

(19)



(11)

EP 4 091 733 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.11.2022 Patentblatt 2022/47

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B21D 24/02 (2006.01) B21D 24/14 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22173268.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B21D 24/02; B21D 24/14

(22) Anmeldetag: **13.05.2022**

(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

(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

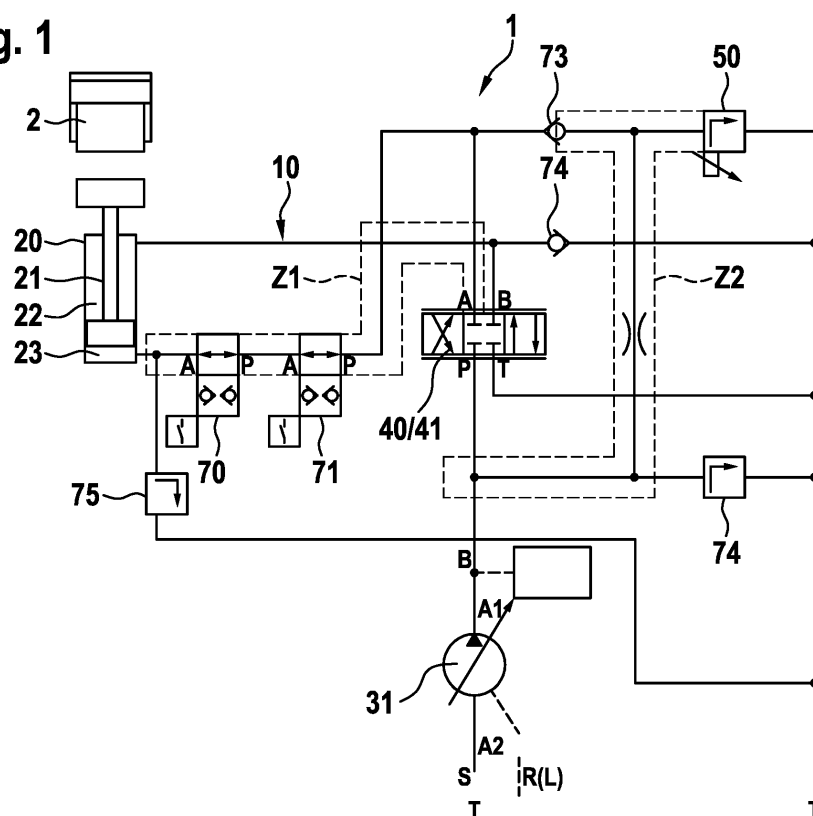
(72) Erfinder:
• **Heeg, Thomas**
63739 Aschaffenburg (DE)
• **Cano, Nicolas**
97816 Lohr (DE)

(30) Priorität: **19.05.2021 DE 102021205065**

(54) ZIEHKISSEN UND VERFAHREN ZUM STEuern DESSELBEN

(57) Ein hydraulisch verstellbares Ziehkissen für eine Presse, wobei die Presse einen Stößel (2) aufweist, der bei Betrieb der Presse in Richtung des Ziehkissens (1) hin- und wegführbar ist, wobei das Ziehkissen (1) wenigstens einen hydraulischen Verdränger (20) aufweist, der über einen hydraulischen Zweig mit einer verstellbaren Hydromaschine (31) fluidisch verbunden ist, über den

Druckmittel zum Verdränger (20) zuführbar ist und/oder vom Verdränger (20) abführbar ist, um eine Stellbewegung und/oder Stellposition des Ziehkissens (1) zu steuern, wobei in dem hydraulischen Zweig ein Druckbegrenzungsventil (50) zum Einstellen des Ziehdrucks angeordnet ist, und

Fig. 1**EP 4 091 733 A1**

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft ein hydraulische verstellbares Ziehkissen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren zum Steuern eines hydraulisch verstellbaren Ziehkissens.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Hydraulische Zieheinrichtungen beziehungsweise hydraulische verstellbare Ziehkissen werden zunehmend für anspruchsvolle Aufgaben in der Karosseriefertigung, insbesondere bei hydraulischen Pressen sowie Servopressen, eingesetzt. Typischerweise weist ein hydraulisch verstellbares Ziehkissen Mittel zum Halten und Umformen eines Werkstücks oder Ziehteils oder Blanks, wie z. B. einen Blechhalter, und ein Umformwerkzeug auf. Ein Oberwerkzeug oder Stößel oder eine obere Pressmatrize wird mittels eines Antriebs in Richtung des Ziehkissens bewegt. Das im Mittel zum Halten des Ziehkissens eingespannte Ziehteil wird durch eine vom Stößel auf das Ziehteil ausgeübte Zieh-Presskraft zwischen Umformmittel des Ziehkissens und Stößel umgeformt. Das verstellbare Ziehkissen kann dabei durch die vom Stößel ausgeübte Presskraft nachgeben und verschoben werden. Proportionalventile erlauben eine feinfühligere Anpassung an unterschiedliche Ziehteile und bei Bedarf auch einen Ziehverlauf mit unterschiedlichen Ziehkraften. Daher liegt der Vorteil des hydraulischen Ziehkissens in der exakten Einstellbarkeit der von dem Stößel erzeugten Presskraft.

