

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50383/2015 (51) Int. Cl.: **B29C 45/76** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 11.05.2015
(43) Veröffentlicht am: 15.11.2016

(56) Entgegenhaltungen:
US 4816197 A
US 2009045537 A1

(71) Patentanmelder:
ENGEL AUSTRIA GMBH
4311 SCHWERTBERG (AT)

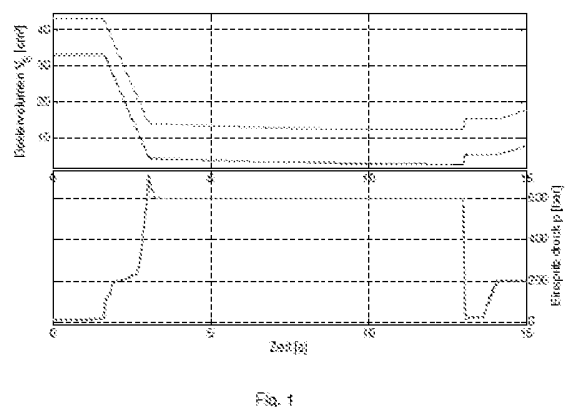
(72) Erfinder:
Pillwein Georg Dipl.-Ing Dr.
4040 Linz (AT)

(74) Vertreter:
Torggler Paul Mag. Dr., Hofinger Stephan
Dipl.Ing. Dr., Gangl Markus Mag. Dr., Maschler
Christoph MMag. Dr.
Innsbruck

(54) **Bestimmungsverfahren für das Kompressionsverhalten eines formbaren Materials**

(57) Verfahren zum Bestimmen von mindestens einer Kenngröße zur Beschreibung des Kompressionsverhaltens eines in einer Formgebungsmaschine aufbereiteten Materials, wobei zumindest ein Teil des aufbereiteten Materials über ein Verteilersystem und einen Anschnitt in einen Formhohlraum eingebracht wird, in der das aufbereitete Material erstarrt, umfassend die Durchführung wenigstens eines Kompressionsversuches, bei welchem eine Änderung eines das Material aufnehmenden Volumens vorgenommen und eine Messung der resultierenden Druckänderung durchgeführt wird oder ein auf das Material aufgebrachter Druck geändert und eine Messung einer resultierenden Änderung des das Material aufnehmenden Volumens durchgeführt wird, wobei aus dem Ergebnis des wenigstens einen Kompressionsversuches unter Verwendung eines mathematischen Modells mindestens eine Kenngröße zur Beschreibung des Kompressionsverhaltens berechnet wird, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Kompressionsversuch bei zumindest im Wesentlichen erstarrtem Anschnitt oder falls die Formgebungsmaschine einen am Anschnitt verschließbaren Heißkanal aufweist bei geschlossenem Heißkanal durchgeführt wird,

sodass ein sich bis zum Anschnitt erstreckendes Totvolumen bei der Berechnung der mindestens eine Kenngröße zur Beschreibung des Kompressionsverhaltens berücksichtigt wird.



Zusammenfassung

Verfahren zum Bestimmen von mindestens einer Kenngröße zur Beschreibung des Kompressionsverhaltens eines in einer Formgebungsmaschine aufbereiteten Materials, wobei zumindest ein Teil des aufbereiteten Materials über ein Verteilersystem und einen Anschnitt in einen Formhohlraum eingebracht wird, in der das aufbereitete Material erstarrt, umfassend die Durchführung wenigstens eines Kompressionsversuches, bei welchem eine Änderung eines das Material aufnehmenden Volumens vorgenommen und eine Messung der resultierenden Druckänderung durchgeführt wird oder ein auf das Material aufgebrachter Druck geändert und eine Messung einer resultierenden Änderung des das Material aufnehmenden Volumens durchgeführt wird, wobei aus dem Ergebnis des wenigstens einen Kompressionsversuches unter Verwendung eines mathematischen Modells mindestens eine Kenngröße zur Beschreibung des Kompressionsverhaltens berechnet wird, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Kompressionsversuch bei zumindest im Wesentlichen erstarrtem Anschnitt oder falls die Formgebungsmaschine einen am Anschnitt verschließbaren Heißkanal aufweist bei verschlossenem Heißkanal durchgeführt wird, sodass ein sich bis zum Anschnitt erstreckendes Totvolumen bei der Berechnung der mindestens eine Kenngröße zur Beschreibung des Kompressionsverhaltens berücksichtigt wird.

(Fig. 1)

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 und eine Formgebungsmaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 12.

Das in einem Materialsammelraum aufbereitete Material wird über ein durch ein Verteilersystem und einen Anschnitt gebildetes Angussystem in einen z. B. in einem Werkzeug angeordneten Formhohlraum eingebracht, wo es erstarrt. Unter „Anschnitt“ wird derjenige Teil eines Angussystems verstanden, der den durch das in dem Formhohlraum erstarrte Material gebildeten Formling (im Falle einer Spritzgießmaschine spricht man auch von einem „Spritzling“) mit dem Verteilersystem verbindet.

Es gibt verschiedene Kenngrößen zur Beschreibung des Kompressionsverhaltens eines kompressiblen Materials, z. B. den Kompressionsmodul K , der im Folgenden exemplarisch diskutiert wird. Die Erfindung ist allerdings auch mit anderen Kenngrößen (wie z. B. der Kompressibilität) durchführbar.

