



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.06.2020 Patentblatt 2020/26

(51) Int Cl.:
B21J 15/22^(2006.01) B21J 15/28^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19210991.6**

(22) Anmeldetag: **22.11.2019**

(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:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Enriquez, Heinz**
58455 Witten (DE)
• **Zurmühlen, Martin**
44795 Bochum (DE)

(74) Vertreter: **Kalkoff & Partner**
Patentanwälte PartmbB
Patentanwälte
Martin-Schmeisser-Weg 3a-3b
44227 Dortmund (DE)

(30) Priorität: **19.12.2018 DE 102018132914**

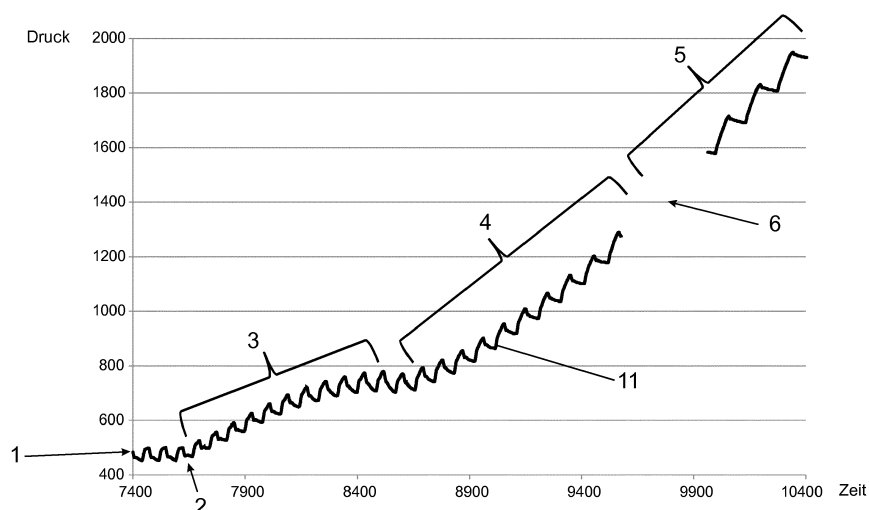
(71) Anmelder: **TKR Spezialwerkzeuge GmbH**
58285 Gevelsberg (DE)

(54) **HYDRAULIKWERKZEUG SOWIE VERFAHREN ZUR AUTOMATISCHEN STEUERUNG VON PNEUMATISCH ANGETRIEBENEN HYDRAULIKWERKZEUGEN**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen Steuerung von pneumatisch angetriebenen Hydraulikwerkzeugen, insbesondere Nietwerkzeugen mit einer durch einen Pneumatiktrieb angetriebenen Hydraulikpumpe zur Verstellung eines mit einem Werkzeug verbindbaren Arbeitskolben. Ferner betrifft die Erfindung ein Hydraulikwerkzeug, insbesondere Nietwerkzeug mit einer durch einen Pneumatiktrieb angetriebenen Hydraulikpumpe zur Verstellung eines mit einem Werkzeug verbindbaren Arbeitskolben. Um ein Verfahren zur automatischen Steuerung von pneumatisch angetriebenen

Hydraulikwerkzeugen sowie ein pneumatisch angetriebenes Hydraulikwerkzeug bereit zu stellen, welches eine zuverlässige Ausführung der ausgeführten Arbeitsvorgänge, insbesondere Nietvorgänge, gewährleistet, ist vorgesehen, dass eine Steuerungseinheit den Druckverlauf des durch die Hydraulikpumpe erzeugten hydraulischen Drucks während des Arbeitsvorgangs sensorisch erfasst und bei Übereinstimmung des Druckverlaufs mit einem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt einen weiteren Anstieg des hydraulischen Drucks blockiert.

FIG. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen Steuerung von pneumatisch angetriebenen Hydraulikwerkzeugen, insbesondere Nietwerkzeugen mit einer durch einen Pneumatikantrieb angetriebenen Hydraulikpumpe zur Verstellung eines mit einem Werkzeug verbindbaren Arbeitskolben. Ferner betrifft die Erfindung ein Hydraulikwerkzeug, insbesondere Nietwerkzeug mit einer durch einen Pneumatikantrieb angetriebenen Hydraulikpumpe zur Verstellung eines mit einem Werkzeug verbindbaren Arbeitskolben.

[0002] Bei der Verwendung von pneumatisch angetriebenen, hydraulisch wirkenden Hydraulikwerkzeugen der eingangs genannten Art erfolgt zur Erzeugung der bspw. zum Setzen von Nieten erforderlichen Drücke eine Umsetzung eines geringen Pneumatikdrucks in einen hydraulischen Arbeitsdruck. Dieser ist ausreichend, um den mit einem Werkzeug, bspw. einem Nieteinsatz verbundenen Arbeitskolben mit der zum Durchführen des Arbeitsvorgangs, bspw. dem Setzen von Nieten erforderlichen Kraft zu verstellen.

[0003] Die die Hydraulikpumpe antreibende Pneumatikeinheit weist dabei üblicherweise einen durch Druckluft angetriebenen Antriebskolben auf, welcher in einem Arbeitsraum zwischen einer Ausgangsstellung und einer Endstellung verstellbar ist, wobei der Arbeitskolben bei jedem als Druckstoß bezeichneten Arbeitshub Hydraulikflüssigkeit unter Druck in einen Arbeitsraum befördert, wobei durch den Hydraulikdruck der Arbeitskolben des Hydraulikwerkzeugs verstellt wird. Über die unterschiedlichen Querschnitte der Kolbenflächen wird dabei der an dem Pneumatikantrieb zur Verfügung stehende Druck in einen hohen hydraulischen Arbeitsdruck umgesetzt. Die Hydraulikwerkzeuge werden zu unterschiedlichen Zwecken verwendet, bspw. im Werkstattbetrieb zur Fahrzeugreparatur wobei das Hydraulikwerkzeug bspw. zum Setzen von Nieten verwendet wird.

