

(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Anmeldenummer: GM 8004/2017 (51) Int. Cl.: **B29C 67/24** (2006.01)  
 (22) Anmeldetag: 24.03.2016  
 (24) Beginn der Schutzdauer: 15.06.2017  
 (45) Veröffentlicht am: 15.08.2017

(67) Umwandlung von A 50243/2016

(56) Entgegenhaltungen:  
 EP 0106545 B1  
 JP H10156859 A

(73) Gebrauchsmusterinhaber:  
 ENGEL AUSTRIA GmbH  
 4311 Schwertberg (AT)

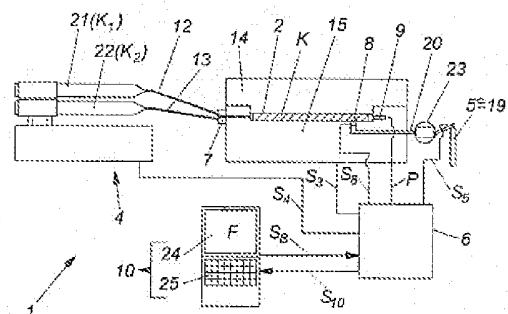
(72) Erfinder:  
 Reith Lorenz Dipl.Ing.Dr.  
 4040 Linz (AT)  
 Bäck Gerhard Dipl.Ing.  
 4311 Schwertberg (AT)  
 Zwicklhuber Paul MSc.  
 4550 Kremsmünster (AT)

(74) Vertreter:  
 Torggler P. Mag.Dr., Hofinger St. Dipl.Ing. Dr.,  
 Gangl M. Mag. Dr., Maschler Ch. MMag. Dr.,  
 Hechenleitner B. Dipl.Ing. (FH) Dr., Lercher A.  
 Dipl.-Phys. Dr.  
 Innsbruck

(54) **Verfahren zum Herstellen eines Kunststoffformteils**

(57) Verfahren zum Herstellen eines ungeschäumten Kunststoffformteils (K) durch ein reaktives Verfahren in einer Formgebungsmaschine (1), mit den Schritten Einbringen von reaktiven Komponenten (K1, K2) oder einer reaktiven Mischung in zumindest eine Kavität (2) eines Formwerkzeugs (3) der Formgebungsmaschine (1) durch eine Einbringvorrichtung (4), Erzeugen eines über Atmosphärendruck liegenden Drucks (P) in zumindest einer Kavität (2) eines Formwerkzeugs (3) der Formgebungsmaschine (1) durch eine Druckbeaufschlagungsvorrichtung (5) und Polymerisieren und Aushärten der reaktiven Komponenten (K1, K2) oder der reaktiven Mischung in der Kavität (2) zum Kunststoffformteil (K), wobei in der zumindest einen Kavität (2) der über Atmosphärendruck liegende Druck (P) bereits vor dem Einbringen der reaktiven Komponenten (K1, K2) oder der reaktiven Mischung in die zumindest eine Kavität (2) erzeugt wird.

Fig. 5



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines ungeschäumten Kunststoffformteiles durch ein reaktives Verfahren in einer Formgebungsmaschine, mit den Schritten Einbringen von reaktiven Komponenten oder einer reaktiven Mischung in zumindest eine Kavität eines Formwerkzeugs der Formgebungsmaschine durch eine Einbringvorrichtung, Erzeugen eines über Atmosphärendruck liegenden Drucks in zumindest einer Kavität eines Formwerkzeugs der Formgebungsmaschine durch eine Druckbeaufschlagungsvorrichtung und Polymerisieren und Aushärten der reaktiven Komponenten oder der reaktiven Mischung in der Kavität zum Kunststoffformteil.

**[0002]** Zur Herstellung von Kunststoffbauteilen bzw. -formteilen können reaktive Verfahren verwendet werden, wobei folgend exemplarisch das Hochdruck-Harzinjektionsverfahren (HP-RTM) und die dafür eingesetzten chemischen Vorprodukte erläutert werden sollen (Hierbei können hochwertige (faserverstärkte) Kunststoffbauteile in kurzen Zykluszeiten hergestellt werden.):

**[0003]** Gängige Reaktivsysteme bestehen aus mehreren, aber zumindest zwei Komponenten: Unter einer Komponente wird im Folgenden eine Mischung eines oder mehrerer zur Polymerisation fähiger Monomere und/oder Oligomere definiert. Diese können wahlweise mit verschiedensten Additiven wie Formtrennmittel, Reaktionsbeschleuniger, Flammschutzmittel, Schlagzähigkeitsmodifikatoren, Farbstoffe oder ähnlichem versetzt sein. Insbesondere folgende 2-Komponenten-Reaktivsysteme sind aus dem Stand der Technik dem Fachmann bekannt:

**[0004]** - Polyol / Isocyanat als Precursor für Polyurethane,

**[0005]** - Harz /aminischer Härter als Precursor für Epoxidharzsysteme und

**[0006]** - Caprolactam oder Laurinlactam mit verschiedenen Additiven als Precursor von Polyamiden.

**[0007]** Als erster Schritt des Herstellungsprozesses beim Hochdruck-Harzinjektionsverfahren und verwandten reaktiven Verarbeitungsverfahren kann die Lagerung der Komponenten angesehen werden. Hierbei hat sich gezeigt, dass man mit steigender Gasbeladung der entsprechenden Komponenten allgemein schlechtere Eigenschaften der resultierenden Bauteile und insbesondere eine signifikant erhöhte Porosität erhält. Eine Lagerung der Komponenten in evakuierten gasdichten Behältern und moderatem Vakuum hat sich daher durchgesetzt und kann für entsprechende Systeme vorausgesetzt werden.

**[0008]** In weiterer Folge wird in einem typischen Herstellungszyklus die jeweilige Komponente über Hochdruckpumpen oder Kolbensysteme verdichtet und mehrere (zumeist zwei) Komponenten in einem dafür vorgesehenen Mischkopf unter entsprechend hohem Druck zu einer reaktiven Mischung vermischt. Als reaktive Mischung wird in weiterer Folge eine Mischung mehrerer (zumeist zweier) Komponenten bezeichnet, welche unter erhöhter Temperatur in der dafür vorgesehenen Kavität eines Formgebungswerkzeugs unter Aushärtung ausreagiert. Aus dem Mischkopf wird die reaktive Mischung in die beheizte Kavität des Formgebungswerkzeugs eingebracht. Gemäß dem Stand der Technik findet der Eintrag der reaktiven Mischung zumeist in ein evakuiertes Formgebungswerkzeug statt. Hierfür haben sich verschiedene Formen von Vakuumbausteinen bewährt, wobei hier, unter anderem wie in DE 10 2013 207 668 A1 angeführt, die Kombination der entsprechenden Evakuierungsbausteine mit Auswerfern bzw. das Vorsehen entsprechender Entlüftungskanäle in der Form (DE 198 50 462 C2) erwähnt seien. Alternativ kann, wie beispielsweise in DE 10 2012 110 354 A1 angeführt, über ein mehrfaches Dichtungssystem das Werkzeug zunächst in einer ersten Schließstellung evakuiert werden und weiters in einer zweiten Schließstellung die evakuierte Kavität gegenüber dem Vakuumschluss abgedichtet werden.

