(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 505 675 A2 2009-03-15**

(12) Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: **A 1368/2008**
(22) Anmeldetag: **03.09.2008**
(43) Veröffentlicht am: **15.03.2009**

(51) Int. Cl.[8]: ***B29C 45/84*** (2006.01)

(30) Priorität:

13.09.2007 DE 102007043673
beansprucht.

(73) Patentinhaber:

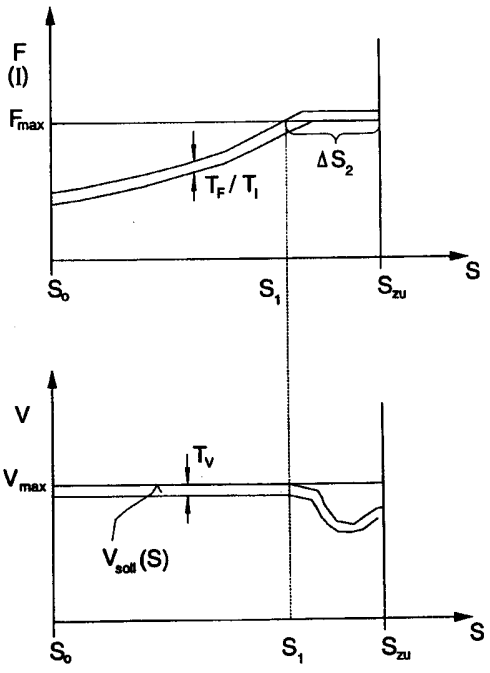
WITTMANN BATTENFELD GMBH
A-2542 KOTTINGBRUNN (AT)

(72) Erfinder:

BRUNBAUER KLAUS ING.
BAD VÖSLAU (AT)
SCHRAMM MARTIN ING.
GRAZ (AT)

(54) VERFAHREN ZUM SICHEREN SCHLIESSEN EINES WERKZEUGS

(57) Verfahren zum sicheren Schließen eines mindestens zweiteiligen Werkzeugs (1) in einer Maschine für die Verarbeitung von spritzgießfähigem Material bei dem ein Werkzeugteil (2) relativ auf ein anderes Werkzeugteil (3) über einen Schließhub mittels eines Schließantriebs (4) zu bewegt wird, wobei ab einer vorgegebenen Wegmarke (s_0) für den Beginn der Werkzeugsicherung für die Fahrkraft (F) oder die Stromaufnahme (I) des Schließantriebs (4) ein zulässiger Verlauf unter Berücksichtigung eines Toleranzbandes (T_I/T_F) vorgegeben wird und wobei zumindest über einen Abschnitt (Δs_2) des werkzeuggesicherten Schließhubs die Größe der Fahrkraft (F_{max}) begrenzt wird, wobei zur Überwachung eines ordnungsgemäßen Schließens des Werkzeugs (1) ein direkt oder indirekt von dem Geschwindigkeitsverlauf (v_{soll} (s)) der Schließbewegung des einen Werkzeugteils (2) über dem werkzeuggesicherten Schließhub abhängiger Funktionsverlauf (Z_{So}ii) definiert oder vorgegeben wird und eine Abschaltung des Schließantriebs (4) dann veranlasst wird, wenn der gemessene Funktionsverlauf (Z_{Ist}) den vorgegebenen Funktionsverlauf (Z_{soll}) unter Berücksichtigung eines Toleranzbandes (T_z) verlässt.



AT 505 675 A2 2009-03-15

Zusammenfassung:

Verfahren zum sicheren Schließen eines mindestens zweiteiligen Werkzeugs (1) in einer Maschine für die Verarbeitung von spritzgießfähigem Material bei dem ein Werkzeugteil (2) relativ auf ein anderes Werkzeugteil (3) über einen Schließhub mittels eines Schließantriebs (4) zu bewegt wird, wobei ab einer vorgegebenen Wegmarke (s_0) für den Beginn der Werkzeugsicherung für die Fahrkraft (F) oder die Stromaufnahme (I) des Schließantriebs (4) ein zulässiger Verlauf unter Berücksichtigung eines Toleranzbandes (T_I/T_F) vorgegeben wird und wobei zumindest über einen Abschnitt (Δs_2) des werkzeuggesicherten Schließhubs die Größe der Fahrkraft (F_{max}) begrenzt wird, wobei zur Überwachung eines ordnungsgemäßen Schließens des Werkzeugs (1) ein direkt oder indirekt von dem Geschwindigkeitsverlauf (v_{Soll} (s)) der Schließbewegung des einen Werkzeugteils (2) über dem werkzeuggesicherten Schließhub abhängiger Funktionsverlauf (Z_{Soll}) definiert oder vorgegeben wird und eine Abschaltung des Schließantriebs (4) dann veranlasst wird, wenn der gemessene Funktionsverlauf (Z_{Ist}) den vorgegebenen Funktionsverlauf (Z_{Soll}) unter Berücksichtigung eines Toleranzbandes (T_Z) verlässt.