[0004] Die zu verarbeitenden Materialien, bspw. zu verbindenden Bauteile weisen dabei unterschiedliche Eigenschaften, wie Materialeigenschaften, Dicken, Festigkeiten oder dgl. auf. Auch übereinstimmende Bauteile weisen häufig Toleranzen auf, die bei identisch ausgeführten Arbeitsvorgängen zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. In jedem Fall ist jedoch bei einem Nietvorgang zu gewährleisten, dass der bspw. zwei Bleche verbindende Niet in seiner bestimmungsgemäßen Weise gesetzt wird, um so eine stabile Verbindung der zu verbindenden Bauteile zu gewährleisten.

[0005] Derzeit ist es bekannt, zur Erzeugung einer korrekten Nietverbindung empirische Daten zur Einstellung des Hydraulikwerkzeugs zu verwenden, wobei hierzu in Abhängigkeit von dem jeweiligen Arbeitsvorgang von dem Benutzer eine entsprechende Bedienung des Hydraulikwerkzeugs erfolgen, bzw. dieses entsprechend eingestellt werden muss. Das Vorliegen korrekter Vorgaben für die jeweiligen Arbeitsvorgänge ist Grundvoraussetzung für eine ordnungsgemäße Durchführung des

Nietvorgangs. Darüber hinaus ist von den Bedienern eine korrekte Umsetzung der Vorgaben erforderlich, um ein ordnungsgemäßes Arbeitsergebnis zu erreichen. Unzureichende Daten zur Durchführung der Arbeitsvorgänge sowie Fehler bei der Bedienung des Hydraulikwerkzeugs führen jedoch häufig dazu, dass bspw. Nietverbindungen nicht ordnungsgemäß ausgeführt werden, d. h., dass der Niet nicht vollständig gesetzt oder es aufgrund einer zu hohen Druckeinwirkung zu einer Beschädigung der zu verbindenden Bauteile kommt.

[0006] Hiervon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zur automatischen Steuerung von pneumatisch angetriebenen Hydraulikwerkzeugen sowie ein pneumatisch angetriebenes Hydraulikwerkzeug bereit zu stellen, welches eine zuverlässige Ausführung der ausgeführten Arbeitsvorgänge, insbesondere Nietvorgänge, gewährleistet.

[0007] Die Erfindung löst die Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Hydraulikwerkzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 8. Vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens sind in den Unteransprüchen 2 - 7, vorteilhafte Weiterbildung des Hydraulikwerkzeugs in den Unteransprüchen 8 - 10 dargestellt.

[0008] Kennzeichnend für das erfindungsgemäße Verfahren ist, dass eine Steuerungseinheit den Druckverlauf des durch die Hydraulikpumpe erzeugten hydraulischen Drucks während des Arbeitsvorgangs sensorisch erfasst und bei Übereinstimmung des Druckverlaufs mit einem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt einen weiteren Anstieg des hydraulischen Drucks blockiert.

[0009] Das erfindungsgemäße Verfahren macht sich den Umstand zu Nutze, dass der hydraulische Druck ausgehend vom Beginn des Arbeitsvorgangs bis zu der Beendigung des Arbeitsvorgangs, bspw. einem abgeschlossenen Setzvorgang eines Nietes, ansteigt. Der als Druckkurve erfassbare Druckverlauf steigt dabei nicht kontinuierlich, sondern in Wellenbewegungen an, welche aus den einzelnen Druckstößen resultieren, die durch den intermittierend arbeitenden Antriebskolben des Pneumatikantriebs hervorgerufen werden. So resultiert aus jedem Druckstoß ein zugeordneter Druckverlauf des Hydraulikdrucks, bei dem dieser von einem lokalen Minimum bis zu einem lokalen Maximum ansteigt und anschließend wieder bis zu einem lokalen Minimum abfällt, um mit erneutem Druckstoß zu einem weiteren lokalen Maximum anzusteigen.

[0010] Durch die Steuerungseinheit wird der Druckverlauf bzw. die Druckkurve während des gesamten Arbeitsvorgangs, d. h. von der Ausgangsstellung des Arbeitskolbens bis zu dessen Endstellung überwacht und dahingehend überprüft, ob der Druckverlauf mit einem zuvor hinterlegten und gespeicherten Druckverlaufsabschnitt übereinstimmt. Der gespeicherte Druckverlaufsabschnitt entspricht dabei dem Zeitpunkt des Arbeitsvorgangs, an dem dieser vollständig abgeschlossen ist, bspw. ein Niet optimal gesetzt ist, d. h. zuverlässig an den Oberflächen bspw. zu verbindender Bleche an-

liegt, gleichzeitig aber nicht zu deren Verformungen führt. Der gespeicherte Druckverlaufsabschnitt - ein Abschnitt der Druckkurve - wurde dabei zuvor ermittelt und kann nachfolgend für sämtliche Nietvorgänge verwendet werden, nachdem dieser Druckverlaufsabschnitt unabhängig von bspw. Dickentoleranzen zu verbindender Bleche ist und daher durchgängig die erfolgreiche Beendigung eines Arbeitsvorgangs anzeigt.

[0011] Durch die Steuerungseinheit wird bei einer vorbestimmten Übereinstimmung des während des Arbeitsvorgangs ermittelten Druckverlaufs mit dem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt ein weiterer Anstieg des hydraulischen Drucks blockiert, wozu bspw. nach einer Weiterbildung der Erfindung eine den Pneumatikantrieb antreibende Druckluftzufuhr unterbrochen oder über ein geeignetes, ansteuerbares Ventil ein Bypass für die Hydraulikflüssigkeit geöffnet wird. Der Grad der Übereinstimmung ist dabei in der Steuerungseinheit festlegbar, um so zu gewährleisten, dass bereits bei hinreichender Übereinstimmung des ermittelten Druckverlaufs mit dem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt der Arbeitsvorgang unterbrochen wird.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht somit unabhängig von dem Bediener oder empirisch ermittelten spezifischen Daten für einzelne Verbindungsarten einen Arbeitsvorgang zuverlässig durchzuführen, bspw. Nieten in optimaler Weise zu setzen, wobei hierzu der Druckverlauf während des Arbeitsvorgangs dahingehend überwacht wird, dass bei einem bestimmten Verlauf der Druckverlaufskurve der Arbeitsvorgang unterbrochen wird.

[0013] Das erfindungsgemäße Verfahren gewährleistet in besonders zuverlässiger und einfacher Weise, dass die mit dem Hydraulikwerkzeug durchzuführenden Arbeitsvorgänge, insbesondere Nietvorgänge, mit hoher Qualität unabhängig von bspw. unterschiedlichen Materialdicken oder auch Abweichungen in der Materialdicke der zu verbindenden Bleche ausgeführt werden.