**[0009]** In der Kavität können bereits textile Verstärkungselemente (Preforms) vorliegen, welche durch die reaktive Mischung infiltriert werden. Nach Aushärtung der reaktiven Mischung unter erhöhter Temperatur erhält man nach Öffnen der Form und Entnahme das gewünschte Kunst-

stoffbauteil.

**[0010]** Alternative reaktive Verfahren unterscheiden sich in erster Linie durch die Aufbringung des Injektionsdruckes, so können statt Pumpensystemen auch Schubschneckensysteme (AT 511 514 A2) oder Doppelkolbensysteme verwendet werden.

**[0011]** Bei einem dem Stand der Technik entsprechenden reaktiven Verfahren zur Herstellung eines Kunststoffbauteils werden die Komponenten durch vorherige Druckreduktion teilweise entgast (üblicherweise Lagerung in evakuierten Tanks). Der Höhe dieses Unterdrucks sind allerdings je nach Reaktivsystem Grenzen gesetzt, da gemäß ihres Partialdrucks die einzelnen Bestandteile einer jeden reaktiven Komponente (Aktivatoren, Katalysatoren, ...) unterschiedlich schnell verdampfen. In der Praxis ist demnach nur ein moderater Unterdruck realisierbar, da andernfalls eine Änderung der stöchiometrischen Zusammensetzung und somit des Reaktionsprofils der aus den Komponenten nach deren Vermischung hergestellten reaktiven Mischung folgen würde. Dies hat zur Folge, dass während der Lagerung zwar die Gasbeladung geringer gehalten werden kann, eine vollständige Entgasung der Komponenten vor dem Vermischungs- und Injektionsprozess jedoch niemals stattfindet. Die Vermischung der Komponenten erfolgt, wie oben beschrieben, noch unter einem hohen Druckniveau. Beim Einströmen der reaktiven Masse in die vorher evakuierte Kavität eines Formgebungswerkzeugs kommt es allerdings zu einem starken Druckabfall, welcher zu einem Aufschäumen bzw. zu Entgasungsvorgängen führen kann, da das noch gelöste Restgas nicht vollständig in Lösung gehalten werden kann.

**[0012]** Bei der Herstellung geschäumter Bauteile ist dieser Schäum- und Ausgaseffekt zwar durchaus erwünscht und kann durch entsprechende Gasbeimengung oder unter Gasentwicklung verlaufende chemische Reaktionen unterstützt werden (physikalisches oder chemisches Schäumen), bei der Herstellung von ungeschäumten Kunststoffteilen mittels Hochdruck-Harzinjektionsverfahren oder artverwandten reaktiven Verfahren ist ein entsprechendes Aufschäumen allerdings unerwünscht, da es zu einer unkontrollierbaren Verteilung der Restgase in der Kavität führt, welche sich nach erfolgter Aushärtung durch eine entsprechende Porosität im eigentlichen Bauteil äußert. Allgemein ist unter einem ungeschäumten Kunststoffteil ein Bauteil zu verstehen, welches nach der Herstellung eine Porosität von unter 5 Volumenprozenten aufweist.

**[0013]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, ein gegenüber dem Stand der Technik verbessertes Verfahren anzugeben. Insbesondere soll eine möglichst homogene Füllung der Kavität mit den reaktiven Komponenten oder der reaktiven Mischung während der Herstellung des ungeschäumten Kunststoffformteils möglich sein.

**[0014]** Dies wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Demnach ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass in der zumindest einen Kavität der über Atmosphärendruck liegende Druck bereits vor dem Einbringen der reaktiven Komponenten oder der reaktiven Mischung in die zumindest eine Kavität erzeugt wird. Somit baut die vorliegende Erfindung auf der Idee auf, dass für das Erreichen einer geringen Porosität nicht allein die Menge an Restgas entscheidend ist, sondern vielmehr dessen Verteilung. Es wird somit eine stark inhomogene Injektion sowie die Schäumneigung während des Einspritzens beseitigt, was zu einem kontrollierbaren Injektionsprozess führt.

**[0015]** Anders als bei einem dem Stand der Technik entsprechenden Injektionsvorgang in ein evakuiertes Formgebungswerkzeug werden somit beim Einspritzen sowohl ein Aufschäumen der reaktiven Masse als auch ein Ausgasen aus der reaktiven Matrix verhindert (Mit der geringeren Druckdifferenz wird insbesondere die Triebkraft für das Ausgasen minimiert. Von vorne herein gelöstes Gas bleibt also in Lösung, wodurch die Hauptursache von im Bauteil auftretenden Poren minimiert wird.). Als Folge daraus wird ein homogeneres Voranschreiten der Fließfront erreicht und somit eine unregelmäßige Verteilung der Restluft in der Kavität vermieden. Vielmehr wird das Restgas durch die einströmende reaktive Masse verdrängt und bis zum Ende des Fließweges geschoben bzw. komprimiert. (Entscheidend für die Bauteilqualität und eine minimale Porosität ist nicht alleine die Menge der Restgase in der Kavität, sondern deren Verteilung.).

**[0016]** Zu einem Lösen der Gase in der Kavität kann es nur an der Phasengrenzfläche zwischen reaktiver Masse und Gasphase kommen, da diese klar definiert und auch im Vergleich zu einem schäumenden Reaktionsmedium merklich minimiert ist, kommt dieser Effekt nur an der Fließfront zum Tragen. Insbesondere eignen sich für die entsprechende Methode daher Werkzeuge mit Überlaufkavität am Ende des Fließweges, da hier sämtliche Gase komprimiert werden. Ein weiterer Vorteil beim Arbeiten mit entsprechendem Gegendruck ist durch die Tatsache gegeben, dass unabhängig von den verwendeten Reaktanden jene Reaktionen, welche unter Gasentwicklung ablaufen, durch den Gegendruck verlangsamt werden. Nebenreaktionen, wie die partielle CO<sub>2</sub>-Bildung bei Polyurethansystemen, können somit tendenziell besser unterbunden werden.

**[0017]** Ein weiterer Vorteil einer entsprechenden Gasbeladung ist dadurch gegeben, dass das Gas über eine weit erhöhte Kompressibilität als die reaktive Matrix verfügt. Ein Abschalten des Injektionsvorgangs nach Forminnendruck wird somit durch ein Gaspolster in der Kavität wesentlich exakter. (Somit wird eine Druckerhöhung während des Abschaltvorgangs vermieden, da auch während der Signalübertragung und Schaltzeit die entsprechende Injektionseinheit weiter Material fördern würde, was zu einem Druckanstieg über den Sollwert hinaus führen würde.)

