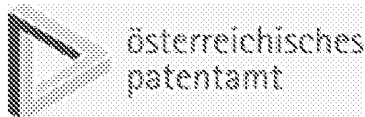


(19)



(10)

**AT 514440 B1 2015-01-15**

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 674/2013  
 (22) Anmeldetag: 30.08.2013  
 (45) Veröffentlicht am: 15.01.2015

(51) Int. Cl.: **B29C 45/76** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
 DE 112007002154 T5

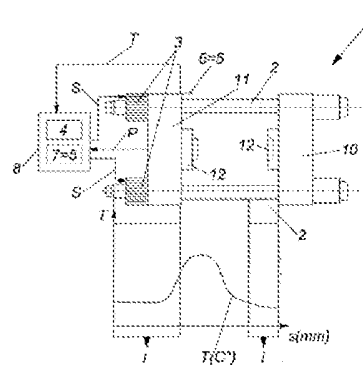
(73) Patentinhaber:  
 ENGEL AUSTRIA GMBH  
 4311 SCHWERTBERG (AT)

(72) Erfinder:  
 Fritz Hannes Dipl.Ing.  
 4320 Windhaag bei Perg (AT)

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

### (54) Spindeleinheit für eine Formgebungsmaschine

(57) Spindeleinheit (1) für eine Formgebungsmaschine, insbesondere eine Spritzgießmaschine, mit zumindest einer Spindel (2), einer Antriebsvorrichtung (3) zum Bewegen der Spindel (2) und einer Ausgleichsvorrichtung (4) zum Ausgleichen von temperaturabhängigen Längenschwankungen der Spindel (2), wobei eine Ermittlungsvorrichtung (5) zum Ermitteln der Temperatur (T) der Spindel (2), wobei in Abhängigkeit der ermittelten Temperatur (T) von der Ausgleichsvorrichtung (4) die Position der Spindel (2) relativ zur Antriebsvorrichtung (3) einstellbar ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Spindeleinheit für eine Formgebungsmaschine, insbesondere eine Spritzgießmaschine, mit zumindest einer Spindel, einer Antriebsvorrichtung zum Bewegen der Spindel und einer Ausgleichsvorrichtung zum Ausgleichen von temperaturabhängigen Längenschwankungen der Spindel. Zudem betrifft die Erfindung eine Spritzeinheit, eine Schließeinheit und eine Formgebungsmaschine mit einer solchen Spindeleinheit.

**[0002]** Generell kommt es bei verschiedensten, aus dem Stand der Technik bekannten Maschinen durch Hitzeentwicklung bzw. Wärmeentwicklung zu Längenänderungen in den meist metallischen Maschinenkomponenten. Eine besonders wärmebeanspruchte und längendehnungsintensive Maschinenkomponente ist dabei die Spindel von Spindeleinheiten. Im speziellen ist dazu die Öffnungs- und Schließbewegung von beweglichen Werkzeugaufspannplatten einer Spritzgießmaschine oftmals mit einem Spindeltrieb (Spindeleinheit) realisiert. Diese Längendehnungen können zu Ungenauigkeiten in der gesamten Maschine führen.

**[0003]** Wenn beispielsweise an der Maschine kein Langweggeber zur Positionsermittlung der beweglichen Werkzeugaufspannplatte angebracht ist, wird die Ist-Position der beweglichen Werkzeugaufspannplatte durch einen im Spindeltrieb eingebauten Geber erfasst und in der Steuerung der Spritzgießmaschine verarbeitet wird.

