extrudereinrichtung mit einem Zylinder, in dem eine Extruderschnecke drehbar aufgenommen ist, wobei der Zylinder zumindest eine Einfüllöffnung und eine Auslassöffnung aufweist und zumindest eine Einfüllöffnung des Zylinders zum Einfüllen von Kunststoffmaterial in den Zylinder vorgesehen ist, sowie ein Werkzeug, in das oder durch das das aus der Extrudereinrichtung ausgetragene Material ein- oder durchführbar ist.

In erfindungsgemäßer Weise ist die Vorrichtung dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Einfüllöffnung zur Zufuhr zumindest einer vernetzenden oder reaktiven Komponente eines duroplastischen Kunststoffes ausgebildet ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Verarbeitung von Duroplasten gemäß den Oberbegriffen der Ansprüche 1 bzw. 16.

[0002] Unter Duroplast versteht man allgemein thermisch irreversibel (kovalent) vernetzende Makromoleküle mit amorpher Struktur und großer Vernetzungsdichte. Eine thermoelastische Erweichung ist je nach Höhe der zwischenmolekularen Kräfte und Vernetzungsdichte unterschiedlich ausgeprägt. Bei sehr enger Vernetzung ist sie ohne praktische Bedeutung. Insbesondere gehen Duroplaste mit zunehmender Temperatur vom harten Zustand in den Bereich der thermischen Zersetzung über, ohne so weit zu erweichen, dass eine Umformung möglich wäre. Prinzipiell sind Duroplaste unlöslich, aber je nach Vernetzung mehr oder weniger quellbar in geeigneten Medien. Eine Untermenge der Duroplaste bildet das duroplastische Polyurethan.

[0003] Für die vorliegende Erfindung versteht man unter Duroplast auch vernetzende und reaktive Systeme, bei denen zwei verschiedene Komponenten (Komponente A und Komponente B) zusammengefügt werden, welche die Vernetzung oder Reaktion herbeiführen. Als Material-Komponenten für die Verarbeitung sind neben Polyol und Isocyanat somit auch Phenolharz, Polyesterharz, Epoxidharz, Melaminharz oder reaktive Komponenten wie Peroxid zu nennen. Dabei kann die ein oder anderen Komponente evtl. auch in fester Form vorliegen.

[0004] Beispielsweise bei der Verarbeitung von duroplastischem Polyurethan werden zwei reaktive Ausgangskomponenten, nämlich eine Polyol-Komponente und eine Isocyanat-Komponente zusammengemischt, die miteinander vermischt ein Reaktionsgemisch ergeben. Dieses Reaktionsgemisch wird nach dem Vermischen in eine Form eines Formwerkzeugs eingebracht und reagiert dort chemisch aus. Diesen Vorgang bezeichnet man oftmals auch als Aufschäumvorgang, wobei zwischen einem kompakten Polyurethan und einem geschäumten Polyurethan zu unterscheiden ist. Der Reaktionsvorgang ist irreversibel und damit anders als bei der Thermoplastverarbeitung nicht umkehrbar. Einmal miteinander ausreagierte Polyol- und Isocyanat-Komponenten können – zumindest mechanisch – nicht wieder getrennt werden, so dass eine Recyclierung in eine neue Polyurethanverarbeitung an sich nicht möglich ist. Möglich ist es lediglich, entsprechende Produkte fein zu zerkleinern (z.B. mahlen) und als Beimischprodukte anderen Komponenten zuzufügen.

[0005] Üblicherweise erfolgt die Vermischung der Polyol- und Isocyanat-Komponenten in einem Mischkopf, in dem die beiden Komponenten über Düsen ei-

ner Mischkammer zugeführt und dort miteinander vermischt werden.

[0006] Am Ausgang der Misch- oder einer Beruhigungskammer kann das so hergestellte Reaktionsgemisch dann in die Kavität eines Formwerkzeugs ausgetragen werden. Dabei unterscheidet man zwischen der Einbringung in ein offenes und ein geschlossenes Formwerkzeug. Bei der Einbringung in ein offenes Formwerkzeug ist die Kavität bei der Einbringung des reaktiven Gemisches zunächst geöffnet und das Reaktionsgemisch wird auf eine Kavitätsfläche aufgetragen. Nach der Ein- oder Aufbringung des reaktiven Gemisches wird die Kavität geschlossen, evtl. das Werkzeug zur Beschleunigung der Reaktion erwärmt und die Aushärtung durchgeführt.

[0007] Bei der Einbringung in ein geschlossenes Werkzeug ist die Kavität bereits vor dem Einfüllen des Reaktionsgemisches auf das dem Produkt entsprechende Maß geschlossen und es erfolgt eine Einfüllung in einen gegenüber der Außenumgebung zumindest im wesentlichen abgeschlossenen Kavitätsraum.