**[0018]** Die Erfindung betrifft nicht nur ein Verfahren zum Herstellen von ungeschäumten Kunststoffformteilen, sondern generell ein Verfahren zum Herstellen eines Kunststoffformteils in einer Formgebungsmaschine, mit den Schritten Erzeugen eines über Atmosphärendruck liegenden Drucks in zumindest einer Kavität eines Formwerkzeugs der Formgebungsmaschine durch eine Druckbeaufschlagungsvorrichtung, Einbringen von reaktiven Komponenten oder einer reaktiven Mischung in die unter Druck stehende Kavität durch eine Einbringvorrichtung, Polymerisieren und Aushärten der reaktiven Komponenten oder der reaktiven Mischung in der Kavität zum Kunststoffformteil, Öffnen des Formwerkzeugs und Auswerfen des Kunststoffformteils aus dem Formwerkzeug. Zudem betrifft die Erfindung eine Formgebungsmaschine, insbesondere Spritzgießmaschine, zum Herstellen eines Kunststoffformteiles durch ein reaktives Verfahren, mit einem Formwerkzeug, in welchem zumindest eine Kavität ausgebildet ist, einer Einbringvorrichtung zum Einbringen von reaktiven Komponenten oder einer reaktiven Mischung in die zumindest eine Kavität des Formwerkzeugs, einer Steuer- oder Regeleinheit zum Steuern oder Regeln der Formgebungsmaschine und einer mit der Kavität in Verbindung stehenden, von der Steuer- oder Regeleinheit ansteuerbaren oder regelbaren Druckbeaufschlagungsvorrichtung, mit welcher in der Kavität ein über Atmosphärendruck liegender Druck, insbesondere zwischen 2 und 200 bar, erzeugbar ist.

**[0019]** Bei reaktiven Spritzgießprozessen zur Herstellung geschäumter - somit nicht ungeschäumter - Kunststoffformteile ist eine Gegendruckbeaufschlagung in der Kavität bereits bekannt.

**[0020]** Beispielsweise zeigt die DE 40 17 517 A1 ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Kunststoffformteilen, wobei mindestens zwei Reaktionskomponenten in dünnflüssigem Zustand unter Bildung eines mit Luft beladenen Reaktionsgemisches durchmischt werden und das Reaktionsgemisch über eine Angussstelle in eine Kavität eines Formwerkzeugs unter Verdrängung der darin befindlichen Luft und Aufbau eines Werkzeuginnendrucks eingespritzt und dort unter Bildung eines Formteils durch chemische Reaktion ausgehärtet wird. Es handelt sich also um das sogenannte RIM- Verfahren. Es wird vorgeschlagen, dass in zeitlicher Nähe des Einspritzendes der Werkzeuginnendruck in mindestens einem bereits mit Reaktionsgemisch gefüllten Bereich erhöht wird und dabei das in einem gelartigen Übergangszustand befindliche Reaktionsgemisch unter Komprimieren von Lufteinschlüssen verdichtet wird. Dadurch werden die mechanischen Bauteileigenschaften an vorgegebenen Stellen positiv beeinflusst. Die Beaufschlagung mit Druck erfolgt in einem Druckbereich von 30 bis 50 bar. Über einen Mischkopf wird das dünnflüssige Reaktionsgemisch eingebracht. Im angussfernen Bereich des Formwerkzeugs ist eine Vorrichtung vorgesehen, mit der der Innendruck in der Kavität lokal erhöht werden kann. Diese Vorrichtung weist eine Gasdüse auf. Das Druckgas kann beispielsweise Stickstoff aus einer Druckflasche sein. Wenn das Sitzventil der Gasdüse geöffnet wird, wird das Reaktionsgemisch im Werkzeug zugleich mit Druckgas mit einem Druck von etwa 40

bis 50 bar beaufschlagt.

**[0021]** Aus der EP 0 904 916 A2 geht Verfahren zur Herstellung von feinzeiligem Hartschaum auf Isocyanat-Basis durch Umsetzung von Polyisocyanaten mit Verbindungen mit mindestens zwei reaktiven Wasserstoffatomen hervor. Dabei werden die Reaktionskomponenten vor dem Einbringen in das Formwerkzeug mit Gas unter Druck beladen. Zudem wird das Formwerkzeug vor, während oder nach dem Einbringen der Reaktionsmischung mit Druck beaufschlagt. Der Druck im Formwerkzeug beträgt zwischen 0,1 und 25 Bar.

**[0022]** Die EP 1 442 872 A1 zeigt ein Verfahren zur Herstellung von Polyurethanformteilen nach dem RIM-Verfahren. Auch hierbei geht es um die Verbindung von Isocyanat und Polyol. Das Polyurethanreaktionsgemisch wird über einen Auslaufkanal in die Kavität einer Form ausgetragen. Wesentlich bei dieser Erfindung ist nun, dass auf das Polyurethangemisch in der Kavität mittels eines gasförmigen Druckmediums ein Druck ausgeübt wird, der so hoch ist, dass bei Schussbeginn in das Polyurethanreaktionsgemisch eindispersiertes Gas in dem Polyurethanreaktionsgemisch gelöst wird. Es gibt einen Mischkopf, eine Mischkammer, eine Gasstation und einen Kompressor. Über den Gaskanal dringt das Druckmedium in die Trennebene zwischen den Formteilen in die Kavität ein. Der Druck wird dabei so gewählt, dass das in das Polyurethanreaktionsgemisch eindispersierte Gas vollständig in Lösung geht. Als gasförmiges Druckmedium können ein Luftstickstoff oder Kohlendioxid oder andere Gase eingesetzt werden. Mit dieser Erfindung ist es möglich schlieren- und fleckenfreie Polyurethanformteile herzustellen.

**[0023]** Die Druckbeaufschlagung dient bei diesen drei genannten Schriften somit vor allem dazu, ein besseres Lösen der eindispersierten Gase zu erreichen, wodurch ein besseres Schäumergebnis erzielt wird. Es kommt bei diesem Verfahren aber dennoch vor, dass die miteinander vermischten reaktiven Komponenten sehr ungleich verteilt sind und somit an unterschiedlichen Stellen unterschiedliche Beschaffenheiten des entstehenden Kunststoffformteils auftreten, was vor allem in der Massenproduktion unerwünscht ist.

**[0024]** Die Aufgabe dieses Erfindungsaspekts liegt daher auch darin, ein gegenüber dem Stand der Technik verbessertes Verfahren bzw. eine verbesserte Formgebungsmaschine zu schaffen. Insbesondere soll eine homogene Verteilung der reaktiven Komponenten bzw. der reaktiven Mischung in der Kavität während des Herstellens des Kunststoffformteils erreicht werden.

**[0025]** Dies wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 2 erreicht. Demnach sind die erfindungsgemäßen Schritte Aufrechterhalten des Drucks in der Kavität durch die Druckbeaufschlagungsvorrichtung bis zum Öffnen des Formwerkzeugs und Abbauen des in der Kavität erzeugten Druck vorgesehen. Durch das Aufrechterhalten des Druckes wird somit während des gesamten Füllens bis zum Verfestigen des Kunststoffformteils eine ausreichend homogene Verteilung erreicht. Demgegenüber wird bei der EP 1 442 872 A1 die Ausübung des Drucks mit dem gasförmigen Druckmedium zu einem Zeitpunkt beendet, bei dem das in das Polyurethangemisch eindispersierte Gas vollständig gelöst ist. Bei der EP 0 904 916 A2 wird die Druckentspannung nach dem Einbringen der Reaktionsmischung in das Formwerkzeug bis zur Abbindezeit minus 1 Sekunde durchgeführt. Somit wird bei diesen beiden Schriften der Druck bereits vor dem Öffnen des Formwerkzeugs abgebaut. In der DE 40 17 517 A1 ist lediglich angeführt, dass noch eine Druckerhöhung in zeitlicher Nähe des Einspritzendes erfolgen kann. Im Speziellen ist angeführt, dass nach Ablauf einer Verzögerungszeit zunächst das Sitzventil der Gasdüse geöffnet und das Reaktionsgemisch im Werkzeug zugleich mit Druckgas beaufschlagt wird. Nach Ablauf der Begasungszeit, die einige Sekunden betragen kann, wird zuerst das Ventil geschlossen und anschließend über das Ventil die Leitung drucklos gemacht. Somit lehrt keine der Schriften ein Aufrechterhalten des Drucks in der Kavität bis zum Öffnen des Formwerkzeugs.

