

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 7/2010 (51) Int. Cl. : **B29C 47/92** (2006.01)  
(22) Anmeldetag: 07.01.2010  
(43) Veröffentlicht am: 15.11.2011

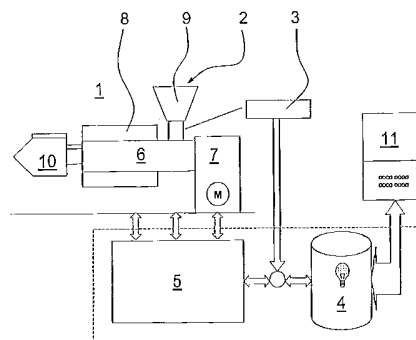
(30) Priorität:  
17.02.2009 DE 102009000938 beansprucht.

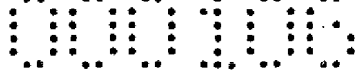
(73) Patentanmelder:  
BATTENFELD-CINCINNATI GERMANY  
GMBH  
D-32547 BAD OEYNHAUSEN (DE)

(72) Erfinder:  
BECKER KLAUS  
LÖHNE (DE)  
SEIBEL STEFAN  
PADERBORN (DE)

(54) **VERFAHREN ZUM STEUERN EINER KUNSTSTOFFVERARBEITUNGSMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern einer Kunststoffverarbeitungsmaschine (1) in Abhängigkeit des aufgegebenen Materials (2), wobei über mindestens eine Erfassungseinheit (3) kontinuierlich Materialdaten erfasst werden, bevor das Material einer Verarbeitung in der Kunststoffverarbeitungsmaschine (1) unterzogen wird. Erfindungsgemäß ist dabei vorgesehen, dass mittels der erfassten Materialdaten durch Datenvergleich und/oder mathematischer Prozesse ein oder mehrere Kennwerte ermittelt werden und anschließend anhand dem/der ermittelten Kennwert(e) die erforderlichen Maschinenparameter aus einer Datenbank (4) ausgelesen und an die Kunststoffverarbeitungsmaschine (1) übertragen werden.





A455PAT

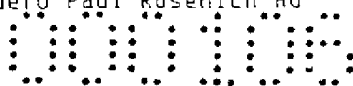
**Zusammenfassung:**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern einer Kunststoffverarbeitungs-  
maschine (1) in Abhängigkeit des aufgegebenen Materials (2),  
wobei über mindestens eine Erfassungseinheit (3) kontinuierlich Materi-  
5 aldaten erfasst werden, bevor das Material einer Verarbeitung in der  
Kunststoffverarbeitungsmaschine (1) unterzogen wird

Erfindungsgemäß ist dabei vorgesehen, dass mittels der erfassten Mate-  
rialdaten durch Datenvergleich und/oder mathematischer Prozesse ein  
oder mehrere Kennwerte ermittelt werden und anschließend anhand  
10 dem/der ermittelten Kennwert(e) die erforderlichen Maschinenparameter  
aus einer Datenbank (4) ausgelesen und an die Kunststoffverarbeitungs-  
maschine (1) übertragen werden.

Fig.

15



A455PAT

## Verfahren zum Steuern einer Kunststoffverarbeitungsmaschine

### Beschreibung:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern einer Kunststoffverarbeitungs-  
5 maschine in Abhängigkeit des aufgegebenen Materials, wobei über mindestens eine Erfassungseinheit kontinuierlich Materialdaten erfasst werden, bevor das Material einer Verarbeitung in der Kunststoffverarbeitungsmaschine unterzogen wird.

Die steigenden Qualitätsanforderungen und die Anforderung an minimaler Ausschussproduktion an die Produkte erfordern einen frühzeitigen  
10 Eingriff in die Prozessparametrierung beispielsweise bei Extrudermaschinen und deren Nachfolgeeinheiten. Zur Lösung dieser Anforderungen sind Verfahren, die mittels neuronaler Netze, Neuro-Fuzzy, ein sich selbst lernendes, korrigierendes und regulierendes System, abbilden, bekannt. Es werden auch unterschiedliche Regelalgorithmen und -kombinationen zur Optimierung des Prozessverhaltens eingesetzt sowie Ansätze nach der Evolutionstheorie.  
15