(Fig. 4)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum sicheren Schließen eines mindestens zweiteiligen Werkzeugs in einer Maschine für die Verarbeitung von spritzgießfähigem Material, insbesondere in einer Spritzgießmaschine, bei dem ein Werkzeugteil relativ auf ein anderes Werkzeugteil über einen Schließhub mittels eines Schließantriebs zu bewegt wird, wobei ab einer vorgegebenen Wegmarke für den Beginn der Werkzeugsicherung für die Fahrkraft oder die Stromaufnahme des Schließantriebs ein zulässiger Verlauf unter Berücksichtigung eines Toleranzbandes vorgegeben wird und wobei zumindest über einen Abschnitt des werkzeuggesicherten Schließhubs die Größe der Fahrkraft begrenzt wird.

Beim Spritzgießen wird am Zyklusende das gespritzte Formteil bei geöffnetem Werkzeug häufig automatisch entnommen. Dann fährt in Vorbereitung des nächsten Schusses das Werkzeug wieder zu. Es kann trotz aller Vorsicht nie ausgeschlossen werden, dass es zu einem Fehler bei der Entnahme des Formteils kommt. Wird dann das Werkzeug bei nicht ordnungsgemäß entnommenem Formteil wieder geschlossen, kann es zu Werkzeugbeschädigungen kommen. Dies muss tunlichst vermieden werden.

Daher sind Verfahren zum sicheren Schließen des Werkzeugs bei einer Spritzgießmaschine bekannt geworden. In der DE 199 25 302 C2 wird ein solches Verfahren beschrieben. Dort kommt ein elektromotorischer Antrieb zum Schließen des Werkzeugs zum Einsatz. Der Elektromotor nimmt dabei einen Strom auf, der proportional zum erzeugten Drehmoment ist, das wiederum proportional zur Fahrkraft ist.

Daher wird bei der dort beschriebenen Lösung vorgeschlagen, eine Kennlinie für den Motorstrom für den Schließmotor vorzugeben und die tatsächliche Stromaufnahme zu überwachen. Die Kennlinie für den Strom wird gewonnen, indem während eines ordnungsgemäßen Schließvorgangs der Verlauf des Stroms aufgezeichnet und als Idealkurve abgespeichert wird.

Nimmt die Stromaufnahme über ein vorgegebenes Toleranzband hinaus zu, ist dies ein Indiz für ein eingeklemmtes Formteil, so dass es zu einer umgehenden Unterbrechung der Bewegung der be-

weglichen Werkzeugaufspannplatte kommt. Dabei kann vorgesehen werden, dass die Sollkurve für die Stromaufnahme laufend durch Mittelwertbildung an sich verändernde Reibungsverhältnisse angepasst wird.

Eine andere Maßnahme zum sicheren Schließen des Werkzeugs besteht darin, ab einer definierten Wegmarke des Schließhubs, nämlich ab „Beginn Werkzeugsicherung", die Fahrkraft des Werkzeugs zu begrenzen. Die maximale Stromaufnahme wird dann derart herabgesetzt, dass auch im Falle dessen, dass sich noch ein nicht entformtes Formteil im Spritzgießwerkzeug befindet, kein größerer Schaden am Werkzeug zu befürchten ist. Dann nämlich reicht die Kraft zum Schließen des Werkzeugs nicht aus, um die Schließbewegung weiter auszuführen; die bewegliche Werkzeughälfte bleibt stehen. Damit beginnt eine Werkzeugsicherungszeit zu laufen. Nach deren Ende spricht die Werkzeugsicherung an.

Die Kombination der beiden genannten Verfahren gemäß der eingangs genannten Vorgehensweise hat sich in der Praxis besonders bewährt. Ist unbeabsichtigt ein nicht entformtes Formteil noch im Werkzeugraum, kann dies schnell und sicher erkannt werden.

Diese Vorgehensweise hat jedoch auch gewisse konzeptbedingte Beschränkungen bzw. Schwächen.

Das Verfahren arbeitet einwandfrei, solange gewährleistet ist, dass die eingestellte maximale Fahrkraft zum Schließen des Werkzeugs höher ist als der Kraftbedarf des Werkzeugs. Dann wirkt die Vorgegebene maximale Fahrkraft als obere Grenze, die nur im Falle ungewöhnlicher Ereignisse relevant wird. Im Normalfall ist nur die Kennlinienüberwachung maßgeblich.

Dies ist in Fig. 2 illustriert, wo der Verlauf der Fahrkraft F über dem Schließweg s der beweglichen Werkzeughälfte des Spritzgießwerkzeugs aufgetragen ist. Die Darstellung ist nur schematisch und kann auch anders ausgebildet sein. Vom Beginn einer Wegmarke s_0 für den Beginn der Werkzeugsicherung bis zum Ende des Schließens, also bis zum geschlossenen Werkzeug bei s_{zu}, wirkt eine Fahrkraftbegrenzung (Wert F_{max}). Gleichzeitig wirkt die

Kraftüberwachung der Fahrbewegung, die sich aufgrund der Überwachung der Kennlinie F(s) bzw. des hierzu äquivalenten Verlaufs I (s) des Motorstroms I ergibt. Dargestellt ist auch ein Toleranzbereich T quasi als Hüllkurve der Funktion, um den die Kennlinie erhöht wird, um bei kleinen Störungen kein Fehlansprechen zu erhalten. Die in Fig. 2 dargestellte untere Kurve stellt den aufgezeichneten (idealen) Sollverlauf dar, die obere Kurve entspricht diesem Verlauf plus Toleranz.