[0014] Eine Blockierung eines weiteren Anstiegs des hydraulischen Drucks bei Vorliegen einer Übereinstimmung des erfassten Druckverlaufs mit dem gespeicherten Druckverlauf kann grundsätzlich in beliebiger Weise realisiert werden. Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist jedoch vorgesehen, dass die Steuerungseinheit bei Übereinstimmung von erfasstem Druckverlauf mit dem gespeicherten Druckverlauf den Pneumatikantrieb unterbricht. Diese Ausgestaltung stellt eine besonders einfache Möglichkeit dar, einen weiteren Druckanstieg zu verhindern.

[0015] Der Abgleich des gespeicherten Druckverlaufsabschnitts mit dem überwachten Druckverlauf durch die Steuerungseinheit kann unter Berücksichtigung beliebiger Parameter der Druckkurve erfolgen. Im Rahmen einer kontinuierlichen Überwachung des Druckverlaufs durch die Steuerungseinheit kann dieser, bzw. die Druckkurve, bspw. dahingehend überprüft werden, ob deren Verlauf mit dem hinterlegten Druckverlaufsabschnitt übereinstimmt.

[0016] Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist jedoch vorgesehen, dass die Steuerungseinheit den gespeicherten Druckverlaufsabschnitt mit dem ermittelten Druckverlauf in folgender Weise abgleicht: Durch Vergleich

- des maximalen hydraulischen Drucks eines Druckstoßes,
- des minimalen hydraulischen Drucks eines Druckstoßes,
- der Differenz und/oder der Steigung des Druckverlaufs zwischen den maximalen hydraulischen Drücken benachbarter Druckstöße,
- der Differenz und/oder der Steigung des Druckverlaufs zwischen den minimalen hydraulischen Drücken benachbarter Druckstöße,
- der Differenz zwischen dem maximalen und dem minimalen hydraulischen Druck eines Druckstoßes,
- des Umkehrpunkts des Druckverlaufs eines Druckstoßes und/oder der Zeitdifferenz zwischen den maximalen hydraulischen Drücken, minimalen hydraulischen Drücken und/oder Umkehrpunkten des Druckverlaufs eines Druckstoßes.

[0017] Gemäß dieser Weiterbildung der Erfindung stehen unterschiedliche Parameter der Druckkurve zur Verfügung, um anhand dieser den Druckverlauf während des Arbeitsvorgangs zu identifizieren, welcher dem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt entspricht. Insbesondere die Identifikation des gespeicherten Druckverlaufsabschnitts durch Abgleich der sich für jeden Druckstoß ergebenden Steigung, stellt eine besonders zuverlässige Möglichkeit dar, während des Arbeitsvorgangs den Zeitpunkt des Druckverlaufs zu ermitteln, an dem dieser mit dem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt übereinstimmt. Die Steigung lässt sich dabei durch die Steuerungseinheit in einfacher Weise auswerten und ermöglicht eine einfache und zuverlässige Identifizierung einer Übereinstimmung mit dem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt.

[0018] Darüber hinaus bieten auch die weiteren vorstehend beschriebenen Möglichkeiten, wobei jeweils zu dem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt entsprechende Werte hinterlegt sind, zuverlässige Möglichkeiten zur Identifizierung des erfolgreich beendeten Arbeitsvorgangs.

[0019] Grundsätzlich erlaubt bereits die alleinige Erfassung des Druckverlaufs über die Steuerungseinheit eine zuverlässige Identifizierung des gespeicherten Druckverlaufsabschnitts an der ermittelten Druckverlaufskurve. Nach einer besonders vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist jedoch vorgesehen, dass die Steuerungseinheit die Anzahl der den Arbeitskolben antreibenden Druckstöße während eines Arbeitsvorgangs und/oder den Verstellweg des Arbeitskolbens während des Arbeitsvorgangs erkennt und erfasst.

[0020] Gemäß dieser Weiterbildung der Erfindung wird neben dem Druckverlauf des durch die Hydraulikpumpe

erzeugten hydraulischen Drucks zudem durch geeignete Sensoren der Verstellweg und/oder die Anzahl der Druckstöße seit Beginn des Arbeitsvorgangs ermittelt und im Rahmen der Steuerungseinheit erfasst. Die Möglichkeit zur Erfassung der Anzahl der Druckstöße und/oder des Verstellwegs erlaubt es, Fehlerkennungen, bspw. auf Grund eines mit dem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt ähnlichen Druckverlauf zu Beginn des Arbeitsvorgangs auszuschließen. So ermöglichen die zusätzlich erfassten Werte den Erkennungsbereich einzugrenzen, sodass ein Abgleich des erfassten Druckvorgangs mit dem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt erst nach Verstreichen eines vorbestimmten Verstellweges des Arbeitskolbens und/oder einer vorgegebenen Anzahl von Druckstößen erfolgt. Dabei wird zu Grunde gelegt, dass ein vordefinierter Verstellweg bzw. eine Anzahl von Druckstößen zwingend vor Beendigung des Arbeitsvorgangs erforderlich ist, sodass zuvor möglicherweise vorliegende Übereinstimmungen des Druckverlaufs mit dem Druckverlaufsabschnitt unberücksichtigt bleiben können. Diese Weiterbildung der Erfindung verbessert somit die Erkennungsgenauigkeit der Beendigung des Arbeitsvorgangs in ergänzender Weise.