Typischerweise werden auf einer Produktionsmaschine unterschiedlichste Materialien verarbeitet, auf welche die Prozessparameter anzupassen  
20 sind. Es hat sich aber darüber hinaus gezeigt, dass auf einer Produktionsanlage die Eingangsmaterialdaten von Charge zu Charge und Hersteller zu Hersteller einer Streuung unterliegen und dass Umwelteinflüsse wie Rohstoffform, Temperatur und Materialfeuchte den Prozess stören und somit eine optimale Prozessführung zur Erzeugung der geforder-  
25 ten Qualität nicht ohne Eingriffe der Anwender zu gewährleisten ist. In besonderem Maße wird bei der Verarbeitung von Recyclingmaterialien und Recyclaten die optimale Einstellung eines Prozesses, ohne die genaue Kenntnis der Materialzusammensetzung, nahezu unmöglich.



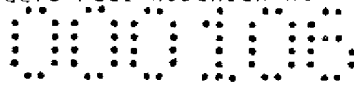
A455PAT

A u f g a b e der Erfindung ist es daher, ein Verfahren bereitzustellen, mittels dem der Einfluss des Materials, welches der Kunststoffverarbeitungsmaschine aufgegeben wird, automatisch berücksichtigt wird.

- 5 Die L ö s u n g der Aufgabe ist in Verbindung mit dem Oberbegriff des Anspruches 1 dadurch gekennzeichnet, dass mittels der erfassten Materialdaten durch Datenvergleich und/oder mathematischer Prozesse ein oder mehrere Kennwerte ermittelt werden und anschließend anhand der ermittelten Kennwerte die erforderlichen Maschinenparameter
- 10 aus einer Datenbank ausgelesen und an die Kunststoffverarbeitungsmaschine übertragen werden.

- Es wird also im kontinuierlichen Verfahren die einlaufenden spezifischen Materialdaten erfasst und entsprechend ausgewertet. Anhand dieser erfassten Daten kann die entsprechende Steuerung, die beispielsweise über eine SPS oder ähnliche Steuerung realisiert wird, in einer Wissensdatenbank nachschauen, um die für diese Materialdaten erforderlichen Maschinenparameter abzufragen und an die Kunststoffverarbeitungsmaschine zu übertragen.
- 15

- Der Idee liegt somit zugrunde, bekannte Erfassungssysteme und bestehende Datenbanken in geeigneter Weise so zu kombinieren, dass eine weitgehend automatische Einstellung und Korrektur der Einstellung einer Maschine erfolgen kann. Die Erfassungssysteme ermitteln anhand der erfassten Daten z.B. eine Art Index, der zu einer bestimmten Datensatznummer in der Datenbank passt. Wird dieser Datensatz nicht gefunden, wird anhand eines Algorithmus oder sonstigem mathematischen System bestimmt, welcher nahe liegende Datensatz ausgelesen und dessen Parameter an die Maschinensteuerung übermittelt wird. Weichen die ausgelesenen Daten/Parameter zu sehr von den gewünschten Kennwerten ab, kann eine Warnung ausgegeben werden. Hier ist eine Warnung
- 20
- 25



A455PAT

im Display oder als Leuchte oder in jeder akustischen Form denkbar. Das Maschinenpersonal kann dann das Produktergebnis beobachten, die Parameter manuell korrigieren und bei Bedarf als neuen Datensatz mit neuem Kennwert abspeichern. Werden dann zu einem späteren Zeitpunkt analoge Daten erfasst, findet das System dann den gewünschten Datensatz mit den Maschinenparametern in der Datenbank.

Auf diese Weise wird das System sukzessive mit weiteren Daten angereichert und entwickelt sich zu einem eigenständigen Expertensystem.

Es ist somit möglich, beispielsweise bei extrem kaltem Material die Temperierung eines Extruders zu erhöhen und somit ohne Einfluss des Bedienpersonals den erforderlichen Aufschmelzgrad zu erreichen. Als weiteres Beispiel könnte die Drehzahl des Extruders je nach erkannter Form des Materials entsprechend angepasst werden, da bei einem runden Granulat Korn oder einem blättchenförmigen Recyclat andere Extruder Drehzahlen sinnvoll sind.

Das vorgeschlagene Verfahren eignet sich sowohl für die Erfassung der Materialdaten von typischen Kunststoffen wie Thermoplasten als auch für Ton, Keramik, Gummi, Kautschuk, organische Verbindungen, Verbundwerkstoffe, Biowerkstoffe oder auch Metalle und ähnliche Materialien.