Wie zu sehen ist, ist über den gesamten Werkzeugsicherungsweg die maximale Fahrkraft F_{max} größer als der Kraftbedarf des Werkzeugs gemäß der Kurve F(s).

Es ist wünschenswert, die Kraftbegrenzung möglichst herabzusetzen, um eine erhöhte Sicherheit gewährleisten zu können. Erfolgt dies, kommt es jedoch zu dem Problem, das in Fig. 3 illustriert ist. Auch hier ist wieder der Verlauf der Fahrkraft F(s) über dem Schließweg s der beweglichen Werkzeughälfte des Spritzgießwerkzeugs aufgetragen. Allerdings ist im Unterschied zu Fig. 2 nunmehr der Wert für die Kraftbegrenzung F_{max} derart herabgesetzt, dass im Bereich der geschlossenen Stellung s_{zu} des Werkzeugs (bei s_{zu}) die Kraftbegrenzung F_{max} unter dem Wert liegt, der dem Kraftbedarf des Werkzeugs gemäß der Kennlinie F(s) entspricht.

Die Folge ist, dass sich ab einer Position s_1 ein Bereich Δs_2 ergibt, in dem die Überwachung der Kurve F(s) unwirksam ist. Es kommt also zu einer Art Überwachungslücke, da die Überwachung im Bereich Δs_2 nicht mehr in der konzeptionell angedachten Weise infolge der herabgesetzten Kraftbegrenzung möglich ist.

Auch in Fig. 3 stellt die dargestellte untere Kurve den aufgezeichneten (idealen) Sollverlauf dar, die obere Kurve entspricht diesem Verlauf plus Toleranz.

Der Erfindung liegt im Lichte dieser Situation die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum sicheren Schließen eines mindestens zweiteiligen Werkzeugs in einer Maschine für die Verarbeitung von spritzgießfähigem Material, insbesondere in einer Spritzgießmaschine, zu schaffen, mit dem die beschriebene Überwa-

chungslücke in einfacher Weise geschlossen werden kann.

Die Lösung dieser Aufgabe durch die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass zur Überwachung eines ordnungsgemäßen Schließens des Werkzeugs ein direkt oder indirekt von dem Geschwindigkeitsverlauf der Schließbewegung des einen Werkzeugteils über dem werkzeuggesicherten Schließhub abhängiger Funktionsverlauf definiert oder vorgegeben wird und eine Abschaltung des Schließantriebs dann veranlasst wird, wenn der gemessene Funktionsverlauf den vorgegebenen Funktionsverlauf unter Berücksichtigung eines Toleranzbandes verlässt.

Eine bevorzugte Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, dass der Funktionsverlauf

$$Z_{Soll}\ (s) = v_{Soll}\ (s)$$

ist, d. h. als zugrunde gelegter Funktionsverlauf dient die Sollgeschwindigkeit in Abhängigkeit des Fahrweges.

Eine andere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Funktionsverlauf

$$Z_{Soll}\ (s) = F_{Soll}\ (s) - v_{Soll}\ (s) \times K$$

ist, mit F_{Soll} (s) als der Soll-Fahrkraft des Schließantriebs als Funktion des Schließweges s, mit v_{Soll} (s) als dem Soll-Fahrgeschwindigkeitsverlauf der Schließbewegung und mit K als einem konstanten Gewichtungsfaktor. Dieser Soll-Funktionsverlauf wird dann entsprechend verglichen mit dem Ist-Wert

$$Z_{Ist}\ (s) = F_{Ist}\ (s) - v_{Ist}\ (s) \times K.$$

Eine umgehende Unterbrechung der Bewegung des beweglichen Werkzeugteils kann veranlasst werden, sobald das Toleranzband für den Funktionsverlauf verlassen wird.

Nicht zwingend ist es, jedoch bevorzugt möglich, dass für zumindest einen Teil des Schließhubs eine im wesentlichen konstante

Schließgeschwindigkeit vorgegeben wird.

Auch wenn infolge der Fahrkraftbegrenzung Auswirkungen auf die Geschwindigkeit stattfinden, weil nämlich durch die Kraftbegrenzung eine beispielweise konstante, vorgegebenen Sollgeschwindigkeit nicht mehr gehalten werden, d. h. nicht mehr ausgeregelt werden kann, ergibt sich mit dem vorgeschlagenen Vorgehen eine sichere Überwachung des Schließvorgangs und eine hohe Sicherheit im Falle dessen, dass ein nicht entformtes Formteil unbeabsichtigt noch im Spritzgießwerkzeug ist.