**[0026]** Bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben. Dabei gelten diese Ausführungsbeispiele sinngemäß für beide angegebenen Erfindungsaspekte.

**[0027]** Die zumindest zwei reaktiven Komponenten können voneinander getrennt in die Kavität eingebracht werden und sich erst dort vermischen. Bevorzugt ist aber vorgesehen, dass die zumindest zwei reaktiven Komponenten bereits als reaktive Mischung in die Kavität eingebracht werden.

**[0028]** Generell ist es möglich, dass die reaktiven Komponenten, beispielsweise in voneinander separaten, Einspritzaggregaten mit Einspritzzylindern und Einspritzschnecken aufbereitet werden. Es ist aber auch möglich, dass sich die reaktiven Komponenten in entsprechenden Behältern befinden, von welchen sie in die Kavität geleitet werden. Generell kann dabei vorgesehen sein, dass die reaktiven Komponenten vor dem Einbringen in die Kavität bei Unterdruck gelagert werden.

**[0029]** Prinzipiell ist es möglich eine Flüssigkeit über die Druckbeaufschlagungsvorrichtung in die Kavität einzubringen. Bevorzugt ist allerdings vorgesehen, dass durch die Druckbeaufschlagungsvorrichtung ein gasförmiges Druckmedium, vorzugsweise Druckluft, Kohlendioxid, getrocknete Luft oder Inertgase wie beispielsweise Argon oder Stickstoff, in die Kavität eingebracht wird.

**[0030]** Ein gasförmiges Druckmedium ist besonders dazu geeignet, um die durch die eingebrachten reaktiven Komponenten oder die reaktive Mischung auftretende Verdrängung auszugleichen. Demnach ist bevorzugt vorgesehen, dass ein durch das gasförmige Druckmedium eingenommenes Volumen in der Kavität während des Einbringens der reaktiven Komponenten auf 0,1 % bis 10 % des ursprünglichen Volumens reduziert wird. Um hierbei eine gezieltere Verdrängung zu ermöglichen, ist bevorzugt vorgesehen, dass das gasförmige Druckmedium in einer Überlaufkavität des Formwerkzeugs komprimiert wird.

**[0031]** Weiters ist bevorzugt vorgesehen, dass eine vollständige Druckentspannung des gasförmigen Druckmediums erst erfolgt, wenn ein Umsatzgrad der Reaktion der reaktiven Komponenten von zumindest 70 % erreicht ist. Das Erreichen dieses Schwellwerts kann dabei über entsprechende Sensoren oder anhand von Erfahrungswerten ermittelt werden.

**[0032]** Für einen besonders vorteilhaften Einspritzverlauf ist bevorzugt vorgesehen, dass der, vorzugsweise zwischen 2 und 20 bar liegende, Druck in der Kavität während des Einbringens bis zu einem Arbeitsdruck, vorzugsweise auf einen Druck zwischen 50 und 250 bar, erhöht wird und dann bei diesem Arbeitsdruck konstant gehalten wird.

**[0033]** Prinzipiell kann ein teilweises Abbauen des in der Kavität erzeugten Drucks durch entsprechende Ablassvorrichtungen erfolgen. Das gänzliche Abbauen des in der Kavität erzeugten Drucks erfolgt aber letztlich durch das Öffnen des Formwerkzeugs.

**[0034]** Schutz wird auch für eine Formgebungsmaschine mit den Merkmalen von Anspruch 10 begehrt. Demnach ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Steuer- oder Regeleinheit die Druckbeaufschlagungsvorrichtung derart steuert oder regelt, dass der Druck in der Kavität bis zum Öffnen aufrechterhalten bleibt. Bevorzugte Ausführungsbeispiele sind auch hier in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0035]** Prinzipiell können die zumindest zwei reaktiven Komponenten direkt in der Kavität gemischt werden. Bevorzugt ist allerdings eine Mischvorrichtung zwischen der Einbringvorrichtung und der Kavität vorgesehen ist, in welcher reaktive Komponenten zur reaktiven Mischung mischbar sind.

**[0036]** Um ein gezielteres Beeinflussen des Druckes in der Kavität zu ermöglichen, ist bevorzugt vorgesehen, dass im oder am Formwerkzeug eine von der Steuer- oder Regeleinheit steuer- oder regelbare Ablassvorrichtung, vorzugsweise ein Druckablassventil, eine semipermeable Membran oder eine Sinterscheibe, zum Verringern des Drucks in der Kavität angeordnet ist.

**[0037]** Die Steuer- oder Regeleinheit kann nicht nur zur Steuerung oder Regelung der Druckbeaufschlagungsvorrichtung dienen, sondern es ist auch möglich, dass über die Steuer- oder Regeleinheit eine Schließenheit der Formgebungsmaschine steuer- oder regelbar ist.

**[0038]** Für die gezieltere Beeinflussung des Drucks in der Kavität ist es von Vorteil, wenn im oder am Formwerkzeug eine Messvorrichtung zum Messen des Drucks in der Kavität angeordnet ist. Dadurch kann in Abhängigkeit des über die Messvorrichtung gemessenen Drucks, vorzugsweise von der Steuer- oder Regeleinheit, der aktuelle Füllstand der Kavität mit den reaktiven Komponenten errechnet wird. Für eine bessere Nachvollziehbarkeit ist es dabei zudem von Vorteil, wenn der aktuelle Füllstand, vorzugsweise über eine Bedieneinrichtung der Formgebungsmaschine, anzeigbar ist.

**[0039]** Weitere Einzelheiten und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der Figurenbeschreibung unter Bezugnahme auf die in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele im Folgenden näher erläutert. Darin zeigen:

- [0040]** Fig. 1 schematisch einen Fließfrontverlauf nach dem Stand der Technik während einer Injektion in eine evakuierte Kavität,
- [0041]** Fig. 2 schematisch einen Fließfrontverlauf zu verschiedenen Zeitpunkten während des Injektionsprozesses bei Gasgegendruckbeaufschlagung,
- [0042]** Fig. 3 schematisch eine Formgebungsmaschine nach dem Stand der Technik mit einer Vakuumpumpe,
- [0043]** Fig. 4 schematisch Teile einer Formgebungsmaschine mit einer Druckbeaufschlagungsvorrichtung und
- [0044]** Fig. 5 schematisch wesentliche Komponenten einer Formgebungsmaschine mitsamt Steuer- oder Regeleinheit und Bedieneinrichtung.

**[0045]** In Fig. 1 ist schematisch ein Verlauf der Fließfront während einer Injektion in eine evakuierte Kavität illustriert. Dabei stellen die eingezeichneten Fließfrontlinien FF den Verlauf der Fließfront zu verschiedenen, regelmäßig voneinander beabstandeten Zeitpunkten während eines Injektionsprozesses dar. Die reaktive Mischung bestehend aus reaktiven Komponenten K1 und K2 wird dabei über den Anguss 11 in Injektionsrichtung IR in die Kavität 2 eingebracht. Durch diesen etwas wirren und sehr unregelmäßigen Fließfrontverlauf entstehen diverse Gaseinschlüsse L, welche die Qualität des entstehenden Kunststoffformteils K negativ beeinflussen.