[0008] Eine besondere Art der Polyurethanverarbeitung ist dadurch gekennzeichnet, dass Füll- oder Faserstoffe zur Veränderung der physikalischen Eigenschaften, insbesondere der mechanischen Eigenschaften, den Komponenten zugeführt werden. Dabei können beispielsweise Kurzfasern im Bereich von bis zu 0,2 mm einer Komponente beigemischt sein, bevor diese Komponente mit der anderen reaktiven Komponente zusammengebracht wird. Bekannt ist es auch, ein Reaktionsgemisch mit Langfasern herzustellen, bei dem zunächst das Reaktionsgemisch selbst aus der Polyol- und der Isocyanatkomponente in einer Mischkammer hergestellt wird und die geschnittene Langfaser dann am Ausgang der Mischkammer in das Reaktionsgemisch eingebracht wird. Dieser Prozess ist bei der Anmelderin beispielsweise unter der Marke "LFI-PUR" bekannt.

[0009] Problematisch bei der Verwendung von Füllstoffen, insbesondere von Langfasern ist jedoch die derzeitige ausschließliche Möglichkeit der Einbringung in ein offenes Formwerkzeug. Bei der Einbringung in ein geschlossenes Formwerkzeug besteht die Gefahr einer Verstopfung der Düsen und Komponenten mittels der Füllstoffe.

[0010] Im Gegensatz zur Verarbeitung von Duroplasten wird bei der Verarbeitung von thermoplastischem Kunststoff in der Regel eine Extrudereinrichtung in den verschiedensten Ausführungsvarianten verwendet. Insbesondere dient die Extrudereinrichtung, bei der zumindest eine Schnecke in einem Zylinder drehbar (und evtl. auch axial verschiebbar) aufgenommen ist, der Einbringung von Scheerernergie in das Ausgangsmaterial, was – evtl. zusammen mit ei-

ner externen Energieeinbringung zum Aufschmelzen des meist in granulat-, pulver- oder chipform vorliegenden Ausgangsmaterials führt.

[0011] Die Verwendung einer Extrudereinrichtung im Zusammenhang mit der Verarbeitung von oben genannten Duroplasten, insbesondere von duroplastischem Polyurethan war bislang jedoch weder bekannt noch angestrebt. Dies auch deshalb, weil bei einem Stopp der Extrudereinrichtung eine Vernetzung (Aushärten) des Reaktionsgemisches in der Extrudereinrichtung zu befürchten war, was zur Funktionsunfähigkeit der Gesamtanlage hätte führen können.

[0012] Gelöst werden soll das Problem einer Verarbeitung von Duroplasten gemäß dem oben genannten Verständnis, bei denen zwei reaktive oder Vernetzende Komponenten miteinander vermischt werden, insbesondere von duroplastischem Polyurethan, zusammen mit Füllstoffen (z.B. lange Fasern) und Additiven und insbesondere die Einbringung eines solchen reaktiven Gemisches in ein geschlossenes Werkzeug, ohne dass es zu Funktionsstörungen kommt.

[0013] Diese Aufgabe wird durch die in Anspruch 1 genannten Merkmale vorrichtungsmäßig sowie die in Anspruch 16 genannten Merkmale verfahrensmäßig gelöst.

[0014] Ein Gedanke der vorliegenden Erfindung ist darin zu sehen, dass zur Verarbeitung von solchen Duroplasten, insbesondere von duroplastischem Polyurethan eine Extrudervorrichtung, umfassend zumindest eine Extruderschnecke sowie einen Extruderzylinder, verwendet wird. Zumindest eine zur späteren Vernetzung notwendige Komponenten, insbesondere reaktive Komponente des duroplastischen Kunststoffes, wird über eine Einfüllöffnung der Extrudereinrichtung zugeführt. Über die gleiche oder weitere Einfüllöffnungen können Füllstoffe jeglicher Art oder Additive jeglicher Zusammensetzung und Form beigemischt werden, wobei durch Drehung der zumindest einen Extruderschnecke in dem Extruderzylinder die Herstellung einer homogen vermischbaren Materialkomponente oder eines entsprechenden Reaktionsgemisches durchgeführt werden kann.