Der Kompressionsmodul K eines Stoffes beschreibt, welche allseitige Druckänderung nötig ist, um eine bestimmte Volumenänderung des Stoffes hervorzurufen. Er ist definiert als:

$$K = -V \frac{dp}{dV} \quad (\text{Gl. 1})$$

V ... Volumen

dp ... (infinitesimale) Druckänderung

dV ... (infinitesimale) Volumenänderung

dV/V ... relative Volumenänderung

Im Folgenden wird als Beispiel für das aufbereitete Material Kunststoffschmelze und als Beispiel für eine Formgebungsmaschine eine Spritzgießmaschine diskutiert. Die Erfindung ist auf keines dieser Beispiele beschränkt.

Druck und Volumen einer Kunststoffschmelze sind zwei der wichtigsten physikalischen Größen bei der Verarbeitung von Kunststoffen im Spritzgießverfahren. Dadurch hat auch der Kompressionsmodul eine enorme Bedeutung für das Spritzgießen. Die auf den Einspritzkolben aufgebrauchte Kraft und der dadurch entstehende Druck haben die primäre Aufgabe die Schmelze zum Fließen zu bringen und dadurch einen Werkzeughohlraum zu füllen. Unter dem dafür erforderlichen Druck kommt es zu einer Volumenabnahme der Schmelze entsprechend dem Kompressionsmodul. Die zeitliche Änderung der Schneckenposition und des daraus berechneten Volumens enthält also sowohl Anteile, die dem Volumenstrom in die Kavität entsprechen, als auch Anteile, die ihren Ursprung in der Kompression der Schmelze haben. Um diese Anteile erkennen und unterscheiden zu können ist die Kenntnis des Kompressionsmoduls sowie des tatsächlich vorhandenen Schmelzevolumens erforderlich.

Ein gattungsgemäßes Verfahren geht aus der EP 478 788 A1 (Komatsu) hervor. In der Komatsu-Schrift wird die Durchführung eines Kompressionsversuches mit Bezug auf die Figur 7 beschrieben. Der Kompressionsversuch wird bei an der Position 30 verschlossener Maschinendüse durchgeführt und berücksichtigt so das Volumen des Schneckenorraumes und des mit dem Bezugszeichen 6 bezeichneten Materials.

Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung eines Verfahrens, welches es genauer als der Stand der Technik erlaubt, mindestens eine Kenngröße zur Beschreibung des Kompressionsverhaltens eines in einer Formgebungsmaschine aufbereiteten Materials zu ermitteln und die Bereitstellung einer Spritzgießmaschine, in welcher die so ermittelten Daten hinterlegt sind.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und eine Spritzgießmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

Durch die Erfindung ist es möglich, das gesamte Totvolumen einer Formgebungsmaschine bei der Ermittlung der mindestens einen Kenngröße zur

Beschreibung des Kompressionsverhaltens zu berücksichtigen, da der Materialsammelraum während des Kompressionsversuches unverschlossen bleibt. Bei der Komatsu-Schrift wird aufgrund des verschlossenen Zylinders nur das aufgrund der Maschinenkonstruktion ohnehin bekannte Totvolumen im Zylinder berücksichtigt. Das Angusssystem wird nicht berücksichtigt.

Beispielhaft wird die Erfindung im Folgenden anhand einer Spritzgießmaschine erklärt, welche eine in einem Plastifizierzylinder angeordnete und als Kolben fungierende Plastifizierschnecke aufweist. Das Verfahren ist aber allgemein bei einer Formgebungsmaschine mit einem Materialsammelraum zum Aufbereiten und Sammeln des aufbereiteten Materials und insbesondere auch bei einer Spritzgießmaschine anwendbar, bei welcher ein in einem Materialsammelraum angeordneter Kolben vorgesehen ist.

Der Druck der Kunststoffschmelze wird im Stand der Technik üblicherweise über geeignete Sensoren direkt oder indirekt gemessen. Das Volumen wird üblicherweise aus der gemessenen Position der Schnecke bzw. des Einspritzkolbens und der bekannten Querschnittsfläche errechnet. Dieses errechnete Volumen ist aber üblicherweise nicht mit dem tatsächlichen Schmelzevolumen identisch. Das zusätzliche Schmelzevolumen, welches im Schneckenorraum (inkl. Flansch, Düse,...) bzw. im Angusssystem vorhanden ist, wird an Spritzgießmaschinen im Stand der Technik nicht gesondert berücksichtigt oder gar angezeigt. Es ist aufgrund von Toleranzen und unter Umständen unbekanntem Abmessungen z. B. des Heißkanalsystems in vielen Fällen a priori nicht exakt bekannt.

Das Volumen V setzt sich also aus unterschiedlichen Anteilen zusammen:

$$V = V_{\text{Schneckenposition}} + V_{\text{Düse}} + V_{\text{Flansch}} + V_{\text{Heißkanal}} + \dots \quad (\text{Gl. 2})$$

Für die vorliegende Erfindung ist zunächst nur die Unterscheidung zwischen den aus der Schneckenposition errechneten und den restlichen Anteilen relevant. Die restlichen (über die Schneckenbewegung nicht zugänglichen) Anteile werden daher unter dem Begriff Totvolumen (V_{Tot}) zusammengefasst.

$$V = V_{\text{Schneckenposition}} + V_{\text{Tot}} \quad (\text{Gl. 3})$$

Auch für den von der Type des Rohmaterials und Parametern wie Druck und Temperatur abhängigen Kompressionsmodul sind die Werte üblicherweise nicht genau genug bekannt.

