



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.07.2019 Patentblatt 2019/30

(51) Int Cl.:
B25B 27/10 (2006.01) B21D 39/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18152097.4**

(22) Anmeldetag: **17.01.2018**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD TN

(72) Erfinder:
• **RUCH, Matthias**
79588 Efringen-Kirchen (DE)
• **KREUZER, Rudolf**
5033 Buchs (CH)

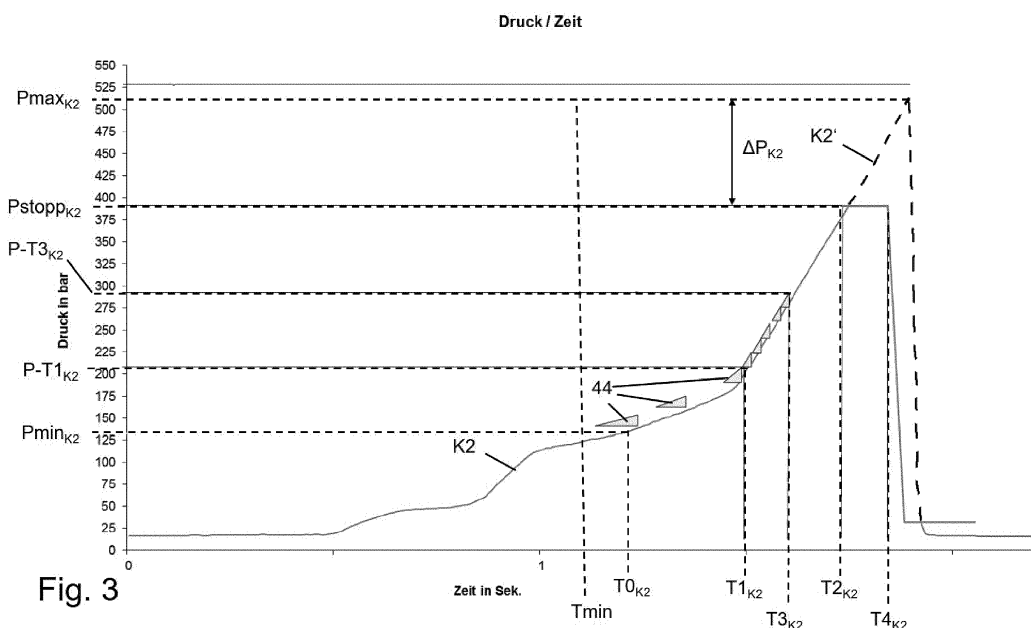
(74) Vertreter: **Mader, Joachim**
Bardehle Pagenberg Partnerschaft mbB
Patentanwälte, Rechtsanwälte
Prinzregentenplatz 7
81675 München (DE)

(71) Anmelder: **Von Arx AG**
4450 Sissach (CH)

(54) **PRESSMASCHINE**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Pressmaschine 10, zum plastischen Verformen eines rohrförmigen Werkstücks, insbesondere eines Fittings, wobei die Pressmaschine 10 einen Motor 20 aufweist; sowie Pressbacken, die vom Motor 20 angetrieben werden und im Betrieb eine Kraft auf das Werkstück aufbringen können; eine Kraftübertragungseinheit, die mit dem Motor 20 und den Pressbacken gekoppelt ist, um eine Kraft vom Motor 20 auf die Pressbacken zu übertragen; mindestens eine Sensoreinheit 42 zum Messen von mindestens einem Pressparameter P; und eine Steuerung 40, welche den

aktuell gemessenen Wert des Pressparameters P von der Sensoreinheit 42 empfängt und mit diesem die Steigung 44 einer Pressparameterkurve K des Pressparameters P bestimmt; wobei die Steuerung 40 einen Pressvorgang vor Erreichen einer maximal möglichen Presskraft Pmax beendet, wenn die Steigung 44 der Pressparameterkurve K des Pressparameters P ein Abschaltkriterium erfüllt. Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin ein entsprechendes Verfahren zum Betreiben einer Pressmaschine 10.



Beschreibung

Technisches Gebiet

- 5 **[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Pressmaschine, insbesondere eine handgeführte Pressmaschine, zum Verpressen von rohrförmigen Werkstücken, sowie ein Verfahren zum Betreiben einer Pressmaschine.

Stand der Technik

- 10 **[0002]** Im Stand der Technik sind Verfahren zum Verpressen von rohrförmigen Werkstücken, insbesondere Rohre in der Installationstechnik, bekannt. In einem bekannten Verfahren werden zwei Rohre mittels eines Pressfittings unlösbar miteinander verbunden. Hierzu werden die Rohre in Öffnungen eines Pressfittings eingeführt, der zur Abdichtung mit den Rohren Polymerdichtungen aufweist. Nach dem Einführen der zu verbindenden Rohre wird der Pressfitting mittels einer geeigneten Pressmaschine verpresst, also so plastisch verformt, dass die eingesteckten Rohre nicht mehr heraus-
15 gezogen werden können und die Dichtung sicher abdichtet.

[0003] Das Verpressen wird mit einem handgeführten und motorbetriebenen Presswerkzeug durchgeführt, das austauschbare Werkzeuge, wie beispielsweise Pressbacken mit unterschiedlichen Größen und Geometrien aufweisen kann. Daneben sind Presswerkzeuge auch für andere Aufgaben bekannt, beispielsweise werden Presswerkzeuge zum Pressen, Crimpen oder Schneiden von Werkstücken, beispielsweise in der Elektroindustrie, verwendet.

- 20 **[0004]** Bei einer handgeführten Pressmaschine werden die Pressbacken zum Verpressen um den Pressfitting herum angeordnet. Beim Schließen der Pressbacken wird eine Kraft auf die Oberfläche des Pressfittings ausgeübt, so dass der Fitting zusammengedrückt wird und sich dabei plastisch verformt, wodurch die Werkstücke sicher miteinander verbunden werden. Hierbei können auch die innenliegenden Rohre eine plastische Verformung erfahren.

- 25 **[0005]** Der Pressvorgang wird bei Pressmaschinen des Standes der Technik in der Regel dadurch beendet, dass bei Erreichen eines bestimmten Maximaldrucks ein Überdruckventil geöffnet wird. Durch den festgelegten Maximaldruck stellt man sicher, dass eine geeignet hohe Presskraft auf das Werkstück ausgeübt wurde, um eine ausreichende Verpressung zu gewährleisten.

- 30 **[0006]** So ist aus der Druckschrift EP 2 501 523 B1 ein handgeführtes Pressgerät zum Verpressen eines Pressfittings in der Installationstechnik und zum Verpressen von Kabelschuhen bekannt. Zur Erzeugung der erforderlichen hohen Presskräfte ist das Presswerkzeug mit einer elektrohydraulischen Umwandlungseinrichtung verbunden. Als Antriebsmotor wird ein bürstenloser Elektromotor verwendet. Sobald die erforderliche Presskraft erreicht ist, öffnet ein Überdruckventil und die Motordrehzahl steigt sprunghaft an. Dies wird von einer Steuerung des Pressgeräts erkannt und der Elektromotor nachfolgend abgeschaltet.