[0015] Ausgehend von diesem Grundprinzip gibt es eine Vielzahl von Abwandlungen und Realisierungsmöglichkeiten zur Herstellung des später vernetzten oder reagierenden Gemisches selbst. So können beispielsweise die Isocyanat- wie auch Polyol-Komponenten – entweder bereits vermischt oder noch zu vermischen – über die gleiche Einfüllöffnung der Extrudereinrichtung zugeführt werden. Alternativ können die beiden reaktiven Komponenten auch über verschiedenen Einfüllöffnungen der Extrudereinrichtung zugeführt werden. Wiederum alternativ ist es

auch möglich, lediglich eine reaktive Komponente der Extrudereinrichtung zuzuführen und die zweite reaktive Komponente erst nach der Extrudereinrichtung über eine separate Mischvorrichtung dem Materialstrom zuzusetzen.

[0016] Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung lassen sich alle nur erdenklichen Materialien, wie Füllstoffe (Kreide, Kalk, Holz, Recyclingmaterial, Glasfasern, Naturfasern, etc.) und auch Additive beimischen, ohne dass es zu irgendwelchen Verstopfungsproblemen kommt. Überdies können auf diese Weise Drücke aufgebaut werden, die eine Einbringung in eine geschlossenes Werkzeug ermöglichen.

[0017] Je nach Ausführungsform wird das Material über die Extrudereinrichtung diskontinuierlich oder kontinuierlich vom Einfüllbereich bzw. von den Einfüllöffnungen in Richtung des Extruderausgangs gefördert und dort ausgetragen. Je nach Viskositätssituation, Betriebsart und gewünschten Drücken ist es möglich, das Materialgemisch unter Zwischenschaltung einer Speichereinrichtung und/oder einer Einspritzeinrichtung einem Formwerkzeug, ähnlich einem Spritzgießwerkzeug, zuzuführen. Die Zufuhr kann dabei – wie im Spritzgießbereich – durch eine Werkzeughälfte oder aber auch in einer Trennfuge erfolgen. Natürlich ist es auch möglich, als Werkzeug ein Profilwerkzeug, durch welche das Material hindurchgeführt wird (beispielsweise Flachdüse, Profilwerkzeug, Runddüse, etc.) und wie es aus der Extrudertechnik bekannt ist, einzusetzen.

[0018] Wie auch beim Betrieb einer normalen Extrudervorrichtung ist es vorteilhaft, den Extruderzylinder temperierbar auszubilden. Dabei unterscheidet sich jedoch der Temperierbereich während der Prozessierung gegenüber der Verarbeitung von Thermoplastmaterial erheblich. So ist es vorliegend eventuell sogar notwendig, die Prozesseinheit zu kühlen bzw. die Verarbeitungstemperatur unterhalb von 75°C, insbesondere unterhalb 60°C, vorzugsweise unterhalb von 50°C, einzustellen. Bei diesen Temperaturen ist der Reaktionsvorgang der reaktiven Komponenten derart verlangsamt, dass ein Aushärten während der Prozesszeit nicht zu befürchten ist.

[0019] Alternativ zur Verwendung einer Einspritzeinrichtung ist es überdies möglich, zwischen der Extrudereinrichtung und einem Werkzeug eine Zahnradpumpe zum Aufbau eines gewünschten Druckes vorzusehen.

[0020] Als besonderes Material, welches dem Extruder zugeführt werden kann, ist auch Wasser oder ein anderes zum Aufschäumen dienendes Material zu erwähnen. Dadurch, dass beispielsweise einem Polyurethangemisch Wasser zugeführt wird, kann bei der Vernetzung oder Ausreaktion im Werkzeug ein Aufschäumprozess gestartet werden, der zu einem

aufgeschäumten Produkt (gegenüber einem Kompaktprodukt) führt.

[0021] Besonders vorteilhaft ist die Verwendung eines gleichsinnig drehenden Doppelwellenextruders für die Extrudereinrichtung, da damit nicht nur ein hoher Durchsatz sondern auch eine gute Durchmischung erreicht werden kann. Je nachdem, ob die Extrudervorrichtung kontinuierlich oder zyklisch betrieben wird, kann die Zudosierung der reaktiven Komponenten zur Extrudereinrichtung beispielsweise volumetrisch oder gravimetrisch durchgeführt werden.

[0022] Besonders Erwähnung finden sollte, dass auch das Werkzeug temperierbar ausgebildet sein sollte. So kann, je nach Ausgangsmaterialien, der Reaktionsprozess insbesondere bei Temperaturen ab 60°C oder ab 75°C in signifikanter Weise beschleunigt werden. Wird die Temperatur im Werkzeug vor, über einen wesentlichen Zeitraum des Einspritzvorganges oder während des Einspritzvorganges des Reaktionsgemisches unterhalb einer solchen materialabhängigen Temperaturschwelle gehalten, so erfolgt kein nennenswertes Ausreagieren des Materialgemisches. Wird die Temperatur dann über die Initialisierungstemperatur von beispielsweise 75°C angehoben, so erfolgt ein relativ schnelles Ausreagieren, womit sehr kurze Reaktionszeiten und damit Entnahme- und Zykluszeiten realisierbar sind. Von besonderem Interesse ist dabei die Verwendung einer hochdynamischen Temperierung (Heizung und/oder Kühlung).