**[0004]** Befindet sich die Maschine in Betrieb, so erwärmt sich die Spindel sukzessive. Diese Erwärmung hat eine Ausdehnung der Spindel zur Folge. Durch die Wegerfassung im Motor wird diese Ausdehnung allerdings nicht erkannt. Es wurde diesbezüglich bei Aufzeichnungen erfasst, dass Abweichungen von bis zu rund 1 mm im Vergleich zwischen Kalt- und Warmzustand der Spindel auftreten können. Diese Ausdehnung der Spindel erschwert eine exakte Positionierung der beweglichen Werkzeugaufspannplatte enorm. Eine Reproduzierbarkeit von immer gleichen Spritzgießteilen ist nicht mehr ausreichend gegeben. Als mögliche Einflussfaktoren, die zur Erwärmung der Spindel und anschließender Ausdehnung des Spindelstahls führen, gelten z. B. die auftretende Reibung zwischen den Kugeln im Kugelumlaufsystem des Spindeltriebs, im Speziellen zwischen Spindelmotor und der Spindel. Weiters Einfluss hat die Erwärmung des Schmiermittels in den Gewindegängen sowie der Erwärmung der Motorwicklungen im Spindeltrieb. Zudem wird die Temperatur von der Temperaturabstrahlung des aufgeheizten Werkzeugs und auch von einer erhöhten Raumtemperatur beeinflusst.

**[0005]** Bisher bekannte Systeme, die der Spindelerwärmung entgegenwirken bzw. diese Erwärmung kompensieren, sind gekühlte Kugelgewindespindeln oder zusätzliche Langweggeber in Verwendung zur Hubkorrektur. Nachteile des Systems mit gekühlten Kugelgewindespindeln sind die übersteuerten Anschaffungskosten durch Sonderausführungen der Spindel (Bohrungen, etc.). Weiters treten dabei häufig Dichtungsprobleme auf. Ein weiterer Nachteil ist, dass das Kühlmedium auf 1° Celsius genau temperiert sein muss, anderenfalls würden sich größere Abweichungen wieder negativ auf den Hub auswirken. Nachteilig ist weiter, dass große Kühlleistungen vonnöten sind. Die Nachteile des Systems mit einem Langweggeber liegen in den hohen Anschaffungskosten. Weiters muss ein zusätzlicher Analogeingang an der Steuerung vorgesehen sein. Weiters kann es zu Montageproblemen kommen, auch eine aufwändige Verdrahtung ist erforderlich. Zudem muss eine Softwareanpassung erfolgen, wobei die Software zusätzlich gewartet werden muss.

**[0006]** Um zumindest einige dieser Probleme zu vermeiden, sind aus dem Stand der Technik bereits diverse Möglichkeiten bekannt, um die durch Temperaturänderungen ausgelösten Längenänderungen auszugleichen.

**[0007]** Zunächst sei dazu auf die DE 101 22 584 A1 verwiesen, die eine horizontale Zweiplattenspritzgießmaschine zeigt. Darin ist angeführt, dass Längendehnungen der Spindel dadurch ausgeglichen werden können, dass das rahmenförmige Stützelement über ein Lager auf dem Maschinenrahmen abgestützt ist. Besonders erlaubt ein Lager und eine Rolle bei Wärmedehnungen der Spindel ein Spiel. Nachteilig dabei ist, dass durch dieses Spiel immer noch Unge-

nauigkeiten auftreten.

**[0008]** Demgegenüber zeigt die gattungsfremde WO 93/25368 A1 eine Regelung der Position der Endplatte bzw. der Formaufspannplatte, wenn Wärmedehnungen des Werkzeugs oder der Holme vorliegen. Es wird nichts über Spindeln bzw. Spindeleinheiten gesagt.

**[0009]** Dazu zeigt aber die DE 43 33 196 C2 eine Spindeleinheit für eine Spritzgießmaschine, wobei darin als Aufgabe angegeben ist, dass eine Positionsänderung des werkstückseitigen Spindelendes aufgrund einer Wärmeausdehnung der Spindel unterdrückt werden soll. Entsprechend wird eine Verlagerung der Spindel durch die thermische Ausdehnung auch in den Diagrammen dargestellt. Im Speziellen ist weiter angeführt, dass eine Positionsänderung des werkstückseitigen Endes der Spindel infolge zunehmender Wärmedehnung der Spindel durch Bewegung des Lagergehäuses in Gegenrichtung unterdrückbar ist. Somit ist auch bei diesem Stand der Technik ein ähnlicher Nachteil wie bei der erstgenannten Schrift gegeben, wonach immer noch die Präzision bei der Herstellung des (Spritzgieß-)Produkts leidet.