- 35 **[0007]** Das Beenden des Pressvorgangs mittels eines fest eingestellten Überdruckventils hat jedoch den Nachteil, dass bei Erreichen des Maximaldrucks die Pressbacken des Presswerkzeugs bereits aneinander anliegen und keine Verformung am Werkstück mehr stattfinden kann. Der Fitting wurde zuvor während des Pressvorgangs bereits maximal möglich zusammengepresst und kann keine weitere plastische Verformung mehr erfahren. Das direkte Aufeinanderdrücken der Pressbacken führt naturgemäß zu einer starken Abnutzung am Werkzeug, an den Kraftübertragungsteilen und am Antriebsmotor. Darüber hinaus wird unnötig elektrische Energie verbraucht.

- 40 **[0008]** Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Pressmaschine bereitzustellen, welche die oben genannten Probleme überwindet und eine sichere und haltbare Pressverbindung zwischen rohrförmigen Werkstücken erreicht, ohne dass ein unnötiger Verschleiß an der Pressmaschine und unnötiger Energieverbrauch auftritt. Weiterhin soll eine entsprechendes Verfahren zum Betreiben einer Pressmaschine bereitgestellt werden.

45 Zusammenfassung der Erfindung

[0009] Zumindest eines der oben genannten Probleme wird erfindungsgemäß durch eine Pressmaschine gemäß Anspruch 1 und einem Verfahren zum Betreiben einer Pressmaschine gemäß Anspruch 10 gelöst.

- 50 **[0010]** Insbesondere wird zumindest ein Problem gelöst durch eine Pressmaschine, zum plastischen Verformen eines rohrförmigen Werkstücks, insbesondere eines Fittings, wobei die Pressmaschine einen Motor aufweist, sowie Pressbacken, die vom Motor angetrieben werden und im Betrieb eine Kraft auf das Werkstück aufbringen können, eine Kraftübertragungseinheit, die mit dem Motor und den Pressbacken gekoppelt ist, um eine Kraft vom Motor auf die Pressbacken zu übertragen, mindestens eine Sensoreinheit zum Messen von mindestens einem Pressparameter, und eine Steuerung, welche den aktuell gemessenen Wert des Pressparameters von der Sensoreinheit empfängt und mit diesem die Steigung einer Pressparameterkurve des Pressparameters bestimmt, wobei die Steuerung einen Pressvorgang vor Erreichen einer maximal möglichen Presskraft beendet, wenn die Steigung der Pressparameterkurve des Pressparameters ein Abschaltkriterium erfüllt.

[0011] Bei der vorliegenden Erfindung wird die Steigung, also der Anstieg einer Pressparameterkurve überwacht, die

sich während des Pressvorgangs ergibt. Der Anstieg ist dabei charakteristisch für die Erhöhung der Presskraft auf das Werkstück mit fortschreitendem Pressvorgang. Wenn das Werkstück am Ende die maximale Verformung erlangt hat und die Pressbacken der Pressmaschine ganz geschlossen sind, erfolgt mit weiterem Druckanstieg lediglich eine elastische Verformung an den Pressbacken. Dabei kann ein rein linearer Anstieg der Werte eines Pressparameters erkannt werden, z.B. bei einem hydraulischen Pressgerät ein rein linearer Anstieg in der Druck-Zeit-Kurve oder Strom-Zeit-Kurve. Dieser charakteristische Anstieg am Ende des Pressvorgangs wird von der Steuerung genutzt, um den Motor der Pressmaschine bereits vor Erreichen einer maximal möglichen Presskraft abzustellen und so den Pressvorgang zu beenden.

[0012] Das automatische Beenden des Pressvorgangs vor Erreichen der maximal möglichen Presskraft der Maschine aufgrund der Auswertung der Steigung mindestens einer Pressparameterkurve, verhindert ein weiteres unnötiges Aufeinanderpressen der Pressbacken, was zu einer Verringerung der Belastung und des Verschleißes der Pressbacken und anderer Teile der Maschine und zu einer des Energie- und Zeitersparnis führt. Eine zusätzliche Interaktion eines Benutzers zum Beenden des Pressvorgangs ist nicht notwendig.

[0013] Der Vergleich der Steigung der Pressparameterkurve der gemessenen Werte des mindestens einen Pressparameters mit einem Abschaltkriterium berücksichtigt dabei automatisch die Eigenschaften des zu verpressenden Werkstücks, beispielsweise das Material, die Größe, die Bauform etc., ohne, dass diese Eigenschaften im Einzelnen der Pressmaschine vor dem jeweiligen Pressvorgang bekannt gemacht werden müssten. Das Abschaltkriterium ist unabhängig von den einzelnen Eigenschaften des zu verpressenden Werkstücks. Aufgrund der Überwachung der Steigung der Pressparameterkurve kann die Steuerung den Pressvorgang zuverlässig nach der plastischen Verformung des Werkstücks beenden, unabhängig davon, ab welcher Höhe der Presskraft keine plastischen Verformung des Werkstücks mehr auftritt.

[0014] Bei der Auswertung können ein oder mehrere Pressparameter in beliebiger Kombination berücksichtigt werden. Die Berücksichtigung von gleichzeitig mehreren Pressparametern stärkt dabei aufgrund von Redundanz die Robustheit der Analyse gegenüber sogenannten Ausreißern, d.h. zufälligen Abweichungen.

[0015] Es können verschiedene Sensoren zum Messen von gleichen oder unterschiedlichen Pressparametern für die Auswertung mit der vorliegenden Steuerung verwendet werden.

[0016] Das jeweilige Abschaltkriterium kann auf den jeweiligen Prozessparameter oder auf eine Kombination der Prozessparameter angepasst sein.

[0017] Bevorzugt zeigt das Abschaltkriterium an, dass bei einer Fortsetzung des Pressvorgangs nur noch eine elastische Verformung an den Pressbacken auftritt. Dies ist der Fall, wenn die Pressbacken vollständig geschlossen sind und keine plastische Verformung des Werkstücks mehr erfolgt. Die Abschaltkriterien sind bevorzugt vorbestimmte Werte der Steigung für eine bestimmte Pressparameterkurve, aufgrund der die Steuerung automatisch entscheiden kann, wann der aktuelle Pressvorgang beendet wird.

[0018] Bevorzugt ist die Kraftübertragungseinheit ein hydraulisches System und die Sensoreinheit ist ein Drucksensor, welcher den Druck in dem hydraulischen System als Pressparameter misst. Damit ist ein einfaches Adaptieren der erfindungsgemäßen Steuerung auf bestehende elektro-hydraulische Pressmaschinen möglich. Über einen Drucksensor kann der Hydraulikdruck als Prozessparameter einfach und zuverlässig gemessen werden und der Steuerung bereitgestellt werden. Der Hydraulikdruck ist hierbei direkt proportional zu der am Werkzeug anliegenden Presskraft, so dass über den Hydraulikdruck eine zuverlässige Bestimmung des Kraftverlaufs an den Pressbacken möglich ist.

[0019] Wenn die Kraftübertragungseinheit bevorzugt ein mechanisches System ist, ist die Sensoreinheit ein Kraftsensor, welcher die Kraft an einer Stelle in dem mechanischen System als Pressparameter misst. Die Steuerung der vorliegenden Erfindung kann auch auf Pressgeräte mit einer rein mechanischen Kraftübertragung angewendet werden. Bei mechanischen Pressmaschinen wird eine Kraft von einem Motor über eine oder mehrere Kraftübertragungseinheiten an die Pressbacken übertragen. In diesem Fall kann die auftretende Kraft an verschiedenen Stellen im mechanischen System gemessen werden kann. Hierzu können übliche Kraftmessdosen, Dehnmessstreifen oder ähnliche Sensoren verwendet werden. Die gemessene Kraft ist in der Regel ebenfalls direkt proportional zu der am Werkzeug anliegenden Presskraft, so dass über die Kraft eine zuverlässige Bestimmung des Kraftverlaufs an den Pressbacken möglich ist.