Im Allgemeinen ist der Kompressionsmodul selbst druckabhängig, d. h. $K = K(p)$. Die Druckabhängigkeit des Kompressionsmoduls von Kunststoffen kann in vielen Fällen durch einen linearen Zusammenhang der Form

$$K(p) = K_0 + K_1 p \quad (\text{Gl. 4})$$

mit konstanten Parameter K_0 und K_1 gut modelliert werden. Natürlich können ebenso andere Modelle verwendet werden. Durch Einsetzen des linearen Modells in die Definition des Kompressionsmoduls und Umformen erhält man folgende Differentialgleichung

$$\frac{dV}{V} = -\frac{dp}{K_0 + K_1 p} \quad (\text{Gl. 5})$$

Ausintegrieren ergibt

$$\ln V = -\frac{1}{K_1} \ln \left(\frac{K_0 + K_1 p}{K_0} \right) + c \quad (\text{Gl. 6})$$

bzw.

$$V = e^c e^{-\frac{1}{K_1} \ln \left(\frac{K_0 + K_1 p}{K_0} \right)} \quad (\text{Gl. 7})$$

Unter Einsetzen der Randbedingung $V(p=0) = V_0$ erhält man

$$V(p) = V_0 e^{-\frac{1}{K_1} \ln\left(\frac{K_0 + K_1 p}{K_0}\right)} \quad (\text{Gl. 8})$$

Diese Gleichungen sind beispielhaft und ändern sich unter abweichenden Modellannahmen für die Druckabhängigkeit des Kompressionsmoduls entsprechend. Für ein druckunabhängiges Kompressionsmodul ($\lim K_1 \rightarrow 0$) vereinfacht sich dies beispielsweise zu

$$V(p) = V_0 e^{-\frac{p}{K_0}} \quad (\text{Gl. 9})$$

Am Beispiel der (Gl. 8 ist das Ziel die Ermittlung der Parameter V_0 , K_0 , K_1 . Um Daten zu erhalten aus denen diese Werte berechnet werden können ist entweder eine Änderung der Schneckenposition und eine Messung der resultierenden Druckänderung oder eine Änderung des aufgetragenen Drucks und eine Messung der Änderung der Schneckenposition erforderlich. Ein solcher Ablauf, bei dem entweder das Volumen (die Schneckenposition) oder der Druck variiert wird und die beiden Größen messtechnisch erfasst werden, wird im Folgenden als Kompressionsversuch bezeichnet.

Aus den gemessenen Wertepaaren von Schneckenposition und Druck $V_S - p$, also aus einem einzelnen solchen Kompressionsversuch, können grundsätzlich bereits alle drei Größen ermittelt werden. In der Praxis zeigt sich, dass dieses Problem numerisch schwierig zu lösen ist. Es gibt zahlreiche Parameterkombinationen, welche die Daten sehr gut beschreiben aber von den tatsächlichen Parameterwerten weit entfernt sind. Bereits geringes Messrauschen erschwert deshalb in der Praxis eine exakte Ermittlung der Parameter.

Um Werte für Kompressionsmodul und Totvolumen zu erhalten werden daher bevorzugt zumindest zwei Kompressionsversuche unter unterschiedlichen Randbedingungen durchgeführt.

Beispiel:

Es werden zwei Kompressionsversuche bei zwei unterschiedlichen Schmelzevolumina und somit unterschiedlichen Schneckenpositionen S1 & S2 durchgeführt. Das Ergebnis sind beispielsweise Druckwerte p_i und die zugehörigen aus der jeweiligen Schneckenposition berechneten Volumenwerte $V_{S1,i}$ und $V_{S2,i}$. Die Ableitungen dp/dV_{S1} bzw. dp/dV_{S2} können numerisch aus den Wertepaaren $(V_{S1,i}|p_i)$ bzw. $(V_{S2,i}|p_i)$ ermittelt werden. Unter der Annahme, dass der Kompressionsmodul des Materials in beiden Fällen gleich ist, gilt:

$$-\left(V_{Tot}(p_i) + V_{S1,i}\right) \frac{dp}{dV} \Big|_{V=V_{S1,i}} = -\left(V_{Tot}(p_i) + V_{S2,i}\right) \frac{dp}{dV} \Big|_{V=V_{S2,i}} \quad (\text{Gl. 10})$$

Somit kann V_{Tot} beim Druck p_i berechnet werden als

$$V_{Tot}(p_i) = \frac{V_{S2,i} \frac{dp}{dV} \Big|_{V=V_{S2,i}} - V_{S1,i} \frac{dp}{dV} \Big|_{V=V_{S1,i}}}{\frac{dp}{dV} \Big|_{V=V_{S1,i}} - \frac{dp}{dV} \Big|_{V=V_{S2,i}}} \quad (\text{Gl. 11})$$

Wie hier angenommen wurde, kann das Totvolumen im Allgemeinen selbst auch druckabhängig sein. Änderungen des Totvolumens ergeben sich durch Verformung der mechanischen Komponenten unter Druck (Dehnung des Massezylinder, Stauchung des Kolbens/der Schnecke, des Antriebsstrangs...). Durch Auswertung von Gl. 11 bei verschiedenen Druckniveaus kann diese Druckabhängigkeit ermittelt werden.