Die Erfassungseinheit, die beispielsweise ein Materialsensor sein kann, erfasst sowohl den Materialtyp und Materialfarbe, die Materialzusammensetzung, die Form des eingegebenen Materials, die Temperatur als auch die Feuchte. Sicherlich ist es auch denkbar, noch weitere Materialdaten erfassen zu können. Als Sensor kann weiterhin ein Nahinfrarotspektroskop und / oder Feucht- und Temperatursensoren eingesetzt werden. Die Datenerfassung muss nicht zwingend über eine Erfassungseinheit erfolgen, es können auch mehrere Sensoren die Daten an die Prozesssteuerung übermitteln.



## A455PAT

In dieser Steuereinheit, die entweder direkt in der Kunststoffverarbeitungs-  
maschine integriert ist, aber auch innerhalb eines Betriebes, in ei-  
nem Rechenzentrum oder anderweitig untergebracht sein kann, werden  
nun die Materialdaten verarbeitet. In Abhängigkeit dieser ermittelten

5 Materialdaten werden in einer Wissensdatenbank bereits hinterlegte Ma-  
schinenparameter abgerufen und, wie bereits oben beschrieben, an die  
Kunststoffverarbeitungsmaschine übermittelt. Die Verarbeitung kann  
beispielsweise durch Ermittlung einer spezifischen Kennzahl für diese  
Materialdaten erreicht werden, wobei dann anhand dieser Kennzahl in  
10 der Wissensdatenbank die Maschinenparameter abgefragt werden.

Weicht die ermittelte Kennzahl beispielsweise von einem gespeicherten  
Kennzahlenwert in der Datenbank ab, so entscheidet ein hinterlegter ma-  
thematischer Algorithmus, welcher der benachbarten Datensätze als Ma-  
schinenparameter ausgelesen wird.

15 Die an die Kunststoffverarbeitungsmaschine übertragenen Maschinenpa-  
rameter werden parallel in geeigneter Weise ausgegeben, was beispiele-  
weise über ein Display oder Touch-Screen an der Maschine ermöglicht  
wird.

Über eine Eingabestelle, was beispielsweise das Touch-Screen-Feld an  
20 der Maschine sein kann, ist es möglich, die Maschinenparameter manu-  
ell zu korrigieren. Dies kann erforderlich sein, falls das gewünschte Er-  
gebnis noch nicht optimal und eine Korrektur erforderlich ist. Diese kor-  
rigierten Daten können dann als neuer Datensatz der Maschinenparame-  
ter in der Wissensdatenbank gespeichert werden und stünden dem Sys-  
25 tem für Folgeprozesse zur Verfügung.

Während des Prozesses innerhalb der Kunststoffverarbeitung können  
weitere Messwerte erfasst werden, die ebenfalls an die Prozesssteuerung  
übermittelt werden. Durch dieses Verfahren ist es möglich, die durch die  
Datenbank gelieferten Maschinenparameter im Rahmen einer Ergebnis-

**A455PAT**

kontrolle zu überprüfen und somit individuell einzelne oder alle Parameter zu korrigieren. Selbstverständlich können diese Korrekturwerte als neue Werte in der Datenbank hinterlegt werden.

- 5 Es wird also der Abgleich der Messdaten mit einer Wissensdatenbank zur optimalen automatischen Prozessparametrierung und Steuerung der Kunststoffverarbeitungsmaschine durchgeführt. Für die Parametrierung geeignete Prozessdaten sind z.B. Drehmoment und Drehzahl des Hauptmotors oder/und weitere Nebenantriebe sowie das Temperaturprofil der Verfahreseinheit und des Werkzeugs sowie die Schmelzedaten.
- 10 Weiterhin ist es denkbar, beispielsweise in der Extrusion dem Extruder nachgeschaltete Kalibriereinheiten optimal in den Kühl- und Druckverhalten zu parametrieren. Die Wissensdatenbank ist daher für alle Extrusionsverfahren der Mono- und Mehrschichtextrusion ausgelegt. Wie oben erwähnt kann die Wissensdatenbank sowohl in der
- 15 Extrudersteuerung integriert sein als auch zentral auf einem firmeninternen Server zur Verfügung stehen und einzelne und/oder mehrere Extrudermaschinen bzw. Kunststoffverarbeitungsmaschinen gleichzeitig bedienen.