[0020] Bevorzugt kann als Pressparameter weiterhin ein den Motor durchfließender Strom sein. Dieser Strom kann mittels der Steuerung gemessen werden, die dann bevorzugt auch die Aufgabe der Sensoreinheit übernimmt. Aus dem den Motor durchfließenden Strom kann ebenfalls der Kraftverlauf an den Pressbacken abgeleitet werden.

[0021] Bevorzugt beendet die Steuerung den Pressvorgang erst dann, wenn zusätzlich zum Abschaltkriterium ein vorher festgelegter Mindestwert für einen Pressparameter (P) überschritten wurde und / oder wenn die Dauer des Pressvorgangs eine Mindestzeit überschritten hat. Hiermit bleiben Anlaufeffekte zu Beginn des Pressvorgangs oder Bereiche des Pressvorgangs unberücksichtigt in denen regelmäßig noch eine plastische Verformung des Werkstücks stattfindet. Hiermit wird das Risiko von Fehlmessungen und einer ungewollten vorzeitigen Beendigung des Pressvorgangs verringert. Eine zuverlässige Verpressung eines Werkstücks, setzt in der Regel eine erreichte Mindestpresskraft voraus, so dass unter dieser Mindestpresskraft kein automatisches Beenden des Pressvorgangs erfolgen soll.

[0022] Bevorzugt gibt die Steigung der Pressparameterkurve den zeitlichen Verlauf der Werte eines Pressparameters

an und wird bevorzugt aus dem aktuellen und dem zeitlich vorhergehenden Wert des Pressparameters gebildet. Die Betrachtung des zeitlichen Verlaufs eines Pressparameters ist einfach in Form einer Zeitreihe möglich, insbesondere, wenn die Steigung der Prozessparameterkurve aus zeitlich aufeinanderfolgenden Messwerten berechnet wird. Die Betrachtung des aktuellen und des vorherigen Wertes zur Ermittlung des Anstiegs ist einfach und kann rechentechnisch

schnell umgesetzt werden, so dass Ergebnisse in Echtzeit vorliegen können. Dadurch kann eine unmittelbare, zeitnahe Steuerung in Reaktion auf die Auswertung erreicht werden. Der signifikant gleichbleibende, lineare Verlauf der Pressparameterkurve beim direkten Aufeinanderpressen der Pressbacken am Ende des Pressvorgangs, ermöglicht hierbei eine robuste und automatische Erkennung dieses Presszustands.

[0023] Bevorzugt kann die Steuerung auch eine Datenbank aufweisen, in der Abschaltkriterien für bestimmte Pressbacken und/oder Werkstücke, gespeichert sind. Die Abschaltkriterien sind hierbei bevorzugt digitale Werte der Steigung der Prozessparameterkurve bei denen eine automatische Abschaltung erfolgen soll. Die Datenbank kann Werte für Abschaltkriterien enthalten, die von den Eigenschaften der verwendeten Pressbacken, wie Material, Größe, Art etc. abhängig sein können.

[0024] Bevorzugt ist die Pressmaschine ein elektrisch angetriebenes hydraulisches oder mechanisches Handpressgerät zum Verpressen von rohrförmigen Werkstücken. Mit Hilfe eines Handpressgeräts können Verpressungen an verschiedenen Einsatzorten, wie einer Baustelle, flexibel eingesetzt werden. Dabei können elektrisch angetriebene Handpressgeräte hohe Presskräfte aufbringen, die eine zuverlässige Verpressung gewährleisten. In einem hydraulischen Handpressgerät, zum Beispiel, kann im Betrieb ein Hydraulikdruck bis ca. 550 bar aufgebracht werden, welcher unmittelbar auf das von den Pressbacken eingeschlossene Werkstück wirkt.

[0025] Zumindest eines der oben genannten Probleme wird auch gelöst durch ein Verfahren zum Betreiben einer Pressmaschine, zum plastischen Verformen eines rohrförmigen Werkstücks, insbesondere eines Fittings, wobei das Verfahren die folgenden Schritte in der angegebenen Reihenfolge aufweist:

- a. Eingreifen des Werkstücks mit Pressbacken der Pressmaschine;
- b. Starten eines Motors der Pressmaschine, um eine Kraft durch die Pressbacken auf die Oberfläche des eingegriffenen Werkstücks aufzubringen;
- c. Messen eines Werts eines Pressparameters;
- d. Empfangen des aktuell gemessenen Wertes des Pressparameters durch die Steuerung, und damit Bestimmen der Steigung einer Pressparameterkurve des Pressparameters; und
- e. Stoppen des Motors vor dem Erreichen einer maximal möglichen Presskraft der Pressmaschine durch die Steuerung, wenn die Steuerung erkennt, dass die Steigung der Pressparameterkurve des Pressparameters ein Abschaltkriterium erfüllt.

[0026] Bevorzugt ist der Pressparameter ein Druck, eine Kraft, oder ein Strom durch den Motor oder eine beliebige Kombination dieser Parameter. Diese Parameter sind charakteristisch für den Pressdruck der Pressmaschine.

[0027] Bevorzugt wird der Motor erst dann gestoppt, wenn zusätzlich zum Abschaltkriterium ein vorher festgelegter Mindestwert für einen Pressparameter überschritten wurde und / oder wenn die Dauer des Pressvorgangs eine Mindestzeit überschritten hat.

[0028] Bevorzugt weist das Verfahren den Schritt des Auslesens von mindestens einem Abschaltkriterium aus einer Datenbank der Steuerung auf. Das Abschaltkriterium kann in einer Datenbank in der Steuerung der Pressmaschine abgelegt sein und beispielsweise passend zur verwendeten Pressbacken ausgelesen und in der Steuerung verwendet werden.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0029] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung anhand der beigefügten Figuren dargestellt. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der Pressmaschine als hydraulisches Handpressgerät gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 ein Diagramm von Pressparameterkurven für unterschiedliche Pressbacken und zu verpressende Werkstoffe bei einer Pressmaschine nach dem Stand der Technik; und

Fig. 3 eine schematische Darstellung der Auswertung einer Pressparameterkurve gemäß der vorliegenden Erfindung.

Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen

[0030] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf die beigefügten Figuren im Detail beschrieben.

[0031] Die Fig. 1 zeigt eine Ausführungsform eines hydraulischen Handpressgerät 10 mit hydraulischer Kraftübertragungseinheit. Bei diesem hydraulischen Handpressgerät treibt ein Motor 20 über ein Getriebe 22 einen daran angeschlossenen Exzenter 24 an. Bevorzugt ist der Motor 20 ein bürstenloser Motor, der von einer Steuerung 40 mit entsprechend moduliertem Strom aus einem Akku oder einer kabelgebundenen Stromversorgung (nicht dargestellt) versorgt wird. Das Getriebe 22 reduziert die Drehzahl des Motors 20 und erhöht das Drehmoment. Der an das Getriebe angeschlossene Exzenter 24 wandelt die Drehbewegung der Ausgangswelle des Getriebes 22 in eine eindimensionale oszillierende Bewegung um, um eine Kolbenpumpe 27 des hydraulischen Systems 26 anzutreiben.