**[0010]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, eine zum Stand der Technik alternative bzw. verbesserte Spindelerwärmungskompensation zu schaffen. Insbesondere sollen die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile vermindert oder möglichst umgangen werden und die Genauigkeit bei der Herstellung erhöht werden.

**[0011]** Dies wird für eine Spindeleinheit mit den Merkmalen von Anspruch 1 erreicht. Demnach ist eine Ermittlungsvorrichtung zum Ermitteln der Temperatur der Spindel vorgesehen, wobei in Abhängigkeit der ermittelten Temperatur von der Ausgleichsvorrichtung die Position der Spindel relativ zur Antriebsvorrichtung einstellbar ist. Somit wird nicht mehr eine passive Längendehnungskompensation verwendet, sondern es wird aktiv über die Antriebsvorrichtung die Spindel schon gar nicht mehr so weit bewegt, dass irgendein möglicherweise ungenauer, mechanischer Ausgleich stattfinden müsste. Vielmehr wird aufgrund der Temperaturermittlung bereits von vornherein die Bewegung bzw. die Position der Spindel in Abhängigkeit der ermittelten Temperatur korrigiert, sodass immer eine große Genauigkeit gegeben ist.

**[0012]** Ein wesentlicher Wert für die Längendehnung einer Spindel ist der thermische Ausdehnungskoeffizient. Dieser thermische Ausdehnungskoeffizient beschreibt die Längendehnung in Abhängigkeit von der Temperaturänderung eines Stoffes. Als konkretes Beispiel wurde dazu berechnet bzw. durch konkrete Messungen bestätigt, dass sich eine 3 Meter lange Spindel bei einer konstanten Erwärmung von 0° Celsius auf 70° Celsius linear um 1,8 Millimeter in Längsrichtung dehnt. Dies entspricht einer Längenänderung von 0,012 Millimeter pro Meter pro Grad Celsius.

**[0013]** Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel kann die Spindeleinheit eine Steuer- oder Regeleinheit zum Steuern oder Regeln der Antriebsvorrichtung, wobei die Ausgleichsvorrichtung Teil der Steuer- oder Regeleinheit ist und die Ermittlungsvorrichtung Teil der Steuer- oder Regeleinheit ist oder mit der Steuer- oder Regeleinheit verbunden ist, aufweisen. Im Speziellen kann diese Steuer- oder Regeleinheit in bisher bekannte Bedieneinheiten für Spindeleinheiten bzw. Spritzgießmaschinen integriert sein oder zusätzlich softwaremäßig eingespeist oder aktualisiert werden.

**[0014]** Gemäß einer ersten Ausführungsvariante der vorliegenden ist vorgesehen, dass die Ermittlungsvorrichtung einen Temperatursensor zum Messen der Temperatur der Spindel umfasst. Konkret kann dabei vorgesehen sein, dass z.B. an der beweglichen Werkzeug- bzw. Formaufspannplatte direkt oberhalb der Spindel ein Temperatursensor installiert wird. Dieser misst permanent die Temperatur entlang der Oberfläche der Spindel durch „Abtastungen“ beim Verfahren der beweglichen Werkzeugaufspannplatte. Der Temperatursensor wird an die Steuerung (Steuer- oder Regeleinheit) angebunden. Da dieser Sensor mit der beweglichen Platte mitfährt, kann durch das Verarbeiten der Temperaturwerte in der Steuerung ein Temperaturverlauf in Längsrichtung der Spindel erstellt werden. Die Temperaturwerte der nicht abgefahrenen Abschnitte der Spindel durch die bewegliche Werkzeugaufspannplatte können annähernd interpoliert werden. Durch das Messen der verschiedenen Temperaturwerte an den einzelnen Posi-