[0021] Die Erfassung des Druckverlaufs des hydraulischen Drucks der Hydraulikpumpe durch die Steuerungseinheit kann grundsätzlich in beliebiger Weise erfolgen, wobei auch eine kontinuierliche Überwachung des Druckverlaufs erfolgen kann. Nach einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist jedoch vorgesehen, dass die Steuerungseinheit den Druckverlauf durch taktweise Ermittlungen des hydraulischen Drucks während des Arbeitsvorgangs ermittelt. Die Abtastfrequenz ist dabei derart gewählt, dass die Maximalwerte, die Minimalwerte und die Umkehrpunkte des Druckverlaufs während eines Druckstoßes zuverlässig ermittelt werden. Eine taktweise Abtastung des Druckverlaufs mit einer festgelegten Abtastfrequenz, die hoch genug ist, um alle wichtigen Abschnitte sowie charakteristischen Werte der Druckkurve zu ermitteln, erlaubt eine besonders präzise sowie in Echtzeit erfolgende Überwachung des Druckverlaufs durch die Steuerungseinheit und Abgleich mit dem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt. Diese Weiterbildung der Erfindung steigert somit die Erkennungsgenauigkeit sowie die sofortige Beendigung des Arbeitsvorgangs bei Erreichen des gespeicherten Druckverlaufsabschnitts. Besonders vorteilhafter Weise ist dabei ferner vorgesehen, dass die Steuerungseinheit zur Glättung des erfassten Druckverlaufs ausgebildet ist, um die Erkennungsgenauigkeit in ergänzender Weise verbessern.

[0022] Eine Unterbrechung des Pneumatikantriebs, bspw. eine Abschaltung der den Pneumatikantrieb antreibenden Druckluft kann grundsätzlich in beliebiger Weise erfolgen. Nach einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist jedoch vorgesehen, dass die Steuerungseinheit bei Übereinstimmung des erfassten Druckverlaufs mit dem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt über ein durch die Steuerungseinheit schaltbares

Sperrventil den Pneumatikantrieb unterbricht. Die Verwendung eines über die Steuerungseinheit ansteuerbares Sperrventils, welches bevorzugt dazu verwendet wird, die die Pneumatikeinheit antreibende Druckluft abzusperren, ermöglicht eine sofortige Beendigung des Arbeitsvorgangs für den Fall, dass die Steuerungseinheit aufgrund einer Übereinstimmung des gespeicherten Druckverlaufsabschnitts mit dem erfassten Druckverlauf eine Beendigung des Arbeitsvorgangs erkennt.

[0023] Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die Steuerungseinheit ferner dazu ausgebildet, anhand des aufgenommenen Druckverlaufs und dessen charakteristischen Punkte auf der entsprechenden Kurve, bspw. Maxima, Minima sowie deren Differenzen bei einzelnen Druckstößen den gesamten Verstellweg des Arbeitskolbens bis zur Beendigung des Arbeitsvorgangs zu ermitteln, wobei über die Steuereinheit dann bspw. die Materialdicke der zu verbindenden Bauteile berechnet oder bestimmte Längenparameter eingehalten werden können.

[0024] Das erfindungsgemäße Hydraulikwerkzeug ist gekennzeichnet durch eine mit einer Steuerungseinheit verbundene Druckerfassungseinheit zur Ermittlung eines Druckverlaufs des durch die Hydraulikpumpe erzeugten hydraulischen Drucks während eines Arbeitsvorgangs, wobei die Steuerungseinheit zum Abgleich des Druckverlaufs mit einem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt ausgebildet und derart mit einer Unterbrechungseinheit gekoppelt ist, dass der Antrieb durch die Pneumatikeinheit oder die Hydraulikpumpe bei Übereinstimmung des Druckverlaufs mit dem im gespeicherten Druckverlaufsabschnitt unterbrochen wird.

[0025] Das erfindungsgemäße Hydraulikwerkzeug, insbesondere Nietwerkzeug, weist in bekannter Weise einen Pneumatikantrieb sowie eine durch die Pneumatikeinheit angetriebene Hydraulikpumpe auf, wobei über die Verhältnisse der Flächen eines Antriebskolbens, die durch die Druckluft beaufschlagt bzw. das Hydraulikmedium mit Druck beaufschlagen, eine Druckübersetzung erfolgt, bei der ein niedriger pneumatischer Druck in einen hohen hydraulischen Druck umgewandelt wird.

[0026] Erfindungsgemäß weist das Hydraulikwerkzeug, insbesondere Nietwerkzeug, eine Steuerungseinheit auf, die in Verbindung mit einer Druckerfassungseinheit steht, mittels der der während eines Arbeitsvorgangs erzeugte und dabei kontinuierlich ansteigende hydraulische Druck erfasst wird. Die Steuerungseinheit erfasst und gleicht darüber hinaus den erfassten Druckverlauf mit einem bspw. in einem mit der Steuerungseinheit verbundenen Speichereinheit hinterlegten Druckverlaufsabschnitt ab. Ermittelt die Steuerungseinheit, dass der Druckverlauf bzw. die Druckkurve in ihrem Verlauf einem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt entspricht, dann steuert die Steuerungseinheit eine Unterbrechungseinheit an, mit der die Hydraulikpumpe bspw. durch Öffnen einer Bypassleitung für die Hydraulikflüssigkeit oder der Antrieb durch die Pneumatikeinheit, bspw. durch Unterbrechung der Druckluftzufuhr, unter-

brochen wird.

[0027] Das erfindungsgemäße Hydraulikwerkzeug macht sich dabei den Umstand zu Nutze, dass die Druckverlaufskurve während eines Arbeitsvorgangs, d. h. ausgehend von der Ausgangsstellung des hydraulisch verstellbaren Arbeitskolbens bis in dessen Endlage ansteigt und dabei zeitlich betrachtet unterschiedliche Charakteristika, bspw. Steigungen besitzt. Stimmt der durch die Steuerungseinheit ermittelte Druckverlauf mit dem hinterlegten Druckverlauf überein, dann folgt hieraus, dass der Arbeitsvorgang, bspw. das Setzen einer Niete, beendet ist. Der hinterlegte Druckverlaufsabschnitt entspricht dabei einem zuvor ermittelten Druckverlauf, bei dem bspw. eine Niete in vorgeschriebener Weise gesetzt ist, wobei durch die Niete bspw. eine ausreichend stabile Verbindung hergestellt wurde, ohne dass die zu verbindenden Bauteile durch das Werkzeug oder die Niete verformt werden.

[0028] Das erfindungsgemäße Hydraulikwerkzeug, insbesondere Nietwerkzeug, erlaubt es somit aufgrund der alleinigen Betrachtung des Druckverlaufs festzustellen, wann der Arbeitsvorgang, bspw. Setzen eines Niets, abgeschlossen ist. Dickentoleranzen, bspw. zu verbindender Bauteile, werden dabei dadurch ausgeglichen, dass der Druckverlauf, anders als dies bspw. bei einer vorgegebenen Verstelllänge der Fall ist, eine Beendigung des Arbeitsvorgangs anzeigt.