[0032] Die Kolbenpumpe 27 pumpt aufgrund ihrer Bewegung eine Hydraulikflüssigkeit aus einem Reservoir in einen Arbeitszylinder 25, wodurch der Hydraulikdruck im Arbeitszylinder 25 ansteigt. Der steigende Hydraulikdruck drückt einen im Zylinder beweglich geführten Kolben 28 in der Darstellung der Fig. 1 nach links, in Richtung des Befestigungsbereichs für austauschbare Pressbacken 30 (nicht im Detail dargestellt). Durch die Verwendung eines großen Kolbendurchmessers kann der Kolben 28 sehr hohe Drücke auf die Pressbacken übertragen.

[0033] Der Kolben 28 ist mechanisch mit Rollen 29 verbunden, welche sich mit der Bewegung des Kolbens 28 mitbewegen. Die Rollen 29 bewegen sich in üblicher Weise zwischen geneigte Enden von Pressbacken 30, die somit geschlossen werden und das Werkstück mit hoher Kraft plastisch verformen können. Im Betrieb überträgt sich dadurch der Hydraulikdruck direkt proportional auf das angeschlossene Pressbacken 30, und erzeugt eine dem Hydraulikdruck direkt proportionale Presskraft F auf das Werkstück, die direkt proportional zu dem ist.

[0034] Durch den beim Verpressen steigenden Hydraulikdruck P und die damit steigende Presskraft F auf das Werkstück bzw. den Fitting, wird das Werkstück verpresst und plastisch verformt. Über eine Messung des Hydraulikdrucks P kann die Presskraft F am Werkzeug bestimmt werden.

[0035] Der Hydraulikdruck P in dem hydraulischen System 26 kann auf einfache Weise mittels eines Drucksensors 42 gemessen werden. Der Drucksensor 42 übermittelt das gemessene Drucksignal über Signalleitungen oder drahtlos mit Hilfe einer entsprechenden Funkübertragung an die Steuerung 40. Drahtlose Signalübertragungsmittel, wie beispielsweise gängige digitale Drahtlosverbindungen wie z.B. Bluetooth, NFC oder dergleichen können verwendet werden. Analoge Signale des Drucksensors 42 können in einem A/D-Wandler in digitale Signale umgewandelt werden, damit diese von der digitalen Steuerung 40 ausgewertet werden können.

[0036] Die Steuerung 40 weist dazu zumindest eine digitale Recheneinheit, wie einen Mikrocontroller, DSP, FPGA, ASIC oder dergleichen auf. Zusätzlich kann die Steuereinheit über eine auf Datenspeichervorrichtungen gespeicherte Datenbank (nicht dargestellt) verfügen, in der vorbestimmte Werte, die für die Auswertung erforderlich sind, abgerufen werden können.

[0037] In Abhängigkeit der Auswertungsergebnisse, gibt die Steuerung 40 über eine Leistungselektronik (nicht dargestellt) entsprechende Steuersignale an den Motor 20 aus. Der Motor 20 wird mit Hilfe dieser Steuersignale angesteuert, um ihm mit einer bestimmten geregelten Drehzahl zu betreiben und ihn am Ende des Pressvorgangs anzuhalten.

[0038] In einer anderen nicht dargestellten Ausführungsform kann die Pressmaschine auch als ein rein mechanisches Handpressgerät mit mechanischer Kraftübertragungseinheit ausgebildet sein. Bei einem mechanischen Handpressgerät erzeugt ein Motor eine Drehbewegung, die über ein Getriebe auf zumindest eine mechanische Kraftübertragungseinheit, beispielsweise ein Hebel- oder ein Gewindetrieb, übertragen wird. Die mechanische Kraftübertragungseinheit wandelt die Drehbewegung in eine lineare Bewegung um, die, entsprechend dem oben beschriebenen hydraulischen Handpressgerät 10 der Fig. 1, Rollen mit hoher Kraft verschiebt, die die Pressbacken bewegen. Durch die steigende Kraft der Pressbacken wird ein Werkstück, beispielsweise ein Fitting, das sich zwischen den Pressbacken befindet, plastisch verformt.

[0039] Kraftsensoren, zum Messen der vom Motor auf das Werkzeug übertragenen Kraft F können an verschiedenen Stellen in dem mechanischen Handpressgerät angeordnet sein, um eine der Presskraft F proportionale Kraft zu messen und an die Steuerung zu signalisieren.

[0040] Weiterhin verhält sich der vom Motor 40 aufgenommene Strom verhält ebenfalls proportional zum Motordrehmoment und somit zur Presskraft F an den Pressbacken.

[0041] Die Fig. 2 zeigt eine grafische Darstellung von gemessenen Pressparameterkurven K_1 , K_2 und K_3 von Pressmaschinen nach dem Stand der Technik, welche Hydraulik-Druckwerte P über die Zeit darstellen. Die Pressparameterkurve K_1 wurde dabei beim Verpressen ohne ein dazwischen eingefügten Fitting, d.h. bei "leeren" Pressbacken, aufgezeichnet. Die Pressparameterkurve K_2 wurde beim Verpressen eines Fittings aus einem ersten Material mit den gleichen Pressbacken wie bei Kurve K_1 aufgezeichnet. Das Material des Fittings war hierbei ein vergleichsweise weiches Material, wie zum Beispiel Kupfer.

Die Pressparameter Kurve K_3 wurde beim Verpressen eines Fittings aus einem zweiten Material aufgezeichnet. Das Material dieses Fittings wies eine größere Festigkeit bzw. Härte als bei Kurve K_2 auf und ist in einem Ausführungsbeispiel

Edelstahl.

[0042] In Fig. 2 ist zu erkennen, dass bei Kurve K1 der Druck zu Beginn relativ konstant und nahezu Null ist, da beim Schließen der Pressbacke sich kein Fitting dazwischen befindet. Die Pressbacken können sich bei einem Minimalen Hydraulikdruck, der die Reibung und Federkräfte im System überwindet, ungehindert schließen. Ab dem Zeitpunkt T_{1K1} sind die Pressbacken vollständig geschlossen und liegen aufeinander an. Ab diesem Zeitpunkt pressen sie unmittelbar gegeneinander, wodurch die Pressparameterkurve K1 einen konstanten linearen Anstieg ΔT_{K1} bis zum Erreichen des Maximaldrucks $P_{max_{K1}}$ zeigt. Beim Erreichen des Maximaldrucks $P_{max_{K1}}$ öffnet sich ein Überdruckventil, wodurch sich der Hydraulikdruck schlagartig bis auf einen Minimaldruck abfällt. Wie aus der Pressparameterkurve K1 ersichtlich zeigen die Pressbacken daher eine lineare elastische Verformung im vollständig geschlossenen Zustand. Diese Eigenschaft der Pressbacken nutzt die vorliegende Erfindung, um das Ende des Pressvorgangs automatisch zu erkennen und dann den Motor 20 abzuschalten, bevor der Maximaldrucks $P_{max_{K1}}$ erreicht wird. Dies schont die gesamte Pressmaschine und verringert die benötigte Energie.

[0043] Der Kurvenverlauf der Pressparameterkurve K2 zeigt einen früheren Hydraulik-Druckanstieg als die Pressparameterkurve K1, da sich zwischen den Pressbacken ein Fitting aus einem weichen Material befindet. Ab dem Zeitpunkt T_{1K2} steigt die Pressparameterkurve K2 wiederum linear an, da zu diesem Zeitpunkt der eigentliche Pressvorgang beendet ist, der Fitting vollständig plastisch verformt wurde und die Pressbacken vollständig geschlossen sind und aufeinander anliegen. Der lineare Anstieg ΔT_{K2} erfolgt mit einer im Wesentlichen gleichen Steigung wie jener der Kurve K1. Bei Erreichen des Maximaldrucks $P_{max_{K2}}$ öffnet sich wiederum das Überdruckventils beim Zeitpunkt T_{2K2} und die Kurve K2 fällt sehr schnell auf einen Minimaldruck ab.