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch eine Spritzgießmaschine mit einem zweiteiligen Werkzeug, das mittels eines Schließantriebs von einer geöffneten Position in eine geschlossene Position bewegt werden kann,

Fig. 2 schematisch den Verlauf der Fahrkraft bzw. der Stromaufnahme des Schließantriebs über dem Fahrweg des Werkzeugs gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 3 schematisch den Verlauf der Fahrkraft bzw. der Stromaufnahme des Schließantriebs über dem Fahrweg des Werkzeugs bei stärkerer Begrenzung der Fahrkraft gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 4a schematisch den Verlauf der Fahrkraft bzw. der Stromaufnahme des Schließantriebs über dem Fahrweg des Werkzeugs bei stärkerer Begrenzung der Fahrkraft gemäß der Erfindung,

Fig. 4b schematisch den Verlauf der Geschwindigkeit des beweglichen Werkzeugteils beim Schließen über dem Fahrweg des Werkzeugs bei der Begrenzung der Fahrkraft gemäß Fig. 4a und

Fig. 5 schematisch einen erfindungsgemäßen Verlauf eines vorge-

gebenen Funktionsverlaufs über dem Fahrweg zur Überwachung des Schließvorgangs des Werkzeugs.

In Fig. 1 ist nur sehr schematisch eine Spritzgießmaschine skizziert, wobei wiederum nur die Schließeinheit derselben angedeutet ist. Ein zweiteiliges Werkzeug 1 hat ein bewegliches Werkzeugteil 2 und ein feststehendes Werkzeugteil 3, die an jeweiligen Werkzeugaufspannplatten 5, 6 angeordnet sind.

Die bewegliche Werkzeugaufspannplatte 5, die das bewegliche Werkzeugteil 2 trägt, kann in Richtung des Fahrweges s mittels eines Schließantriebes 4 bewegt werden. Hiermit kann das bewegliche Werkzeugteil 2 von einer offenen Position s_{offen} in eine geschlossene Position s_{zu} bewegt werden.

Die geöffnete Position des Werkzeugs 1 ist in Fig. 1 mit ausgezogenen Linien dargestellt, die geschlossene Position mit gestrichelten Linien.

Wie bereits oben erläutert, ist gemäß der Figuren 2 und 3 vorgesehen, dass über den Fahrweg s ein Soll-Verlauf für die Fahrkraft F bzw. die hiermit in Korrelation stehende Stromaufnahme I des Schließantriebs 4 vorgegeben ist, um ein sicheres Schließen zu gewährleisten. Des weiteren ist die maximale Fahrkraft F_{max} vorgegeben, wie es sich aus den Figuren 2 und 3 ergibt. Vorliegend ist (wie auch bei der folgenden Lösung gemäß Fig. 4a) die Fahrkraft über den gesamten Schließhub ab Beginn der Werkzeugsicherung begrenzt.

Bei entsprechend niedriger Wahl der maximalen Fahrkraft F_{max} ergeben sich - wie in Fig. 3 zu sehen ist - beispielsweise zwei Wegabschnitte von der Wegmarke des Beginns der Werkzeugsicherung s_0 bis in die geschlossene Position s_{zu} des Werkzeugs. Bis zur Position s_1 ist über einen ersten Abschnitt des Schließhubs der vorgegebene Funktionsverlauf für die Fahrkraft F bzw. die Stromaufnahme I maßgeblich. Ab diesem Punkt bis in die geschlossene Position s_{zu} ist über einen zweiten Abschnitt Δs_2 des Schließhubs die Fahrkraftbegrenzung auf den Wert F_{max} maßgeblich. Dem sich ergebenden Kurvenverlauf gemäß Fig. 3 ist ein Toleranz-

band T_F bzw. T_I überlagert.

Gemäß der Erfindung ist nunmehr vorgesehen, dass zur Überwachung eines ordnungsgemäßen Schließens des Werkzeugs 1 ein direkt oder indirekt von dem Geschwindigkeitsverlauf v_{Soll} (s) der Schließbewegung des einen Werkzeugteils 2 über dem Schließhub s_0 abhängiger Funktionsverlauf Z_{Soll} definiert bzw. vorgegeben wird.

Dieser Verlauf wird überwacht und eine Abschaltung des Schließantriebs 4 wird im Falle dessen veranlasst, dass der gemessene Funktionsverlauf Z_{Ist} den vorgegebenen Funktionsverlauf Z_{Soll} unter Berücksichtigung eines Toleranzbandes T_Z verlässt.

Wie im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4b für einen exemplarischen Anwendungsfall zu sehen ist, ergibt sich bei dem in Fig. 4a vorgegebenen Verlauf für die Fahrkraft F bzw. die Stromaufnahme I infolge der Fahrkraftbegrenzung im Bereich Δs_2 ein spezieller Funktionsverlauf für die Soll-Geschwindigkeit v_{Soll} über dem Fahrweg s.

Dieser ergibt sich im Bereich Δs_2 insbesondere daraus, dass für das Aufrechterhalten einer konstanten Soll-Geschwindigkeit infolge der Kraftbegrenzung systembedingt ein Abfall im Kurvenverlauf zu beobachten ist. Die Fahrkraftbegrenzung hat also dahingehend Auswirkungen, dass eine konstante Sollgeschwindigkeit nicht mehr ausgeregelt werden kann. Es stellt sch daher ein geringerer Wert für die Geschwindigkeit ein, der wiederum mit einem Toleranzband versehen und dann überwacht wird.

Dieser Kurvenverlauf für die Soll-Geschwindigkeit v_{Soll} kann nunmehr bei einer Ausgestaltung der Erfindung der Überwachung zugrunde gelegt werden, um in einfacher Weise ein sicheres Schließen des Werkzeugs zu gewährleisten.