tionen kann nun die Dehnung der Spindel berechnet werden. Voraussetzung dafür ist eine einmalige Drehgeberkalibrierung des Spindelantriebs z. B. bei einer Raumtemperatur von 20 °C. Über eine von einer Software gesteuerte Berechnung kann die Positionen nun korrigiert und exakt angefahren werden. Generell kann dabei der Drehgeber den Istwert an die Steuerung liefern. Nach diesem Wert orientiert sich nun die Steuerung und misst zyklisch durch ein regelmäßiges Abtasten die Temperatur an der Spindeloberfläche. Dadurch ergeben sich einzelne Messpunkte, mit deren Hilfe einzelne Abweichungen berechnet werden können. Diese Abweichungen werden nun aufsummiert auf die gesamte Spindellänge. Die nicht abgefahrenen Bereiche der Spindel werden annähernd interpoliert. Die errechneten Abweichungen werden nun zu einer Hubkorrektur verwendet. Auf diese Weise wird es möglich eine softwareseitige Spindelerwärmungskompensation zu erreichen. Durch die stetige Messung der Temperatur an der Spindeloberfläche lassen sich bei außergewöhnlichen Abweichungen eventuelle notwendige Wechsel von mechanischen Verschleißteilen an der Spindel oder in der Spindelmutter, mechanische Defekte oder Probleme mit dem Schmiermittel erkennen (eine Art Serviceanzeige für Spindel und Spindelantrieb ist möglich).

**[0015]** Die Temperaturmessung kann auch anhand einer Wärmemengenmessung erfolgen. Durch geeignete Messgeräte kann die Wärmemenge bzw. die Wärmemengenänderung (Joule) entlang der Längsrichtung der Spindel an der Spindeloberfläche gemessen werden.

**[0016]** Gemäß einer zur Temperaturmessung alternativen Ausführungsvariante kann aber auch vorgesehen sein, dass die Ermittlungsvorrichtung eine Berechnungsvorrichtung aufweist, mit der zumindest in Abhängigkeit von Raumtemperatur, Gewicht der Spindel und Parametern der Antriebsvorrichtung die Temperatur der Spindel berechenbar ist. Somit muss nicht konkret eine Messung der Temperatur erfolgen, sondern es kann alternativ oder gegebenenfalls auch zusätzlich zu einer direkten Temperaturmessung eine Temperatur- bzw. Dehnungsberechnung erfolgen. Demnach lässt sich vor allem durch regelmäßige und reproduzierbare Zykluszeiten die Temperatur an der Spindeloberfläche auch ohne die Montage eines Temperatursensors berechnen. Man geht dabei davon aus, dass sich die Spindel in Längsrichtung mit unterschiedlichen Temperaturen erwärmt. So z. B. wird sich die Spindel, an der sich der Antrieb nicht abrollt, bei weitem nicht so stark erwärmen, wie an dem Abschnitt, an dem sich der Antrieb dauernd zyklisch über die Kugelspindelmutter abrollt. Es kommt hierbei darauf an, einen Temperaturmittelwert zu errechnen (bei diesem Mittelwert ist auch die Umgebungstemperatur, die auf die Spindel wirkt, zu berücksichtigen), um des Weiteren dann die Dehnung der Spindel berechnen zu können. Geht man davon aus, dass die Zykluszeit konstant ist, so wird sich die Spindel beim Öffnen und Schließen der beweglichen Aufspannplatte erwärmen, während sich die Spindel dann während dem gesamten Einspritzprozess bzw. auch während der Kühlzeit und Entformzeit wieder abkühlen kann. Je nachdem wie sich das Verhältnis Erwärmungszeit/ Kühlzeit aufbaut, so wird sich auch die Temperatur an der Spindeloberfläche erhöhen oder auch nicht erhöhen. Diesbezüglich kann auf Fig. 2 verwiesen werden.

