

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Preßgerät zum Verbinden von Werkstücken, mit einem Preßwerkzeug und einem motorischen Antrieb zur Betätigung des Preßwerkzeugs über einen Preßweg sowie mit einer Steuereinrichtung, die eine Antriebssteuereinrichtung zur Beeinflussung des Antriebs aufweist.

Zum Verbinden von Rohren ist es bekannt, hülsenförmige Preßfittings zu verwenden, die zum Zweck der Herstellung einer Rohrverbindung über die Rohrenden geschoben und dann radial zusammengepreßt werden, wobei sowohl das Preßfitting als auch das Rohr plastisch verformt werden. Solche Rohrverbindungen und die zugehörigen Preßfittings sind beispielsweise aus der DE-C-11 87 870, EP-B-0 361 630 und EP-A-0 582 543 bekannt.

Die Verpressung geschieht mit Hilfe von Preßgeräten, wie sie in verschiedenen Ausführungsformen beispielsweise in der DE-C-21 3782, DE-A-34 23 283, EP-A-0 451 806, EP-B-0 361 630 und DE-U-296 04 276.5 bekannt sind. Die Preßgeräte haben ein Preßwerkzeug mit zumindest zwei oder teilweise auch mehr Preßbacken, die beim Preßvorgang radial nach innen zwecks Bildung eines im wesentlichen geschlossenen Preßraums bewegt werden. Das Preßwerkzeug ist auswechselbar an dem übrigen Teil des Preßgeräts angebracht, damit jeweils ein zu dem Durchmesser des Preßfittings passendes Preßwerkzeug verwendet werden kann.

Für die Bewegung der Preßbacken ist ein elektrischer Antrieb vorgesehen, der zusätzlich auch mit einer Hydraulikeinheit kombiniert sein kann. Im Rahmen eines Preßvorgangs legt der Antrieb einen Preßweg zurück, der anfangs gewöhnlich mit einem Leerweg beginnt, bis die Preßbacken an dem Preßfitting zur Anlage kommen. Auf dem weiteren Preßweg folgt die Verformung des Preßfittings und des Rohrendes bis zu einer Endpreßstellung. Hier wird der Antrieb automatisch abgeschaltet, sei es durch ein Kraftbegrenzungselement beispielsweise in Form einer Drehmomentkupplung oder durch ein hydraulisches Schaltventil, sei es durch einen Endschalter in Verbindung mit einem Backenschließsensor am Preßwerkzeug (DE-U-296 02 240.3).

Ziel jeder Verpressung ist die Vermeidung von Fehlverpressungen, da sie in der Regel eine undichte Rohrverbindung zur Folge haben, was bei flüssigkeitsführenden Rohrleitungen große Schäden verursachen kann. Fehlverpressungen können verschiedene Ursachen haben, wobei diese Ursachen mit den bekannten Preßgeräten größtenteils nicht erfaßt werden können, eine aufgrund einer solchen Ursache bewirkte Fehlverpressung also unbemerkt bleibt.

Ein solcher Fall liegt dann vor, wenn ein Preßgerät mit einem bestimmten Preßwerkzeug für die Verpressung eines Preßfittings verwendet wird, das nicht zu dem Preßwerkzeug paßt, also entweder zu groß oder zu klein ist. In beiden Fällen kommt es zu Fehlverpres-

sungen, die Undichtigkeiten zur Folge haben können. Die Fehlverpressungen können nicht bemerkt werden, da sowohl die Endkraft als auch die Endpreßstellung erreicht wird.

Es kann ferner zu einer Faltenbildung im Bereich der Stirnseiten zweier benachbarter Preßbacken kommen. Da sie meist am Ende des Preßwegs auftritt, wird sie von der Bedienungsperson kaum bemerkt, insbesondere wenn das Preßgerät über ein Kraftbegrenzungselement ausschaltet. Kleine Falten können auch dann nicht bemerkt werden, wenn ein Endschalter vorgesehen ist, und zwar insbesondere dann, wenn der Endschalter im Bereich zweier Preßbacken angeordnet ist, wo keine Faltenbildung auftritt. Entsprechendes gilt dann, wenn sich in dem Preßwerkzeug Fremdgegenstände wie Schmutz oder andere feste Teile einnisten, die die Bewegung der Preßbacken blockieren.

Zu Fehlverpressungen kann es auch kommen, wenn ein Rohrende nur ungenügend in das Preßfitting eingeschoben wird. Bei Preßgeräten, die hierfür kein spezielles Überwachungselement haben, bleibt auch dies unbemerkt und hat gewöhnlich eine Fehlverpressung zur Folge.

Desweiteren kann es vorkommen, daß es in den kraftbeaufschlagten Teilen des Antriebs zu einem Bruch kommt. Dies kann eine plötzliche Erhöhung der Drehzahl zur Folge haben, wobei von dem Preßgerät eine Gefahr ausgeht.

Ein Sonderproblem stellt die Unterbrechung eines Preßvorgangs beispielsweise durch Stromausfall dar. Beim anschließenden Nachverpressen ist ein langer Leerweg zu überwinden, was Zeit kostet und je nach Steuerung des Antriebs zum Aufbau hoher kinetischer Energien mit der Gefahr des schlagartigen Auftreffens der Preßbacken auf das nur teilverpreßte Preßfitting führen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Preßgerät der eingangs genannten Art so zu gestalten, daß Fehlverpressungen mit höherer Zuverlässigkeit vermieden oder zumindest erkannt werden können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Preßgerät mit folgenden Merkmalen gelöst:

- die Antriebssteuereinrichtung hat eine Störungserfassungseinrichtung;
- die Störungserfassungseinrichtung weist einen Istwertaufnehmer auf;
- der Istwertaufnehmer ist für die Erfassung einer physikalischen Größe als Istwert geeignet, welche mit dem Verpressungswiderstand korreliert;
- in der Störungserfassungseinrichtung ist wenigstens ein Grenzwertverlauf festgehalten;
- die Störungserfassungseinrichtung weist eine Störungsvergleichseinrichtung auf, die bei einer Ver-

pressung eine Überprüfung darauf hin vornimmt, ob der jeweilige Istwert auf der zulässigen oder nicht zulässigen Seite des zugehörigen Grenzwertverlaufs liegt;

- zu der Störungserfassungseinrichtung gehört eine Signaleinrichtung und/oder eine Abschalteinrichtung für den Antrieb, welcher angesteuert wird bzw. werden, wenn der Istwert auf der unzulässigen Seite des Grenzwerts liegt.

Vorzugsweise sind wenigstens ein oberer und wenigstens ein unterer Grenzwertverlauf unter Bildung eines Grenzwertkorridors festgehalten. Diese können auch konstant bleibende Grenzwerte sein. Vorzuziehen ist allerdings, daß die Grenzwertverläufe an den Verlauf des Istwerts bei störungsfreier Verpressung unter Bildung eines Grenzwertkorridors angepaßt ist.

Grundgedanke der Erfindung ist es also, bei einem Preßgerät der gattungsgemäßen Art eine Störungserfassungseinrichtung vorzusehen, die bei einem Abweichen einer mit dem Verpressungswiderstand korrelierenden physikalischen Größe von einem Normalverlauf zu einer Signalbildung und/oder einer Abschaltung des Antriebs führt. Dabei kann die Signalbildung optisch oder akustisch erfolgen, und zwar in einfachster Form als Alarmgabe bzw. Blinken einer Alarmleuchte oder Alarmsummer, aber auch je nach Art der Störung in einer differenzierten Signalgabe bis hin zu einem Display mit lesbarer Störungsmeldung oder in Form einer Sprachausgabe. Die Bedienungsperson erhält also eine mehr oder weniger spezifizierte Information darüber, daß eine Störung vorliegt und daß deshalb der Preßvorgang zum Zweck der weiteren Überprüfung unterbrechen werden soll. Stattdessen oder in Kombination mit der Signalgabe kann auch eine automatische Abschaltung des Antriebs erfolgen, so daß der Preßvorgang zumindest nicht ohne weiteres fortgesetzt werden kann. Es versteht sich, daß durch die erfindungsgemäße Störungserfassungseinrichtung eine wesentlich höhere Sicherheit gegen Fehlverpressungen gewonnen wird, was mit Blick auf das große Schadenspotential solcher Fehlverpressungen außerordentlich wichtig ist.

Die Wahl der mit dem Preßwiderstand korrelierenden physikalischen Größe geschieht zweckmäßigerweise in Anpassung an das Verhalten des Antriebs. Bei nicht leistungsgesteuerten Antrieben bietet sich hierfür die Erfassung der Drehzahl des Antriebs an, da sie sich mit dem Verpressungswiderstand ändert. Kommt es beispielsweise zu einer Blockierung des Antriebs vor Ende des Preßwegs durch Faltenbildung am Preßfitting oder durch Fremdgegenstände, verläßt die Drehzahl den zulässigen Grenzwertkorridor nach unten, wobei es in diesen Fällen zweckmäßig ist, die Abschalteinrichtung anzusteuern. Eine erhebliche Drehzahlablenkung mit Verlassen des Grenzwertkorridors hat auch die Verpressung eines für die Preßbacken zu großen Preß-

ittings zur Folge. Umgekehrt steigt die Drehzahl, wenn ein zu kleiner Preßfitting beaufschlagt wird, das Rohrende nicht weit genug in das Preßfitting eingeschoben wird oder es zu einem Bruch kommt.

- 5 Statt der Drehzahl kann als physikalische Größe auch direkt die aufzubringende Kraft, beispielsweise durch Dehnmeßstreifen, erfaßt werden oder - analog - das aufzubringende Drehmoment. Schließlich eignet sich der mittlere elektrische Strom als Indikator für den Verpressungswiderstand, denn auch jener verändert sich mit diesem.