[0029] Das erfindungsgemäße Hydraulikwerkzeug, insbesondere Nietwerkzeug, erlaubt somit eine besonders zuverlässige Herstellung von Nietverbindungen mit gleichbleibender Qualität unabhängig von Toleranzen der zu verbindenden Bauteile.

[0030] Nach einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuerungseinheit einen programmierbaren Mikroprozessor und eine beschreibbare Speichereinheit aufweist. Die Verwendung eines Mikroprozessors sowie einer beschreibbaren Speichereinheit ermöglicht es, Anpassungen des Nietwerkzeugs in besonders einfacher und kostengünstiger Weise durchzuführen. Der Einsatzbereich des Nietwerkzeugs gemäß dieser Weiterbildung der Erfindung wird somit in ergänzender Weise gesteigert.

[0031] Die Ausgestaltung der Unterbrechungseinheit zur Abschaltung der Pneumatikeinheit kann grundsätzlich in beliebiger Weise erfolgen. Nach einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist jedoch vorgesehen, dass die Unterbrechungseinheit ein schaltbares Pneumatikventil aufweist. Die Verwendung eines Pneumatikventils, welches über die Steuerungseinheit geregelt werden kann, erlaubt es bei Feststellung der Beendigung des Arbeitsvorgangs unmittelbar die Pneumatikeinheit abzuschalten und damit den Arbeitsvorgang zu beenden. Das Pneumatikventil kann bspw. derart ausgestaltet sein, dass durch dieses die die Pneumatikeinheit antreibende Druckluft unterbrochen wird.

[0032] Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist ferner vorgesehen, dass das Hydraulikwerkzeug einen mit der Steuerungseinheit verbundenen Wegsen-

sor zur Ermittlung des Verstellweges des Arbeitskolbens und/oder einen Druckstoßsensor zur Ermittlung der Anzahl der während des Arbeitsvorgangs vorgenommenen Druckstöße aufweist. Die Verwendung eines Wegsensors und/oder eines die Druckstöße des Antriebskolbens zählenden Druckstoßsensoren erlaubt es, Bereiche des Druckverlaufs auszuschließen, bspw. zu Beginn des Arbeitsvorgangs, in denen nachgewiesenermaßen der Arbeitsvorgang noch nicht beendet sein kann. Fehlerkennungen können durch diese Ausgestaltung der Erfindung besonders zuverlässig ausgeschlossen werden. Bei einem Druckstoßsensor handelt es sich bspw. um einen herkömmlichen Drucksensor, der zur Erfassung der einzelnen Druckstöße geeignet ist.

[0033] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachstehend mit Bezug auf die Zeichnungen dargestellt. In den Zeichnungen zeigen:

- Figur 1 den Verlauf des hydraulischen Drucks eines Hydraulikwerkzeugs beim Setzen eines Niets;
- Figur 2 ein Ausschnitt aus dem Verlauf des hydraulischen Drucks aus Figur 1;
- Figur 3 eine aus den Maximalwerten des hydraulischen Drucks einzelner Druckstöße gebildete Kurve des Verlaufs des hydraulischen Drucks beim Setzen eines Niets.

[0034] In Figur 1 ist der durch ein Hydraulikwerkzeug während eines Arbeitsvorgangs, d. h. bei der Verstellung eines hydraulisch angetriebenen Arbeitskolbens von einer Ausgangsstellung in eine Endstellung erzeugte, die Verstellung des Arbeitskolbens bewirkende hydraulische Druck als geglättete Kurve 11 des Druckverlaufs dargestellt.

[0035] Der hydraulische Druck wird dabei über einen intermittierend durch Druckluft angetriebenen Arbeitskolben einer Pneumatikeinheit erzeugt, wobei jeder Arbeitshub des Arbeitskolbens einen Druckstoß im Druckverlauf des hydraulischen Drucks bewirkt, aus der sich die Wellenform des Verlaufs des hydraulischen Drucks ergibt.

[0036] In dem in Figur 1 als Kurve 11 dargestellten, den Verlauf des hydraulischen Drucks beim Setzen eines Niets darstellenden Ausführungsbeispiel beginnt der Arbeitsvorgang mit der Verstellung des Antriebskolbens aus seiner Ausgangsstellung zu Beginn 1 des Druckverlaufs. Nach der Verstellung des Arbeitskolbens über einen widerstandslosen Leerweg ohne Druckanstieg gelangt die durch den Arbeitskolben zu setzende Niete nach Beendigung des Leerwegs im Verlaufspunkt 2 in Kontakt mit den zu nietenden Bauteilen. Ausgehend von dem Verlaufspunkt 2 steigt dann der hydraulische Druck während der Eindringphase 3 des Niets in die Bauteile an. An die Eindringphase 3 schließt sich mit weiterem Anstieg des hydraulischen Drucks die Verformungsphase 4 des Niets an, die am Setzpunkt 6 abgeschlossen ist.

[0037] Eine über den Setzpunkt hinausgehende Verstellung 5 stellt den Druckverlauf des hydraulischen

Drucks beim "auf Block fahren" des Arbeitskolbens dar, im Rahmen derer es zu einer Zerstörung der Nietverbindung und Beschädigung der zu verbindenden Bauteile kommen würde.

[0038] Die Steuereinheit des Hydraulikwerkzeugs erfasst die Kurve 11 des Druckverlaufs und überwacht diese kontinuierlich auf das Vorliegen des Kurvenabschnitts im Setzpunkt 6. Erkennt die Steuerungseinheit, dass die Kurve 11 des Druckverlaufs mit dem für den Setzpunkt 6 hinterlegten Kurvenabschnitt übereinstimmt, dann wird der Setzprozess, bspw. durch Unterbrechung des Antriebs der Pneumatikeinheit, beendet.

[0039] Die zum Abgleich von erfasstem Druckverlauf mit dem gespeicherten Druckverlauf verwendeten Parameter der Druckkurve sind frei wählbar. So können diese bspw. anhand eines Abgleichs der Maxima 7, der Minima 8 und/oder der Umkehrpunkte 9 eines Druckstoßes folgen (vgl. Figur 2). Dabei kann sowohl die Zeitdifferenz zwischen den Kurvencharakteristika benachbarter Druckstoße als auch die Druckdifferenz benachbarter Druckstoße zur Beurteilung verwendet werden. So erfolgt nach einer Ausführungsform der Erfindung eine Erfassung der sich aus der Maxima der Druckstoße resultierenden Steigung 10a, 10b, die mit einer Steigung des hinterlegten Druckverlaufs abgeglichen wird (vgl. Figur 3).