- 20 Auf Basis der Interaktion von Wissensdatenbank, Erfassung der Eingangsmaterialdaten und Steuerung wird eine aktive Verarbeitungsempfehlung erreicht, die den Bediener in die Lage versetzt, den Verarbeitungsprozess optimal einzustellen. Aufbauend auf die gelernten Verarbeitungsempfehlungen ist das hier gezeigte sukzessiv trainierte System nach und nach in der Lage, den Prozess selbständig optimal zu führen.

- 25 Anhand einer Extrusionslinie soll beispielhaft das Verfahren in einer Figur erläutert werden. Die Figur zeigt eine Kunststoffverarbeitungsmaschine 1, die hier beispielhaft als Extruder 6 dargestellt ist, der einen Materialaufgabetrichter 9 aufweist. Der Extruder 6 hat einen Antriebsmotor 7 und ein am Extruder 6 angeordnetes Werkzeug 10. In den Mate-



## A455PAT

rialaufgabetrichter 9 wird das Material 2 aufgegeben. In diesem Bereich der Materialaufgabe ist die Erfassungseinheit 3 angeordnet. Die Erfassungseinheit 3 übermittelt die erfassten Materialdaten an eine Rechneinheit, die hier durch die gestrichelte Linie dargestellt ist. Der Datenfluss wird durch den Pfeil von der Erfassungseinheit 3 zu der Rechneinheit dargestellt. Innerhalb der Rechneinheit werden nun durch die Prozesssteuerung 5 in Verbindung mit der Datenbank 4 durch geeignete mathematische Prozesse die erforderlichen Maschinenparameter ermittelt. Die Rechneinheit übermittelt die ausgelesenen Maschinenparameter an ein Display 11 und an die Kunststoffverarbeitungsmaschine 1. Die drei Doppelpfeile zwischen der Kunststoffverarbeitungsmaschine 1 und der Rechneinheit kennzeichnen wiederum die Möglichkeit des Datenaustausches, da, wie oben beschrieben, auch Rückgabewerte aus dem Verarbeitungsprozess die Prozesssteuerung beeinflussen können. Über das Display 11, was gleichzeitig als Eingabegerät fungieren kann, können Korrekturwerte oder selbstverständlich auch völlig neue Datensätze in die Wissensdatenbank 4 eingegeben werden.

Am Beispiel dieser Extruderlinie kann beispielsweise ein zweiter Material- bzw. Produktsensor vor der Formgebung und/oder in der Nachfolge platziert sein, um eine Rückkopplung zwischen den Produkteigenschaften und dem Plastifizier- bzw. Aufbereitungsprozess zu bekommen. Beispielsweise könnte der Glanzgrad des Produktes durch den zweiten Materialsensor bestimmt und an die Steuerung zurückgegeben werden. Der könnte wiederum dazu genutzt werden, die Düsenheizung zu steuern, um den im Vorfeld definierten Glanz des Produktes automatisch einzustellen bzw. zu verändern.

Hier wird also ein System aufgezeigt, das durch die Erfahrung und Reaktion der Anwender und Experten auf unterschiedliche Materialeigenschaften trainiert wird. Die so gefundenen Prozessparameter werden als Datensets in einer Datenbank abgelegt und sind jederzeit wieder aufruf-

**A455PAT**

bar. In Kombination mit einer Materialzustandserkennung ist somit ein unverzögerter Eingriff in den Prozess möglich. Es können Verfahren zur Rohr-, Profil-, Flachfolien, Platten, Granulaten, Blasfolienherstellung, aber auch Spritzguss- und Compoundiermaschinen optimal eingestellt werden.