**[0046]** Demgegenüber ist es mit der vorliegenden Erfindung möglich, einen Fließfrontverlauf gemäß der Fig. 2 zu erreichen. Dabei ist erkennbar, dass die einzelnen Fließfrontlinien FF nach dem Einspritzen in Injektionsrichtung IR über den Anguss 11 sehr regelmäßig verlaufen. Dadurch ist eine homogene Füllung der Kavität mit den zu einer reaktiven Mischung vermischten reaktiven Komponenten K1 und K2 gegeben.

**[0047]** In Fig. 3 ist eine aus dem Stand der Technik bekannte Formgebungsmaschine 1 schematisch dargestellt, bei welcher über die Einbringvorrichtung 4 die reaktiven Komponenten K1 und K2 über die Zuleitungen 12 und 13 und der Mischvorrichtung 7 als reaktive Mischung in die Kavität 2 eingebracht werden. Vor dem Befüllen der im Formwerkzeug ausgebildeten Kavität 2 wird die Kavität 2 über die Vakuumpumpe 17, die Vakuumleitung 18 und den Vakuumbaustein 16 evakuiert. Bei einer entsprechenden Füllung bzw. Injektion kommen nachteilige Fließfrontverläufe zustande, wie sie in Fig. 1 veranschaulicht sind.

**[0048]** Demgegenüber werden mit den schematisch dargestellten Formgebungsmaschinen 1 der Fig. 4 und 5 Fließfrontverläufe gemäß der Fig. 2 erreicht.

**[0049]** In Fig. 4 sind wieder die wesentlichen Komponenten der Formgebungsmaschine 1 dargestellt, wobei auf die Darstellung der Schließeinheit verzichtet wird. Als Teile der Schließeinheit sind aber die beiden Formhälften 14 und 15 ersichtlich, welche zusammen das Formwerkzeug 3 bilden. In diesem Formwerkzeug 3 ist zumindest eine Kavität 2 ausgebildet. Aus Behältern werden die reaktiven Komponenten K1 und K2 von der Einbringvorrichtung 4 über die Zuleitungen 12 und 13 zur Mischvorrichtung 7 zugeführt. In dieser Mischvorrichtung 7 werden die beiden reaktiven Komponenten K1 und K2 zur reaktiven Mischung vermischt. In weiterer Folge gelangen die vermischten reaktiven Komponenten K1 und K2 über den Anguss 11 in die

Kavität 2. Diese Kavität 2 wird vor dem Einbringen bereits mit einem gasförmigen Druckmedium M befüllt. Dieses Befüllen erfolgt über die Druckbeaufschlagungsvorrichtung 5, welche in diesem Fall als Gasflasche 19 ausgebildet ist. Von dieser Druckbeaufschlagungsvorrichtung 5 gelangt das gasförmige Druckmedium M über die Druckleitung 20 in die Kavität 2. Dadurch wird beim Einbringen der zur reaktiven Mischung vermischten reaktiven Komponenten K1 und K2 ein Gasgegendruck ausgebaut. Somit ergibt sich eine homogene Füllung der Kavität 2. Der Druck P in der Kavität 2 wird bis zum Öffnen des Formwerkzeugs 3 aufrechterhalten. Zu diesem Zeitpunkt sind die reaktiven Komponenten K1 und K2 bereits zum Großteil zum Kunststoffformteil K ausgehärtet. Dieses Kunststoffformteil K wird dann über eine nicht dargestellte Auswerfervorrichtung aus dem Formwerkzeug 3 ausgeworfen.

**[0050]** In Fig. 5 ist zusätzlich schematisch die Steuer- oder Regeleinheit 6 dargestellt. Diese kann natürlich in funktionell gleicher Form auch bei einer Formgebungsmaschine 1 gemäß der Fig. 4 eingesetzt werden. Gemäß Fig. 5 jedenfalls weist die Einbringvorrichtung 4 zwei separate Einspritzaggregate 21 und 22 für die jeweiligen reaktiven Komponenten K1 und K2 auf, welche über die Zuleitungen 12 und 13 der Mischvorrichtung 7 zugeführt werden. Die Druckbeaufschlagung der Kavität 2 erfolgt auch in diesem Fall über eine Druckbeaufschlagungsvorrichtung 5 in Form einer Gasflasche 19. Zusätzlich ist aber auch ein Kompressor 23 in der Leitung 20 zwischengeschaltet. Für einen möglichst optimalen Injektionsverlauf weist diese Formgebungsmaschine 1 noch zusätzliche Teile auf. Demnach ist im Formwerkzeug 3 angrenzend an die Kavität 2 eine Messvorrichtung 9 zum Messen des Drucks P in der Kavität 2 angeordnet. Ein den Druck P repräsentierendes Signal wird an die Steuer- oder Regeleinheit 6 übermittelt. Zudem ist in der Druckleitung 20 eine Ablassvorrichtung 8 angeordnet. Über ein entsprechendes Signal  $S_8$  kann diese Ablassvorrichtung 8 von der Steuer- oder Regeleinheit 6 gesteuert oder geregelt werden. Auch die Druckbeaufschlagungsvorrichtung 5 kann - bevorzugt über ein nicht dargestelltes Ventil - von der Steuer- oder Regeleinheit 6 über ein entsprechendes Signal  $S_5$  gesteuert oder geregelt werden. Das Signal  $S_4$  dient der Steuerung oder Regelung der Einbringvorrichtung 4. Mit dem Signal  $S_3$  wird die Bewegung des Formwerkzeugs 3 (bzw. die nicht dargestellte Schließeinheit) gesteuert oder geregelt. In Abhängigkeit des den Druck P repräsentierenden Signals kann die Steuer- oder Regeleinheit 6 die einzelnen Komponenten der Formgebungsmaschine 1 entsprechend steuern bzw. regeln. Dadurch kann der Fließfrontverlauf noch besser beeinflusst werden. So kann beispielsweise, wenn nötig, über die Druckbeaufschlagungsvorrichtung 5 zusätzlich Druck P aufgebaut werden oder im umgekehrten Fall über die Ablassvorrichtung 8 entsprechend der Druck P in der Kavität 2 verringert werden. Auch kann die Einbringvorrichtung 4 entsprechend langsamer oder schneller die reaktiven Komponenten K1 und K2 bzw. die reaktive Mischung zuführen. Zudem kann auch die Schließeinheit durch Verändern der aufgebrauchten Schließkraft eine Veränderung in der Kavität 2 bewirken. Weiters ist es möglich, dass in Abhängigkeit des über die Messvorrichtung 9 gemessenen Drucks P der aktuelle Füllstand F der Kavität mit den reaktiven Komponenten K1 und K2 errechnet wird. Ein entsprechendes Signal  $S_{10}$  wird dann der Bedienvorrichtung 10 zugeführt. Diese Bedienvorrichtung 10 weist in diesem Fall eine Anzeigevorrichtung 24 in Form eines Bildschirms und Bedienelemente 25, beispielsweise in Form einer Tastatur und/oder in Form von auf der Anzeigevorrichtung 24 angezeigten Bedientasten, auf. Zur besseren Nachvollziehbarkeit kann dieser Füllstand F auf der Anzeigevorrichtung 24 angezeigt werden. Generell kann über die Bedienvorrichtung 10 natürlich auch die Steuer- oder Regeleinheit 6 und mit dieser die entsprechenden weiteren Teilen der Formgebungsmaschine 1 über Bediensignale  $S_B$  von einem Bediener angesteuert bzw. beeinflusst werden.