[0023] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand von verschiedenen Ausführungsbeispielen und mit Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Die Zeichnungen zeigen in

[0024] [Fig. 1](#) eine schematische Seitenansicht einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Verarbeitungsvorrichtung für duroplastisches Polyurethan, wobei beide reaktiven Ausgangskomponenten über die gleiche Einfüllöffnung zugeführt werden,

[0025] [Fig. 2](#) eine schematische Seitenansicht einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Verarbeitungsvorrichtung, wobei die beiden reaktiven Komponenten über zwei verschiedene Einfüllöffnungen zugeführt werden,

[0026] [Fig. 3](#) eine schematische Seitenansicht einer dritten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Verarbeitungsvorrichtung, wobei eine reaktive Komponente über eine Einfüllöffnung und eine weitere reaktive Komponente nach der Extrudereinrichtung zugeführt werden,

[0027] [Fig. 4](#) eine schematische Seitenansicht ei-

ner vierten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Verarbeitungsvorrichtung, wobei zusätzlich eine Speichereinrichtung vorgesehen ist und

[0028] [Fig. 5](#) eine schematische Seitenansicht einer fünften Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Verarbeitungsvorrichtung, wobei zusätzlich zu der Speichereinrichtung noch eine Einspritzeinrichtung vorgesehen ist.

[0029] In [Fig. 1](#) ist in stark vereinfachter, schematischer Weise eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt, die als zentrales Element eine Extrudereinrichtung **10** umfasst. Die Extrudereinrichtung (kurz der Extruder) **10** ist vorliegend als gleichsinnig drehender Doppelwellenextruder mit zwei Extruderschnecken (nicht dargestellt) sowie einem die beiden Extruderschnecken umgebenden Extruderzylinder ausgebildet. Die Extrudereinrichtung **10** umfasst mehrere Einfüllöffnungen **12**, **14** und **16**, über die Materialien, wie später noch beschrieben, den verschiedenen Prozesszonen zugeführt werden können.

[0030] Die beiden Extruderschnecken werden über eine Antriebsvorrichtung **11** drehangetrieben, wobei diese Antriebsvorrichtung einen Drehantrieb, beispielsweise in Form eines Elektromotors, sowie ein Getriebe umfasst.

[0031] Am strömungsabwärtsseitigen Ende des Extruders wird das in der Extrudereinrichtung **10** prozessierte Material über einen Ausgang **18** an eine Einspritzleitung **20** abgegeben, die den Extruder **10** mit einem Spritzgießwerkzeug **22** verbindet, welches vorliegend ebenfalls nur schematisch dargestellt ist. Natürlich kann die Extrudervorrichtung auch unmittelbar an das Werkzeug angedockt oder andockbar ausgebildet sein.

[0032] Da solche Extrudereinrichtungen sowie entsprechende Werkzeuge und die zugehörigen Strömungsverbindungen sowie Nebenaggregate aus der Thermoplastverarbeitung hinreichend bekannt sind, braucht auf die meisten Bauteile bei der vorliegenden Erfindung nicht näher eingegangen werden. Unterschiedlich sollte vor allem die Zufuhr der reaktiven Komponenten zur Extrudereinrichtung ausgeführt sein, die auf die recht geringe Viskosität einer Flüssigkeit abgestellt sein muss. Diesbezüglich kann die Extrudereinrichtung im Einfüllbereich (bei Thermoplast-Material Einzugsbereich) oder bei der Ausbildung eines Anschlusses für eine Zufuhreinrichtung entsprechend angepasst ausgestaltet sein. Auch sollte die Schnecke zur Prozessierung der reaktiven Komponenten ausgestaltet sein, wobei zu berücksichtigen ist, dass möglichst wenig Scheerernergie in das Reaktionsgemisch einzubringen ist.

[0033] Bei der in [Fig. 1](#) gezeigten Ausführungsform

werden die beiden reaktiven Materialkomponenten, nämlich das Isocyanat und die Polyol-Komponente, gemeinsam (Bezugszeichen **24**) der Einfüllöffnung **12** zugeführt. Die beiden Komponenten werden dabei verschiedenen Behältern entnommen, über normale Förderpumpen gefördert und kurz vor der Einfüllöffnung miteinander vermengt oder separat der Einfüllöffnung zugegeben.