Eine hieraus abgeleitete Funktion Z ist für ein alternatives Ausführungsbeispiel der Erfindung in Fig. 5 schematisch angegeben. Hier wird ebenfalls ein Soll-Geschwindigkeitsverlauf v_{Soll} (s) der Überwachung zugrundegelegt, allerdings ist der Geschwindigkeitsverlauf in die Überwachungsfunktion Z über die Beziehung

eingebunden:

$$Z_{Soll}(s) = F_{Soll}(s) - v_{Soll}(s) \times K$$

Hierbei ist $F_{Soll}(s)$ die Soll-Fahrkraft des Schließantriebs 4 als Funktion des Schließweges s, $v_{Soll}(s)$ der Soll-Geschwindigkeitsverlauf und K ein Gewichtungsfaktor.

Der Vorteil der Verwendung dieser Funktion besteht in folgendem: Die Überwachung der Geschwindigkeits-Hüllkurve (d. h. der Geschwindigkeitskurve samt Toleranzband) würde grundsätzlich zusätzliche Einstellparameter für den Bediener erforderlich machen. Dies ist nicht erwünscht. Die Bedienbarkeit soll vielmehr einfach bleiben. Im Idealfall müssen gar keine zusätzlichen Einstellwerte vorgegeben werden.

Erreicht wird dies vorliegend damit, dass eine vorzeicheninverse Summation auf aktueller Fahrkraft F und (mit dem Faktor K) gewichteter Geschwindigkeit v gebildet wird. Über die sich ergebende Soll-Kurve wird wiederum ein Toleranzband T_z gelegt.

Bezugszeichenliste:

1	Werkzeug
2	bewegliches Werkzeugteil
3	feststehendes Werkzeugteil
4	Schließantrieb
5	bewegliche Werkzeugaufspannplatte
6	feste Werkzeugaufspannplatte
s	Fahrweg des beweglichen Werkzeugteils
s_0	Wegmarke (Beginn Werkzeugsicherung)
s_{offen}	offene Position des Werkzeugs
s_{zu}	geschlossene Position des Werkzeugs
s_1	erster Abschnitt des Schließhubs
Δs_2	zweiter Abschnitt des Schließhubs
F	Fahrkraft
F_{max}	maximale Fahrkraft
I	Stromaufnahme des Schließantriebs
T_F / T_I	Toleranzband für Kraft / Strom
T_v	Toleranzband für Geschwindigkeit
Z_{Soll}	Soll-Funktionsverlauf
Z_{Ist}	Ist-Funktionsverlauf
T_Z	Toleranzband
v_{Soll}	Soll-Geschwindigkeitsverlauf
F_{Soll}	Soll-Fahrkraft
K	Gewichtungsfaktor

Patentansprüche:

1. Verfahren zum sicheren Schließen eines mindestens zweiteiligen Werkzeugs (1) in einer Maschine für die Verarbeitung von spritzgießfähigem Material, insbesondere in einer Spritzgießmaschine, bei dem ein Werkzeugteil (2) relativ auf ein anderes Werkzeugteil (3) über einen Schließhub mittels eines Schließantriebs (4) zu bewegt wird, wobei ab einer vorgegebenen Wegmarke (s_0) für den Beginn der Werkzeugsicherung für die Fahrkraft (F) oder die Stromaufnahme (I) des Schließantriebs (4) ein zulässiger Verlauf unter Berücksichtigung eines Toleranzbandes (T_I/T_F) vorgegeben wird und wobei zumindest über einen Abschnitt (Δs_2) des werkzeuggesicherten Schließhubs die Größe der Fahrkraft (F_{max}) begrenzt wird,

   dadurch gekennzeichnet,

   dass zur Überwachung eines ordnungsgemäßen Schließens des Werkzeugs (1) ein direkt oder indirekt von dem Geschwindigkeitsverlauf (v_{Soll} (s)) der Schließbewegung des einen Werkzeugteils (2) über dem werkzeuggesicherten Schließhub abhängiger Funktionsverlauf (Z_{Soll}) definiert oder vorgegeben wird und eine Abschaltung des Schließantriebs (4) dann veranlasst wird, wenn der gemessene Funktionsverlauf (Z_{Ist}) den vorgegebenen Funktionsverlauf (Z_{Soll}) unter Berücksichtigung eines Toleranzbandes (T_Z) verlässt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Funktionsverlauf

$$Z_{Soll}\ (s) = v_{Soll}\ (s)$$

   ist, mit v_{Soll} (s) als dem Soll-Fahrgeschwindigkeitsverlauf der Schließbewegung.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Funktionsverlauf

$$Z_{Soll}\ (s) = F_{Soll}\ (s) - v_{Soll}\ (s) \times K$$

ist, mit F_{Soll} (s) als der Soll-Fahrkraft des Schließantriebs (4) als Funktion des Schließweges (s), mit v_{Soll} (s) als dem Soll-Fahrgeschwindigkeitsverlauf der Schließbewegung und mit K als einem Gewichtungsfaktor.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine umgehende Unterbrechung der Bewegung des beweglichen Werkzeugteils (2) veranlasst wird, sobald das Toleranzband (T_z) für den Funktionsverlauf (Z_{Soll} (s)) verlassen wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass für zumindest einen Teil des Schließhubs (s) eine im wesentlichen konstante Schließgeschwindigkeit (v_{Soll} (s)) vorgegeben wird.