- 10 In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß wenigstens ein weiterer oberer und/oder unterer Grenzwertverlauf festgehalten ist bzw. sind, der bzw. die jeweils auf der unzulässigen Seite des ersten Grenzwertverlaufs liegt bzw. liegen. Es werden also ein engerer und ein breiterer Grenzwertkorridor gebildet, die dazu genutzt werden können, die Signaleinrichtung und die Abschalteinrichtung in Abhängigkeit davon anzusteuern, welcher Grenzwertkorridor zur unzulässigen Seite hin verlassen wird. So kann beispielsweise vorgesehen sein, beim Verlassen des engeren Grenzwertkorridors nur die Signaleinrichtung anzusteuern und erst bei Verlassen des breiteren Korridors die Abschalteinrichtung. Dabei kann der breitere Grenzwertkorridor so gestaltet sein, daß er bei der Verpressung von zu kleinen oder zu großen Preßfittings nicht verlassen wird, sondern erst beispielsweise bei einem Bruch oder einer Blockierung, also bei einer vergleichsweise schweren Störung.

- 20 In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß über die Signaleinrichtung unterschiedliche Signale erzeugbar sind und daß der Grenzwertverlauf bzw. wenigstens ein Grenzwertverlauf über den Preßweg - oder dazu korrelierend die Preßzeit - in Bereiche aufgeteilt ist, wobei jedem Bereich eine spezifische Signalgabe zugeordnet ist. Hierdurch kann dem Umstand Rechnung getragen werden, daß bestimmte Störungen gewöhnlich nur in bestimmten Bereichen auftreten. So ergibt sich eine Faltenbildung des Preßfittings oder auch eine Blockierung durch Fremtteile oder Verschmutzung in der Regel erst zum Preßende hin. Die Verpressung eines zu großen Preßfittings führt dagegen schon sehr früh zu einem Anstieg des Verpressungswiderstands, während die Verpressung eines zu kleinen Preßfittings eine lange Leerwegphase mit hohen Drehzahlen und beim Auftreffen auf das Preßfitting eine im Vergleich zum Verpressen eines passenden Preßfittings relativ geringe Drehzahlablenkung zur Folge hat. Durch entsprechende Aufteilung der Bereiche erhält die Bedienungsperson eine spezifische Information über die Störung, die sehr zuverlässig ist und deren Beseitigung dann zielgerecht erfolgen kann.

- 50 Besonders vorteilhaft ist es, wenn die erfindungsgemäße Störungserfassungseinrichtung mit einer Leistungssteuereinrichtung als Teil der Antriebssteuereinrichtung kombiniert wird, wobei wenigstens ein Sollwertverlauf als Führungsgröße festgehalten ist, über

den eine dem Sollwertverlauf entsprechende Stellgröße für die Beeinflussung der Leistungssteuereinrichtung erzeugt wird. Eine solche Antriebssteuereinrichtung ist in dem DE-U-297 03 052.3 unter Bezugnahme auf die nicht vorveröffentlichte deutsche Patentanmeldung 196 33 199.4 offenbart. Hierdurch kann die Leistung des Antriebs in der Weise begrenzt werden, daß das Preßwerkzeug wenigstens zum Preßende hin eine geringere kinetische Energie hat als ohne Leistungssteuerung. Durch diese Maßnahme wird erreicht, daß die Maximalkraft, die auf die vom Antrieb bewegten Teile des Preßgeräts wirkt, wesentlich herabgesetzt wird und im Idealfall gleich der bei der Verformung der Werkstücke aufzubringenden Maximalkraft ist.

In einfacher Ausführung kann der Sollwertverlauf zweistufig in der Weise sein, daß in der ersten Phase des Preßwegs und hier insbesondere bei Überwindung des Leerwegs eine geringe Leistung vorgegeben wird, die dann bei Beaufschlagung des Preßfittings in Anpassung an den dann entstehenden Verpressungswiderstand erhöht wird. Durch Einspeicherung einer Vielzahl von Steuerparametern - beispielsweise in Form einer Tabelle oder Matrix kann jedoch der Sollwertverlauf sehr nahe an den Verlauf des Verpressungswiderstands in der Weise angepaßt werden, daß die Beanspruchung der kraftbeaufschlagten Teile des Preßgeräts, beispielsweise beim Auftreffen der Preßbacken auf das Preßfitting und insbesondere am Ende des Preßwegs, und damit auch die schleichenden Änderungen infolge Verschleißes gering gehalten werden. Im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Störungserfassungseinrichtung können je nach Ort und Art der Veränderung der erfaßten physikalischen Größe relativ exakt Störungen erfaßt und auch differenziert angegeben werden.

Die Leistungssteuereinrichtung sowie der Sollwertverlauf bzw. die Sollwertverläufe können als Teile einer Folgesteuerung ohne Rückkopplung ausgebildet sein. Hierbei bekommt die Leistungssteuereinrichtung entsprechend einem gewünschten Verlauf der physikalischen Größe, die mit dem Verpressungswiderstand korreliert, eine Leistungsvorgabe - beispielsweise durch Verstellung des Phasenanschnitts bei einem Triac als Leistungssteuerelement oder der Pulsbreitenmodulation bei einem Transistor -, die bei einer Normalverpressung zu einem daran angepaßten Verlauf führt. Vorteilhafter ist es jedoch, wenn statt einer Folgesteuerung eine Folgeregelung also mit Rückkopplung vorgesehen wird, bei der der Sollwertverlauf bzw. jeder Sollwertverlauf von einem die Regelbandbreite definierenden Regelkorridor mit oberen und unteren Regelgrenzen eingeschlossen ist. Mit Hilfe einer solchen Folgeregelung läßt sich ein gewünschter Verlauf auch dann in engen Grenzen halten, wenn kleinere Störungen auftreten, wie beispielsweise Spannungsschwankungen oder unterschiedliche Reibwerte am Preßfitting. Auch lassen sich Toleranzen an den Preßwerkzeugen sowie schleichende Veränderungen infolge Verschleiß

oder Verschmutzung ausgleichen.

Insbesondere wenn als Regelgröße die Drehzahl des Antriebs genommen wird, besteht der Vorteil dieser Regelung darin, daß bei einer Normalverpressung der Verlauf der kinetischen Energie in den bewegten Teilen über den Preßweg so gestaltet werden kann, daß die Belastungen insbesondere in den Lagern geringer gehalten wird, als dies bei einer Folgesteuerung möglich ist. Der Preßvorgang wird insoweit unabhängig beispielsweise von eingangsseitigen Spannungsänderungen oder von Reibwertänderungen in den Lagern, an den Preßbacken oder am Preßfitting selbst, da sie durch den Regelkreis ausgeglichen werden. Vorzugsweise sollte dabei der Sollwertverlauf durch einen Regelkorridor mit oberen und unteren Regelgrenzwerten festgelegt sein.

Sowohl bei der Folgesteuerung als auch bei der Folgeregelung kommen als zum Verpressungswiderstand korrelierende Größe neben der Drehzahl des Antriebs auch die aufzubringende Kraft - bei einem Hydraulikantrieb auch der Hydraulikdruck - und das aufzubringende Drehmoment und auch der mittlere elektrische Strom in Frage. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Regelgröße mit der physikalischen Größe, die mit dem Verpressungswiderstand korreliert, identisch ist. In dem Fall können die Grenzwertverläufe für die physikalische Größe sehr eng an den Sollwertverlauf angepaßt werden, denn die Regelung sorgt dafür, daß der Regelkorridor im Normalfall nicht verlassen wird. Auf diese Weise wird eine nicht mehr ausregelbare Störung relativ schnell erfaßt, und zwar vor allem dann, wenn die Regelgrenzen mit den Grenzwertverläufen für die physikalische Größe identisch, also Regelkorridor und der von den Grenzwertverläufen eingeschlossene Korridor deckungsgleich sind. Diese besonders zweckmäßige Ausbildung macht die Einspeicherung besonderer Grenzwertverläufe entbehrlich. Die Regelung sollte dann so eingestellt sein, daß zwar gewisse Abweichungen, wie beispielsweise bei Toleranzen, Reibwert- oder Spannungsschwankungen, ausgeglichen werden, daß aber die eingangs beschriebenen Störungen, wie z. B. das Verpressen nicht zu den Preßbacken passender Preßfittings oder das Auftreten von Brüchen oder Blockierungen, nicht mehr ausgeglichen werden können, so daß der Istwert der Regelgröße den Regelkorridor verläßt mit der Folge, daß die Signaleinrichtung und/oder die Abschalteinrichtung angesteuert wird.

Bei den gattungsgemäßen Preßgeräten sind die Preßwerkzeuge gewöhnlich austauschbar an dem Antriebsteil angebracht, um den Antriebsteil für das Verpressen von Preßfittings und Rohren unterschiedlichen Durchmessers benutzen zu können. Dabei sind unter Preßwerkzeugen in diesem Sinn auch auswechselbare Preßbacken innerhalb von Preßbackenträgern zu verstehen. Ein einziger Sollwertverlauf ist jedoch nicht für alle Preßwerkzeuge optimal. Entsprechendes gilt für die Grenzwertverläufe. Grundsätzlich sollten deshalb mehrere Grenzwertverläufe und ggf. Sollwertverläufe fest-

gelegt, insbesondere eingespeichert sein, zweckmäßigerweise so, daß für jeden Typ von Preßwerkzeug daran angepaßte Grenzwertverläufe und ggf. Sollwertverläufe festgelegt sind.

Daneben kann es zweckmäßig sein, die Grenzwertverläufe und ggf. auch die Sollwertverläufe für verschiedene Eigenschaften der Werkstücke festzulegen. Um eine automatische Auswahl aus den gespeicherten Grenzwertverläufen und ggf. den Sollwertverläufen vornehmen zu können, sollte das Preßgerät einen Werkstoffsensor, beispielsweise in Form eines Wirbelstromsensors, zur Erfassung des Werkstoffs der Werkstücke aufweisen. Auf diese Weise ist der Einsatz des Preßgeräts nicht nur auf die Verpressung von Werkstücken eines bestimmten Materials beschränkt, sondern kann auch für anderen Materialien, die weicher oder härter sind und deshalb einen abweichenden Verpressungswiderstand haben, gebraucht werden.