[0034] Stromabwärts der Einfüllöffnung **12** werden über die weiteren Einfüllöffnungen **14** und **16** weitere Materialien, wie Füllstoffe (z.B. Langglasfasern) und Additive (z.B. Katalysatoren) zugeführt.

[0035] Die in der Extrudereinrichtung **10** vorgesehenen Schnecken sind dabei für eine gute Vermischung der reaktiven Komponenten und zugeführten Materialien ausgelegt, so dass am Extruderausgang **18** ein homogenes Reaktionsgemisch mit den Füllstoffen den Extruder **10** verlässt.

[0036] Dieses reaktive Materialgemisch wird dann der geschlossenen Form des Formwerkzeugs **22** über eine Trennfuge zugeführt, in der es nach dem Zuführen zu einem fertigen Produkt aushärtet.

[0037] Entsprechend dem konstruktiven Aufbau gemäß [Fig. 1](#) ist vorzugsweise ein zyklischer bzw. diskontinuierlicher Betrieb der Extrudereinrichtung **10** sinnvoll, da nur immer bei einem entleerten und geschlossenen Werkzeug das Reaktionsgemisch in die Kavität des Werkzeugs **22** eingefüllt werden kann. Nach der vollständigen Füllung des Werkzeugs sollte die Förderung gestoppt werden, so dass das Produkt im Werkzeug aushärten kann, bevor es entnommen wird und ein neuer Zyklus gestartet werden kann. Theoretisch ist es auch möglich die Extrudereinrichtung **10** bei abgeschalteter Zufuhr von Stoffen weiter drehen zu lassen, falls dies das Reaktionsgemisch bzw. die darin enthaltenen Stoffe nicht schädigt.

[0038] Aufgrund der Verwendung einer Extrudervorrichtung für die Einbringung eines Füllstoffes können auch Langfasern problemlos verwendet werden, ohne dass sich irgendwelche Düsen zusetzen oder verstopfen.

[0039] Auch muss man bei einer geeigneten Betriebsweise kein Aushärten des Polyurethanmaterials in der Extrudervorrichtung selbst befürchten. Während der Prozessierung sollte die Extrudervorrichtung **10** temperiert, insbesondere gekühlt sein, so dass man prozesstechnisch in einem Temperaturbereich von beispielsweise unterhalb 60°C fährt, in dem das Ausreagieren des Reaktionsgemisches sehr langsam vor sich geht.

[0040] Sollte der Extruderbetrieb mittel- oder langfristig unterbrochen werden, so kann die Zufuhr eine der reaktiven Komponenten zur Einfüllöffnung ge-

stoppt werden, so dass sich kein Reaktionsgemisch mehr in der Extrudervorrichtung selbst befindet. Damit kann auch bei einem mehrstündigen oder mehrtägigen Stop das in der Extrudereinrichtung befindliche Material nicht aushärten, so dass keine Festsetzung der Extruderschnecken in der Extrudervorrichtung befürchtet werden muss. Alternativ oder zusätzlich kann die Extrudereinrichtung bei einem längeren Stop mit einem zusätzlichen Spülmittel gespült werden, so dass es frei ist von sämtlichen Reaktionsstoffen.

[0041] Die Ausführungsform in [Fig. 2](#) unterscheidet sich von derjenigen in [Fig. 1](#) dadurch, dass die beiden reaktiven Komponenten nun nicht mehr über eine und die gleiche Einfüllöffnung zugeführt werden, sondern über zwei verschiedene Einfüllöffnungen, nämlich die Einfüllöffnung **12** und die Einfüllöffnung **14**. So wird vorliegend die Polyol-Komponente **24'** über die Einfüllöffnung **12** und die Isocyanat-Komponente über die Einfüllöffnung **26** zugeführt. Ansonsten kann die Prozessvorrichtung in gleicher Weise betrieben werden. Lediglich das Werkzeug unterscheidet sich vorliegend, wobei in [Fig. 1](#) ein Vertikalwerkzeug in [Fig. 2](#) ein Horizontalwerkzeug **22'** verwendet wird. Auch erfolgt im Gegensatz zur Ausführungsform der [Fig. 1](#) die Zugabe ins Werkzeug **22'** durch eine Werkzeughälfte hindurch erfolgt. Dies hat jedoch für die vorliegende Erfindung keinerlei Bedeutung.