Bezugszeichenliste

[0040]

- | | |
|----------|-------------------------|
| 1 | Beginn Arbeitsvorgang |
| 2 | Verlaufspunkt |
| 3 | Eindringphase |
| 4 | Verformungsphase |
| 5 | Verstellung "auf Block" |
| 6 | Setzpunkt |
| 7 | Maxima Druckstoß |
| 8 | Minima Druckstoß |
| 9 | Umkehrpunkt Druckstoß |
| 10a, 10b | Steigung |
| 11 | Druckverlaufskurve |

Patentansprüche

1. Verfahren zur automatischen Steuerung von pneumatisch angetriebenen Hydraulikwerkzeugen, insbesondere Nietwerkzeugen mit einer durch einen Pneumatikantrieb angetriebenen Hydraulikpumpe zur Verstellung eines mit einem Werkzeug verbindbaren Arbeitskolbens,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Steuerungseinheit den Druckverlauf des durch die Hydraulikpumpe erzeugten hydraulischen Drucks während des Arbeitsvorgangs sensorisch erfasst und bei Übereinstimmung des Druckverlaufs mit einem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt ei-

nen weiteren Anstieg des hydraulischen Drucks blockiert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit bei Übereinstimmung des erfassten Druckverlaufs mit dem gespeicherten Druckverlauf den Pneumatikantrieb unterbricht.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit die Anzahl der den Arbeitskolben antreibenden Druckstöße während eines Arbeitsvorgangs und/oder den Verstellweg des Arbeitskolbens während des Arbeitsvorgangs erkennt und erfasst.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit den Druckverlauf durch taktweise Ermittlung des hydraulischen Drucks während des Arbeitsvorgangs ermittelt, wobei die Abtaststrategie derart gewählt ist, dass die Maximalwerte, die Minimalwerte und die Umkehrpunkte des Druckverlaufs während eines Druckstoßes ermittelt werden.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit zur Glättung des erfassten Druckverlaufs vor der Überprüfung auf Übereinstimmung mit dem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt glättet.
6. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit den gespeicherten Druckverlaufsabschnitt durch Vergleich
 - des maximalen hydraulischen Drucks eines Druckstoßes,
 - des minimalen hydraulischen Drucks eines Druckstoßes,
 - der Differenz und/oder der Steigung des Druckverlaufs zwischen den maximalen hydraulischen Drücken benachbarter Druckstoße,
 - der Differenz und/oder der Steigerung des Druckverlaufs zwischen den minimalen hydraulischen Drücken benachbarter Druckstoße,
 - der Differenz zwischen dem maximalen und dem minimalen hydraulischen Druck eines Druckstoßes,
 - des Umkehrpunkts des Druckverlaufs eines Druckstoßes und/oder
 - der Zeitdifferenz zwischen dem maximalen hydraulischen Druck, dem minimalen hydraulischen Druck und/oder der Umkehrpunkte des Druckverlaufs eines Druckstoßes

auf Übereinstimmung mit dem erfassten Druckver-

lauf prüft.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit bei Übereinstimmung des erfassten Druckverlaufs mit dem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt über ein durch die Steuerungseinheit schaltbares Sperrventil den Pneumatiktrieb unterbricht. 5
10
8. Hydraulikwerkzeug, insbesondere Nietwerkzeug mit einer durch einen Pneumatiktrieb angetriebenen Hydraulikpumpe zur Verstellung eines mit einem Werkzeug verbindbaren Arbeitskolbens, **gekennzeichnet durch** eine mit einer Steuerungseinheit verbundenen Druckerfassungseinheit zur Ermittlung eines Druckverlaufs des durch die Hydraulikpumpe erzeugten hydraulischen Drucks während eines Arbeitsvorgangs, wobei die Steuerungseinheit zum Abgleich des Druckverlaufs mit einem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt ausgebildet und derart mit einer Unterbrechungseinheit gekoppelt ist, dass der Antrieb durch die Pneumatikeinheit oder die Hydraulikpumpe bei Übereinstimmung des Druckverlaufs mit dem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt unterbrochen wird. 15
20
25
9. Hydraulikwerkzeug nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit einen programmierbaren Mikroprozessor und eine beschreibbare Speichereinheit aufweist. 30
10. Hydraulikwerkzeug nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Unterbrechungseinheit ein mit der Steuerungseinheit verbundenes, schaltbares Pneumatikventil aufweist. 35
11. Hydraulikwerkzeug nach einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 10, **gekennzeichnet durch** einen mit der Steuerungseinheit verbundenen Wegsensor zur Ermittlung des Verstellweges des Arbeitskolbens und/oder Druckstoßsensors zur Ermittlung der Anzahl der während des Arbeitsvorgangs vorgenommenen pneumatischen Druckstöße. 40
45