[0003] In vielen dieser hydraulischen Pressen und Servopressen wird das Ziehkissen mithilfe eines hydraulischen Verdränger betrieben. Bei Auftreffen mit dem Stößel auf das Ziehteil wirkt die Ziehkraft gegen einen Zylinderkolben eines Hydrozylinders (sogenannter Verdränger). Mithilfe von wirkenden hydraulischen Arbeitsflächen des Zylinderkolbens wird diese in einen hydraulischen Druck umgewandelt, der sogenannte Ziehdruck. Dieser Ziehdruck wird hydraulisch über ein Druckbegrenzungsventil begrenzt. Beispiele für solche hydraulisch verstellbaren Ziehkissen sind in den Dokumente EP 2 377 629 B1, EP 1 882 534 B1 und DE 10 2012 019 665 A1 offenbart.

[0004] Nachteilig bei aktuellen Arbeitsverfahren bei einem Ziehkissen ist der vergleichsweise langsame Druckaufbau beim Auftreffen zwischen Stößel und Ziehkissen zu Beginn eines Ziehvorgangs. Dies hat einen negativen Einfluss auf die Herstellungsqualität des Ziehteils.

Offenbarung der Erfindung

[0005] Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein hydraulisch verstellbares Ziehkissen zu schaffen, das vorrichtungstechnisch einfach ausgestaltet ist und zu einer verbesserten Herstellungsqualität ei-

nes Ziehteils führt. Außerdem liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde ein kostengünstiges und einfaches Verfahren zum Steuern des Ziehkissens zu schaffen.

[0006] Die Aufgabe hinsichtlich des Ziehkissens wird gelöst gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 und hinsichtlich des Verfahrens gemäß den Merkmalen des Anspruchs 13.

[0007] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0008] Erfindungsgemäß ist ein hydraulisch verstellbares Ziehkissen für eine Presse vorgesehen. Die Presse hat einen Stößel oder obere Pressmatrize, wobei der Stößel bei Betrieb der Presse in Richtung des Ziehkissens verschiebbar ist, insbesondere in einer Vertikalrichtung. Das Ziehkissen kann wenigstens einen hydraulischen Verdränger aufweisen. Als Verdränger ist beispielsweise zumindest ein Hydrozylinder vorgesehen. Der Verdränger kann über einen hydraulischen Zweig mit einer verstellbaren Hydromaschine fluidisch verbunden sein. Über die Hydromaschine ist Druckmittel zum Verdränger zuführbar und/oder vom Verdränger abführbar, um eine Stellbewegung und/oder Stellposition des Ziehkissens zu steuern. In dem hydraulischen Zweig kann ein Druckbegrenzungsventil zum Einstellen des Ziehdrucks angeordnet sein.

[0009] Mit Vorteil ist das Ziehkissen derart ausgestaltet, dass nach Beginn des Ziehvorgangs, also insbesondere nachdem das Blank oder Ziehteil eingespannt ist, über die Hydromaschine - insbesondere ein Teil - des vom Verdränger verdrängten Druckmittels ablassbar ist. Hierdurch kann die Hydromaschine angetrieben werden, um Energie zu rekuperieren. Dies erfolgt beispielsweise in Zusammenwirken mit einem elektrischen Generator. In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann zusätzlich der weitere Teil des Druckmittels über das Druckbegrenzungsventil abgelassen sein, um den Ziehdruck aufrecht zu erhalten. Somit ist denkbar einen Teil des Druckmittels über die Hydromaschine und gleichzeitig einen Teil des Druckmittels über das Druckbegrenzungsventil abzulassen. Diese Lösung hat den Vorteil, dass über die Hydromaschine zur Rekuperation beispielsweise ein Generator antreibbar ist. Wird zusätzlich das Druckbegrenzungsventil zum Ablassen von Druckmittel vorgesehen, so kann über dieses einfach der Ziehdruck oder die Ziehkraft eingestellt werden.

[0010] Das Ziehkissen ist vorzugsweise derart ausgestaltet, dass die vom Generator erzeugte Energie beispielsweise ins Netz oder in einen Zwischenkreis zurückgespeist wird. Somit ist neben der Rekuperation, also der Rückgewinnung von elektrischer Energie, ein weiterer Vorteil, dass die zurückgewonnene Energie während dem Ziehprozess gleichzeitig ins Netz oder Stromnetz zurückgespeist werden kann. Daraus ergibt sich, dass die installierte Leistung an der hydraulischen Presse reduziert werden kann und damit weniger Energie aus dem Netz benötigt wird. Alternativ oder zusätzlich wäre denkbar, dass die zurückgewonnene Energie oder zumindest ein Teil davon in einem übergeordneten Energiema-

nagement einer Fabrikanlage oder Produktionsstätte eingesetzt oder berücksichtigt wird.

[0011] Mit anderen Worten kann, sobald der Ziehvorgang begonnen hat, also das Blank eingespannt ist, - und vorzugsweise bis kurz vor dem Umkehrpunkt des Verdrängers - die Hydromaschine Druckmittel ablassen und Energie rekuperieren. Zusätzlich ist denkbar, dass das Druckbegrenzungsventil Druckmittel ablässt, um den Ziehdruck konstant zu halten. Das Druckbegrenzungsventil weist hierbei beispielsweise einen konstanten Öffnungsquerschnitt auf.