Da die Anzahl der Typen von Preßfittings und Rohrenden gewöhnlich nicht groß ist, kann es ausreichend sein, daß eine von Hand bedienbare Schaltanordnung für die Einstellung des Sollwertverlaufs sowie gegebenenfalls zugehöriger Grenzwertverläufe vorgesehen ist. Von besonderem Vorteil ist, wenn die Antriebssteuerung eine Selbstadaptionseinrichtung aufweist, über die die Grenzwertverläufe und gegebenenfalls auch der Sollwertverlauf an den tatsächlichen Verpressungswiderstand anpaßbar ist bzw. sind. Solche Selbstadaptionseinrichtungen sind in der Regeltechnik an sich bekannt. Sie ermöglichen es, die Grenzwertverläufe und gegebenenfalls den zugehörigen Sollwertverlauf im Prinzip parallel in Anpassung an den tatsächlichen Verpressungswiderstand zu verschieben, indem eine Probeverpressung vorgenommen wird. Bei dieser Probeverpressung stellt die Selbstadaptionseinrichtung die Abweichung von den gespeicherten Grenzwertverläufen fest und setzt die abweichenden Werte an die Stelle der zuvor gespeicherten Werte.

Zweckmäßigerweise sollte die Selbstadaptionseinrichtung von Hand aktivierbar sein, damit eine Selbstadaption nur dann möglich ist, wenn eine Probeverpressung vorgenommen wird. Auf diese Weise wird vermieden, daß fehlerhafte Grenzwertverläufe bzw. Sollwertverläufe eingespeichert werden. Die Selbstadaptionseinrichtung kann insbesondere im Zusammenhang mit der Anpassung an andere Werkstoffe oder Wandstärken von Pressfitting und Rohrende sowie für das Eineichen an einem neuen Preßgerät vorteilhaft eingesetzt werden.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, daß wenigstens ein Sollwertverlauf für den vollen Preßweg und für diesen bzw. jeden dieser Sollwertverläufe wenigstens ein weiterer Sollwertverlauf für einen Teilpreßweg nach Unterbrechung des Preßvorgangs festgehalten sind. Auf diese Weise kann ein unterbrochener Preßvorgang mit einem anderen Sollwertverlauf fortgesetzt werden, der besser an die Verhältnisse nach einer Teilverpressung in dem Sinn

angepaßt ist, daß die Belastungen der kraftbeaufschlagten Teile möglichst gering gehalten werden. Es versteht sich, daß für jedes Preßwerkzeug eine Mehrzahl von solchen Sollwertverläufen gespeichert werden können, und zwar jeweils abhängig von dem bei der Unterbrechung des Preßvorgangs schon zurückgelegten Preßweg. Durch eine entsprechende Weg- oder auch Zeiterfassung wird der jeweils zugehörige Sollwertverlauf automatisch ausgewählt. Dabei werden diesem Sollwertverlauf angepaßte Grenzwertverläufe zugeordnet, damit auch nach Unterbrechung eines Preßvorgangs eine an den neuen Sollwertverlauf angepaßte Störungserfassung erfolgt.

In einfacher Ausführung kann eine von Hand bedienbare Schalteranordnung für die Einstellung der jeweiligen Grenzwertverläufe und ggf. Sollwertverläufe vorgesehen sein. In diesem Fall sind jedoch Bedienungsfehler nicht auszuschließen. Von Vorteil ist es deshalb, wenn der sich aus dem DE-U-297 03 052.3 ergebende Grundgedanke auf die vorliegende Erfindung in dem Sinn verwertet wird, daß das Preßwerkzeug eine Codierung aufweist, über die die zugehörigen Grenzwertverläufe und ggf. der zugehörige Sollwertverlauf ausgewählt werden. Dies stellt sicher, daß nach einem Auswechseln des Preßwerkzeugs die dazu passenden Grenzwertverläufe und - sofern eine Steuerung oder Regelung des Antriebs vorgesehen ist, auch des Sollwertverlaufs ausgewählt werden. Die Codierung kann dabei als ein elektrisches oder elektronisches Bauteil ausgebildet sein, das mit der Antriebsvorrichtung über ein Übertragungsglied verbunden ist. Beispiele sind dem DE-GM 297 03 052.3 zu entnehmen. Insbesondere kommt als Codierung ein Speicherchip in Frage, da in ihm eine Vielzahl von unterschiedlichen Codierungen gespeichert werden können. Dabei besteht auch die Möglichkeit, den Grenzwertverlauf bzw. die Grenzwertverläufe sowie ggf. einen passenden Sollwertverlauf in diesem Speicherchip festzuhalten. Der Speicherchip kann dann bei Verbindung des Preßwerkzeugs mit dem Antriebsteil des Preßgeräts als Teil der Antriebssteuerung gestaltet werden. Alternativ kommt jedoch auch eine Einrichtung zur Übertragung der Grenzwertverläufe und ggf. des Sollwertverlaufs in die Antriebssteuereinrichtung in Frage.

Ein solcher Speicherchip kann auch dazu benutzt werden, den für das betreffende Preßwerkzeug charakteristischen Preßweg - oder analog dazu die Preßzeit - zu speichern. Bei Erreichen des Preßwegendes bzw. Preßzeitendes kann dann ein optisches oder akustisches Signal abgegeben und/oder der Antrieb abgeschaltet werden.

Alternativ dazu kann vorgesehen sein, daß das Preßwerkzeug einen Stellungsaufnehmer aufweist und daß in dem Speicherchip ein Teilpreßweg bzw. eine Teilpreßzeit gespeichert ist, wobei der Antrieb derart gesteuert wird, daß nur noch über den Teilpreßweg verfahren wird, wenn der Stellungsaufnehmer aktiviert wird. Der Preßweg bzw. der Teilpreßweg können für

eine bestimmte Größe des Preßwerkzeugs festgelegt sein. Zweckmäßiger ist es jedoch, den Preßweg bzw. Teilpreßweg bei jedem Preßwerkzeug experimentell zu ermitteln und den betreffenden Wert in dem Speicherchip einzuspeichern. Auf diese Weise ist gesichert, daß das Preßwerkzeug bis zu seiner Endpreßstellung, jedoch nicht darüberhinaus, verfahren wird, und zwar unabhängig von innerhalb der Fertigungstoleranzen liegenden Abweichungen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgeschlagen, daß eine Sperreinrichtung zur Blockierung des Antriebs bei Ansteuerung der Abschalteneinrichtung vorgesehen ist, wobei die Sperreinrichtung erst nach Betätigung einer besonderen Entsperreinrichtung überwindbar ist. Diese Ausbildung soll verhindern, daß ein unterbrochener Preßvorgang lediglich durch erneutes Betätigen des Ein/Aus-Schalters in Gang gesetzt wird. Die Entsperreinrichtung kann auch dazu dienen, die für die Nachverpressung vorgesehenen Grenzwertverläufe und ggf. den passenden Sollwertverlauf auszuwählen, und zwar auch zusätzlich in Anpassung an den bis zur Unterbrechung des Preßvorgangs zurückgelegten Preßweg. Um letzteres erfassen zu können, sollten ein Startaufnehmer zur Erfassung der Anfangsstellung des Preßwerkzeugs sowie ein Weg- und/oder Zeitaufnehmer vorgesehen sein. Als Wegaufnehmer ist dabei insbesondere ein Umdrehungszähler geeignet.

In der Zeichnung ist die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher veranschaulicht. Es zeigen:

- Figur 1 den Antriebsteil eines Preßgeräts im Längsschnitt;
- Figur 2 den oberen Teil des Antriebsteils gemäß Figur 1 mit einem teilweise dargestellten Preßwerkzeug;
- Figur 3 das Preßwerkzeug gemäß Figur 2 in vergrößerter Darstellung;
- Figur 4 eine vereinfachte Darstellung der Steuerung des Preßgeräts gemäß den Figuren 1 bis 3 und
- Figur 5 eine Grafik zur Veranschaulichung der Drehzahlregelung für die Steuerung gemäß Figur 4.

Das in den Figuren 1 bis 3 dargestellte Preßgerät 1 ist zweiteilig aufgebaut und besteht im wesentlichen aus einem Antriebsteil 2 und einem Preßwerkzeug 3. Beide sind über einen Kupplungsbolzen 4 gelenkartig miteinander verbunden.

In dem Antriebsteil 2 befindet sich ein elektrischer Antriebsmotor 5 mit einer Antriebswelle 6, die in einem Lager 7 gelagert ist. Am freien Ende ist ein Antriebsritzel 8 angeordnet, das mit einem Zahnrad 9 kämmt, wel-

ches auf einer Zwischenwelle 10 sitzt. Die Zwischenwelle 10 ist in den Lagern 11 und 12 drehbar gelagert. Sie trägt ein Ritzel 13, welches mit einem Zahnrad 14 kämmt, das Teil einer Spindelmutter 15 ist. Die Spindelmutter 15 ist in den Lagern 16, 17 axial unverschieblich gelagert. Die Spindelmutter 15 wird von einer Spindel 18 durchsetzt, deren dem Antriebsmotor 5 entfernt liegendes Ende mit einem Gabelkopf 19 versehen ist. Spindelmutter 15 und Spindel 18 kämmen derart miteinander, daß bei Verdrehung der Spindelmutter 15 eine Axialverschiebung der Spindel 18 bewirkt wird. Dabei wird die Spindel 18 drehfest geführt.

In dem Gabelkopf 19 sind zwei Antriebsrollen 20, 21 frei drehbar gelagert. Die Antriebsrollen 20, 21 liegen umfangsseitig aneinander an.