Zusammengefasst sei daher, wie teilweise schon weiter oben ausgeführt, noch einmal erwähnt:

- Mit der vorgeschlagenen Erfindung kann die kontinuierliche Erfassung der in den Extruder bzw. die Plastifiziereinheit einlaufenden spezifischen Materialdaten durch einen Materialsensor, der die Messergebnisse auflöst nach Materialtyp, -zusammensetzung, -form, -temperatur und -feuchte, umgesetzt werden. Typisch für diese Anwendung ist z.B. bei Kunststoffen der Einsatz von Nahinfrarot-Spektroskopie, von Feuchte- und Temperatursensoren. Erfasst werden können Tone, Keramik, Gummi, Kautschuk, Thermoplastische Polymere, organische Verbindungen, Verbundwerkstoffe, Biowerkstoffe und Metalle.
- Weiterhin ist der Abgleich der Messdaten mit einer Wissensdatenbank zur optimalen automatischen Prozessparametrierung und -steuerung der Extrudermaschine realisiert. Optimale Prozessdaten sind z.B. Drehmoment und Drehzahl des Hauptmotors oder/und weiterer Nebenantriebe sowie das Temperaturprofil der Verfahrenseinheit und des Werkzeugs. Weiterhin ist denkbar, z. B. die dem Extruder nachgeschalteten Kalibriereinheiten optimal in dem Kühl- und Druckverhalten zu parametrieren.



## A455PAT

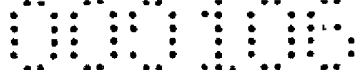
- Die Wissensdatenbank ist ausgelegt für alle Extrusionsverfahren der Mono- und Mehrschichtextrusion. Die Wissensdatenbank kann sowohl in der Extrudersteuerung integriert sein als auch zentral auf einem firmeninternen Server zur Verfügung stehen und einzelne oder / und mehrere Extrudermaschinen gleichzeitig bedienen.
- Eine aktive Verarbeitungsempfehlung auf Basis der Interaktion von Wissensdatenbank und Steuerung, die den Bediener in die Lage versetzt, den Verarbeitungsprozess zu optimieren, ist umgesetzt.
- Darüber hinaus ist es denkbar, einen zweiten Material- bzw. Produktsensor vor der Formgebung oder/ und in der Nachfolge zu platzieren, um eine Rückkopplung zwischen den Produkteigenschaften und dem Plastifizier- bzw. Aufbereitungsprozess zu bekommen. Beispielsweise könnte der Glanzgrad des Produktes, durch den zweiten Materialsensor bestimmt und an die PLC weitergegeben, dazu genutzt werden, um die Düsenheizung so zu steuern, um den im Vorfeld definierten Glanz des Produktes automatisch einzustellen.



A455PAT

**Bezugszeichenliste:**

- 1 Kunststoffverarbeitungsmaschine
- 2 Material
- 3 Erfassungseinheit
- 5 4 Datenbank
- 5 Prozesssteuerung
- 6 Extruder
- 7 Antrieb von 6
- 8 Temperierung von 6
- 10 9 Materialaufgabetrichter
- 10 Werkzeug
- 11 Display



A455PAT

**Patentansprüche:**

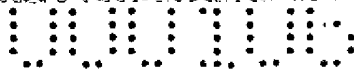
1. Verfahren zum Steuern einer Kunststoffverarbeitungsmaschine (1)  
in Abhängigkeit des aufgegebenen Materials (2),  
wobei über mindestens eine Erfassungseinheit (3) kontinuierlich  
5 Materialdaten erfasst werden, bevor das Material einer Verarbei-  
tung in der Kunststoffverarbeitungsmaschine (1) unterzogen wird,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

10 mittels der erfassten Materialdaten durch Datenvergleich und/oder  
mathematischer Prozesse ein oder mehrere Kennwerte ermittelt  
werden und

anschließend anhand dem/der ermittelten Kennwert(e) die erforderlichen  
Maschinenparameter aus einer Datenbank (4) ausgelesen  
und an die Kunststoffverarbeitungsmaschine (1) übertragen werden.