[0012] Die Hydromaschine kann beim Ablassen von Druckmittel, insbesondere für die Rekuperation, über eine Mengenvorgabe gesteuert sein, insbesondere über eine Steuereinheit.

[0013] Die Mengenvorgabe ist beispielsweise einfach und kostengünstig aus der Position der oberen Pressmatrize und/oder aus der Position eines Zylinderkolbens, wenn als Verdränger ein Hydrozylinder vorgesehen ist, berechenbar.

[0014] Mit anderen Worten wird beim Ziehprozess ein Großteil des bewegten Druckmittels oder des vom Verdränger verdrängten Druckmittels von einer positionsregelten drehzahlvariablen Hydromaschine oder Antrieb mit prozentualem Bezug auf die Position des Stößels aufgenommen (Generatorbetrieb). Hierdurch ergibt sich ein Staudruck, der durch das Druckbegrenzungsventil begrenzt ist. Die Hydromaschine kann als Hydromotor den Generator antreiben. Der verbleibende Restvolumenstrom des Druckmittels kann über das Druckbegrenzungsventil abgeführt werden. Das Druckbegrenzungsventil ist dabei derart ausgestaltet, dass über dieses der Ziehdruck oder die Ziehkraft eingestellt werden kann. Somit ist eine drehzahlvariable Hydromaschine mit Bezug auf die Position des Stößels und mit Ziehdruck-Einstellung am proportionalen Druckbegrenzungsventil geschaffen.

[0015] Ist als Verdränger ein Hydrozylinder vorgesehen, so ist denkbar, dass dieser einen Kolben hat, der einen ersten Zylinderraum von einem zweiten Zylinderraum trennt. Beim Einfahren des Kolbens, also beim Ziehen, kann sich der erste Zylinderraum verkleinern und der zweite entsprechend vergrößern. Der erste Zylinderraum ist vorzugsweise mit dem hydraulischen Zweig verbunden.

[0016] Bei einem weiteren vorteilhaften Aspekt der Erfindung ist das Ziehkissen derart ausgestaltet, dass über die Hydromaschine Druckmittel in den hydraulischen Zweig förderbar ist, so dass dieser mit einem Vorspanndruck vorgespannt ist. Dies ist vorteilhaft, um beispielsweise den Ziehkissendruck bei Bedarf sofort zur Verfügung zu stellen. Vorzugsweise erfolgt die Vorspannung im Betrieb der Presse und vor Beginn eines Ziehvorgangs, in dem zwischen dem Stößel und dem Ziehkissen ein Ziehteil eingespannt ist und der Stößel auf das Ziehkissen eine Druckkraft ausübt. Die verstellbare Hydromaschine und/oder das Druckbegrenzungsventil, das steuerbar ist, ist/sind vorzugsweise derart ansteuerbar,

dass die Hydromaschine Druckmittel in den hydraulischen Zweig so fördert, dass dieser mit einem Vorspanndruck vorgespannt ist. Somit führt die Hydromaschine vorzugsweise Druckmittel in den Zweig zu. Das Druckbegrenzungsventil ist dabei mit Vorteil derart angesteuert ist, dass vor dem Auftreffen des Stößels auf das Ziehkissen das Druckbegrenzungsventil vorgeöffnet ist. Es ist denkbar, dass über den Öffnungsquerschnitt des Druckbegrenzungsventils und die Druckmittelfördermenge der Hydromaschine ein vorbestimmter Vorspanndruck oder Soll-Vorspanndruck eingestellt wird. Weiterhin ist denkbar einen Ist-Vorspanndruck direkt über einen Drucksensor zu erfassen und/oder indirekt über den Öffnungsquerschnitt und die Drehzahl und/oder den Schwenkwinkel der Hydromaschine zu erfassen. Durch den Vorspanndruck kann die Ziehkraft ohne Überschwinger und ohne Zeitverzögerung auf das Ziehteil wirken. Hierdurch können der Ziehweg und die Taktzeit verkürzt werden.

[0017] Mit anderen Worten kann eine vorzeitige Ziehdruck-Vorspannung an der Hauptstufe und Voröffnung der Hauptstufe erfolgen, um vor dem Auftreffen zwischen Stößel und Zieheinrichtung auf die nötige Ziehkraft ohne Zeitverlust zu kommen. Die Hauptstufe kann ein Teil des Druckbegrenzungsventils sein.

[0018] Ist keine Ziehdruck-Vorspannung, wie im Stand der Technik, vorgesehen, so erfolgt ein verzögerter Druckaufbau, insbesondere im Steuerkreis für das Druckbegrenzungsventil. Eine fehlende Ziehdruck-Vorspannung führt zu einer zu großen Öffnung der Hauptstufe und damit zu einem Einbrechen des Ziehdrucks und zu einer verzögerten Ziehkraftwirkung. Außerdem, wenn keine Ziehdruck-Vorspannung vorgesehen ist, schließt die Hauptstufe sobald der Steuerdruck sich aufgebaut hat, was zu einer Druckspitze führt. Daraufhin schwingt die Hauptstufe bis das System sich selbst stabilisiert hat. Die aufgezeigten Nachteile sind durch die Ausgestaltung des Ziehkissens mit der Ziehdruck-Vorspannung überwunden.