[0044] Die Pressparameterkurve K3 steigt aufgrund des härteren Materials des zu verpressenden Fittings stärker an, als die Pressparameterkurve K2. Weiterhin muss bei der Kurve K3 insgesamt ein höherer Druck aufgebracht werden als bei Kurve K2, um die Pressbacken zu schließen und den Fitting vollständig plastisch zu verformen. Zum Zeitpunkt T_{1K3} wird der Kurvenverlauf von K_3 linear, was das Ende des eigentlichen Pressvorgangs anzeigt und signalisiert, dass die Pressbacken vollständig geschlossen sind und aufeinander anliegen. Wie ersichtlich, entspricht die Steigung des linearen Bereichs ΔT_{K3} im Wesentlichen der Steigung der linearen Bereiche ΔT_{K1} und ΔT_{K2} .

[0045] Diese Steigung der Pressparameterkurve ist daher ein charakteristisches Maß für das Ende des eigentlichen Pressvorgangs am Werkstück.

[0046] Wie aus Fig. 2 weiter zu erkennen ist, ist die Zeitspanne ΔT_{K1} signifikant größer bzw. länger als die Zeitspanne ΔT_{K2} der Kurve K2 oder Zeitspanne ΔT_{K3} der Kurve K3. Je länger die Zeitspanne ΔT ist, umso länger liegen die Pressbacken des Handpressgeräts direkt aufeinander und pressen unmittelbar gegeneinander. Während der Zeitspanne ΔT erfolgt keine plastische Verformung des Werkstücks bzw. Fittings. mehr, so dass in dieser Zeitspanne die Presskraft F unnötig erhöht wird.

[0047] Die Kurven K1, K2 und K3 würden sich auf entsprechende Weise ergeben, wenn statt dem Hydraulikdruck über die Zeit, eine mechanisch im System wirkende Kraft oder der Strom durch den Motor 20 über die Zeit aufgetragen wäre. Auch hier lassen sich aus einem linearen Anstieg der Kurve mit charakteristischer Steigung das Ende des Pressvorgangs und das Aufeinanderliegen der Pressbacken erkennen.

[0048] In Fig. 3 zeigt beispielhaft den Kurvenverlauf der Pressparameterkurve K2, wenn nun eine erfindungsgemäße Steuerung 40 verwendet wird. Hierbei bestimmt die Steuerung 40 die Steigung der Pressparameterkurve K2 und kann aus dieser erkennen, ob der eigentliche Pressvorgang am Werkstück beendet ist. Hierbei vergleicht die Steuerung 40 die Steigung der Pressparameterkurve K2 mit einem Abschaltkriterium, also im vorliegenden Fall einer charakteristischen Steigung der verwendeten Pressbacken im vollständig geschlossenen Zustand. Erfüllt die Steigung das Abschaltkriterium, was die Steuerung feststellt, bzw. berechnet, beendet sie den Pressvorgang, indem sie den Motor 20 abschaltet, bzw. nicht weiter mit Strom versorgt. Damit kann die Steuerung 40 den Pressvorgang zuverlässig beenden, bevor unnötigerweise eine maximal mögliche Presskraft P_{max} erreicht ist. Hiermit verringert sich der Verschleiß in der Pressmaschine, die benötigte Energie und die benötigte Zeit signifikant. Die Einsparungen sind bei Verpressen weicherer Fittinge größer als beim Verpressen härterer Fittinge.

[0049] Die Abschaltung des Motors 20 kann von der Steuerung 40 zusätzlich von weiteren Voraussetzungen abhängig gemacht werden, etwa um Ausreißer der Pressparameterkurve zu erkennen und auszuschließen. So kann zusätzlich zum Abschaltkriterium es für eine Abschaltung des Motors 20 notwendig sein, dass ein vorher festgelegter Mindestwert für einen Pressparameter P überschritten wurde und / oder es kann notwendig sein, dass die Dauer des Pressvorgangs eine Mindestzeit T_{min} überschritten hat.

[0050] Im Beispiel der Kurve K2 der Fig. 3 ist der Mindestwert ein Minimaldrucks $P_{min_{K2}}$, der einen Zeitpunkt T_{0K2} definiert, ab welchem die Steuerung 40 für jeden gemessenen Pressparameterwert ein Anstieg (dargestellt durch ein Steigungsdreieck 44) zwischen dem aktuellen und dem vorherigen Wert bestimmt und mit dem Abschaltkriterium vergleicht. Der Minimaldruck P_{min} kann dabei generell festgelegt sein, oder kann variabel sein, z.B. in Abhängigkeit der verwendeten Pressbacken oder des Werkstücks. Äquivalent kann zum Beispiel auch ein Mindeststrom am Motor 20 als Kriterium für den Zeitpunkt T_0 verwendet werden.

[0051] Es kann aber auch eine Mindestzeit T_{min} vorgegeben werden, die der Pressvorgang mindestens dauern muss,

bevor die Steuerung den Motor 20 abschalten kann.

[0052] Ab dem Zeitpunkt $T1_{K2}$ stimmt der von der Steuerung 40 ermittelte Steigungswert mit einem vorbestimmten, und in der Datenbank der Steuerung 40 hinterlegtem, Steigungswert als Abschaltkriterium überein. Von diesem Zeitpunkt $T1_{K2}$ an, wird dann von der Steuerung 40 bevorzugt die Anzahl an, in einem Zeitbereich gleichen, Anstiegswerten ermittelt.

[0053] Beim späteren Zeitpunkt $T3_{K2}$ wurde dann eine vorbestimmte Anzahl von Anstiegen mit gleichen Anstiegswerten gezählt. Die gezählten Anstiegswerte stimmen dabei im Wesentlichen mit dem in der Datenbank hinterlegten, vorbestimmten Anstiegswert überein. Zulässige Toleranzen der Steigungswerte können empirisch bestimmt werden und in der Steuerung 40 hinterlegt werden.

[0054] Im Beispiel der Fig. 3 dient beispielhaft eine bestimmte vorgegebene Anzahl eines Steigungswerts des Pressparameters P der Kurve K2 als Abschaltkriterium. Wobei dieses Abschaltkriterium im vorliegenden Ausführungsbeispiel zum Zeitpunkt $T3_{K2}$ erfüllt ist. Der Pressvorgang wird daraufhin von der Steuerung 40 gestoppt. Hierzu benötigt die Steuerung 40 und der Motor jedoch eine Reaktionszeit zwischen den Zeitpunkten $T3_{K2}$ und $T2_{K2}$. Zum Zeitpunkt $T2_{K2}$ steht der Motor 20 und der Hydraulikdruck $P_{stopp_{K2}}$ bleibt konstant. Nach einer weiteren Reaktionszeitspanne zwischen den Zeitpunkten $T2_{K2}$ und $T4_{K2}$ wird zum Zeitpunkt $T4_{K2}$ von der Steuerung 40 das Überdruckventil bzw. ein Rücklaufventil geöffnet, wodurch der Hydraulikdruck im hydraulischen System des Pressgeräts auf einen Minimal- bzw. Nominalwert abfällt.