Da $V_{Tot}(p_i)$ nun bekannt ist, kann der Kompressionsmodul $K(p_i)$ bei einem bestimmten Druck p_i gemäß der Definition des Kompressionsmoduls

$$K(p_i) = -\left(V_{S1,i} + V_{Tot}(p_i)\right) \frac{dp}{dV} \Big|_{V=V_{S1,i}} \quad (\text{Gl. 12})$$

berechnet werden. Aus den Werten $K(p_i)$ bei mindestens zwei unterschiedlichen Druckwerten p_i können in der Folge die Parameter K_0 und K_1 , welche die Druckabhängigkeit $K(p)$ modellmäßig beschreiben oder die Parameter eines anderen Modells, errechnet werden.

In ähnlicher Weise ist es möglich aus den Werten $V_{tot}(p_i)$ ein Modell für die Druckabhängigkeit des Totvolumens zu erstellen. In erster Näherung könnte beispielsweise ein linearer Ansatz $V_{tot}(p) = V_{tot,0} + \kappa_{mech} p$ gewählt werden.

Die ermittelten Werte für Kompressionsmodul bzw. Totvolumen können am Bildschirm der Maschine angezeigt bzw. in der Steuerung aufgezeichnet bzw. dokumentiert werden.

Durch Variation anderer Einflussfaktoren (beispielsweise der Temperatur des verarbeiteten Materials oder der Änderungsrate des Drucks bzw. des Volumens während des Kompressionsversuchs) und wiederholter Ermittlung von Kompressionsmodul und/oder Totvolumen kann klarerweise auch der Zusammenhang zu diesen Einflussfaktoren ermittelt und gegebenenfalls durch entsprechende Modelle beschrieben werden.

Aus der Kombination der Druck- und Temperaturabhängigkeit des Kompressionsmoduls kann in weiterer Folge das $V(p,T)$ Verhalten als Kenngröße des Materials ermittelt werden. Wird zusätzlich das Gewicht eines definierten Volumens (zB. durch Ausspritzen) bestimmt kann das Verhalten des spezifischen Volumens $v(p,T)$ ermittelt und angezeigt werden.

Die beiden Kompressionsversuche zur Ermittlung des Totvolumens können Bewegungsabläufe sein, die Bestandteil eines „normalen Spritzgießzyklus“ sind, zusätzliche Bewegungsabläufe die in den normalen Spritzgießzyklus integriert sind oder gänzlich abseits des normalen Produktionsprozesses eigens für diesen Zweck durchgeführte Bewegungsabläufe. Die ersten beiden Varianten haben den Vorteil, dass die Ermittlung direkt im laufenden Produktionsprozess unter den dabei vorherrschenden Bedingungen stattfinden kann, während man bei der dritten Variante flexibler in der Gestaltung des Bewegungsablaufs ist. Beispiele für

geeignete Bewegungen im normalen Spritzgießzyklus sind der Druckabbau am Ende der Nachdruckphase und/oder die Druckentlastungsphase nach dem Dosieren.

Da das Totvolumen in einer bestimmten Anordnung (Maschine + Werkzeug) als konstant angenommen werden kann, können in der Folge Änderungen des Kompressionsmoduls aus einzelnen Kompressionsversuchen bestimmt werden. Solche Kompressionsversuche zur wiederholten Ermittlung des Kompressionsmoduls können wiederum Bewegungen sein die Bestandteil eines „normalen Spritzgießzyklus“ sind, zusätzliche Bewegungsabläufe die in den normalen Spritzgießzyklus integriert sind oder gänzlich abseits des normalen Produktionsprozesses eigens für diesen Zweck durchgeführte Bewegungsabläufe. Beispiele für geeignete Bewegungen im normalen Spritzgießzyklus sind der Druckabbau bei Ende der Nachdruckphase oder die Kompressionsentlastung nach Ende Dosieren. Im Idealfall (aber nicht notwendigerweise) findet zum Zeitpunkt des Kompressionsversuchs kein Schmelzefluss in die Kavität mehr statt. Falls an der Maschinen- oder Heißkanaldüse entsprechende Verschlussmechanismen vorhanden sind kann dies durch diese sichergestellt werden. Ist kein Verschließen möglich, so wird der gesamte mit der Schmelze im Schneckenorraum verbundene nicht erstarrte Bereich der Schmelze bei der Ermittlung von Totvolumen und/oder Kompressionsmodul miteinbezogen.

Bevorzugt ist vorgesehen, dass der wenigstens eine Kompressionsversuch in Form eines Druckabfalles ausgebildet ist.

Die Fig. 1 bis 3 betreffen ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die Fig. 4 und 5 betreffen ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 1 zeigt den Verlauf von Dosiervolumen und Einspritzdruck in zwei Spritzgießzyklen mit unterschiedlichem Ausgangsdosiervolumen.

Fig. 2 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt aus Fig.1: Verlauf von Dosiervolumen und Einspritzdruck in der Nachdruckabbauphase

Fig. 3 zeigt den Verlauf von Einspritzdruck über Dosiervolumen während der Nachdruckabbauphase aus Fig. 1 und 2. Wertepaare $V_{S1,i}|p_i$ bzw. $V_{S2,i}|p_i$ sind eingezeichnet.

Die Nachdruckabbauphase dient als Kompressionsversuch. Die Änderung des Dosiervolumens wird durch Aufdosieren unterschiedlicher Schmelzemengen in zwei voneinander unabhängigen Spritzgießzyklen erreicht. Während der Nachdruckabbauphase werden jeweils die Wertepaare V_S und p aufgezeichnet.