[0019] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann der Verdränger mit dem hydraulischen Zweig über ein in Strömungsrichtung weg vom Verdränger sich öffnendes Rückschlagventil verbunden sein. Hierdurch kann insbesondere stabil der Vorspanndruck in dem hydraulischen Zweig ausgebildet werden. Mit anderen Worten kann die Hydromaschine und/oder das Druckbegrenzungsventil über das Rückschlagventil mit dem Verdränger verbunden sein. Vorzugsweise ist beim Verdränger in Form des Hydrozylinders der erste Zylinderraum über das Rückschlagventil mit dem hydraulischen Zweig verbunden.

[0020] Die Hydromaschine ist vorzugsweise als eine Verstellhydromaschine und/oder eine drehzahlvariabel gesteuerte Hydromaschine ausgebildet. Denkbar wäre eine Hydromaschine einzusetzen, die im 2- oder 4-Quadrantenbetrieb betreibbar ist. Denkbar wäre auch die Hydromaschine als Hydropumpe und/oder Hydromotor einzusetzen.

[0021] In weitere Ausgestaltung der Erfindung kann

ein erster hydraulischer Zweig vorgesehen sein, der flu-
idisch parallel zum hydraulischen Zweig ausgebildet ist.
Der hydraulische Zweig kann dann ein zweiter hydraulischer Zweig sein. Vorzugsweise ist im ersten hydraulischen Zweig ein Ventil vorgesehen, um Stellbewegungen und/oder Stellpositionen des Ziehkissens zu steuern. Über den zweiten Zweig kann Druckmittel aus dem Ziehkissen abführbar sein, was obenstehend bereits angeführt ist. Weiter vorzugsweise ist der erste Zweig ebenfalls mit der Hydromaschine verbunden. Bei dem Ventil handelt es sich vorzugsweise um ein Wegeventil, das insbesondere proportional verstellbar ist. Das proportional verstellbare Wegeventil erlaubt eine feinfühligere Anpassung an unterschiedliche Ziehteile und bei Bedarf auch einen Ziehverlauf mit unterschiedlichen Ziehkraften.

[0022] Bei einem weiteren bevorzugten Aspekt der Erfindung kann das Ziehkissen derart ausgestaltet sein, dass beim Ziehvorgang während eines bestimmten Ziehabschnitts und/oder bei unterschreiten einer Ziehgeschwindigkeit oder bei einer niedrigen Arbeitsgeschwindigkeit über die Hydromaschine Druckmittel in den Zweig oder in den zweiten Zweig zugeführt ist, um einen gleichmäßigen Ziehdruck aufrecht zu erhalten. Als Ziehabschnitt ist vorzugsweise ein Endbereich des Ziehwegs, insbesondere in der Nähe des unteren Totpunkts des Verdrängers und/oder am Ende des Ziehvorgangs, vorgesehen. Der Endbereich des Ziehwegs beginnt, beispielsweise ab 90% des Ziehwegs. Somit kann bei niedrigen Arbeitsgeschwindigkeiten oder im unteren Totpunkt des Verdrängers sichergestellt werden, dass die plastische Verformung des Ziehteils weiterhin mit dem Ziehdruck ausgeführt wird. Es wird durch den beschriebenen Aspekt vermieden, dass ein Härteverfahren und/oder eine plastische Verformung des Ziehteils verkürzt werden muss. Somit ist auch keine Verlängerung des Ziehwegs notwendig. Bei niedrigen Arbeitsgeschwindigkeiten und/oder sobald der untere Totpunkt des Verdrängers, insbesondere in Form des Hydrozylinders, baut sich der Ziehdruck üblicherweise in dem ersten Zylinderraum oder der Kolbenkammer durch die vom Hydrozylinder und den Ventilen bedingten Fertigungstoleranzen progressiv ab. Dies führt im Stand der Technik zu einer Verkürzung des Härteverfahrens und/oder der plastischen Verformung des Ziehteils. Um dies zu umgehen, wird der Ziehweg im Stand der Technik häufig verlängert.

[0023] Mit anderen Worten kann gegen Ende des Ziehvorgangs Druckmittel zugeführt werden, um einen gleichmäßigen Ziehdruck aufrecht zu erhalten. Die Menge aus dem Ziehkissenzyylinder würde sonst nicht mehr ausreichen, um den Druck am Druckbegrenzungsventil zu halten.

[0024] Ist eine Rekuperation der Energie vorgesehen, so erfolgt diese vorzugsweise bis zum Endbereich des Ziehwegs. Nach der Rekuperation kann somit die Hydromaschine wieder Druckmittel im weiteren Verlauf des Ziehvorgangs in den hydraulischen Zweig zuführen.

[0025] Das Druckbegrenzungsventil weist vorzugsweise eine Hauptstufe, die von einer Vorstufe, insbesondere von einem, insbesondere proportional verstellbaren, Druckbegrenzungsventil vorgesteuert ist. Die Hauptstufe hat beispielsweise einen Ventilkörper, der in Öffnungsrichtung vom Druckmittel des Zweigs oder zweiten Zweigs und in Schließrichtung über eine Steuerkammer von einem Steuerdruckmittel und einer Federkraft einer Feder beaufschlagbar ist. Die Beaufschlagung mit dem Steuerdruckmittel kann über das für die Vorsteuerung und als Vorstufe eingesetzte Druckbegrenzungsventil gesteuert sein. Über den Ventilkörper der Hauptstufe ist vorzugsweise eine Druckmittelverbindung zwischen dem Zweig und einem Tank auf- und zusteuerbar. Die Steuerkammer kann mit dem Zweig verbunden sein, insbesondere über ein Rückschlagventil, das sich in Strömungsrichtung weg vom Zweig öffnet. Außerdem kann die Steuerkammer über zumindest eine Drossel mit dem Zweig verbunden sein. Das Druckbegrenzungsventil als Vorstufe kann an die Steuerkammer angeschlossen sein und eine Druckmittelverbindung zum Tank auf- und zusteuern. Denkbar wäre das Druckbegrenzungsventil über einen elektrischen Aktor zu steuern.