**[0051]** Zusammenfassend sind mit der vorliegenden Erfindung somit eine Methode und eine Formgebungsmaschine 1 zur reaktiven Herstellung eines Kunststoffformteils K in einem geschlossenen Formwerkzeug 3 beschrieben, wobei die Formfüllung durch vorherige Druckbeaufschlagung der Kavität 2 mit einem Druckmedium M moduliert wird. Dadurch wird zwar die gesamte Gasmenge in der Kavität 2 gesteigert, jedoch wird die Verteilung der Restgase wesentlich besser lokalisiert und kontrolliert, wodurch Bauteile mit geringerer Porosität und erhöhter Festigkeit hergestellt werden können.

## BEZUGSZEICHENLISTE:

- 1 Formgebungsmaschine
- 2 Kavität
- 3 Formwerkzeug
- 4 Einbringungsvorrichtung
- 5 Druckbeaufschlagungsvorrichtung
- 6 Steuer- oder Regeleinheit
- 7 Mischvorrichtung
- 8 Ablassvorrichtung
- 9 Messvorrichtung
- 10 Bedieneinrichtung
- 11 Anguss
- 12 Zuleitung für K1
- 13 Zuleitung für K2
- 14 Formhälfte
- 15 Formhälfte
- 16 Vakuumbaustein
- 17 Vakuumpumpe
- 18 Vakuumleitung
- 19 Gasflasche
- 20 Druckleitung
- 21 Einspritzaggregat für K1
- 22 Einspritzaggregat für K2
- 23 Kompressor
- 24 Anzeigevorrichtung
- 25 Bedienelement
- K1 erste reaktive Komponente
- K2 zweite reaktive Komponente
- P Druck
- M gasförmiges Druckmedium
- F Füllstand
- IR Injektionsrichtung
- FF Fließfrontlinie
- L Lufteinschluss
- K Kunststoffformteil
- S<sub>8</sub> Steuersignal für 8
- S<sub>5</sub> Steuersignal für 5
- S<sub>4</sub> Steuersignal für 4
- S<sub>3</sub> Steuersignal für 3
- S<sub>10</sub> Steuersignal für 10
- S<sub>B</sub> Bediensignal

## Ansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines ungeschäumten Kunststoffformteiles (K) durch ein reaktives Verfahren in einer Formgebungsmaschine (1), mit den Schritten:
  - Einbringen von reaktiven Komponenten (K1, K2) oder einer reaktiven Mischung in zumindest eine Kavität (2) eines Formwerkzeugs (3) der Formgebungsmaschine (1) durch eine Einbringvorrichtung (4),
  - Erzeugen eines über Atmosphärendruck liegenden Drucks (P) in zumindest einer Kavität (2) eines Formwerkzeugs (3) der Formgebungsmaschine (1) durch eine Druckbeaufschlagungsvorrichtung (5) und
  - Polymerisieren und Aushärten der reaktiven Komponenten (K1, K2) oder der reaktiven Mischung in der Kavität (2) zum Kunststoffformteil (K),  
**dadurch gekennzeichnet**, dass in der zumindest einen Kavität (2) der über Atmosphärendruck liegende Druck (P) bereits vor dem Einbringen der reaktiven Komponenten (K1, K2) oder der reaktiven Mischung in die zumindest eine Kavität (2) erzeugt wird.
2. Verfahren zum Herstellen eines Kunststoffformteils (K) in einer Formgebungsmaschine (1), mit den Schritten:
  - Erzeugen eines über Atmosphärendruck liegenden Drucks (P) in zumindest einer Kavität (2) eines Formwerkzeugs (3) der Formgebungsmaschine (1) durch eine Druckbeaufschlagungsvorrichtung (5),
  - Einbringen von reaktiven Komponenten (K1, K2) oder einer reaktiven Mischung in die unter Druck stehende Kavität (2) durch eine Einbringvorrichtung (4),
  - Polymerisieren und Aushärten der reaktiven Komponenten (K1, K2) oder der reaktiven Mischung in der Kavität (2) zum Kunststoffformteil (K),
  - Öffnen des Formwerkzeugs (3) und
  - Auswerfen des Kunststoffformteils (K) aus dem Formwerkzeug (3),  
**gekennzeichnet durch** die Schritte
    - Aufrechterhalten des Drucks (P) in der Kavität (2) durch die Druckbeaufschlagungsvorrichtung (5) bis zum Öffnen des Formwerkzeugs (3) und
    - Abbauen des in der Kavität (2) erzeugten Druck (P).
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die reaktiven Komponenten (K1, K2) vor dem Einbringen in die Kavität (2) bei Unterdruck gelagert werden.
4. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei durch die Druckbeaufschlagungsvorrichtung (5) ein gasförmiges Druckmedium (M), vorzugsweise Druckluft, Kohlendioxid, getrocknete Luft oder Inertgase wie beispielsweise Argon oder Stickstoff, in die Kavität (2) eingebracht wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei ein durch das gasförmige Druckmedium (M) eingenommenes Volumen in der Kavität während des Einbringens der reaktiven Komponenten (K1, K2) auf 0,1 % bis 10 % des ursprünglichen Volumens reduziert wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, wobei das gasförmige Druckmedium (M) in einer Überlaufkavität des Formwerkzeugs (3) komprimiert wird.
7. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei eine vollständige Druckentspannung des gasförmigen Druckmediums (M) erst erfolgt, wenn ein Umsatzgrad der Reaktion der reaktiven Komponenten (K1, K2) oder der reaktiven Mischung von zumindest 70 % erreicht ist.
8. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der, vorzugsweise zwischen 2 und 20 bar liegende, Druck (P) in der Kavität (2) während des Einbringens bis zu einem Arbeitsdruck, vorzugsweise auf einen Druck (P) zwischen 50 und 250 bar, erhöht wird und dann bei diesem Arbeitsdruck konstant gehalten wird.
9. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Abbauen des in der Kavität (2) erzeugten Drucks (P) durch Öffnen des Formwerkzeugs (3) erfolgt.