Die Antriebswelle 6 ragt auch am hintenseitigen Ende des Antriebsmotors 5 heraus und ist auch dort in einem Lager 22 gelagert. Sie trägt einen Drehzahlgeber 23, über dessen Umfang in gleichen Abständen Magnete 24 verteilt sind. Dem Drehzahlgeber 23 gegenüber ist gerätefest ein Drehzahlsensor 25 angeordnet, der die von den Magneten 24 ausgehenden Magnetfelder zu erfassen in der Lage ist und entsprechende Signale an eine hier nur schematisch dargestellte Steuereinrichtung 26 gibt. Die Signale werden dort gezählt, wobei die festgestellte Anzahl der Umdrehungen und damit dem von der Spindel 18 bzw. dem Gabelkopf 19 zurückgelegten Weg entspricht. Der zeitliche Abstand zwischen zwei Signalen ist darüberhinaus ein Maß für die augenblickliche Drehzahl des Antriebsmotors 5.

Der Antriebsteil 2 weist ein Gehäuse 27 auf, das zum Preßwerkzeug 3 hin in eine Haltegabel 28 mit zwei deckungsgleichen Gabelarmen 29, 30 ausläuft, die einen solchen Abstand haben, daß der Gabelkopf 19 sich zwischen ihnen bewegen kann. Der vorderseitige Gabelarm 29 ist in Figur 3 weggelassen.

Das in den Figuren 2 und 3 dargestellte Preßwerkzeug 3 weist zwei deckungsgleiche, hintereinander angeordnete Tragplatten auf, von denen hier nur die vorderseitige Tragplatte 31 zu sehen ist. Beide Tragplatten 31 haben die gleiche T-Form und ragen mit ihren antriebsseitigen Bereichen in den Zwischenraum zwischen den Gabelarmen 29, 30 hinein und sitzen dort auf dem Kupplungsbolzen 4. Die Tragplatten 31 haben Abstand zueinander und sind über Lagerbolzen 32, 33 miteinander verbunden. Auf den Lagerbolzen 32, 33 sitzt jeweils ein Preßbackenhebel 34, 35 - der Preßbackenhebel 34 ist in Figur 2 weggelassen -, welche spiegelbildlich ausgebildet sind und auch eine spiegelbildliche Stellung einnehmen. Die Preßbackenhebel 34, 35 weisen zum Antriebsteil 2 gehende Antriebsarme 36, 37 und nach oben gehende Backenarme 38, 39 auf. Die Antriebsarme 36, 37 haben Antriebsflächen 40, 41, die bei einem Preßvorgang mit den Antriebsrollen 20, 21 zusammenwirken. Die Backenarme 38, 39 haben an den einander gegenüberstehenden Seiten halbkreisförmige Ausnehmungen

eingeformt, die die Kontur von Preßbacken 42, 43 einnehmen.

In Figur 2 ist der Preßbackenhebel 35 - ebenso wie der nicht gezeigte Preßbackenhebel 34 - in Offenstellung verschwenkt, so daß sich die Antriebsarme 36, 37 in dem Zwischenraum zwischen den Gabelarmen 29, 30 befinden und die Preßbacken 42, 43 größtmöglichen Abstand zueinander haben. Zwischen den Preßbackenhebeln 34, 35 befinden sich ineinandergesteckt ein Rohrende 44 und - außenliegend - ein Preßfitting 45 mit seinem radial vorstehenden Ringwulst 46. Der Ringwulst 46 liegt auf Höhe der Preßbacken 42, 43 und ist dazu bestimmt, durch Verschwenken der Preßbackenhebel 34, 35 radial nach innen unter plastischer Verformung seiner selbst und des Rohrendes 44 verpreßt zu werden.

Ein Preßvorgang wird - ausgehend von der in Figur 2 gezeigten Stellung - dadurch eingeleitet, daß der Antriebsmotor 5 mittels eines von außen betätigbaren Ein/Aus-Schalters in Gang gesetzt wird. Die von ihm ausgehende Drehbewegung wird in der Spindelmutter 15 in eine Verschiebewegung der Spindel 18 umgesetzt, und zwar in der Weise, daß der Gabelkopf 19 in Richtung auf das Preßwerkzeug 3 verschoben wird. Bis zur Anlage der Antriebsrollen 20, 21 an den Antriebsflächen 40, 41 wird zunächst ein Leerweg überbrückt. Aufgrund der Schrägstellung der Antriebswellen 40, 41 werden dann die Antriebsarme 36, 37 auseinander gespreizt, und die Antriebsrollen 20, 21 fahren in den sich immer weiter öffnenden Zwischenraum zwischen den Antriebsarmen 36, 37 ein. Dies wiederum hat zur Folge, daß sich die Backenarme 38, 39 und damit die Preßbacken 42, 43 einander annähern, und zwar unter Komprimierung des Ringwulsts 46 des Preßfittings 45 und des Rohrendes 44. Figur 3 zeigt die Endpreßstellung, bei der die Antriebsrollen 20, 21 maximal ausgefahren sind und die Stirnseiten der Backenarme 38, 39 zur Anlage gekommen sind (in Figur 3 sind Preßfitting 45 und Rohrende 44 nicht dargestellt).

Die Steuereinrichtung 26 arbeitet mit einem Endschalter 47 zusammen, der an der Außenseite des Gabelarms 29 angeordnet ist. Der Endschalter 47 hat einen Schalterarm 48, der mit einem Betätigungsvorsprung 49 an dem Antriebsarm 37 des Preßbackenhebels 35 zusammenwirkt. Der Betätigungsvorsprung 49 drückt den Schalterarm 48 in der in Figur 2 gezeigten Offenstellung der Preßbackenhebel 34, 35 in eine Stellung, in der er der Steuereinrichtung 26 signalisiert, daß sich die Preßbackenhebel 34, 35 in der Anfangsstellung, d. h. Offenstellung befinden. Von hier aus kann dann die Steuereinrichtung 26 eine Wegmessung über den Drehzahlgeber 23 und den Drehzahlsensor 25 vornehmen. Statt einer Wegmessung kann auch eine Zeitmessung initiiert werden.

Der Antriebsteil 2 des Preßgeräts 1 kann über den Kupplungsbolzen 4 - er ist herausnehmbar - mit verschiedenen Größen von Preßwerkzeugen 3 bestückt werden. Damit die Steuereinrichtung 26 erkennen kann,

welcher Art und Größe das Preßwerkzeug 3 ist, weist das Preßwerkzeug 3 eine Codierung auf, und zwar in Form eines elektrischen Widerstands 50, der in einem Stromkreis 51 sitzt. Der Widerstand 50 kann an einer geschützten Stelle des Preßwerkzeugs 3 angeordnet sein. Der im Preßwerkzeug 3 enthaltene Teil des Stromkreises 51 setzt sich über Federkontakte 52, 53 bis in die hier nur als Block symbolisierte Steuereinrichtung 26 fort.

Der Widerstand 50 hat einen für das jeweilige Preßwerkzeug 3 spezifischen Widerstandswert. Bei einer Widerstandsmessung läßt sich somit das Preßwerkzeug 3 identifizieren. Die Widerstandsmessung erfolgt mit üblichen Analog-Digital-Wandlern.

In dem Stromkreis 51 sitzt zusätzlich ein Backenschließsensor 54, der in dem rechten Preßbackenhebel 35 angeordnet ist. Er hat eine Sackbohrung 55, die zum linken Preßbackenhebel 34 hin offen ist. In der Sackbohrung 55 ist ein Stößel 56 horizontal verschieblich gelagert. Er wird über eine Druckfeder 57 mit einer auf den linken Preßbackenhebel 34 gerichteten Kraft beaufschlagt.

Der Stößel 56 wird über zwei beabstandete Ringstege 58, 59 in der Sackbohrung 55 geführt und endet in einem elektrisch isolierenden Gummistück 60. In den Zwischenraum zwischen den beiden Ringstegen 58, 59 ragt eine Kontaktschraube 61 hinein. Sowohl der Stößel 56 als auch die Kontaktschraube 61 sind Teil des Stromkreises 51.

In geöffneter Stellung der Preßbackenhebel 34, 35 sind die gegenüberliegenden Flächen der Antriebsarme 36, 37 beabstandet. Auf diese Weise steht der Stößel 56 über die Öffnung der Sackbohrung 55 mit dem Gummistück 60 nach außen vor. Der rechte Ringsteg 59 liegt an der Kontaktschraube 61 an, so daß der Stromkreis 31 geschlossen ist. Damit ist eine Widerstandsmessung zur Identifizierung des Preßwerkzeugs 3 anhand des Widerstandswerts des Widerstands 50 möglich.

Beim Schließen der Preßbackenhebel 34, 35 kommt es in der letzten Verpressungsphase, jedoch vor der Endpreßstellung, zum Kontakt des Gummistücks 60 mit der gegenüberliegenden Seite des linken Backenarms 38. Hierdurch wird der Stößel 56 gegen die Wirkung der Druckfeder 57 entsprechend verschoben mit der Folge, daß der elektrische Kontakt zwischen Stößel 56 und Kontaktschraube 61 verlorengeht. Der Stromkreis 51 wird unterbrochen. Hierdurch entsteht ein Signal, das in der Steuereinrichtung 26 in der weiter unten beschriebenen Weise verarbeitet wird.

Zur Detektierung eines Drahtbruchs im Stromkreis 51 kann parallel zum Backenschließsensor 54 und/oder zum Widerstand 50 ein zweiter Widerstand eingebaut werden, dessen Wert sich eindeutig von dem Widerstand 50 unterscheidet. Auf diese Weise wird eine Signalverwechslung mit dem Signal des Backenschließsensors 54 vermieden.