[0026] Mit anderen Worten ist das hydraulisch verstellbare Ziehkissen so konfiguriert, dass, wenn die Presse betrieben wird, vor Beginn eines Ziehvorgangs die verstellbare Hydromaschine so ansteuerbar ist, dass durch diese Druckmittel in den zweiten hydraulischen Zweig gefördert wird, um diesen mit einem Vorspanndruck vorzuspannen. Als Ziehvorgang wird hierin insbesondere ein Vorgang während des Betriebs der Presse bezeichnet, in dem der Stößel auf das Ziehkissen eine Druckkraft ausübt während ein Blank bzw. Ziehteil zwischen Stößel und Ziehkissen eingespannt ist, um dieses in eine gewünschte Form plastisch zu verformen bzw. zu ziehen. Der vorstehend genannte Vorspanndruck kann dabei vorzugsweise kleiner als oder gleich dem Ziehdruck sein.

[0027] In einer weiteren Ausgestaltung des hydraulisch verstellbaren Ziehkissens können die hydraulischen Zweige über zwei in Reihe angeordneter sicherheitsbezogener Schaltventile mit dem ersten Zylinderraum verbunden sein. Dies ermöglicht es, die Verbindung zwischen dem ersten Zylinderraum und den hydraulischen Zweigen mit weiteren Mitteln zu blockieren.

[0028] Des Weiteren ist erfindungsgemäß ein Verfahren zum Steuern eines hydraulisch verstellbaren Ziehkissens nach einem oder mehreren der vorhergehend genannten Aspekte vorgesehen. In dem Verfahren kann gemäß einem ersten Verfahrensaspekt bei Betrieb der Presse und vor Beginn des Ziehvorgangs, also bevor der Stößel mit dem Ziehkissen in Kontakt kommt, Druckmittel durch die verstellbare Hydromaschine in den - insbesondere zweiten - hydraulischen Zweig gefördert werden. Dies bewirkt, dass dieser hydraulische Zweig mit Druckmittel vorgespannt wird. Mit der verstellbaren Hydromaschine wird die geförderte Druckmittelmenge eingestellt. Der Vorspanndruck bewirkt vorzugsweise eine Voröffnung des Druckbegrenzungsventils und/oder das Druck-

begrenzungsventil wird - beispielsweise über einen Aktor - aufgesteuert. Der sich einstellende Vorspanndruck ist vorzugsweise kleiner als oder gleich dem Ziehdruck. Bei letzterem kann eine Öffnung des Druckbegrenzungsventils entsprechend dem Vorspanndruck bewirkt sein. Vorzugsweise ist die Öffnung schwimmend. Der sich ergebende Vorspanndruck wird vorzugsweise solange aufrechterhalten, bis der Stößel mit dem Ziehkissen in Kontakt kommt, wodurch der Ziehvorgang initiiert wird.

[0029] In einer weiteren Variante des vorstehenden Verfahrens zum Steuern eines hydraulisch verstellbaren Ziehkissens kann alternativ oder zusätzlich zum ersten Verfahrensaspekt während des Ziehvorgangs Druckmittel durch die verstellbare Hydromaschine in den - insbesondere zweiten - hydraulischen Zweig gefördert werden. Dies erfolgt beispielsweise dann, wenn der Druck, der mit geeigneten Mitteln, wie z. B. einem im zweiten hydraulischen Zweig angeordneten Drucksensor, beispielsweise im zweiten hydraulischen Zweig erfasst werden kann, unter den Ziehdruck fällt. Dies dient dazu im zweiten hydraulischen Zweig den Ziehdruck aufrechtzuhalten, so dass ein eingespanntes Ziehteil entsprechend gehärtet und plastisch verformt wird.

[0030] Ferner kann im vorstehenden Verfahren zum Steuern eines hydraulisch verstellbaren Ziehkissens alternativ oder zusätzlich in einem dritten Verfahrensaspekt während des Ziehvorgangs Druckmittel aus dem - insbesondere zweiten - hydraulischen Zweig über die verstellbare Hydromaschine abgelassen werden. Der somit durch die verstellbare Hydromaschine fließende Strom von Druckmittel kann die verstellbare Hydromaschine antreiben. Dabei wirkt die Hydromaschine als Hydromotor und treibt ihrerseits einen Generator an, um Energie zu regenerieren. Die Menge pro Zeiteinheit des über die verstellbare Hydromaschine abzulassenden Druckmittels, also der Druckmittelvolumenstrom, wird dabei in Abhängigkeit einer Höhe bzw. Position des Stößels gesteuert. Die Position des Stößels wird über geeignet Mittel wie einem Sensor oder Ähnlichem ermittelt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0031] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 einen hydraulischen Schaltplan eines erfindungsgemäßen hydraulisch verstellbaren Ziehkissens gemäß einer Ausführungsform, insbesondere mit Vorspannung und Voröffnung mit mechanisch verstellbarer Hydromaschine mit vorzugsweise 1-Quadranten,