[0042] Eine weitere Ausführungsform ist in [Fig. 3](#) dargestellt, wobei sich diese Ausführungsform dadurch unterscheidet, dass der Extrudereinrichtung **10** lediglich eine einzige reaktive Komponente, vorliegend nämlich die Polyol-Komponente **24'**, zugeführt wird. Die weitere reaktive Komponente, vorliegend die Isocyanat-Komponente **30**, wird erst nach dem Ausgang der Extrudereinrichtung **10** über ein separates Mischelement **28** zugeführt und der Mischung beigegeben. Diese Mischvorrichtung kann beispielsweise ein statischer Mischer sein. Zwar wird bei einer solchen Vorrichtung nicht das Reaktionsgemisch selbst in der Extrudervorrichtung gut gemischt erzeugt. Es können aber Füllstoffe homogen in eine reaktive Komponente eingemischt werden. Zudem muss bei einem erneuten Anfahren nach einem längeren Stopp nicht der gesamte Inhalt der Extrudereinrichtung entfernt werden, sie dies erforderlich ist, wenn beide reaktiven Komponenten über ein und dieselbe Einfüllöffnung zugeführt werden und vor einem Abstellen der Vorrichtung die Zufuhr einer Komponente gestoppt wird.

[0043] In [Fig. 4](#) ist eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in schematischer Weise dargestellt, wobei entsprechend [Fig. 1](#) wiederum über die Einfüllöffnung **12** die beiden reaktiven Komponenten zugeführt werden. Allerdings ist nun zwischen der Extrudereinrichtung **10** und dem Spritz-

gießwerkzeug **22** eine Speichereinrichtung **40** eingefügt, und mit der Leitung **20** verbunden. Die Speichereinrichtung **40** umfasst einen hin und her beweglichen Speicherkolben **42**, der je nach Bewegung ein entsprechend großes Speichervolumen **44** definiert.

[0044] Mit einer solchen Konstruktion kann man die Extrudereinrichtung **10** trotz des diskontinuierlichen Betriebes des Spritzgießwerkzeugs **22** kontinuierlich betreiben. Natürlich ist dazu eine Absperrmöglichkeit zwischen der Speichereinrichtung **40** und der Spritzgießeinrichtung **22** vorzusehen, was vorliegend nicht dargestellt ist. Für den Zeitraum, in dem kein Material in das Formwerkzeug einzufördern ist, erfolgt eine Zwischenspeicherung des in der Extrudereinrichtung **10** kontinuierlich erzeugten Material im Speichervolumen **44**. Ist dann das Reaktionsgemisch in die Kavität einzuspritzen, so erfolgt eine gleichzeitige Förderung aus der Extrudereinrichtung **10** sowie dem Speicher **40** über die Einspritzleitung **20** in die Kavität des Spritzgießwerkzeugs.

[0045] Eine letzte Ausführungsform ist in [Fig. 5](#) dargestellt, wobei sich diese Ausführungsform gegenüber der Ausführungsform in [Fig. 4](#) dadurch unterscheidet, dass nunmehr zwischen der Speichervorrichtung **40** und dem Werkzeug **22'** eine eigene Einspritzeinrichtung für die Generierung eines hohen Einspritzdruckes dargestellt ist. Diese Einspritzeinrichtung umfasst einen in einem Zylinder geführten Einspritzkolben **52**, der mittels einer nicht dargestellten Antriebseinrichtung entsprechend dem Pfeil **56** mit einem bestimmten Druck in Einspritzrichtung beaufschlagt werden kann. Je nach Stellung des Einspritzkolbens wird ein Einspritzvolumen **54** definiert. Bei diesem Verfahren wird das Polyurethangemisch über die Speichereinrichtung **40** zwischengepuffert und diskontinuierlich der Einspritzeinrichtung **50** zugeführt. Die Einspritzeinrichtung **50** ist dafür ausgebildet, um das reaktive Polyurethangemisch mit einem entsprechend hohen Druck in das Spritzgießwerkzeug einzubringen. Dabei sollte die Einspritzvorrichtung **50** möglichst ohne Todräume ausgebildet werden, in denen sich das Polyurethangemisch festsetzen und ausreagieren kann. Vielmehr sollte die Einspritzeinrichtung bei vollkommen vorverschobenem Kolben **52** einen im wesentlichen verschwindenden Speicherraum **54** besitzen. Natürlich müssten auch bei dieser Ausführungsform wieder entsprechende Ventile und Absperrreinheiten vorgesehen sein, die je nach Betrieb der Anlage ein Zurückströmen des Materials entweder in die Extrudervorrichtung **10**, die Speichereinrichtung **40** etc. verhindern. Diese Einrichtungen sind aus dem Stand der Technik bekannt, da die oben beschriebene Vorrichtung generell zur Verarbeitung von Thermoplastmaterial eingesetzt wird.