**[0017]** Generell können verschiedenste Parameter in die Berechnung miteinbezogen werden. Je mehr Parameter bekannt sind, desto besser kann natürlich auch die Temperatur bzw. die Längendehnung berechnet werden. Besonders bevorzugt kann demnach vorgesehen sein, dass Parameter der Antriebsvorrichtung die Wicklungstemperatur der Antriebsvorrichtung, der Spindelhub, die Öffnungsgeschwindigkeit, die Schließgeschwindigkeit, die Dauer eines Einspritzvorgangs, die Dauer der Kühlzeit, die Entformzeit, die Spindellänge, Stillstandzeiten der Spindeleinheit und/oder die Anzahl der Zyklen nach einem Stillstand sind.

**[0018]** Weiters ist die Temperaturberechnung über die Wärmebilanz möglich. So kann an einer vergleichbaren Testmaschine durch zahlreiche Testläufe eine Wärmebilanz der gesamten Spindel aufgestellt werden. Diese Wärmebilanz ist in der Steuerung der Spritzgießmaschine hinterlegt. Abhängig von einzelnen Faktoren, die der Steuerung der Spritzgießmaschine bekannt sind, kann dann auch stets die dazugehörige Längsdehnung der Spindel ermittelt werden. Dabei können auch wieder die bereits erwähnten Parameter Berücksichtigung finden.

**[0019]** Weiters kann gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung vorgese-

hen sein, dass die Antriebsvorrichtung einen Kugelgewindetrieb aufweist, wobei die Spindel in diesen Kugelgewindetrieb eingespannt ist und als Parameter die ermittelte Vorspannkraft des Kugelgewindetriebs dient. Es wurde bereits belegt, dass die Reibung der Kugeln in der Spindelmutter linear mit der Vorspannung der Spindelmutter zusammenhängt. Geht man davon aus, dass die Erwärmung nahezu ausschließlich von der Reibung zwischen den Kugeln und der Spindelmutter und der Spindel erfolgt und man all die anderen Faktoren (Parameter) aufgrund deren geringeren Einfluss auf die Erwärmung vernachlässigen kann, so kann durch das Ermitteln der Vorspannkraft die Spindeltemperatur und somit in weiterer Folge die Spindeldehnung berechnet werden.

**[0020]** Die Vorteile dieser beiden unterschiedlichen Varianten (direkte Temperaturmessung oder Temperaturberechnung) liegen darin, dass die Kosten gedämmt werden und eine exakte Positionierung möglich ist. Zusätzlich sind keine Sonderausführungen der Spindel erforderlich und auch kein Kühlmedium für die Spindel. Weiters ist kein Aggregat zur Kühlung des Kühlmediums notwendig, sodass auch keine zusätzlichen Energiekosten anfallen. Weiters sind keine recht teuren Wegaufnehmer oder sonstige zusätzliche Sensoren notwendig. Weiters gibt es geringe Materialkosten und die gesamte Anlage ist recht wartungsfreundlich.

**[0021]** Generell können erfindungsgemäße Spindeleinheiten bzw. Spindeltriebe bei verschiedensten Maschinen eingesetzt werden. So kann z.B. eine solche Spindeleinheit Teil der Spritzseite einer Spritzgießmaschine sein, weshalb Schutz für eine solche Spritzeinheit begehrt wird. Beim Einspritzen hat eine erfindungsgemäße Spindeleinheit den Vorteil einer noch höheren Genauigkeit. Zudem wird auch Schutz für eine Schließeinheit einer Formgebungsmaschine mit einer erfindungsgemäßen Spindeleinheit begehrt. Weiters wird Schutz für eine gesamte Formgebungsmaschine, insbesondere Spritzgießmaschine, Presse, Spritzpresse oder ähnliches mit einer erfindungsgemäßen Spindeleinheit begehrt.