In Figur 4 ist ein Teil der Steuereinrichtung 26 dargestellt, und zwar im wesentlichen die durch den gestri-

chelten Kasten gekennzeichnete Antriebssteuereinrichtung 62. Kern der Antriebssteuereinrichtung 62 ist ein Mikroprozessor 63. Ihm zugeordnet ist der Antriebsmotor 5 mit dem Drehzahlsensor 25, von dem eine Leitung 64 in den Mikroprozessor 63 geht. Der Antriebsmotor 5 wird von einer Spannungsversorgungsleitung 65 gespeist, die an das Betriebsnetz anschließbar ist. In der Spannungsversorgungsleitung 65 sitzen hintereinander ein Abschaltelement 66, ein Leistungssteuerelement 67 - hier in Form eines Transistors zwecks Bewirkung einer Leistungsminderung durch Pulsbreitenmodulation - und ein Motorumkehrelement 68 zum Zweck der Drehrichtungsbestimmung. Der Endabschalter 66 sind über eine Leitung 69, das Leistungssteuerelement 67 über eine Leitung 70 und das Motorumkehrelement 68 über eine Leitung 71 mit dem Mikroprozessor 63 elektrisch verbunden.

Über eine Leitung 72 hat der Mikroprozessor 63 Verbindung mit einem handbetätigbaren Ein/Aus-Schalter 73, über den der Antriebsmotor 5 mittels des Mikroprozessors 63 gestartet werden kann. In einer weiteren Leitung 74 sitzt der schon zu Figur 2 beschriebene Endschalter 47 für die Detektion der Anfangsstellung des Preßwerkzeugs 3.

Über eine Leitung 75 werden dem Mikroprozessor 63 spezifische Vorgaben übermittelt. Zum einen ist dies die Codierung des Preßwerkzeugs 3 über den Widerstand 50. Zum anderen ist dies der Backenschließsensor 54. Zusätzlich ist ein Wahlschalter 76 vorgesehen, über den manuell bestimmte Randbedingungen für die Arbeit der Antriebssteuereinrichtung 62 vorgegeben werden können.

In dem Mikroprozessor 63 sind eine Reihe von Sollwertverläufen - sie können auch als Kennlinien bezeichnet werden - beispielsweise in Form von Funktionen oder Punkten für den Drehzahlverlauf über den Preßweg gespeichert. Jeder Sollwertverlauf ist spezifisch für ein bestimmtes Preßwerkzeug 3. Bei Verbindung eines bestimmten Preßwerkzeugs 3 wird durch die vorbeschriebene Überprüfung des Widerstands 50 der dazu passende Sollwertverlauf ausgewählt. Dieser Sollwertverlauf ist bestimmend für die Steuerung des Antriebsmotors 5 über das Leistungssteuerelement 67.

Der Drehzahlgeber 23, der Drehzahlsensor 25 und die zugehörige Leitung 64 gehören zu dem Regelkreis einer Folgeregelung, deren Führungsgröße der jeweilige Sollwertverlauf und deren Regelgröße die Drehzahl sind. Von den vorgenannten Elementen wird ein zur Drehzahl des Antriebsmotors 5 korrespondierendes Signal an den Mikroprozessor 63 gegeben, in dem dann dieses Signal verarbeitet wird. In einer Vergleichseinrichtung des Mikroprozessors 63 wird geprüft, ob der Drehzahlwert innerhalb der Regelgrenzen eines Regelkorridors und damit innerhalb des zulässigen Bereichs liegt oder außerhalb. Im ersten Fall bleibt es bei der Phasenwinkelvorgabe des Leistungssteuerelements 67 und damit bei der Leistungsvorgabe. Im letzteren Fall wird der Phasenanschnitt um einen

bestimmten Betrag geändert, und zwar derart, daß die Leistungsvorgabe verringert wird, wenn die Drehzahl zu hoch ist, und erhöht wird, wenn die Drehzahl zu niedrig ist.

Die Regelung ist so ausgelegt, daß der vorstehend beschriebene Regelprozeß unter normalen Verhältnissen zu einer Rückführung des Drehzahlwerts in den Regelkorridor und möglichst in dessen Mittenbereich führt. Wird jedoch beim nächsten Vergleich festgestellt, daß der Drehzahlwert immer noch außerhalb des Regelkorridors liegt, muß eine Störung vorliegen. Solche Störungen können beispielsweise das Verpressen eines nicht passenden Preßfittings, ein nicht vollständig in den Preßfitting eingeschobenes Rohrende, ein Bruch in der Antriebskette zwischen Antriebsmotor 5 und Preßbacken 42, 43 oder aber auch eine Blockierung infolge eingeklemmter Fremtteile oder von Faltenbildung am Preßfitting 45 sein. Der Mikroprozessor 63 gibt dann ein Signal ab, das je nach Art der detektierten Störung über die Leitung 69 an den Endabschalter 66 geht mit der Folge, daß der Antriebsmotor 5 ausgeschaltet, und/oder über eine Leitung 77 an ein Display 78 gegeben wird, wo die Störung in geeigneter Weise sichtbar gemacht wird.

Der vorbeschriebene Regelvorgang, der für eine Folgeregelung charakteristisch ist, sei anhand der Figur 5 noch deutlicher gemacht. Bei der Grafik bedeutet die Ordinate die Drehzahl des Antriebsmotors 5 und die Abszisse den Preßweg. Die bei Null startende, durchgehende Kurve 79 zeigt den schematischen Drehzahlverlauf bei einem bestimmten Preßwerkzeug 3 unter Normalbedingung. Sie entspricht dann im wesentlichen dem zugehörigen gespeicherten Sollwertverlauf. Der Preßweg ist in einer Reihe von gleich breiten Abschnitten - beispielhaft mit 80 bezeichnet - aufgeteilt. An den Abschnittsgrenzen - beispielhaft mit 81 bezeichnet - wird ein Soll-Ist-Vergleich dahingehend vorgenommen, ob sich die Kurve 79 noch innerhalb eines zulässigen Regelkorridors - beispielhaft mit 82 bezeichnet - befindet. Bei der Kurve 79 ist dies durchgängig der Fall. Die Regelkorridore 82 werden oben- und untenseitig durch sich von Abschnitt 80 zu Abschnitt 80 ändernde obere und untere Regelgrenzwerte - beispielhaft mit 83 bzw. 84 bezeichnet - begrenzt. Alle oberen Regelgrenzwerte 83 bilden zusammen einen oberen Regelgrenzwertverlauf, während die unteren Regelgrenzwerte 84 zusammen genommen einen unteren Regelgrenzwertverlauf repräsentieren. Es versteht sich, daß die Aufteilung des Preßwegs in Abschnitte 80 in dem Mikroprozessor 63 um ein Vielfaches feiner ist, so daß ein Ist-Soll-Vergleich entsprechend häufiger durchgeführt wird.

In die Grafik ist auch die Drehzahlabweichung bei verschiedenen Arten von Störungen eingezeichnet. So ist der Verlauf des Kurvenabschnitts 85 charakteristisch für das Verpressen eines für das jeweilige Preßwerkzeug 3 zu großen Preßfittings. Wegen des höheren Formwiderstands sinkt die Drehzahl unter Verlassen des Regelkorridors 82 ab. Die Regelung über den Pha-

senanschnitt ist nicht in der Lage, das Absinken der Drehzahl durch höhere Leistungsvorgabe zu verhindern. Charakteristisch ist desweiteren, daß der Drehzahlabfall schon zu einem Zeitpunkt bzw. einem Wegpunkt erfolgt, wo bei einem passenden Preßfitting noch ein Leerweghub verfahren wird.

Der Kurvenabschnitt 86 ist typisch für eine Blockade, da die Drehzahl steil gegen Null geht. Blockierend wirken kann beispielsweise ein Fremdteil, das zwischen die sich bewegenden Teile des Preßwerkzeugs 3 gekommen ist. Ein ähnlicher Drehzahlabfall zeigt der Kurvenabschnitt 87, allerdings hier im Endbereich des Preßwegs. Dies zeigt eine Faltenbildung auf der Außenseite des Preßfittings 45 an.

Der steil nach oben gehende Kurvenabschnitt 88 ist charakteristisch für einen nicht blockierenden Bruch. Da kein Widerstand mehr vorhanden ist, steigt die Drehzahl schlagartig an.

Der Kurvenverlauf gemäß dem Kurvenabschnitt 89 entsteht, wenn ein für das betreffende Preßwerkzeug 3 zu kleiner Preßfitting verpreßt wird. Der Widerstand ist dann so gering, daß die Drehzahl den Regelkorridor 82 nach oben verläßt und auch durch Nachregeln des Phasenwinkels nicht mehr zurückgeführt werden kann. Ein ähnlicher Drehzahlverlauf stellt sich dann ein, wenn das Rohr 44 nur unzureichend in das Preßfitting 45 eingeschoben worden ist.

Die Grafik zeigt darüberhinaus den Verlauf im Falle einer Unterbrechung des Preßvorgangs. Bei der sich anschließenden Nachverpressung fährt die Drehzahl entsprechend der Kurve 79. Im Endbereich läuft die Kurve entsprechend dem gestrichelten Kurvenabschnitt 90 geradeaus weiter und knickt dann im letzten Abschnitt in Anpassung an den sich wieder einstellenen Verpressungswiderstand nach unten hin ab.

Für die Codierung des Preßwerkzeuges 3 kann statt des Widerstands 50 kann auch ein elektronischer Speicherchip 100 vorgesehen sein, wie er gestrichelt in Figur 4 dargestellt ist. Dieser Speicherchip 100 enthält eine für das betreffende Preßwerkzeug 3 spezifische Codierung und ist über die Leitung 101 mit dem Mikroprozessor 63 verbunden.

Statt einer Codierung kann in den Speicherchip 100 auch ein für das Preßwerkzeug 3 spezifischer Sollwertverlauf eingespeichert sein. Dieser kann bei der Kupplung des Preßwerkzeugs 3 mit dem Antriebsteil 2 in den Mikroprozessor 63 übertragen und dort abgespeichert werden. Diese Ausbildung hat den Vorzug, daß der Antriebsteil 2 mit beliebigen Arten von Preßwerkzeugen 3 kombiniert werden kann, da jedes Preßwerkzeug 3 den für ihn spezifischen Sollwertverlauf eingespeichert hat. Im Unterschied dazu ist die Kombinationsmöglichkeit bei Vorsehen einer Codierung auf die in der Antriebssteuereinrichtung 62 gespeicherten Sollwertverläufe begrenzt, d. h. der Antriebsteil 2 kann nicht mit neuen Preßwerkzeugen 3 kombiniert werden, welcher einen Leistungsverlauf haben soll, dessen Sollwertverlauf nicht in der Antriebssteuereinrichtung 62

eingespeichert ist.