[0046] Insgesamt eignet sich die Vorrichtung für Prozessierung von mit Füllstoffen und/oder Additiven

versetztem Polyurethan, insbesondere, wenn man eine Misch- oder Scheertemperatur von nicht mehr als 75°C einstellt. Dabei können Drücke von bis zu 60 bar mit der Extrudereinrichtung alleine sichergestellt werden. Wie eingangs bereits erwähnt, kann durch die Zufuhr von Wasser zur Extrudereinrichtung **10** ein Schäumen des Polyurethans im Spritzgießwerkzeug erreicht werden. Insofern kann man durch Zuschalten oder Abstellen der Wasserzufuhr einstellen, ob geschäumt wird oder nicht.

[0047] Auch eignet sich die vorliegende Konstruktion zur Realisierung eines hohen Durchsatzes, hierzu muss die Extrudervorrichtung lediglich schneller gedreht werden. Insgesamt ist es vorstellbar, dass man mit nur zwei Extrudergrößen nahezu alle Anwendungen im Polyurethanbereich abdecken kann.

[0048] Auch die Zugabe von Füllmaterial oder Additiven nach Zusammensetzung und Form ist nahezu unbeschränkt möglich; so kann auch ein vorher gemahlenes PUR-Recyclat als Zugabemittel verwendet werden.

[0049] Natürlich ist es auch möglich, anstelle eines Spritzgießwerkzeugs ein an sich bekanntes Extrusionswerkzeug zu verwenden, durch welches das Reaktionsgemisch am Extruderausgang kontinuierlich hindurchgedrückt wird. Als solches Extruderwerkzeug bieten sich beispielsweise ein Profilwerkzeug, eine Breitschlitzdüse, eine Rohrdüse etc. an.

[0050] Eine besondere Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass das Werkzeug insbesondere das Spritzgießwerkzeug hochdynamisch temperierbar ist. Der Vorteil eines solchen Werkzeugs ist dann klar, wenn man weiß, dass sich die Reaktionszeit sprunghaft verkürzen lässt, wenn man (materialabhängig) eine bestimmte Temperatur, beispielsweise 75°C, übersteigt. Damit ist es möglich, Verfahren durchzuführen, bei denen die Gemischbildung des reaktiven Gemisches im Bereich unterhalb einer solchen Aktivierungstemperatur geschieht, bei der das Reaktionsgemisch auch in das Werkzeug eingebracht wird. Erst nach dem Einbringen des Reaktionsgemisches in das Werkzeug wird die Temperatur sprunghaft über den vorgenannt erwähnten Temperaturwert angehoben, so dass das Ausreagieren unmittelbar und schlagartig erfolgt. So ist es möglich, die Heizzeit mittels der sehr neuen Anwendung einer Beheizung des Werkzeugs mittels eines elektrisch heizbaren Keramikwerkstoffes zu auf wenige Sekunden verkürzen. Ein solcher elektrisch heizbarer Keramikwerkstoff lässt sich beispielsweise innerhalb von 5 bis 10 Sekunden von einer Temperatur von 70 °C auf 125 °C aufheizen. Auf diese Weise könnten die heute üblichen Zykluszeiten von über 1 Minute bis in den Bereich von wenigen Sekunden gesenkt werden, was zu einer erheblichen Steigerung der Produktivität führen würde.

[0051] Insgesamt ist mit der vorliegenden Erfindung eine problemlose Verarbeitung von oben genannten Duroplasten möglich, bei denen zwei miteinander vernetzende oder reagierende Komponenten vermischt werden und zu denen auch Materialien wie Polyester mit einem Härter, Silikonkautschuk mit Silan versetzt und insbesondere auch das aus Isocyanat und Polyol bestehende Polyurethan zählen.

Bezugszeichenliste

10	Extrudereinrichtung
11	Antriebseinrichtung
12	Erste Einfülleinrichtung
14	Zweite Einfülleinrichtung
16	Dritte Einfülleinrichtung
18	Extruderauslass
20	Einspritzleitung
22, 22'	Werkzeug
24	Polyol- und Isocyanat-Komponenten
24'	Polyolkomponente
26	Isocyanatkomponente
28	Mischelement
30	Isocyanatkomponente
40	Speichereinrichtung
42	Speicherkolben
44	Speichervolumen
50	Einspritzeinrichtung
52	Einspritzkolben
54	Einspritzvolumen
56	Einspritzrichtung/Einspritzdruck