Figur 2 einen hydraulischen Schaltplan eines erfindungsgemäßen hydraulisch verstellbaren Ziehkissens gemäß einer weiteren Ausführungsform, insbesondere mit Vorspannung und Voröffnung mit elektrisch verstellbarer Hydromaschine mit vorzugsweise 1-Quadranten,

Figur 3 einen hydraulischen Schaltplan eines erfindungsgemäßen hydraulisch verstellbaren Ziehkissens gemäß einer weiteren Ausführungsform, insbesondere mit Vorspannung, Voröffnung und Rekuperation mit elektrisch verstellbarer Hydromaschine mit vorzugsweise 2-Quadranten,

Figur 4 einen hydraulischen Schaltplan eines erfindungsgemäßen hydraulisch verstellbaren Ziehkissens gemäß einer weiteren Ausführungsform, insbesondere mit Vorspannung, Voröffnung und Rekuperation mit elektrisch verstellbarer Hydromaschine mit vorzugsweise 4-Quadranten, und

Figur 5 ist ein Diagramm, das Hubpositionen und Druckverläufe beim Betrieb einer Presse mit dem erfindungsgemäßen hydraulisch verstellbaren Ziehkissen zeigt.

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

[0032] Gemäß Fig. 1 weist eine Hydraulikschaltung 10 eines hydraulisch verstellbaren Ziehkissens 1 einen Hydrozylinder 20, eine hydraulische Verdrängersteuerung 30, eine Ventilsteuerung 40, ein proportionales Druckbegrenzungsventil 50, zwei sicherheitsbezogene Wegeventile 70 und 71, zwei Rückschlagventile 73 und 74 und ein Druckbegrenzungsventil 75 auf. Oberhalb des Ziehkissens 1 ist ein Stößel 2 angeordnet, der in Richtung des Ziehkissens 1 bewegbar ist und in der Folge eine Presskraft auf das Ziehkissen 1 ausüben kann. Ferner kann ein Positionssensor 3 vorgesehen sein, der die Position des Stößels 2 erfasst, z. B. in Prozent von 0 % an einer höchsten Position oder oberen Totpunkt oder Ausgangsposition bis 100 % an einer niedrigsten Position oder an einem unteren Totpunkt.

[0033] Die Ausgestaltung der Hydraulikschaltung 10 wird nun im Folgenden anhand Fig. 1 näher erläutert. Das hydraulisch verstellbare Ziehkissen 1 weist den Hydrozylinder 20 auf, der hier beispielsweise ein Differentialzylinder ist, bei dem ein Kolben 21 nur einseitig eine Kolbenstange aufweist und der durch den Kolben 21 in eine Ringkammer 22 als zweiter Zylinderraum und eine Kolbenkammer 23 als erster Zylinderraum unterteilt ist. Der Hydrozylinder 20 mit Kolben 21 bildet hier eine Ziehkissenachse, wobei an dem einen Ende der Kolbenstange des Kolbens 21 außerhalb des Hydrozylinders 20 nicht dargestellte Mittel zum Halten und Umformen eines Werkzeug- bzw. Ziehteils vorgesehen sein können. Ein durch die Mittel zum Halten eingespanntes Ziehteil kann in einem später beschriebenen Ziehvorgang, in dem das Ziehkissen 1 und der Stößel 2 betrieben werden, durch die Ziehkraft vom Ziehkissen 1 und durch die Presskraft vom Stößel 2 umgeformt werden.

[0034] Gemäß Fig. 1 ist die Kolbenkammer 23 über einen Strömungspfad (erster Zweig) Z1 über zwei sicherheitsbezogene Wegeventile 70 und 71 und eine Ventilsteuerung 40 mit der hydraulischen Verdrängersteuerung 30 verbindbar oder von dieser trennbar. Die Ring-

kammer 22 ist über einen zum ersten Zweig Z1 parallelen weiteren Strömungspfad ebenfalls über die Ventilsteuerung 40 mit der hydraulischen Verdrängersteuerung 30 verbindbar oder von dieser trennbar. An den ersten Zweig Z1 zwischen der Kolbenkammer 23 und dem Wegeventil 70 ist ein Strömungspfad angeschlossen, der diesen mit einem Tank T verbindet und in dem das Druckbegrenzungsventil 75 angeordnet ist, um bei geschlossenem Wegeventil 70 und bei einem zu hohen Druck Druckmittel aus dem ersten Zweig Z1 in den Tank T abzulassen.

[0035] Bei den beiden sicherheitsbezogenen Wegeventilen 70 und 71 handelt es sich in dieser Ausführungsform um zwei 2/2-Wegeventile, die jeweils über einen Schieber zwischen einem geöffneten oder geschlossenen Zustand umschaltbar sind und somit den ersten Zweig Z1 öffnen oder schließen können. Der jeweilige Schieber ist mit einer Federkraft einer jeweiligen Feder in eine Schließrichtung beaufschlagt. Des Weiteren wird der geschlossene Zustand von im dem 2/2-Wegeventil eingebauten Endscharter nach dem Erreichen der sicheren Grundstellung überwacht.