Fig. 4 zeigt zwei Kompressionsversuche in einem Spritzgießzyklus.
 Kompressionsversuch 1: nach der Nachdruckphase (durchgezogene Linie),
 Kompressionsversuch 2: nach der Dosierphase (strichlierte Linie). Der restliche Verlauf von Volumen und Druck ist punktiert dargestellt.

Fig. 5 zeigt den Verlauf des Einspritzdruckes über das Dosiervolumen während der beiden Kompressionsversuche aus Fig. 4. Wertepaare $V_{S1,i}|p_i$ bzw. $V_{S2,i}|p_i$ sind eingezeichnet.

Die beiden Kompressionsversuche bei unterschiedlichen Schneckenpositionen sind in einen einzelnen Spritzgießzyklus integriert. Vor Ende der Nachdruckphase wird der Druck auf einen gewünschten Wert (im Beispiel 1000 bar) erhöht und dann wieder auf näherungsweise 0 bar reduziert (Kompressionsversuch 1). Ein ähnliches Druckprofil wird nach dem Dosiervorgang (also bei verändertem Dosiervolumen) abgefahren (Kompressionsversuch 2). Im Beispiel werden während der fallenden Druckrampe die Wertepaare $V_{S2}|p$ aufgezeichnet und aus diesen Totvolumen und Kompressionsmodul bestimmt.

Innsbruck, 11. Mai 2015

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Bestimmen von mindestens einer Kenngröße zur Beschreibung des Kompressionsverhaltens eines in einer Formgebungsmaschine aufbereiteten Materials, wobei zumindest ein Teil des aufbereiteten Materials über ein Verteilersystem und einen Anschnitt in einen Formhohlraum eingebracht wird, in der das aufbereitete Material erstarrt, umfassend die Durchführung wenigstens eines Kompressionsversuches, bei welchem eine Änderung eines das Material aufnehmenden Volumens vorgenommen und eine Messung der resultierenden Druckänderung durchgeführt wird oder ein auf das Material aufgebracht Druck geändert und eine Messung einer resultierenden Änderung des das Material aufnehmenden Volumens durchgeführt wird, wobei aus dem Ergebnis des wenigstens einen Kompressionsversuches unter Verwendung eines mathematischen Modells mindestens eine Kenngröße zur Beschreibung des Kompressionsverhaltens berechnet wird, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Kompressionsversuch bei zumindest im Wesentlichen erstarrtem Anschnitt oder falls die Formgebungsmaschine einen am Anschnitt verschließbaren Heißkanal aufweist bei verschlossenem Heißkanal durchgeführt wird, sodass ein sich bis zum Anschnitt erstreckendes Totvolumen bei der Berechnung der mindestens eine Kenngröße zur Beschreibung des Kompressionsverhaltens berücksichtigt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Formgebungsmaschine eine in einem Plastifizierzylinder angeordnete und als Kolben fungierende Plastifizierschnecke aufweist und die Änderung des das Material aufnehmenden Volumens durch Änderung einer Position der Plastifizierschnecke im Plastifizierzylinder erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Formgebungsmaschine eine in einem Plastifizierzylinder angeordnete und als Kolben fungierende Plastifizierschnecke aufweist und die Änderung des auf das Material aufgetragenen Drucks durch die Plastifizierschnecke erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Formgebungsmaschine einen in einem Materialsammelraum angeordneten Kolben aufweist und die Änderung des das Material aufnehmenden Volumens durch Änderung einer Position des Kolbens im Materialsammelraum erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 4, wobei die Formgebungsmaschine eine in einem Materialsammelraum angeordneten Kolben aufweist und die Änderung des auf das Material aufgetragenen Drucks durch den Kolben erfolgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Formhohlraum in einem Werkzeug ausgebildet ist und die Änderung des Druckes und/oder des Volumens über ein bewegliches Werkzeuelement, vorzugsweise einen Kernzug oder einen Auswerfer, erfolgt.
7. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei zumindest zwei Kompressionsversuche unter unterschiedlichen Randbedingungen durchgeführt werden.
8. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die zumindest eine ermittelte Kenngröße des Kompressionsverhaltens dargestellt wird.
9. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der wenigstens eine Kompressionsversuch unabhängig von einem Produktionszyklus der Formgebungsmaschine durchgeführt wird.
10. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der wenigstens eine Kompressionsversuch in einem Produktionszyklus der Formgebungsmaschine durchgeführt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei der wenigstens eine Kompressionsversuch in Form eines Druckabbaus an einem Ende einer Nachdruckphase und/oder während einer Druckentlastungsphase vor oder nach einem Dosiervorgang durchgeführt wird.

12. Formgebungsmaschine, mit einer elektronischen Steuer- oder Regelvorrichtung und einem ggf. in der elektronischen Steuer- oder Regelvorrichtung ausgebildeten elektronischen Speicher, in welchem ein nach einem Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11 bestimmter Kompressionsmodul und/oder ein Schmelzevolumen hinterlegt sind.