**[0022]** 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:

**[0023]** Fig. 1 schematisch die Schließseite einer Spritzgießmaschine mit dem Temperaturverlauf der Spindel und

**[0024]** Fig. 2 ein Diagramm des Temperaturverlaufs während mehrerer Zyklen.

**[0025]** Fig. 1 zeigt schematisch die Schließseite 9 einer nicht im Gesamten dargestellten Formgebungsmaschine. Diese Schließseite 9 weist als wesentliche Elemente die feststehende Formaufspannplatte 10, die bewegbare Formaufspannplatte 11 und die beiden das Werkzeug bildenden Formhälften 12 auf. Die bewegbare Formaufspannplatte 11 ist über die Spindeln 2 bzw. Holme und die Antriebsvorrichtung 3 relativ zur feststehenden Formaufspannplatte 10 bewegbar.

**[0026]** Die Antriebsvorrichtung 3 weist bevorzugt einen Kugelgewindetrieb auf. Vor allem durch die Reibung der Kugeln dieses Kugelgewindetriebs beim Bewegen der Spindel 2 wird die Spindel 2 erwärmt, wodurch sich die Länge der Spindel 2 verändert und dadurch Ungenauigkeiten entstehen können.

**[0027]** Diese Ungenauigkeiten werden bei der vorliegenden Erfindung dadurch vermieden, dass eine Ermittlungsvorrichtung 5 zum Ermitteln der Temperatur  $T$  der Spindel vorgesehen ist. Diese Ermittlungsvorrichtung 5 kann beispielsweise der Temperatursensor 6 sein, der auf die Oberfläche einer der Spindeln 2 gerichtet ist.

**[0028]** Es können auch mehrere solcher Temperatursensoren 6 vorgesehen sein. Auch kann die Positionierung des Temperatursensors 6 an individuelle Gegebenheiten angepasst werden. Von diesem Temperatursensor 6 wird dann die gemessene Temperatur  $T$  an die Steuer- oder Regeleinheit 8 weitergeleitet, wobei diese Steuer- oder Regeleinheit 8 auch eine Ausgleichsvorrichtung 4 umfasst. Über diese Ausgleichsvorrichtung 4 wird die temperaturabhängige Längenschwankung der Spindel 2 ausgeglichen, indem die Position der Spindel 2 relativ zur Antriebs-

vorrichtung 3 über entsprechende Steuerimpulse S einstellbar bzw. veränderbar ist. Alternativ oder zusätzlich zum Temperatursensor 6 kann die Ermittlungsvorrichtung 5 auch eine Berechnungsvorrichtung 7 sein, wobei diese dann bevorzugt Teil der Steuer- oder Regeleinheit 8 ist. Dieser Berechnungsvorrichtung 7 werden diverse gespeicherte, ermittelte, berechnete oder erfasste Parameter P der Formgebungsmaschine, der Spindeleinheit 1 oder der Antriebvorrichtung 3 zugeführt, sodass daraus wieder eine entsprechende Temperatur T der Spindel 2 ermittelbar ist.

**[0029]** Wie im Diagramm in Fig. 1 ersichtlich kann über den Temperatursensor 5 nicht die Temperatur T entlang der gesamten Länge der Spindel 2 gemessen werden. Entsprechend kann in den nicht abgefahrenen Bereichen i die Temperatur T der Spindel 2 interpoliert bzw. näherungsweise berechnet werden. Daraus ergibt sich dann wieder eine Gesamtlängendehnung, die entsprechend von der Ausgleichsvorrichtung 4 und der Antriebvorrichtung 3 ausgeglichen wird. Dadurch wird der, von Spindel 2 und Antriebvorrichtung 3 relativ zueinander zurückgelegte Weg s in Millimetern so exakt eingestellt, dass sich keine Ungenauigkeiten mehr beim Spritzgießen bzw. beim Schließen der Formhälften 12 ergeben. Die berechnete bzw. ermittelte Temperatur T wird somit als eine Art Hubkorrektur verwendet, was die Basis für die aktive Spindelerwärmungskompensation bildet.