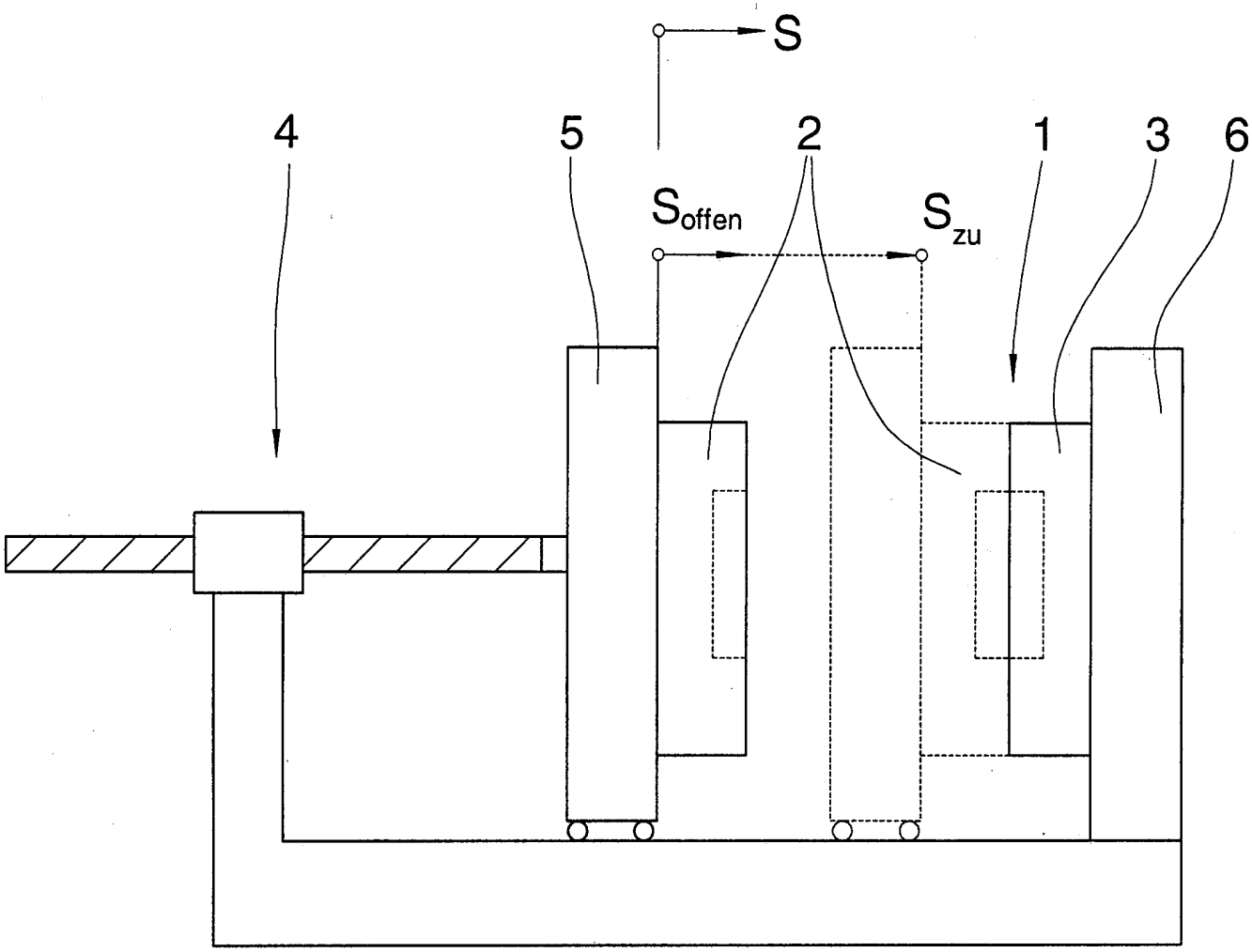


Fig. 1

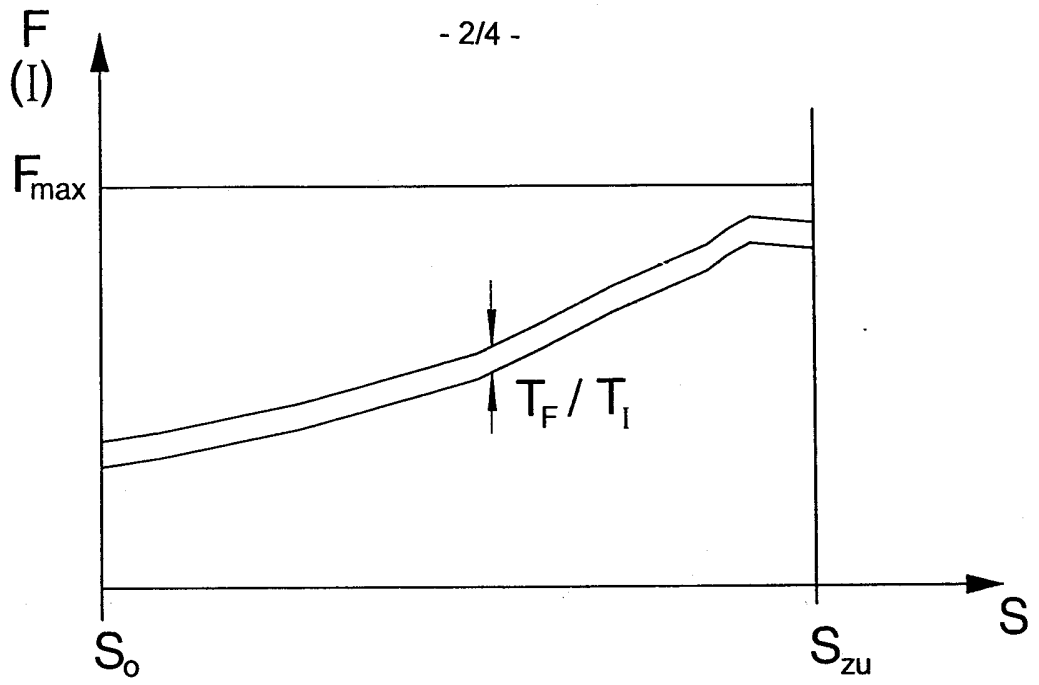