15



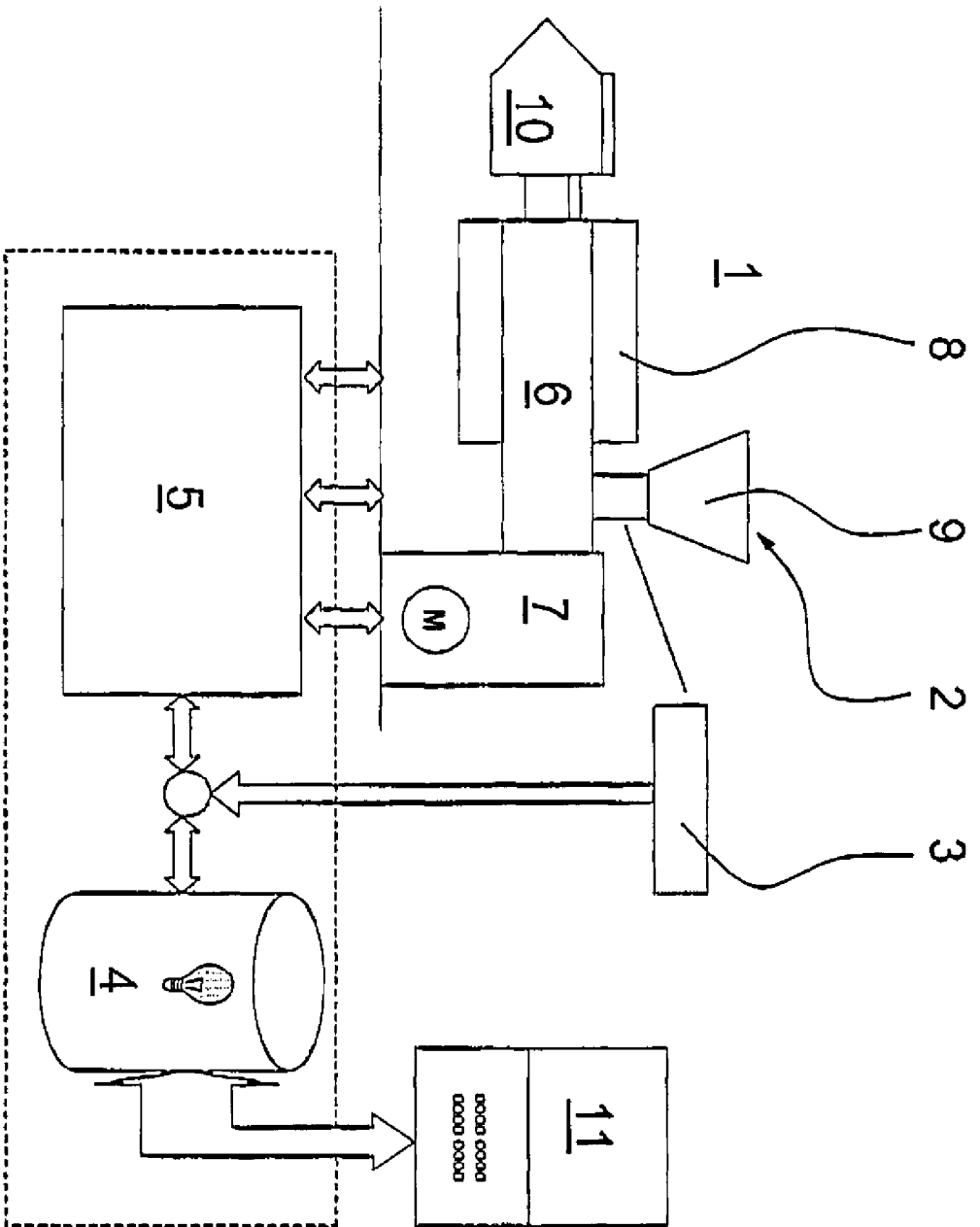
## A455PAT

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei fehlendem Kennwert in der Datenbank anhand eines Algorithmus der zu wählende Datensatz bestimmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei  
5 Abweichung des gewählten Datensatzes vom gemäß ermitteltem Kennwert gewünschten Datensatz eine optische und/oder akustische Anzeige ausgelöst wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet,  
10 dass die übertragenen Maschinenparameter in geeigneter Weise ausgegeben/angezeigt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass über eine Eingabestelle die Maschinenparameter manuell verändert werden können.
6. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
15 dass über Messmittel erfasste Werte innerhalb des Kunststoffverarbeitungsprozesses an die Prozesssteuerung (5) zurückgegeben werden und in Abhängigkeit dieser Werte eine Korrektur der Maschinenparameter ermöglicht wird.
7. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
20 dass als Materialdaten beispielsweise Daten wie Materialtyp, -zusammensetzung, -form, -farbe, -temperatur und/oder -feuchte erfasst werden.



## A455PAT

8. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassung der Materialdaten für Materialien wie Ton, Keramik, Gummi, Kautschuk, Thermoplaste, Verbundwerkstoffe und ähnlichem möglich ist.



**Fig.**