**[0030]** In Fig. 2 ist nochmals, wie weiter oben bereits beschrieben, der Temperaturverlauf entlang der Zeitachse t dargestellt, wobei die Temperaturänderungen entlang der einzelnen Abschnitte (Form schließen, Einspritzen/Kühlzeit, Form öffnen, Entformen) des Spritzgießzyklus schematisch veranschaulicht sind. Natürlich wird sich keine ständige weitere Erwärmung ergeben, sondern nach einer gewissen Anzahl von erfolgten Zyklen wird sich die Temperatur T der Spindel 2 in einem stabilen Bereich einpendeln. Diese Erfahrungswerte können natürlich auch in weitere Temperaturberechnungen einfließen oder sogar die Basis bilden.

**[0031]** Durch die vorliegende Erfindung ist somit als Spindelerwärmungskompensation eine aktive Bewegungsbeeinflussung in Abhängigkeit der gemessenen und/oder berechneten Temperatur T der Spindel 2 geschaffen.

## Patentansprüche

1. Spindeleinheit (1) für eine Formgebungsmaschine, insbesondere eine Spritzgießmaschine, mit
  - zumindest einer Spindel (2),
  - einer Antriebsvorrichtung (3) zum Bewegen der Spindel (2) und
  - einer Ausgleichsvorrichtung (4) zum Ausgleichen von temperaturabhängigen Längenschwankungen der Spindel (2),  
**gekennzeichnet durch** eine Ermittlungsvorrichtung (5) zum Ermitteln der Temperatur (T) der Spindel (2), wobei in Abhängigkeit der ermittelten Temperatur (T) von der Ausgleichsvorrichtung (4) die Position der Spindel (2) relativ zur Antriebsvorrichtung (3) einstellbar ist.
2. Spindeleinheit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ermittlungsvorrichtung (5) einen Temperatursensor (6) zum Messen der Temperatur (T) der Spindel (2) umfasst.
3. Spindeleinheit nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ermittlungsvorrichtung (5) eine Berechnungsvorrichtung (7) aufweist, mit der zumindest in Abhängigkeit von Raumtemperatur, Gewicht der Spindel (2) und zumindest einem Parameter (P) der Antriebsvorrichtung (3), der Spindeleinheit (1) oder der gesamten Formgebungsmaschine die Temperatur (T) der Spindel (2) berechenbar ist.
4. Spindeleinheit nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass Parameter (P) der Antriebsvorrichtung (3)
  - die Wicklungstemperatur der Antriebsvorrichtung (3),
  - der Spindelhub,
  - die Öffnungsgeschwindigkeit,
  - die Schließgeschwindigkeit,
  - die Dauer eines Einspritzvorgangs,
  - die Dauer der Kühlzeit,
  - die Entformzeit,
  - die Spindellänge,
  - Stillstandzeiten der Spindeleinheit (1) und/oder
  - die Anzahl der Zyklen nach einem Stillstand sind.
5. Spindeleinheit nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antriebsvorrichtung (3) einen Kugelgewindetrieb aufweist, wobei die Spindel (2) in diesen Kugelgewindetrieb eingespannt ist und als Parameter (P) die ermittelte Vorspannkraft des Kugelgewindetriebs dient.
6. Spindeleinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **gekennzeichnet durch** eine Steuer- oder Regeleinheit (8) zum Steuern oder Regeln der Antriebsvorrichtung (3), wobei die Ausgleichsvorrichtung (4) Teil der Steuer- oder Regeleinheit (8) ist und die Ermittlungsvorrichtung (5) Teil der Steuer- oder Regeleinheit (8) ist oder mit der Steuer- oder Regeleinheit (8) verbunden ist.
7. Spritzeinheit für eine Formgebungsmaschine, insbesondere Spritzgießmaschine, mit einer Spindeleinheit (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6.
8. Schließeinheit (9) für eine Formgebungsmaschine, insbesondere Spritzgießmaschine, mit einer Spindeleinheit (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6.
9. Formgebungsmaschine, insbesondere Spritzgießmaschine, mit einer Spindeleinheit (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6.

## Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

[illegible]