Fig. 2

(Stand der Technik)

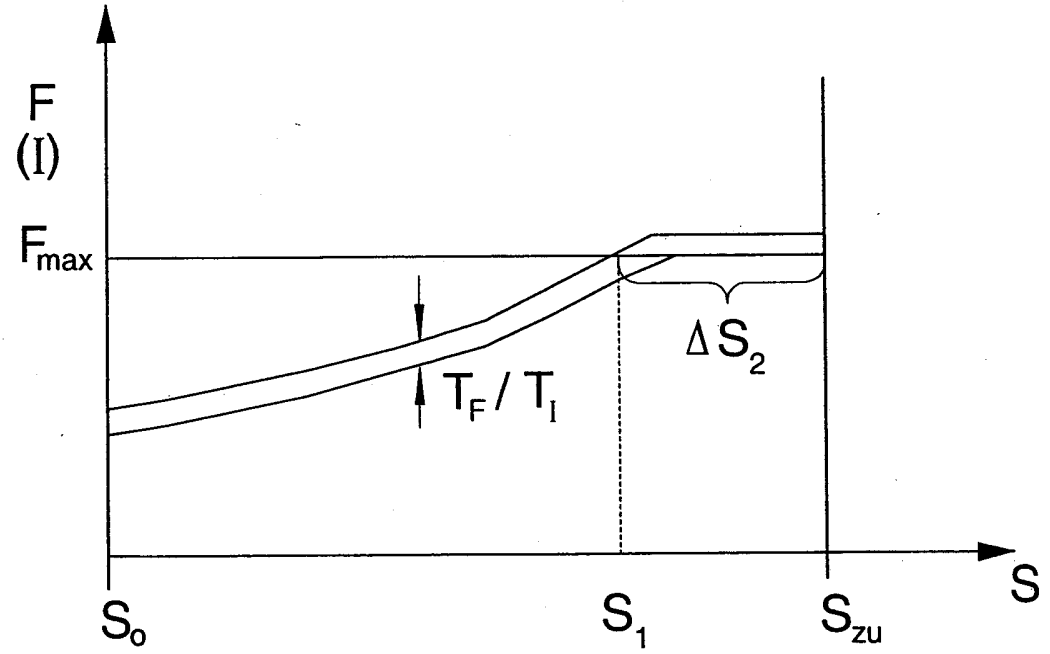


Fig. 3

(Stand der Technik)