In den Speicherchip 100 sind außerdem Speicherplätze für die Einspeicherung eines Restpreßwegs vorgesehen. Dieser Restpreßweg wird durch folgenden Eichvorgang gewonnen.

Der Backenschließsensor 54 wird so eingestellt, daß er schon anspricht, also den Stromkreis 51 unterbricht, wenn die Backenarme 38, 39 noch nicht ganz ihre in Figur 3 gezeigte Endpreßstellung erreicht haben. Das Preßwerkzeug 3 wird dann auf einer entsprechenden Eichvorrichtung oder mit Hilfe des Antriebsteils 2 des Preßgeräts 1 mehrere Male mit einer bestimmten Kraft über den vollen Preßweg bis zu einer Endpreßstellung, in der die Antriebsarme 36, 37 stirnseitig aufeinanderstoßen, zusammengefahren. Mit Hilfe des Drehzahlgebers 24 und des Drehzahlsensors 26 sowie eines Sonderprogramms wird durch Erfassung der Anzahl der Magnetfelder des Drehzahlgebers 24 der Restpreßweg festgestellt, den die Preßbackenhebel 34, 35 nach Ansprechen des Backenschließsensors 54 noch zurücklegen. Dies wird solange wiederholt, bis sich die gemessenen Restpreßwege nicht oder nur noch minimal unterscheiden, das Preßwerkzeug 3 sich also gesetzt hat. Der daraufhin ermittelte Restpreßweg wird in den Speicherchip 100 übernommen. Er ist charakteristisch für das betreffende Preßwerkzeug 3. Aufgrund von Fertigungstoleranzen können sich bei Preßwerkzeugen 3 gleicher Größe unterschiedliche Restpreßwege ergeben.

Durch die vorbeschriebene Eichung ist sichergestellt, daß der Antriebsmotor 5 in einer definierten, für das betreffende Preßwerkzeug 3 charakteristischen Endpreßstellung abgeschaltet wird. Beim Preßvorgang löst der Backenschließsensor 54 die Wegmessung für den gespeicherten Restpreßweg aus, wobei dies durch Zählung der vom Drehzahlsensor 25 erfaßten Impulse geschieht. Nach Abfahren des Restpreßwegs wird der Antriebsmotor 5 über das Abschaltetelement 66 ausgeschaltet.

Statt nur eines Restpreßwegs können auch mehrere Restpreßwege eingespeichert werden, indem der vorbeschriebene Eichvorgang unter Verpressung von Kombinationen aus Preßfitting 45 und Rohrende 44 durchgeführt wird, welche sich bei gleicher äußerer Geometrie durch ihren Verpressungswiderstand aufgrund voneinander abweichender Werkstoffe und/oder Wandstärken unterscheiden. Dabei ergeben sich aufgrund des elastischen Verhaltens insbesondere des Preßwerkzeugs 3 unterschiedliche Restpreßwege. Die Auswahl des zugehörigen Restpreßwegs kann - bei Kenntnis des Werkstoffs und der Wandstärke des zu verpressenden Preßfittings 45 - mit Hilfe des Wählschalters 76 geschehen.

Alternativ kann eine automatische Selektion des jeweils passenden Restpreßwegs in der Weise erfolgen, daß während des Preßvorgangs der Verpressungswiderstand an einem bestimmten Punkt des Preßwegs erfaßt und sein Wert als Auswahlkriterium

herangezogen wird. Dies kann bei dem vorliegenden Preßgerät 1 in der Weise geschehen, daß eine jeweils charakteristische Abweichung von der Kurve 79 an dem bestimmten Ort festgestellt und das Maß der Abweichung als Selektionskriterium herangezogen wird. Stattdessen besteht aber auch die Möglichkeit, einen zusätzlichen Istwertaufnehmer für eine physikalische Größe vorzusehen, die dem Verpressungswiderstand entspricht, beispielsweise in Form eines Dehnmeßstreifens an einem belasteten Teil des Preßwerkzeugs 3 oder eines Drehmomentabgriffs an der Antriebswelle 6.

Sofern in dem Speicherchip 100 oder in dem Mikroprozessor 63 für jedes Preßwerkzeug 3 mehrere, unterschiedliche Sollwertverläufe gespeichert sind, welche an die unterschiedlichen Werkstoffe und/oder Wandstärken für das Preßfitting 45 und das Rohrende 44 angepaßt sind, kann bei Auswahl des jeweiligen Sollwertverlaufs in dem Mikroprozessor 63 eine entsprechende Zuordnung des passenden Restpreßwegs automatisch vorgenommen werden. Dies gilt sowohl für den Fall, daß die vorbeschriebene Folgeregelung vorliegt, als auch bei einer - dann rückkopplungsfreien - Folgesteuerung.

Es ist nicht notwendig, daß der Restpreßweg bzw. die Restpreßwege im Speicherchip 100 eingespeichert werden. Stattdessen besteht die Möglichkeit der Speicherung der Restpreßwege am Antriebsteil 2 und hier insbesondere im Mikroprozessor 63. In diesem Fall wird der Restpreßweg bzw. die Gruppe von Restpreßwegen durch die Codierung aufgrund des Widerstands 50 oder des Speicherchips 100 angesteuert. Allerdings muß dann gesichert sein, daß für das jeweils anzuschließende Preßwerkzeug 3 auch tatsächlich ein passender Restpreßweg bzw. eine Gruppe von Restpreßwegen eingespeichert ist. Kommt ein Preßwerkzeug 3 zur Anwendung, für welches noch kein Restpreßweg bzw. keine Gruppe von Restpreßwegen eingespeichert ist, müßte der vorbeschriebene Eichvorgang - sei es unter Verwendung des Antriebsteils 2, sei es mit Hilfe einer speziellen Eichvorrichtung - nachgeholt werden.

Patentansprüche

1. Preßgerät (1) zum Verbinden von Werkstücken (44, 45), mit einem Preßwerkzeug (3) und einem motorischen Antrieb zur Betätigung des Preßwerkzeugs (3) über einen Preßweg sowie mit einer Steuereinrichtung (26), die eine Antriebssteuereinrichtung (62) zur Beeinflussung des Antriebs (5) aufweist, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- die Antriebssteuereinrichtung (62) hat eine Störungserfassungseinrichtung;
- die Störungserfassungseinrichtung weist einen Istwertwertaufnehmer (23, 24, 25) auf;
- der Istwertaufnehmer (23, 24, 25) ist für die

Erfassung einer physikalischen Größe als Istwert geeignet, welche mit dem Verpressungswiderstand korreliert;

- in der Störungserfassungseinrichtung ist wenigstens ein Grenzwertverlauf (83, 84) für den Istwert festgehalten;
- die Störungserfassungseinrichtung weist eine Vergleichseinrichtung auf, die bei einem Verpressen eine Überprüfung darauf hin vornimmt, ob der jeweilige Istwert auf der zulässigen oder nicht zulässigen Seite des zugehörigen Grenzwertsverlaufs (83, 84) liegt;
- zu der Störungserfassungseinrichtung gehört eine Signaleinrichtung (78) und/oder eine Abschalteneinrichtung (66) für den Antrieb (5), welche angesteuert wird bzw. werden, wenn der Istwert auf der unzulässigen Seite des zugehörigen Grenzwerts liegt.

2. Preßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein oberer und wenigstens ein unterer Grenzwertverlauf (83, 84) festgehalten sind.

3. Preßgerät nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Grenzwertverlauf (83, 84) an den Verlauf des Istwerts bei störungsfreier Verpressung unter Bildung eines Grenzwertkorridors angepaßt ist.

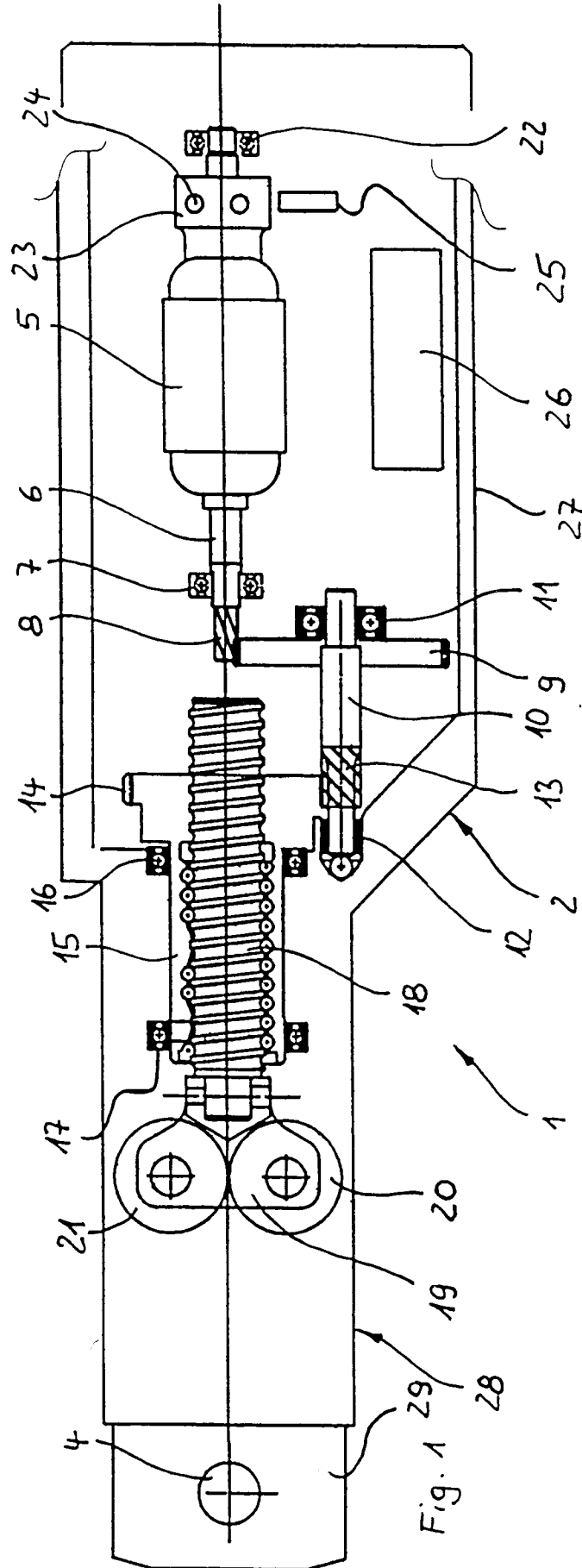
4. Preßgerät nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein weiterer oberer und/oder unterer Grenzwertverlauf (83, 84) festgehalten ist bzw. sind, der bzw. die jeweils auf der unzulässigen Seite des ersten Grenzwertverlaufs liegt bzw. liegen.