10. Formgebungsmaschine (1), insbesondere Spritzgießmaschine, zum Herstellen eines Kunststoffformteiles (K) durch ein reaktives Verfahren, insbesondere nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 9, mit
- einem Formwerkzeug (3), in welchem zumindest eine Kavität (2) ausgebildet ist,
  - einer Einbringvorrichtung (4) zum Einbringen von reaktiven Komponenten (K1, K2) oder einer reaktiven Mischung in die zumindest eine Kavität (2) des Formwerkzeugs (3),
  - einer Steuer- oder Regeleinheit (6) zum Steuern oder Regeln der Formgebungsmaschine (1) und
  - einer mit der Kavität (2) in Verbindung stehenden, von der Steuer- oder Regeleinheit (6) ansteuerbaren oder regelbaren Druckbeaufschlagungsvorrichtung (5), mit welcher in der Kavität (2) ein über Atmosphärendruck liegender Druck (P), insbesondere zwischen 2 und 200 bar, erzeugbar ist,
- dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuer- oder Regeleinheit (6) die Druckbeaufschlagungsvorrichtung (5) derart steuert oder regelt, dass der Druck (P) in der Kavität (2) bis zum Öffnen aufrechterhalten bleibt.
11. Formgebungsmaschine nach Anspruch 10, wobei eine Mischvorrichtung (7) zwischen der Einbringvorrichtung (4) und der Kavität (2) vorgesehen ist, in welcher reaktive Komponenten (K1, K2) mischbar sind.
12. Formgebungsmaschine nach Anspruch 10 oder 11, wobei durch die Druckbeaufschlagungsvorrichtung (5) ein gasförmiges Druckmedium (M) in die Kavität (2) einbringbar ist.
13. Formgebungsmaschine nach wenigstens einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei im oder am Formwerkzeug (3) eine von der Steuer- oder Regeleinheit (6) steuer- oder regelbare Ablassvorrichtung (8), vorzugsweise ein Druckablassventil, eine semipermeable Membran oder eine Sinterscheibe, zum Verringern des Drucks (P) in der Kavität (2) angeordnet ist.
14. Formgebungsmaschinen nach wenigstens einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei über die Steuer- oder Regeleinheit (6) eine Schließenheit der Formgebungsmaschine (1) steuer- oder regelbar ist.
15. Formgebungsmaschine nach wenigstens einem der Ansprüche 10 bis 14, wobei im oder am Formwerkzeug (3) eine Messvorrichtung (9) zum Messen des Drucks (P) in der Kavität (2) angeordnet ist.
16. Formgebungsmaschine nach Anspruch 15, wobei in Abhängigkeit des über die Messvorrichtung (9) gemessenen Drucks (P), vorzugsweise von der Steuer- oder Regeleinheit (6), der aktuelle Füllstand (F) der Kavität (2) mit den reaktiven Komponenten (K1, K2) oder der reaktiven Mischung errechenbar ist.
17. Formgebungsmaschine nach Anspruch 16, wobei der aktuelle Füllstand (F), vorzugsweise über eine Bedieneinrichtung (10) der Formgebungsmaschine (1), anzeigbar ist.

**Hierzu 3 Blatt Zeichnungen**

Fig. 1  
(St. d. T.)

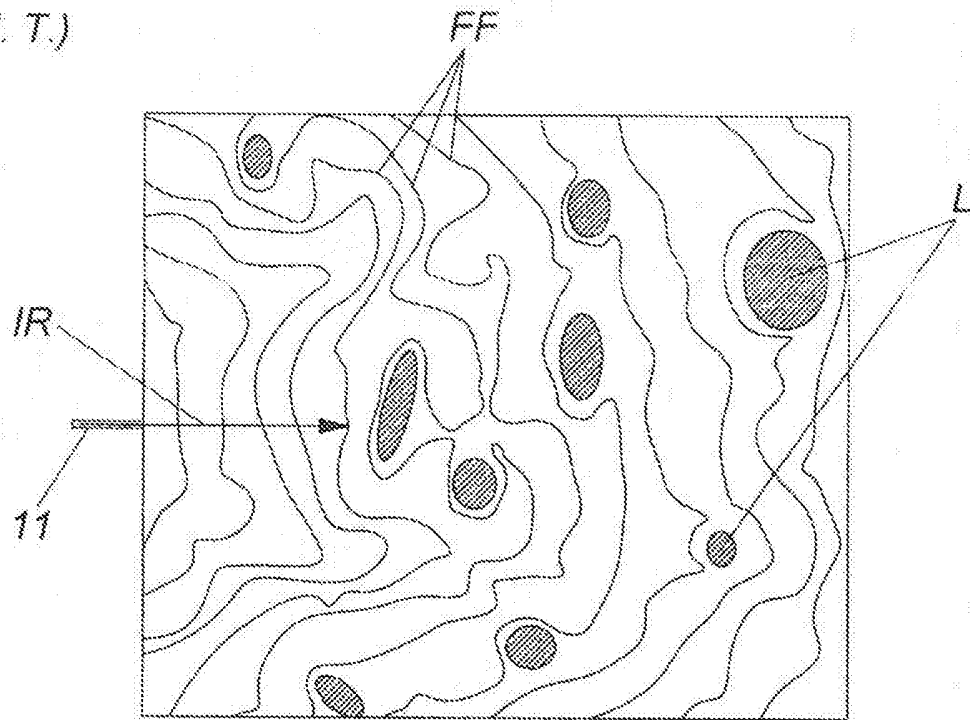


Fig. 2

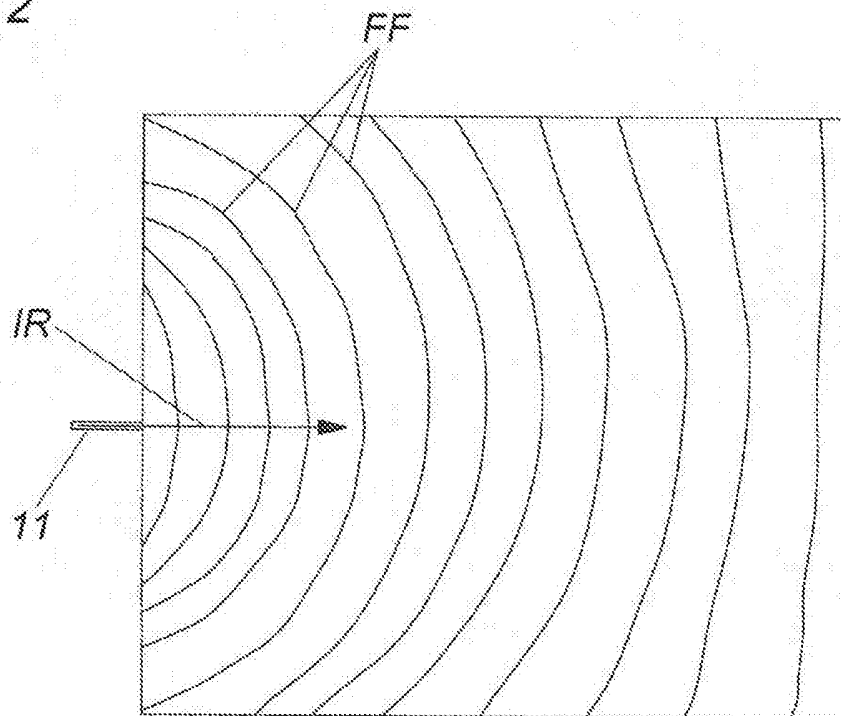


Fig. 3  
 (St. d. T.)