[0055] In Fig. 3 ist mittels gestrichelter Linie K2' zum Vergleich der Kurvenverlauf der Pressparameterkurve K2 nach dem Stand der Technik ohne die erfindungsgemäße Steuerung dargestellt. Ohne die erfindungsgemäße Steuerung, würde, wie in Fig. 2 dargestellt, der Pressvorgang bis zum Erreichen eines Maximaldrucks $P_{max_{K2}}$ erfolgen. Erst bei Erreichen dieses Maximaldrucks $P_{max_{K2}}$ würde sich das Überdruckventil öffnen und der Hydraulikdruck würde auf einen Minimalwert abfallen, wobei erst mit dem Öffnen des Überdruckventils der Pressvorgang beendet wäre.

[0056] Aus Fig. 3 ist weiterhin eine Druckdifferenz ΔP_{K2} ersichtlich, die sich zwischen dem Druck beim erfindungsgemäßen Abschalten des Motors $P_{stopp_{K2}}$ und dem eingestellten Maximaldruck $P_{max_{K2}}$ (Überdruckschutz) erstreckt. Diese Druckdifferenz ΔP_{K2} repräsentiert den eingesparten, sonst vom Motor 20 aufzubringenden Druck. Gleichzeitig repräsentiert die Druckdifferenz ΔP_{K2} auch die mit der vorliegenden Erfindung eingesparte Energie, da der Motor nach seinem Abschalten beim Zeitpunkt T2 keine Arbeit mehr verrichten muss. Je größer die Druckdifferenz ΔP ist, umso effektiver ist die Einsparung durch die vorliegende Erfindung. Sie wird bei weichen Werkstücken größer sein, als bei härteren Werkstücken, wie aus Fig. 2 ersichtlich.

Bezugszeichenliste

[0057]

10	hydraulisches Handpressgerät
20	Motor
22	Getriebe
24	Exzenter
25	Arbeitszylinder
26	hydraulisches System
27	Kolbenpumpe
28	Kolben
29	Rollen
30	Befestigungsbereich für austauschbares Werkzeug
40	Steuerung
42	Drucksensor
44	ermittelter Anstieg (dargestellt als Steigungsdreieck)
K1, K2, K3	Parameterkurven
K2'	nicht-erfindungsgemäßer Verlauf der Parameterkurve K2
$P_{min}(K2)$	Mindestdruck in K2 für Abschaltung
$P_{max}(K1, K2, K3)$	maximal aufbringbarer Druck in K1, K2, K3
$P-T1(K2)$	Druck in K2 zum Zeitpunkt T1
$P-T3(K2)$	Druck zum Zeitpunkt T3
$P_{stopp}(K2)$	Druck zum Zeitpunkt, wenn Pressvorgang beendet wird
$\Delta P(K2)$	Druckdifferenz in K2
T_{min}	Mindestzeit für Abschaltung
$T_o(K2)$	Zeitpunkt T_o : Beginn der Prüfung auf Abschaltkriterium
$T1(K1, K2, K3)$	Zeitpunkt T1: Beginn der konst. linearen Steigung
$T2(K1, K2, K3)$	Zeitpunkt T2: Ende des Pressvorgangs

T3 (K2)	Zeitpunkt T3: Abschaltkriterium erfüllt
T4 (K2)	Zeitpunkt T4: Öffnung Überdruckventil bzw. Rücklauf
ΔT (K1, K2, K3)	Zeitdifferenz zw. T1 und T2 (Dauer der konst. linearen Steigung)

5

Patentansprüche

10

1. Pressmaschine (10), zum plastischen Verformen eines rohrförmigen Werkstücks, insbesondere eines Fittings, wobei die Pressmaschine (10) aufweist:

15

- a. einen Motor (20);
- b. Pressbacken, die vom Motor (20) angetrieben werden und im Betrieb eine Kraft auf das Werkstück aufbringen können;
- c. eine Kraftübertragungseinheit, die mit dem Motor (20) und den Pressbacken gekoppelt ist, um eine Kraft vom Motor (20) auf die Pressbacken zu übertragen;
- d. mindestens eine Sensoreinheit (42) zum Messen von mindestens einem Pressparameter (P); und
- e. eine Steuerung (40), welche den aktuell gemessenen Wert des Pressparameters (P) von der Sensoreinheit (42) empfängt und mit diesem die Steigung (44) einer Pressparameterkurve (K) des Pressparameters (P) bestimmt; wobei
- f. die Steuerung (40) einen Pressvorgang vor Erreichen einer maximal möglichen Presskraft (Pmax) beendet, wenn die Steigung (44) der Pressparameterkurve (K) des Pressparameters (P) ein Abschaltkriterium erfüllt.

20

2. Pressmaschine gemäß Anspruch 1, wobei das Abschaltkriterium anzeigt, dass bei einer Fortsetzung des Pressvorgangs nur noch eine elastische Verformung an den Pressbacken auftritt.

25

3. Pressmaschine gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Kraftübertragungseinheit ein hydraulisches System (26) ist, und die Sensoreinheit (42) ein Drucksensor ist, welcher einen Druck in dem hydraulischen System (26) als Pressparameter (P) misst.

30

4. Pressmaschine gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Kraftübertragungseinheit ein mechanisches System ist, und die Sensoreinheit (42) ein Kraftsensor ist, welcher eine Kraft an einer Stelle in dem mechanischen System als Pressparameter (P) misst.

35

5. Pressmaschine gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Pressparameter (P) ein den Motor (20) durchfließender Strom ist.

40

6. Pressmaschine gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Steuerung (40) den Pressvorgang erst dann beendet, wenn zusätzlich zum Abschaltkriterium ein vorher festgelegter Mindestwert (Pmin) für einen Pressparameter (P) überschritten wurde und / oder wenn die Dauer des Pressvorgangs eine Mindestzeit (Tmin) überschritten hat.

7. Pressmaschine gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Steigung (44) der Pressparameterkurve (K) den zeitlichen Verlauf der Werte eines Pressparameters (P) angibt und bevorzugt aus dem aktuellen und dem zeitlich vorhergehenden Pressparameterwert gebildet wird.

45

8. Pressmaschine gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Steuerung (40) eine Datenbank aufweist, in der Abschaltkriterien für bestimmte Pressbacken und/oder Werkstücke gespeichert sind.

50

9. Pressmaschine gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Pressmaschine (10) ein elektrisch angetriebenes hydraulisches oder mechanisches Handpressgerät zum Verpressen von rohrförmigen Werkstücken ist.

55

10. Verfahren zum Betreiben einer Pressmaschine (10), zum plastischen Verformen eines rohrförmigen Werkstücks, insbesondere eines Fittings, wobei das Verfahren die folgenden Schritte in der angegebenen Reihenfolge aufweist:

- a. Eingreifen des Werkstücks mit Pressbacken der Pressmaschine (10);
- b. Starten eines Motors (20) der Pressmaschine (10), um eine Kraft durch die Pressbacken auf die Oberfläche des eingegriffenen Werkstücks aufzubringen;
- c. Messen eines Werts eines Pressparameters (P);
- d. Empfangen des aktuell gemessenen Wertes des Pressparameters (P) durch die Steuerung (40), und damit

EP 3 513 911 A1

Bestimmen der Steigung (44) einer Pressparameterkurve (K) des Pressparameters (P); und
e. Stoppen des Motors (20) vor dem Erreichen einer maximal möglichen Presskraft (P_{max}) der Pressmaschine durch die Steuerung (40), wenn die Steuerung (40) erkennt, dass die Steigung (44) der Pressparameterkurve (K) des Pressparameters (P) ein Abschaltkriterium erfüllt.