5. Preßgerät nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß dann, wenn der Istwert auf der unzulässigen Seite des ersten Grenzwertverlaufs, (83, 84) aber noch auf der zulässigen Seite des benachbarten weiteren Grenzwertverlaufs liegt, die Signaleinrichtung (78) angesteuert wird, und daß dann, wenn der Istwert auf der unzulässigen Seite auch des weiteren Grenzwertverlaufs liegt, die Abschalteneinrichtung (66) angesteuert wird.

6. Preßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Grenzwertverlauf bzw. wenigstens ein Grenzwertverlauf (83, 84) über den Preßweg in Bereiche (80) aufgeteilt sind, wobei jedem Bereich (80) eine spezifische Signalgabe zugeordnet ist bzw. sind.

7. Preßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebssteuereinrichtung (62) eine Leistungssteuereinrichtung (67) als Stellglied aufweist und daß wenigstens ein Sollwertverlauf (79) als Führungsgröße festgehalten ist, über den eine dem Sollwertverlauf entsprechende Stellgröße für die Beeinflussung der Leistungssteuereinrichtung (67) erzeugt wird. 5
8. Preßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistungssteuereinrichtung (67) sowie der Sollwertverlauf bzw. die Sollwertverläufe Teile einer Folgesteuerung sind. 10
9. Preßgerät nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die physikalische Größe, welche mit dem Verpressungswiderstand korreliert, die Drehzahl des Antriebs (5), die aufzubringende Kraft, das aufzubringende Drehmoment und/oder der dem Antrieb (5) zugeführte elektrische Strom ist bzw. sind. 15 20
10. Preßgerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistungssteuereinrichtung (67) und der Sollwertverlauf (79) bzw. die Sollwertverläufe Teil einer Folgeregelung sind. 25
11. Preßgerät nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelgröße der Folgeregelung die Drehzahl des Antriebs (5) ist. 30
12. Preßgerät nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelgröße der Folgeregelung mit der physikalischen Größe, die mit dem Verpressungswiderstand korreliert, identisch ist. 35
13. Preßgerät nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Sollwertverlauf (79) bzw. jeder Sollwertverlauf von einem die Regelbandbreite definierenden Regelkorridor (82) mit oberen und unteren Regelgrenzen (83, 84) eingeschlossen ist. 40
14. Preßgerät nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelgrenzen (83, 84) mit den Grenzwertverläufen (83, 84) identisch sind. 45
15. Preßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Grenzwertverläufe (83, 84) sowie ggf. mehrere Sollwertverläufe (79) festgelegt sind. 50
16. Preßgerät nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzwertverläufe (83, 84) sowie ggf. die Sollwertverläufe (79) an verschieden große Preßwerkzeuge angepaßt sind. 55
17. Preßgerät nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Preßgerät (1) einen Werkstoffsensord zur Erfassung des Werkstoffs der Werkstücke (44, 45) aufweist, wobei über den Werkstoffsensord die Auswahl der Grenzwertverläufe (83, 84) und ggf. des Sollwertverlaufs (79) erfolgt.
18. Preßgerät nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzwertverläufe (83, 84) sowie ggf. die Sollwertverläufe (79) für verschiedene Eigenschaften der Werkstücke festgelegt sind.
19. Preßgerät nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß eine von Hand bedienbare Schalteranordnung (76) für die Einstellung der jeweiligen Grenzwertverläufe (83, 84) und ggf. des Sollwertverlaufs (79) vorgesehen sind.
20. Preßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebssteuereinrichtung (62) eine Selbstadaptionseinrichtung aufweist, über die die Grenzwertverläufe (83, 84) und gegebenenfalls der Sollwertverlauf (79) an den tatsächlichen Verpressungswiderstand anpaßbar ist bzw. sind.
21. Preßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß dem Sollwertverlauf (79) bzw. jedem Sollwertverlauf entsprechend angepaßte weitere Sollwertverläufe (90) sowie Grenzwertverläufe für eine Teilverpressung zugeordnet sind.
22. Preßgerät nach Anspruch 210, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuordnung des Sollwertverlaufs (90) bzw. der Sollwertverläufe für die Teilverpressung zu dem Sollwertverlauf (79) bzw. den Sollwertverläufen für die Vollverpressung automatisch mit deren Wahl erfolgt.
23. Preßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß das Preßwerkzeug (3) eine Codierung (50, 100) aufweist, über die die zugehörigen Grenzwertverläufe (83, 84) sowie ggf. der zugehörige Sollwertverlauf (79) bestimmt werden.
24. Preßgerät nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Codierung als ein elektrisches oder elektronisches Bauteil (50, 100) ausgebildet ist, das mit der Antriebssteuereinrichtung (62) über ein Übertragungsglied verbunden ist.

25. Preßgerät nach Anspruch 23,
dadurch gekennzeichnet, daß die Codierung als
Speicherchip (100) mit wenigstens einem darin
gespeicherten Grenzwertverlauf (83, 84) ausgebil-
det ist. 5
26. Preßgerät nach Anspruch 25,
dadurch gekennzeichnet, daß in dem Speicherchip
(100) auch der zugehörige Sollwertverlauf (79)
gespeichert ist. 10
27. Preßgerät nach Anspruch 25 oder 26,
dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung zum
Laden der in dem Speicherchip (100) gespeicher-
ten Grenzwertverläufe (83, 84) und ggf. Sollwert- 15
verläufe (79) in die Antriebssteuereinrichtung (62)
vorgesehen ist.
28. Preßgerät nach einem der Ansprüche 25 bis 27,
dadurch gekennzeichnet, daß in dem Speicherchip 20
(199) der Preßweg oder eine Preßzeit gespeichert
ist und daß bei Erreichen des Preßwegendes bzw.
Preßzeitendes ein optisches oder akustisches
Signal abgegeben und/oder der Antrieb (5) abge- 25
schaltet wird.
29. Preßgerät nach einem der Ansprüche 25 bis 28,
dadurch gekennzeichnet, daß das Preßwerkzeug
(1) einen Stellungsaufnehmer (54) aufweist und
daß in dem Speicherchip (100) ein Restpreßweg 30
bzw. eine Restpreßzeit gespeichert ist, wobei der
Antrieb (5) derart gesteuert wird, daß nur noch über
den Restpreßweg bzw. die Restpreßzeit verfahren
wird, wenn der Stellungsaufnehmer (54) aktiviert
wird. 35
30. Preßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 29,
dadurch gekennzeichnet, daß eine Sperreinrich-
tung zur Blockierung des Antriebs (5) bei Ansteue- 40
rung der Abschalteneinrichtung (66) vorgesehen ist,
wobei die Sperreinrichtung erst nach Betätigung
einer besonderen Entsperreinrichtung überwindbar
ist.
31. Preßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 30, 45
dadurch gekennzeichnet, daß ein Startaufnehmer
(47, 48, 49) zur Erfassung der Anfangsstellung des
Preßwerkzeugs (3) vorgesehen ist.
32. Preßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 31, 50
dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrich-
tung einen Weg- und/oder Zeitaufnehmer (23, 24,
25) für den Preßvorgang aufweist.
33. Preßgerät nach Anspruch 32, 55
dadurch gekennzeichnet, daß der Wegaufnehmer
als Umdrehungszähler (23, 24, 25) ausgebildet ist.