50

55

FIG. 1

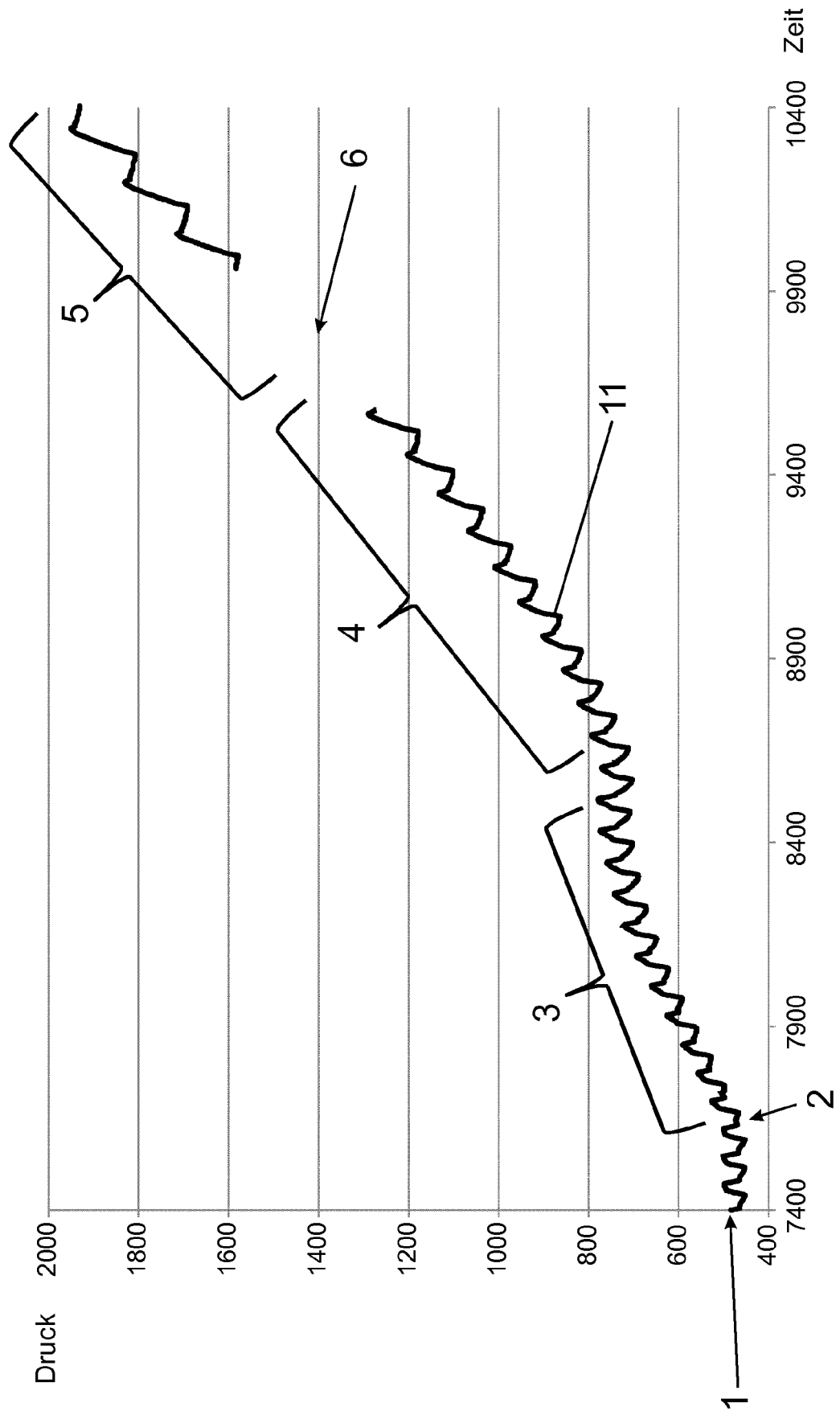


FIG. 2

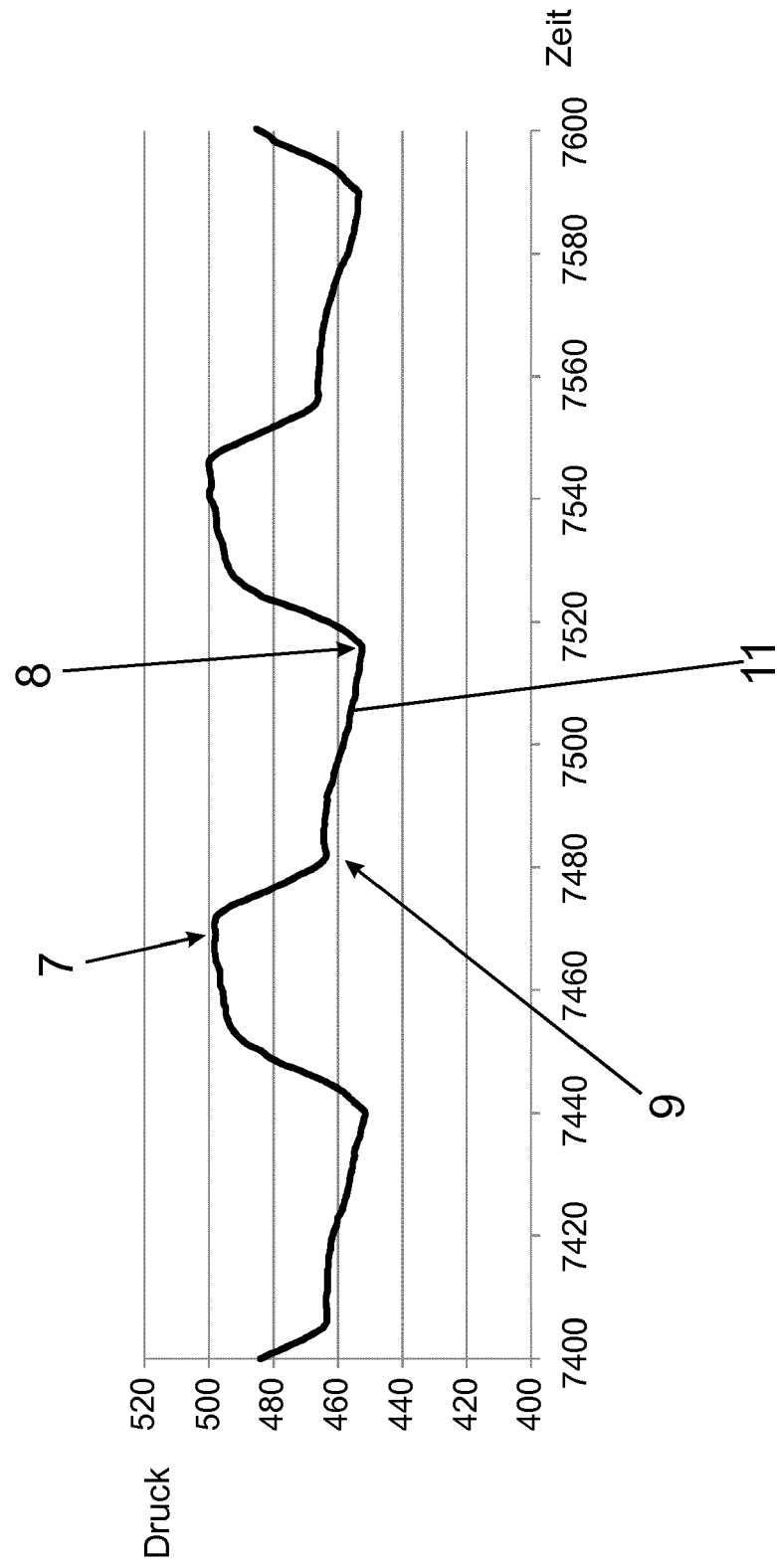
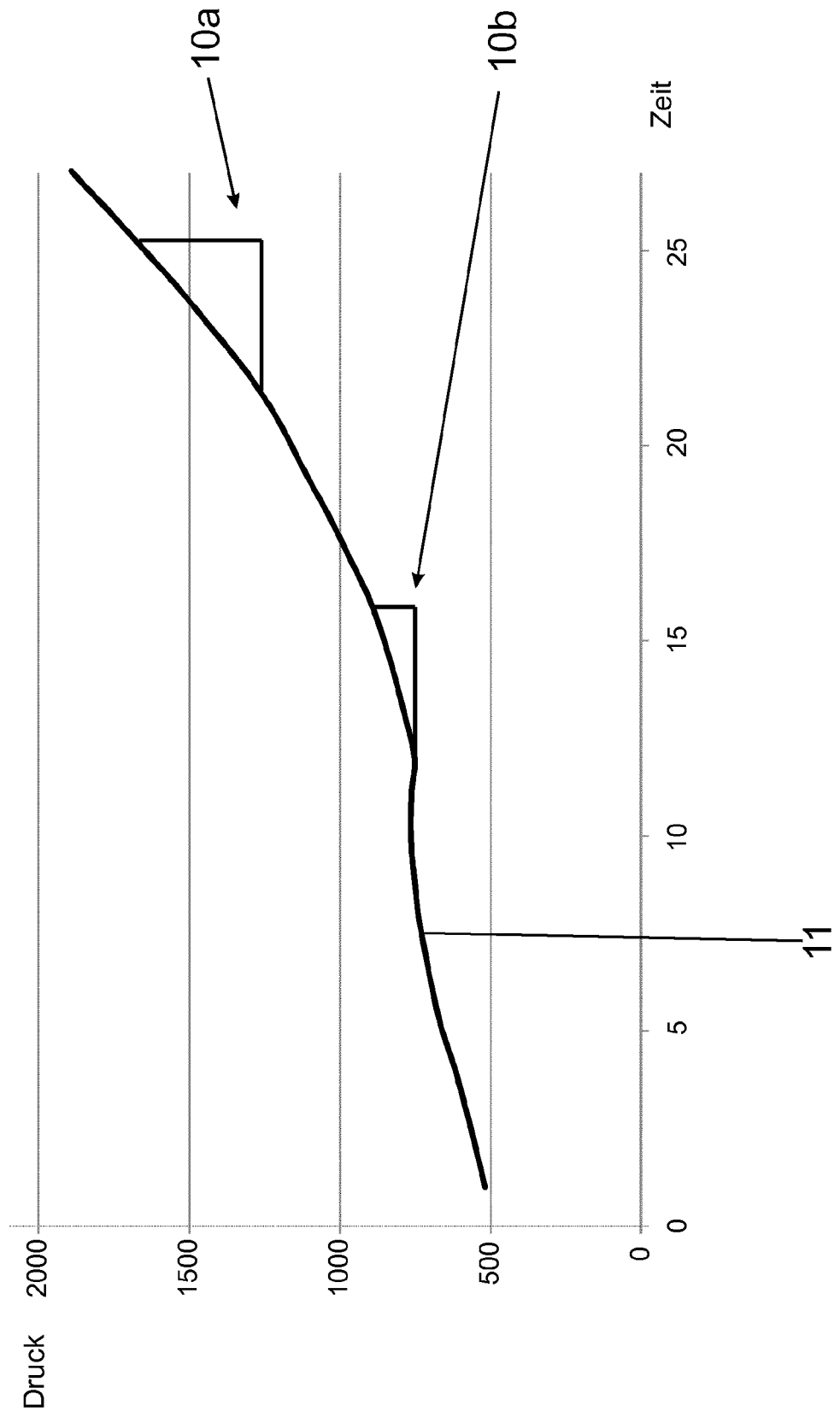


FIG. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 21 0991

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 1 738 845 A2 (MS GERAETEBAU GMBH [DE]) 3. Januar 2007 (2007-01-03) * Absatz [0001] * * Absatz [0017] * * Absatz [0020] *	1-11	INV. B21J15/22 B21J15/28
A	EP 3 293 400 A1 (TKR SPEZIALWERKZEUGE GMBH [DE]) 14. März 2018 (2018-03-14) * Absatz [0024] - Absatz [0028]; Abbildungen 1-5 *	1-11	
A	GB 1 157 231 A (SKYHI LTD) 2. Juli 1969 (1969-07-02) * das ganze Dokument *	1-11	
A	CN 104 550 618 B (UNIV EAST CHINA JIAOTONG) 24. August 2016 (2016-08-24) * Zusammenfassung; Abbildungen 5,6 *	1-11	
A	EP 0 062 206 A2 (GESIPA BLINDNIETTECHNIK [DE]) 13. Oktober 1982 (1982-10-13) * Seite 24, Zeile 10 - Seite 28, Zeile 7; Abbildungen 1-3 * * Seite 29, Zeile 16 - Seite 33, Zeile 22 *	1-11	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B21J F15B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 13. Mai 2020	Prüfer Ritter, Florian
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	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 19 21 0991

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.

13-05-2020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1738845 A2	03-01-2007	EP 1738845 A2	03-01-2007
		EP 2305396 A2	06-04-2011
EP 3293400 A1	14-03-2018	DE 102016116880 A1	08-03-2018
		EP 3293400 A1	14-03-2018
GB 1157231 A	02-07-1969	KEINE	
CN 104550618 B	24-08-2016	KEINE	
EP 0062206 A2	13-10-1982	AT 13825 T	15-07-1985
		DE 3112711 A1	14-10-1982
		EP 0062206 A2	13-10-1982
		ES 8301701 A1	01-02-1983
		JP H0255136 B2	26-11-1990
		JP S57175042 A	27-10-1982
		US 4515005 A	07-05-1985

EPO FORM P0461

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