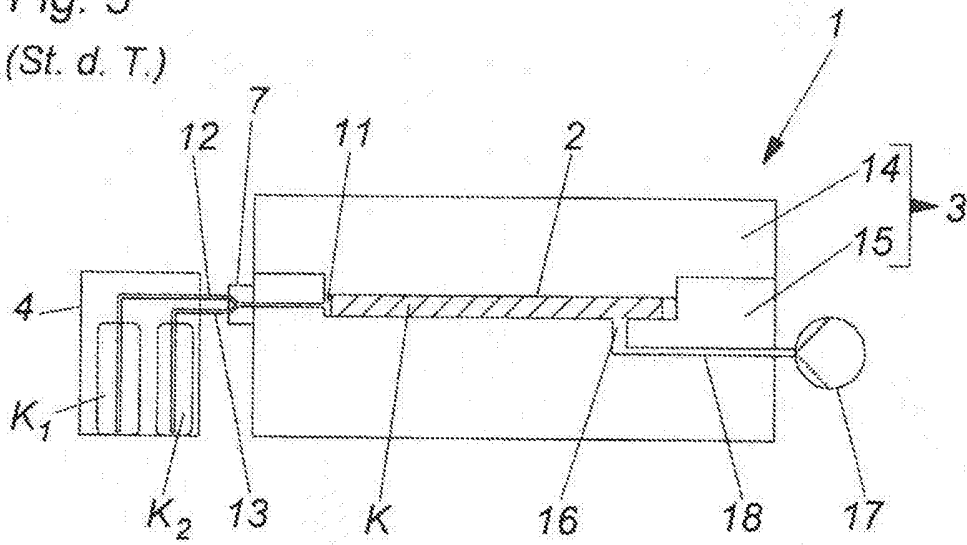


Fig. 4

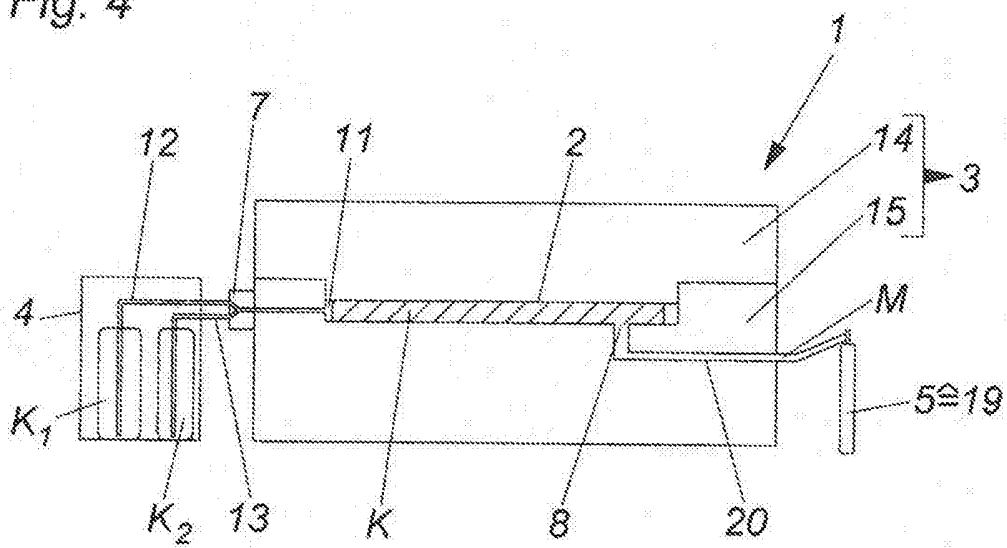
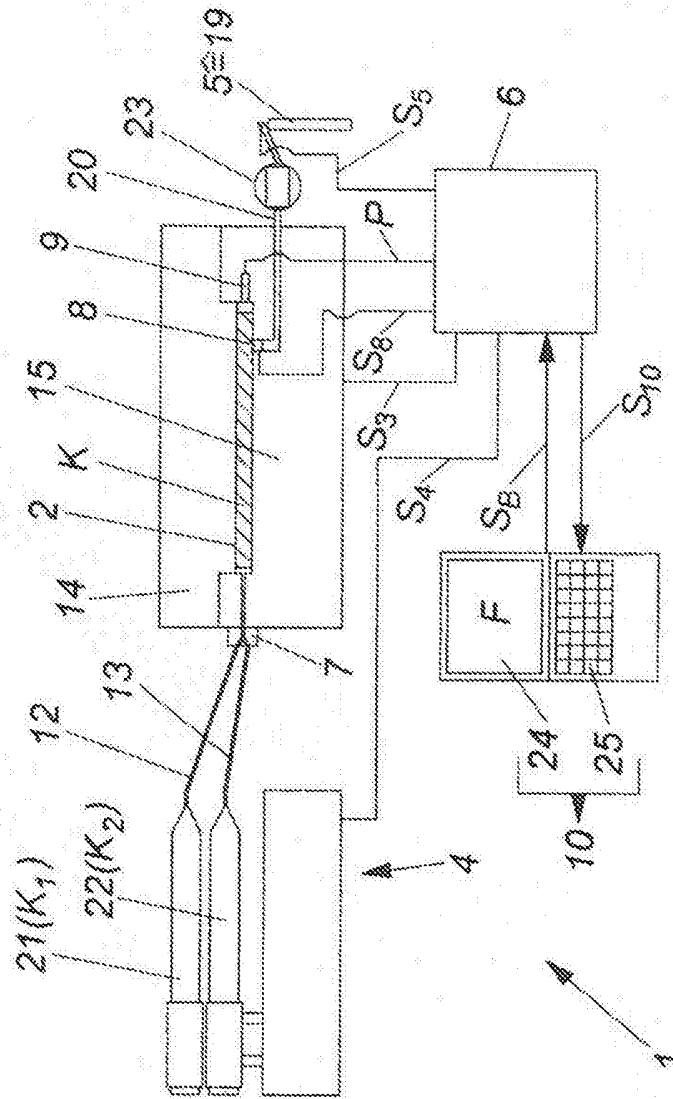


Fig. 5



Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC: <b>B29C 67/24</b> (2006.01)
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß CPC: <b>B29C 67/246</b> (2013.01)
Recherchiertes Prüfobjekt (Klassifikation): B29C
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC, WPIAP

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **24.03.2016** eingereichten Ansprüchen **1-17** erstellt.

Kategorie <sup>1)</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	EP 0106545 B1 (UBE INDUSTRIES) 10. Juni 1987 (10.06.1987) Abstract, Figuren	1-17
X	JP H10156859 A (NIPPON ZEON CO) 16. Juni 1998 (16.06.1998) Abstract, Absatz [0032]	1, 3-17

Datum der Beendigung der Recherche: 17.02.2017	Seite 1 von 1	Prüfer(in): STOJANOVIC Thomas
---	---------------	----------------------------------

<sup>1)</sup> <b>Kategorien</b> der angeführten Dokumente: <b>X</b> Veröffentlichung <b>von besonderer Bedeutung</b> : der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. <b>Y</b> Veröffentlichung <b>von Bedeutung</b> : der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese <b>Verbindung für einen Fachmann naheliegend</b> ist.	<b>A</b> Veröffentlichung, die den allgemeinen <b>Stand der Technik</b> definiert. <b>P</b> Dokument, das von <b>Bedeutung</b> ist (Kategorien <b>X</b> oder <b>Y</b> ), jedoch <b>nach dem Prioritätstag</b> der Anmeldung veröffentlicht wurde. <b>E</b> Dokument, das <b>von besonderer Bedeutung</b> ist (Kategorie <b>X</b> ), aus dem ein „ <b>älteres Recht</b> “ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). <b>&amp;</b> Veröffentlichung, die Mitglied der selben <b>Patentfamilie</b> ist.
---	---