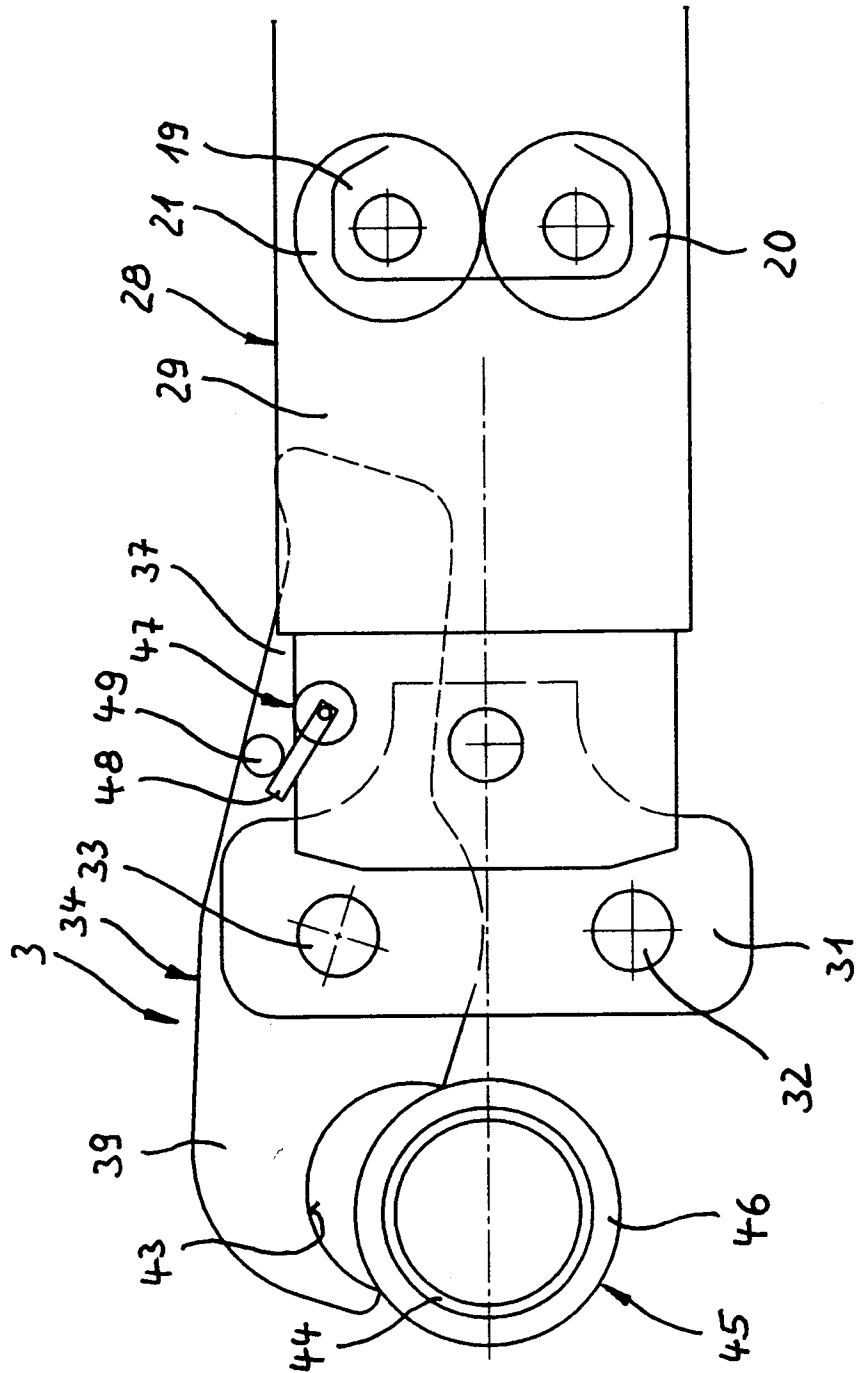
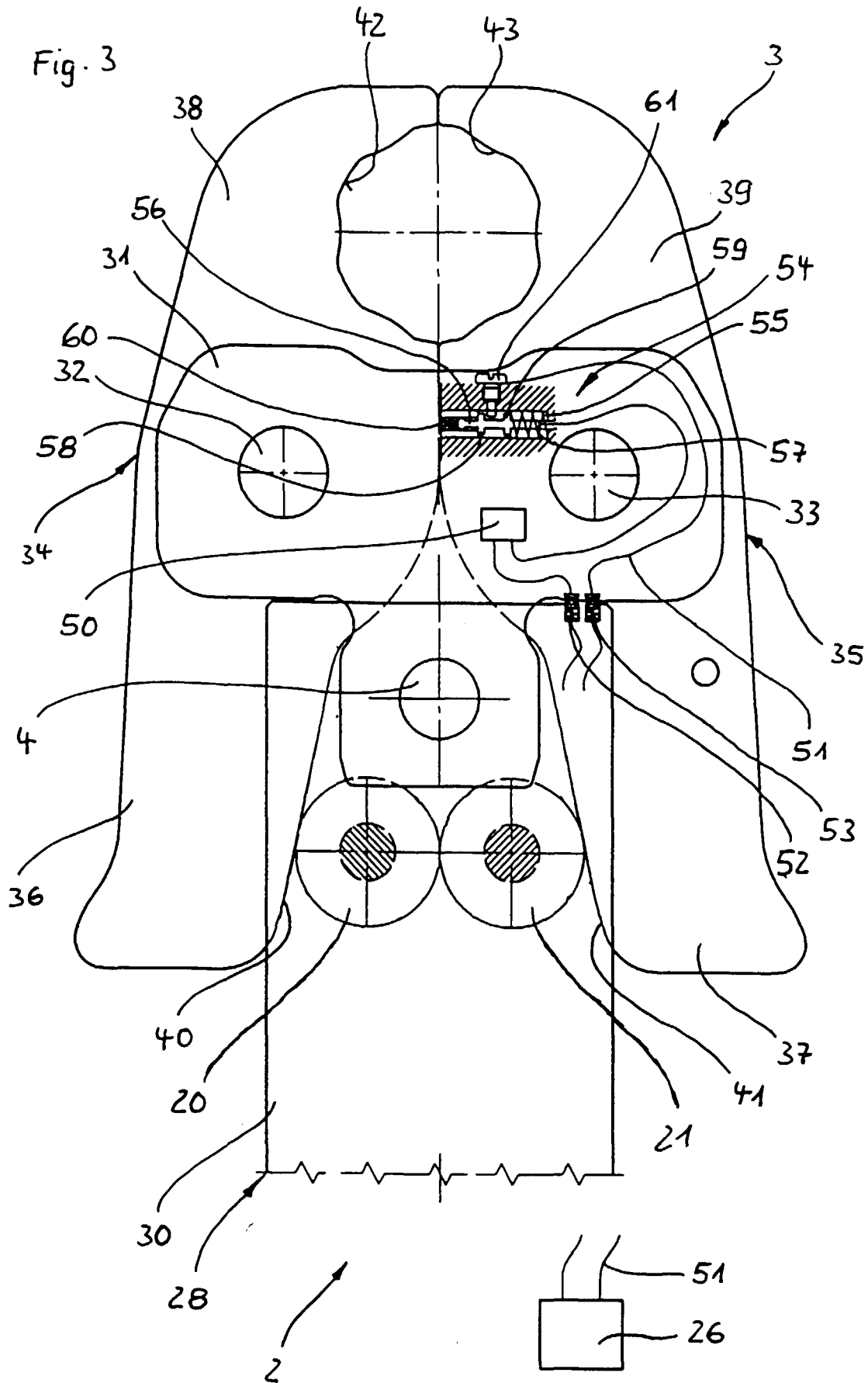


Fig. 2



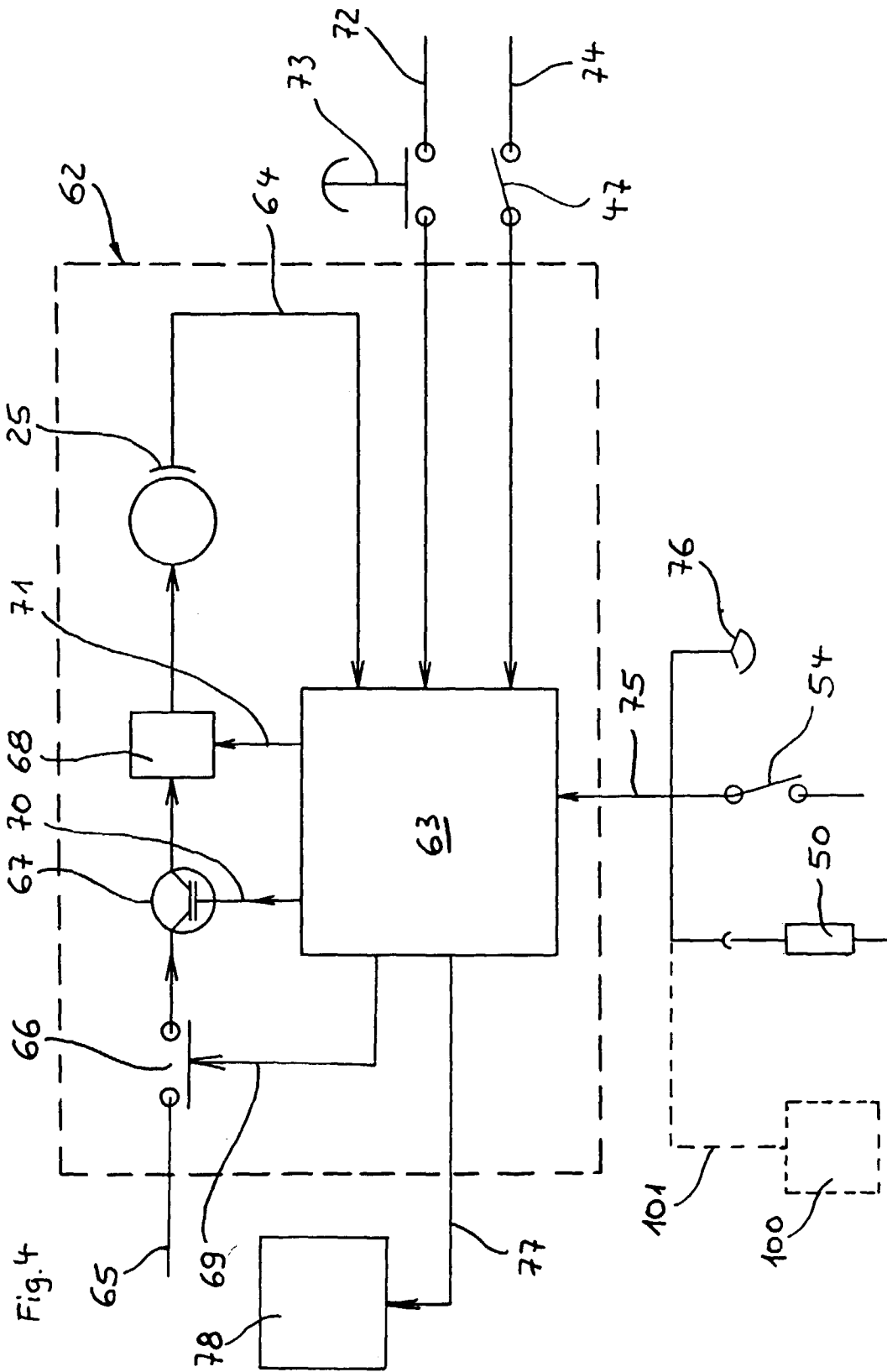


Fig. 5