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Verarbeitung von Duroplasten, insbesondere duroplastischem Polyurethan, wobei zwei eine Vernetzung oder Reaktion verursachende Komponenten miteinander vermischt werden, umfassend eine Extrudereinrichtung mit einem Zylinder, in dem eine Extruderschnecke drehbar aufgenommen ist, wobei der Zylinder zumindest eine Einfüllöffnung und eine Auslassöffnung aufweist und zumindest eine Einfüllöffnung des Zylinders zum Einfüllen von Kunststoffmaterial in den Zylinder vorgesehen ist, sowie ein Werkzeug, in das oder durch das das aus dem Extrudereinrichtung ausgelegene Material ein- oder durchführbar ist.

dadurch gekennzeichnet, dass

– zumindest eine Einfüllöffnung zur Zufuhr zumindest einer reaktiven oder einer vernetzenden Komponente eines Duroplasten vorgesehen und
– die Extruderschnecke zur Verarbeitung dieser reaktiven oder vernetzenden Komponente ausgebildet sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein oder mehrere Einfüllöffnungen zur Zufuhr von zumindest zwei miteinander vernetzenden oder reagierenden Komponenten eines Duroplasten ausgebildet sind, wobei die zumin-

dest zwei Komponenten über getrennte oder über eine gemeinsame Einfüllöffnung dem Inneren des Zylinders zuführbar sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass strömungsmäßig nach der Auslassöffnung des Zylinder eine Vorrichtung zur Zufuhr einer vernetzenden oder reaktiven Komponente eines Duroplasten vorgesehen ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass über einen oder mehrere Einfüllöffnungen zusätzliche Materialien, wie Füllstoffe oder Additive, zuführbar sind.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, dass der Zylinder temperierbar ausgebildet ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Verarbeitungstemperatur im Zylinder von weniger als 75 °C vorzugsweise weniger als 60 °C, insbesondere weniger als 50 °C einstellbar ist

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass strömungsmäßig nach dem Extruder eine Speichereinrichtung zur zumindest zeitweisen zwischenspeichernden Aufnahme des aus dem Extruder ausgelegenen Materials ausgebildet ist.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Extrudereinrichtung und dem Werkzeug eine Zahnradschnecke angeordnet ist.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Extrudereinrichtung und dem Werkzeug eine Einspritzeinrichtung angeordnet ist.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Einlassöffnung als Anschluss für eine Wasserzufuhr ausgebildet ist.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Extrudereinrichtung eine gleichsinnig drehende Doppelwellenextruder verwendet ist.

12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einer Einfüllöffnung eine Dosiervorrichtung zugeordnet ist, mit der eine volumetrische oder gravimetrische Dosierung der vernetzenden oder reaktiven Komponente ermöglicht ist.

13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden

Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkzeug zur Initiierung des Reaktionsvorganges temperierbar ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkzeug auf eine Temperatur von 60°C bis 100 °C temperierbar ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperierung des Werkzeugs Bauteilspezifisch einstellbar ist.

16. Verfahren zum Herstellen eines duroplastischen Produktes, insbesondere eine Polyurethan-Produktes mit den Schritten,
– Zufuhr zumindest einer vernetzenden oder reaktiven Komponente des Duroplasten zu einer Extrudereinrichtung,
– Herstellen einer vernetzenden oder reaktiven Mischung durch Zufuhr einer weiteren reaktiven Komponente entweder zu der Extrudereinrichtung oder nach dem Austritt des Materials aus der Extrudereinrichtung
– und Ein- oder Durchführung der reaktiven Mischung in oder durch ein Werkzeug.

17. Verfahren nach Anspruche 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Extrudereinrichtung noch weitere Materialien, wie Füllstoffe oder Additive zugeführt werden, die durch den Betrieb der Extrudervorrichtung mit der zumindest einen vernetzenden oder reaktiven Komponente vermischt werden.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Extrudervorrichtung geheizt und/oder gekühlt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperierung auf eine Temperatur unterhalb von 75 °C, insbesondere unter 60 °C, vorzugsweise unter 50°C erfolgt.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Extrudervorrichtung Wasser zugeführt wird.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass mittels einer Zahnradpumpe oder einer Einspritzvorrichtung nachfolgen der Extrudervorrichtung das Austragsmaterial auf ein vorbestimmtes Druckniveau gebracht wird

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine vernetzende oder reaktive Komponente der Extrudervorrichtung gravimetrisch oder volumetrisch zudosiert wird.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass als Werkzeug ein

temperierbares Spritzgusswerkzeug mit zumindest einer Kavität verwendet wird und die Temperatur der Kavitätswand des Werkzeugs nach dem Einspritzvorgang auf einen Temperaturwert angehoben wird, der den Vernetzungs- oder Reaktionsvorgang initialisiert.

24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass eine Temperatur im Bereich von 60 ° C bis 100° C gewählt wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