- 5
11. Verfahren gemäß Anspruch 10, wobei der Pressparameter (P) ein Druck, eine Kraft, oder ein Strom durch den Motor (20) oder eine beliebige Kombination dieser Parameter ist.
- 10
12. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10 oder 11, wobei der Motor (20) erst dann gestoppt wird, wenn zusätzlich zum Abschaltkriterium ein vorher festgelegter Mindestwert (P_{min}) für einen Pressparameter (P) überschritten wurde und / oder wenn die Dauer des Pressvorgangs eine Mindestzeit (T_{min}) überschritten hat.
13. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10 bis 12, weiterhin aufweisend den folgenden Schritt:
- 15
- Auslesen von mindestens einem Abschaltkriterium aus einer Datenbank der Steuerung (40).

20

25

30

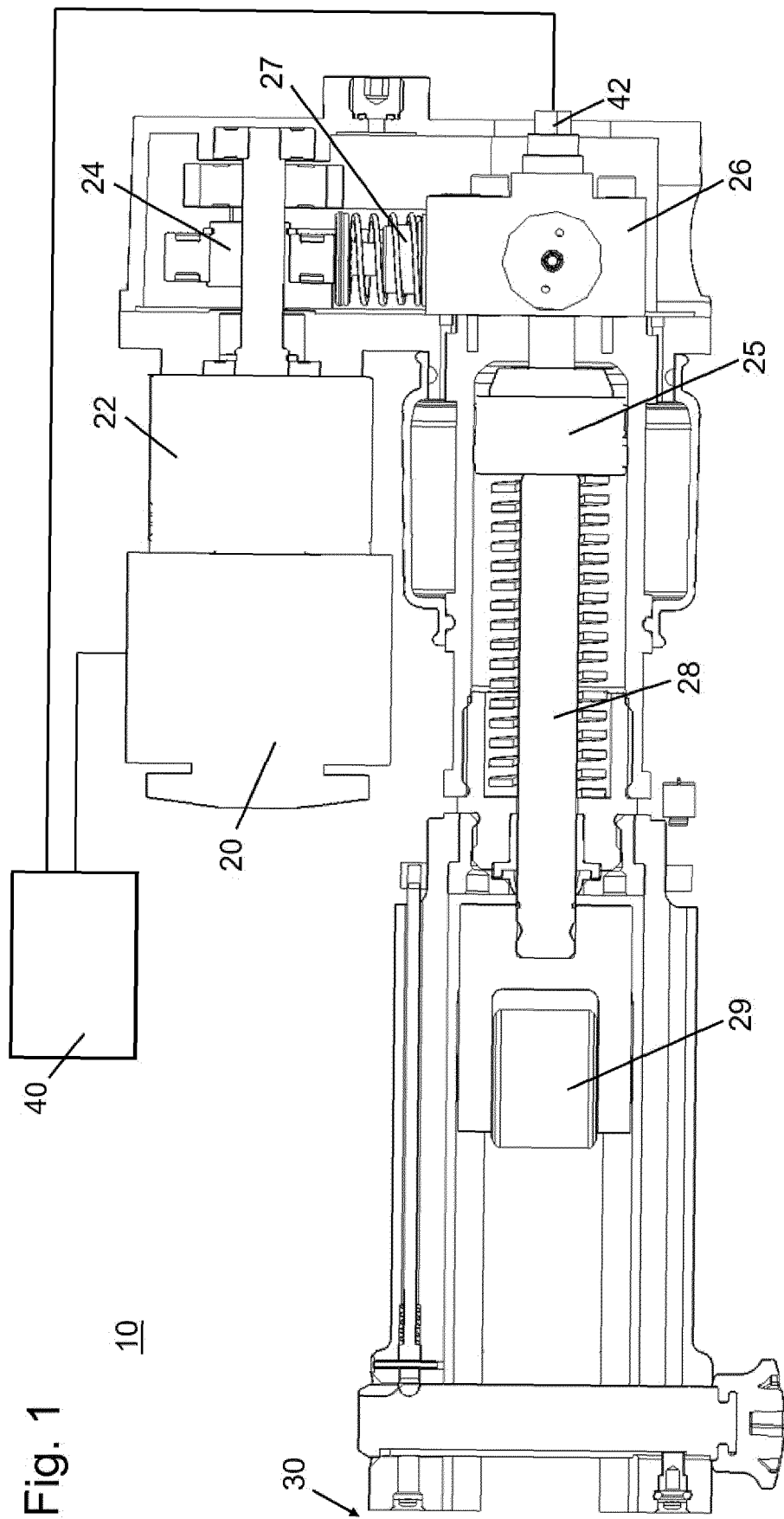
35

40

45

50

55



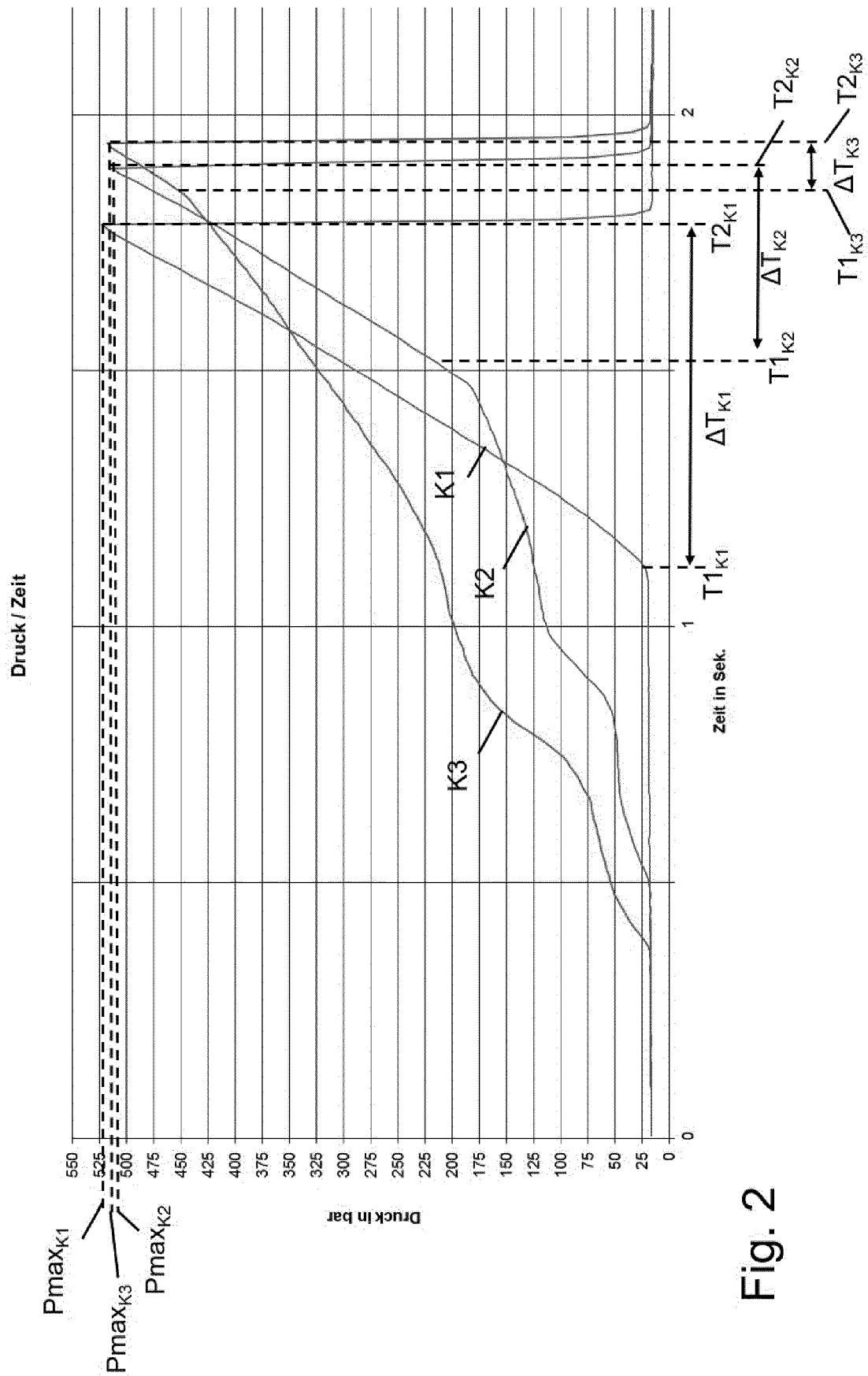


Fig. 2

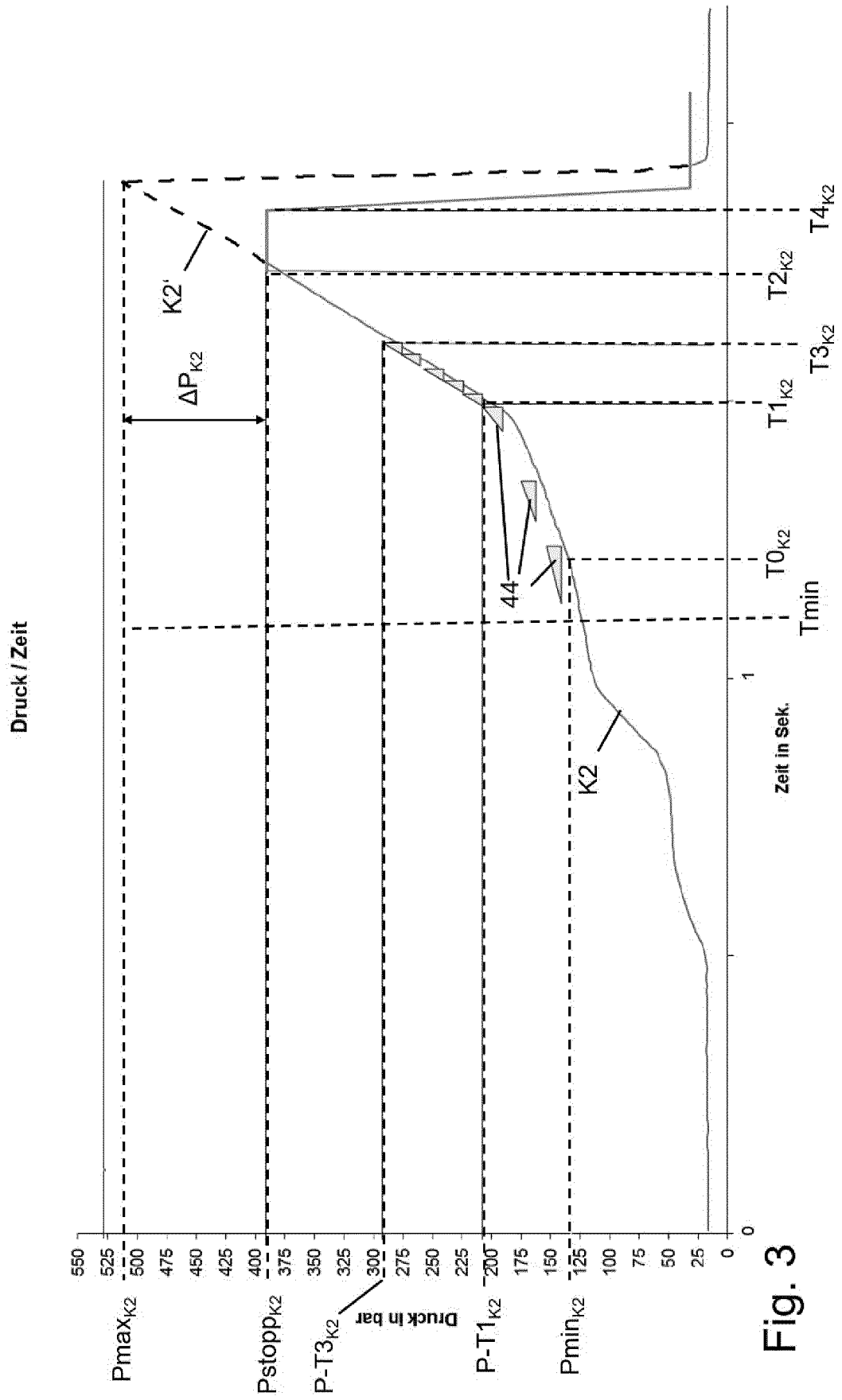


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 15 2097

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2016/005838 A1 (CEMBRE SPA [IT]) 14. Januar 2016 (2016-01-14)	1-7,9-12	INV. B25B27/10 B21D39/04
Y	* Absatz [0017] - Absatz [0076]; Abbildungen 1-13 *	8,13	
X	DE 10 2008 024018 A1 (KLAUKE GMBH GUSTAV [DE]) 20. November 2008 (2008-11-20) * Absatz [0077] - Absatz [0080]; Abbildungen 1-11 *	1-13	
Y	US 2016/363510 A1 (KANACK KRIS [US] ET AL) 15. Dezember 2016 (2016-12-15)	8,13	