Innsbruck, 11. Mai 2015

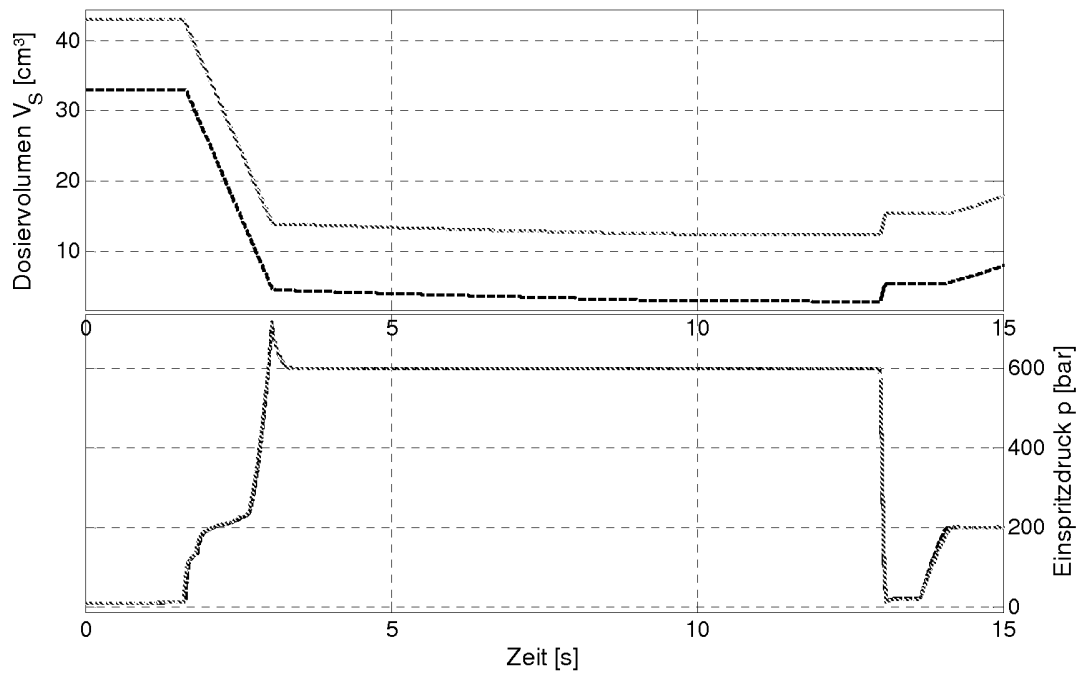


Fig. 1

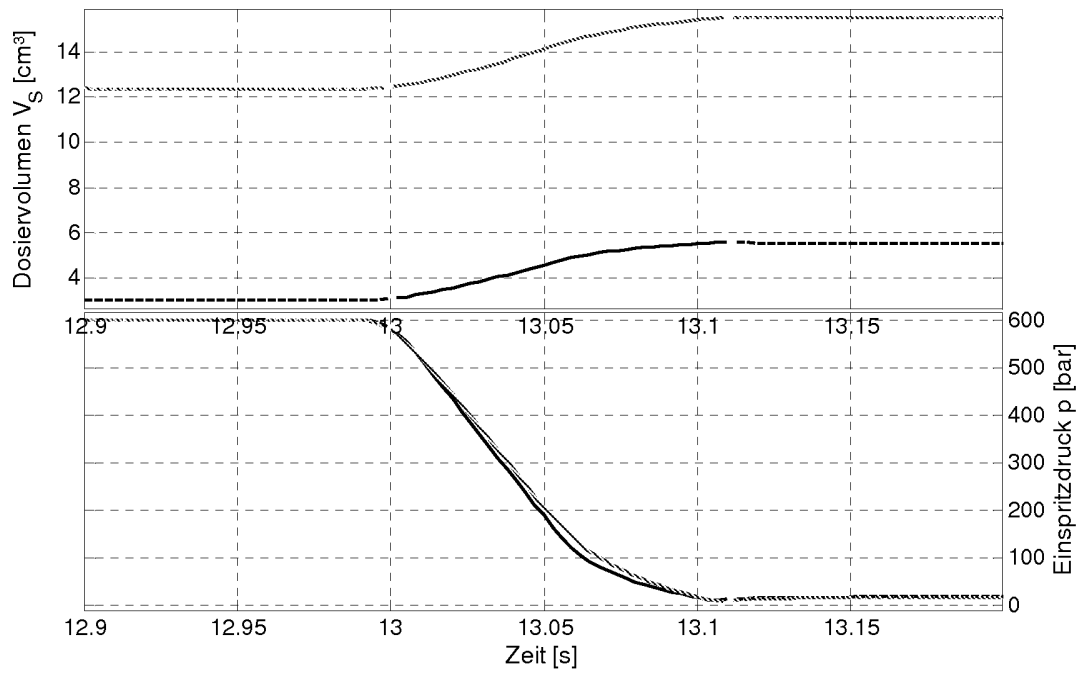


Fig. 2

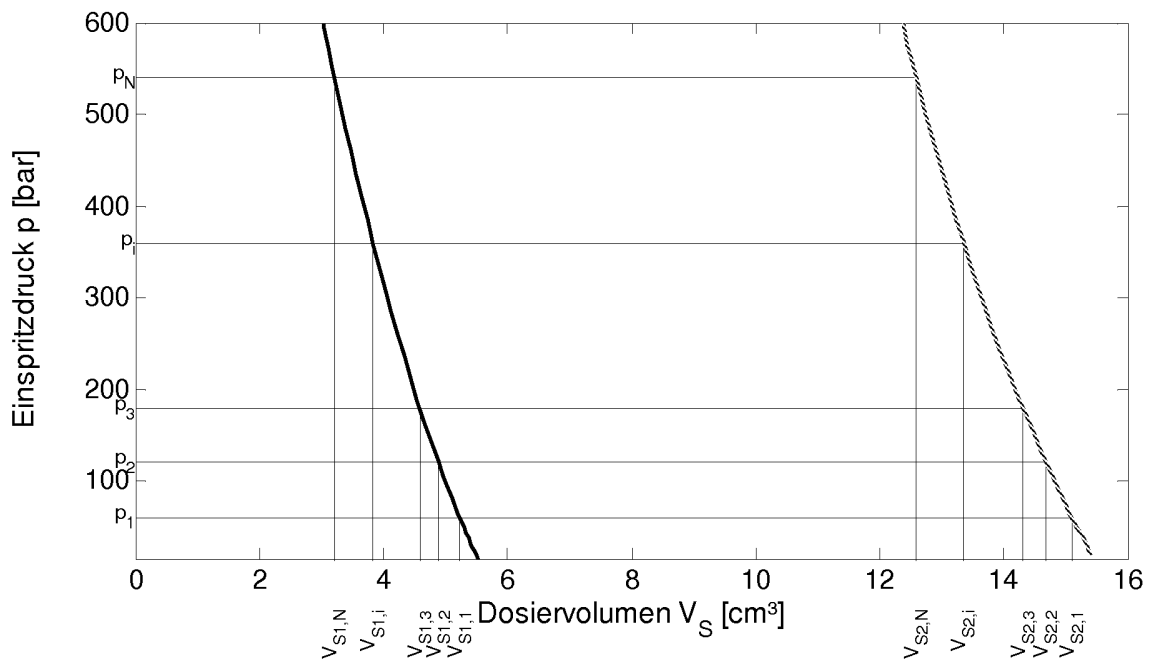


Fig. 3

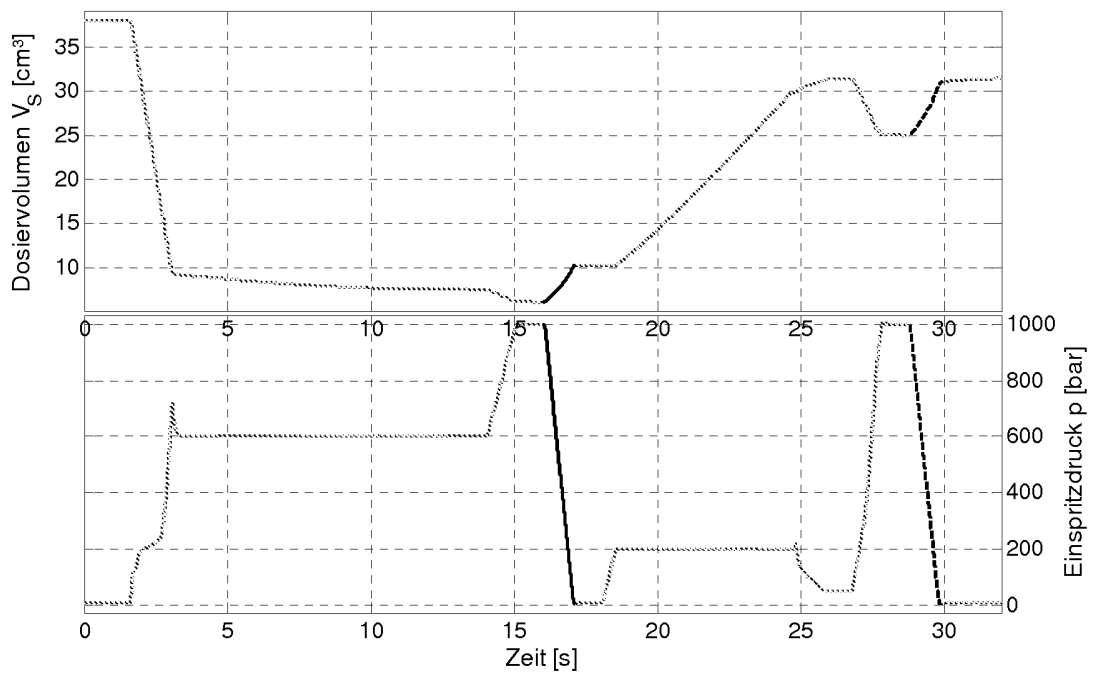


Fig. 4

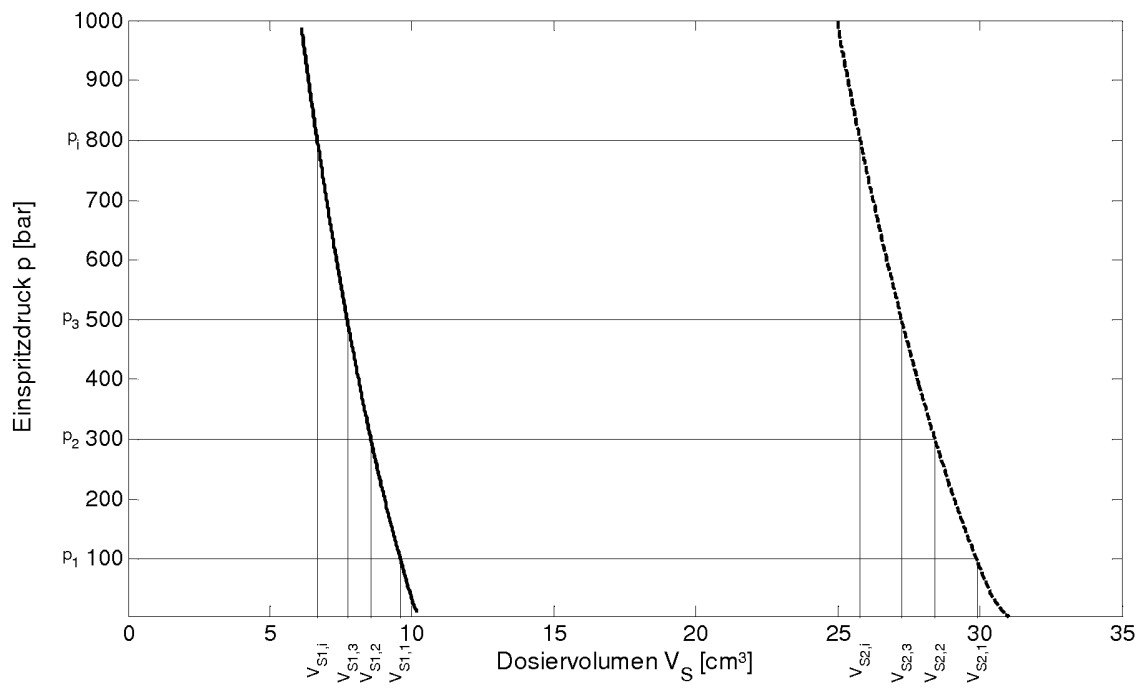


Fig. 5

Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC: B29C 45/76 (2006.01)
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß CPC: B29C 45/7693 (2013.01)
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): B29C
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **11.05.2015** eingereichten Ansprüchen **1-12** erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	US 4816197 A (NUNN ROBERT E [US]) 28. März 1989 (28.03.1989) Spalte 12, Zeile 46-Spalte 13, Zeile 27	1-12
A	US 2009045537 A1 (CHENG JUNGWEI-JOHN [TW], LIN YU-WEI [TW], CHAO TZU-CHING [TW], HUANG BO-FONG [TW], CHANG LIH-HARNG [TW]) 19. Februar 2009 (19.02.2009) Absätze [0026] - [0030]	1-12

Datum der Beendigung der Recherche: 18.02.2016	Seite 1 von 1	Prüfer(in): SCHMELZER Peter
---	---------------	--------------------------------

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

Geänderte Patentansprüche:

1. Verfahren zum Bestimmen von mindestens einer Kenngröße zur Beschreibung des Kompressionsverhaltens eines in einer Formgebungsmaschine aufbereiteten Materials, wobei zumindest ein Teil des aufbereiteten Materials über ein Verteilersystem und einen Anschnitt in einen Formhohlraum eingebracht wird, in der das aufbereitete Material erstarrt, umfassend die Durchführung wenigstens eines Kompressionsversuches, bei