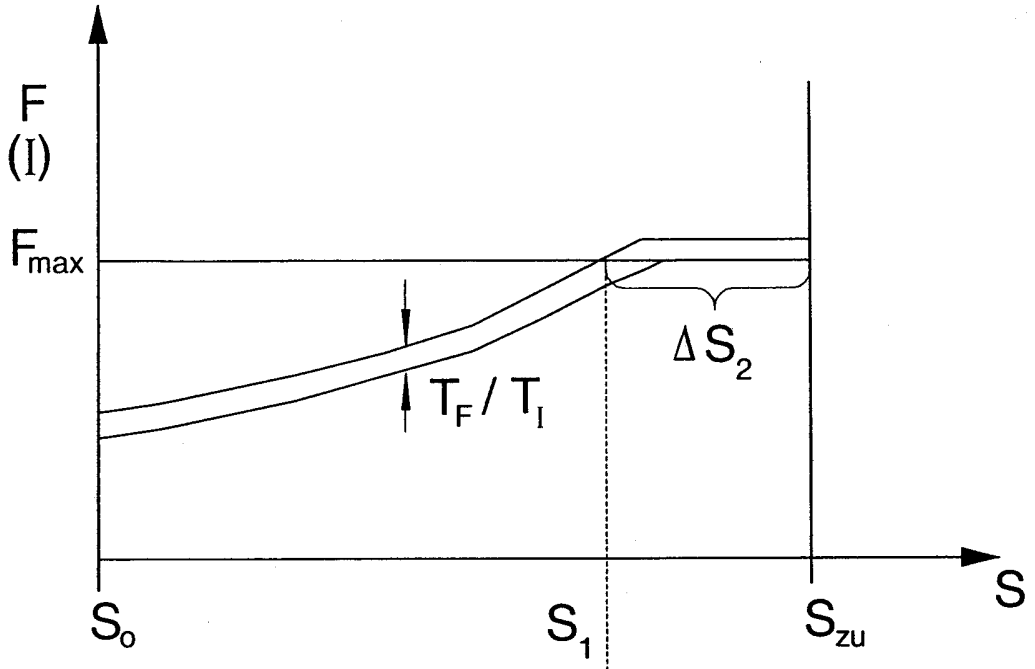


Fig. 4a

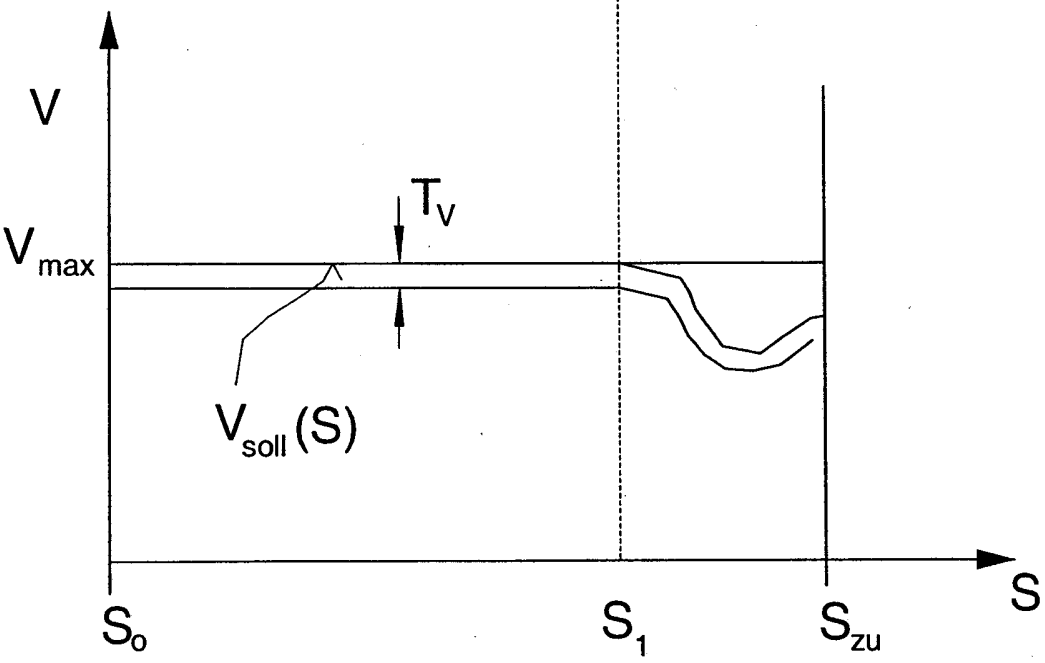


Fig. 4b

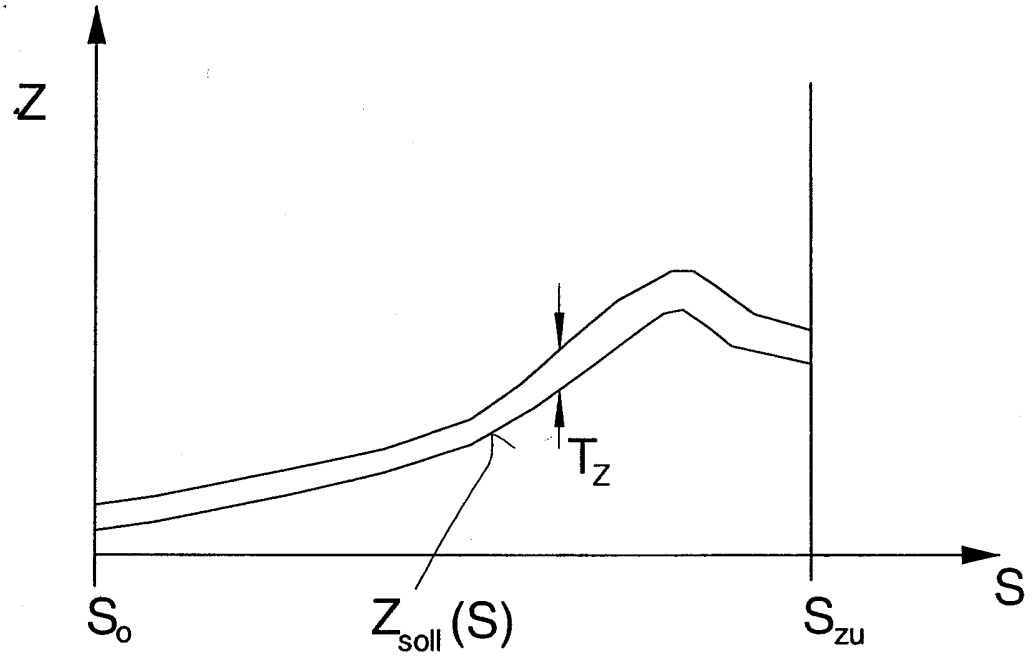


Fig. 5