A	* Absatz [0055]; Abbildung 7A *	1,10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B25B B21D H02H
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		23. Juli 2018	Pothmann, Johannes
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 18 15 2097

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

23-07-2018

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2016005838 A1	14-01-2016	CN 106470805 A	01-03-2017
		EP 3166755 A1	17-05-2017
		JP 2017529247 A	05-10-2017
		US 2017087709 A1	30-03-2017
		WO 2016005838 A1	14-01-2016

DE 102008024018 A1	20-11-2008	AU 2008249954 A1	20-11-2008
		CN 101754836 A	23-06-2010
		CN 102528743 A	04-07-2012
		CN 103624740 A	12-03-2014
		DE 102008024018 A1	20-11-2008
		DK 2146823 T3	05-05-2014
		EP 2146823 A2	27-01-2010
		EP 2722133 A2	23-04-2014
		EP 3243604 A1	15-11-2017
		ES 2454245 T3	10-04-2014
		ES 2665902 T3	30-04-2018
		KR 20100021465 A	24-02-2010
		PT 2146823 E	27-03-2014
		RU 2009146552 A	27-06-2011
		US 2010300308 A1	02-12-2010
US 2016363510 A1	15-12-2016	US 2011247506 A1	13-10-2011
		US 2016023419 A1	28-01-2016
		WO 2008138987 A2	20-11-2008

US 2016363510 A1	15-12-2016	CN 107921522 A	17-04-2018
		EP 3307453 A1	18-04-2018
		US 2016363510 A1	15-12-2016
		WO 2016205404 A1	22-12-2016

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2501523 B1 [0006]