welchem eine Änderung eines das Material aufnehmenden Volumens vorgenommen und eine Messung der resultierenden Druckänderung durchgeführt wird oder ein auf das Material aufgebracht Druck geändert und eine Messung einer resultierenden Änderung des das Material aufnehmenden Volumens durchgeführt wird, wobei aus dem Ergebnis des wenigstens einen Kompressionsversuches unter Verwendung eines mathematischen Modells mindestens eine Kenngröße zur Beschreibung des Kompressionsverhaltens berechnet wird, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Kompressionsversuch bei zumindest im Wesentlichen erstarrtem Anschnitt oder falls die Formgebungsmaschine einen am Anschnitt verschließbaren Heißkanal aufweist bei verschlossenem Heißkanal durchgeführt wird, sodass ein sich bis zum Anschnitt erstreckendes Totvolumen bei der Berechnung der mindestens eine Kenngröße zur Beschreibung des Kompressionsverhaltens berücksichtigt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Formgebungsmaschine eine in einem Plastifizierzylinder angeordnete und als Kolben fungierende Plastifizierschnecke aufweist und die Änderung des das Material aufnehmenden Volumens durch Änderung einer Position der Plastifizierschnecke im Plastifizierzylinder erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Formgebungsmaschine eine in einem Plastifizierzylinder angeordnete und als Kolben fungierende Plastifizierschnecke aufweist und die Änderung des auf das Material aufgetragenen Drucks durch die Plastifizierschnecke erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Formgebungsmaschine einen in einem Materialsammelraum angeordneten Kolben aufweist und die Änderung des das