[0036] Die im ersten Zweig Z1 zwischen der hydraulischen Verdrängersteuerung 30 und der Ringkammer 22 und Kolbenkammer 23 angeordnete Ventilsteuerung 40 weist hier ein stetiges bzw. proportional verstellbares 4/3-Wegevorsteuerventil 41 auf, über das die Ringkammer 22 oder die Kolbenkammer 23 über den ersten Zweig Z1 mit der Verdrängersteuerung 30 verbindbar oder von dieser trennbar sind. Dazu weist das proportional verstellbare 4/3-Wegevorsteuerventil 41 einen Ventilschieber auf, der in einer ersten Schieberposition beide Kammern 22 und 23 von der Verdrängersteuerung 30 trennt. In einer zweiten Schieberposition verbindet der Ventilschieber die Kolbenkammer 23 mit der Verdrängersteuerung 30 und die Ringkammer 22 mit dem Tank T, was später genauer beschrieben wird. Demgegenüber verbindet der Ventilschieber in einer dritten Schieberposition die Ringkammer 22 mit der Verdrängersteuerung 30 und die Kolbenkammer 23 mit dem Tank T.

[0037] Gemäß Fig. 1 ist in der Hydraulikschaltung 10 ferner ein zum ersten Zweig Z1 parallel verlaufender Strömungspfad (zweiter Zweig) Z2 vorgesehen. Der zweite Zweig Z2 verbindet die Verdrängersteuerung 30 mit dem Druckbegrenzungsventil 50 und ist hier jeweils an seinem einen Ende zwischen der Verdrängersteuerung 30 und der Ventilsteuerung 40 und an seinem anderen Ende zwischen dem 4/3-Wegevorsteuerventil 41 der Ventilsteuerung 40 und dem sicherheitsbezogenen Wegeventil 71 an den ersten Zweig Z1 angeschlossen. In einem Abschnitt des zweiten Zweigs Z2, der an den ersten Zweig Z1 zwischen der Ventilsteuerung 40 und dem sicherheitsbezogenen Wegeventil 71 angeschlossen ist, ist dabei das Rückschlagventil 73 angeordnet, das einen Strom vom zweiten Zweig Z2 in den ersten Zweig Z1 sperrt. Ferner ist an den zweiten Zweig Z2 zwischen der Verdrängersteuerung 30 und dem Druckbegrenzungsventil 50 ein Strömungspfad angeschlossen,

der diesen mit einem Tank T verbindet und in dem das Druckbegrenzungsventil 74 angeordnet, um bei einem zu hohen Druck Druckmittel aus dem ersten Zweig Z2 in den Tank T abzulassen.

[0038] Die Verdrängersteuerung 30 weist eine Hydromaschine 31 auf. Sie kann dabei derart ausgelegt sein, dass sie ein großes Hubvolumen und eine geringe Trägheit aufweist. Ferner weist die Hydromaschine 31 zwei Anschlüsse A1, A2 auf, über die vorzugsweise jeweils Druckmittel zuführbar und abführbar ist.

[0039] Fig. 2 zeigt eine Hydraulikschaltung 10 des hydraulisch verstellbaren Ziehkissens 1 gemäß einer ersten Ausführungsform.

[0040] Ähnlich wie vorstehend anhand Fig. 1 erläutert ist gemäß Fig. 2 die Kolbenkammer 23 über den ersten Zweig Z1, der die beiden sicherheitsbezogenen Wegeventile 70 und 71 und die Ventilsteuerung 40 mit dem proportional verstellbaren 4/3-Wegevorsteuerventil 41 enthält, mit der hydraulischen Verdrängersteuerung 30 verbindbar oder von dieser trennbar. Ferner ist die Ringkammer 22 über einen zum ersten Zweig Z1 parallel vorgesehen dritten Zweig Z3 und über die Ventilsteuerung 40 mit der hydraulischen Verdrängersteuerung 30 verbindbar oder von dieser trennbar. Ferner ist wie vorstehend anhand Fig. 1 erläutert an den ersten Zweig Z1 zwischen der Kolbenkammer 23 und dem Wegeventil 70 ein vierter Zweig Z4 angeschlossen, der den ersten Zweig Z1 über das Druckbegrenzungsventil 75 mit dem Tank T verbindet.

[0041] Das proportional verstellbare 4/3-Wegevorsteuerventil 41, hier ein vorgesteuertes proportionales 4/3-Wegeventil mit integrierter Elektronik (OBE) und Positionsrückführung, weist den vorstehend genannten Ventilschieber auf, der in der ersten Schieberposition beide Kammern 22 und 23 von der Verdrängersteuerung 30 trennt. In der zweiten Schieberposition verbindet der Ventilschieber die Kolbenkammer 23 über den ersten Zweig Z1 mit der Verdrängersteuerung 30 und die Ringkammer 22 über den dritten Zweig Z3 und den vierten Zweig Z4 mit dem Tank T. Demgegenüber verbindet der Ventilschieber in der dritten Schieberposition die Ringkammer 22 über den dritten Zweig Z3 mit der Verdrängersteuerung 30 und die Kolbenkammer 23 über den ersten Zweig Z1 und den vierten Zweig Z4 mit dem Tank T.