Material aufnehmenden Volumens durch Änderung einer Position des Kolbens im Materialsammelraum erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 4, wobei die Formgebungsmaschine eine in einem Materialsammelraum angeordneten Kolben aufweist und die Änderung des auf das Material aufgetragenen Drucks durch den Kolben erfolgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Formhohlraum in einem Werkzeug ausgebildet ist und die Änderung des Druckes und/oder des Volumens über ein bewegliches Werkzeugelement, vorzugsweise einen Kernzug oder einen Auswerfer, erfolgt.
7. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei zumindest zwei Kompressionsversuche unter unterschiedlichen Randbedingungen durchgeführt werden.
8. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die zumindest eine ermittelte Kenngröße des Kompressionsverhaltens dargestellt wird.
9. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der wenigstens eine Kompressionsversuch unabhängig von einem Produktionszyklus der Formgebungsmaschine durchgeführt wird.
10. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der wenigstens eine Kompressionsversuch in einem Produktionszyklus der Formgebungsmaschine durchgeführt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei der wenigstens eine Kompressionsversuch in Form eines Druckabbaus an einem Ende einer Nachdruckphase und/oder während einer Druckentlastungsphase vor oder nach einem Dosiervorgang durchgeführt wird.

Innsbruck, am 12. Mai 2016