[0042] Ein fünfter Zweig Z5 ist an den ersten Zweig Z1 zwischen den beiden sicherheitsbezogenen 2/2-Wegeventilen 70 und 71, an den dritten Zweig Z3 zwischen der Ringkammer 22 und der Ventilsteuerung 40, an den vierten Zweig zwischen dem Druckbegrenzungsventil 74 und dem Tank T und an einen später beschriebenen Steuerzweig S angeschlossen. Im fünften Zweig Z5 ist eine Ventilsteuerung 80 mit einem direktgesteuerten 4/3-Wegeventil 81 angeordnet. Das direktgesteuerte 4/3-Wegeventil 81 weist einen Ventilschieber auf, der in einer ersten Schieberposition den ersten Zweig Z1, den dritten Zweig Z3, den vierten Zweig Z4 und den Steuerzweig S trennt. In einer zweiten Schieberposition verbindet der Ventilschieber des direktgesteuerten 4/3-Wegeventils

81 die Kolbenkammer 23 über den ersten Zweig Z1 mit dem Steuerzweig S und die Ringkammer 22 über den dritten Zweig Z3 und den vierten Zweig Z4 mit dem Tank T. Demgegenüber verbindet der Ventilschieber des direktgesteuerten 4/3-Wegeventils 81 in einer dritten Schieberposition die Kolbenkammer 23 über den ersten Zweig Z1 und den vierten Zweig Z4 mit dem Tank T und die Ringkammer 22 über den dritten Zweig Z3 mit dem Steuerzweig S.

[0043] Gemäß Fig. 2 ist in der Hydraulikschaltung 10 ferner der zweite Zweig Z2 vorgesehen, der die Verdrängersteuerung 30 mit dem Druckbegrenzungsventil 50 verbindet. In einem Abschnitt des zweiten Zweigs Z2, der an den ersten Zweig Z1 zwischen der Ventilsteuerung 40 und dem Wegeventil 71 angeschlossen ist, ist dabei das Rückschlagventil 73 angeordnet, das einen Strom vom zweiten Zweig Z2 in den ersten Zweig Z1 sperrt.

[0044] Im zweiten Zweig Z2 ist ein weiteres Rückschlagventil 72 zwischen der Verdrängersteuerung 30 und dem Druckbegrenzungsventil 50 angeordnet, das einen Strom vom Druckbegrenzungsventils 50 zur Verdrängersteuerung 30 sperrt.

[0045] Das Druckbegrenzungsventil 50 ist hier ein verstellbares vorgesteuertes Druckbegrenzungsventil, das eine Hauptstufe 51, eine Steuerkammer 52, über die ein Druck zum Öffnen der Hauptstufe 51 einstellbar ist, und ein Druckbegrenzungsventil 53 umfasst.

[0046] An den zweiten Zweig Z2 ist der vorstehend genannte Steuerzweig S über ein Rückschlagventil 77 angeschlossen, das in Richtung des zweiten Zweigs Z2 sperrt. Der Steuerzweig S verbindet den zweiten Zweig Z2 mit der Steuerkammer 52 und, über das Druckbegrenzungsventil 53, den zweiten Zweig Z2 mit dem vorgesteuerten proportionalen 4/3-Wegevorsteuerventil 41 der Ventilsteuerung 40, mit dem direktgesteuerten 4/3-Wegeventil 81 und einer externen Rücklaufleitung SL. Das Druckbegrenzungsventil 53 begrenzt den Druck im Steuerzweig S.

[0047] Die Verdrängersteuerung 30 in dieser Ausführungsform weist als Hydromaschine 31 eine verstellbare Pumpe auf, die im 1-Quadranten- Betrieb (oder im nicht gezeigten 4-Quadranten- Betrieb) einsetzbar und durch einen positionsgeregelten drehzahlvariablen Antrieb bzw. Elektromotor 32 mit einer kleinen Drehzahl antreibbar ist. Bei diesem handelt es sich beispielsweise um einen Torquemotor mit einer geringen Trägheit. Des Weiteren kann dieser derart ausgelegt sein, dass er mit einer geringen Drehzahl einsetzbar ist. Durch die geringe Trägheit und den geringen Drehzahlen weist der Torquemotor somit eine hohe Dynamik auf. Die Kombination des Elektromotors 32 mit der Hydromaschine 31, welche entsprechend der vorbeschriebenen Weise ausgelegt sind, führt zu einer Verdrängersteuerung, mit der innerhalb kürzester Zeit hohe Volumenströme umgesetzt werden können, womit der Kolben 21 des Zylinders 20 mit einer hohen Geschwindigkeit aus- und einfahrbar ist und schnelle Richtungsänderungen des Kolbens 21 erfolgen

können oder schnell ein hoher Druck im zweiten Zweig Z2 aufgebaut und zuverlässig aufrechterhalten werden kann. Ferner weist die Verdrängersteuerung 30 eine fernsteuerbare proportionale Druckbegrenzung 33 auf, die ein Hubvolumen der Pumpe über die mechanische Pumpensteuerung MPS ihrem aktuellen Verbrauch anpasst, sodass ein vorgegebener Druck im zweiten Zweig Z2 konstant gehalten werden kann.

[0048] Der Anschluss A1 der Hydromaschine 31 ist mit der Hydraulikschaltung 10 und der Anschluss A2 über einen Strömungspfad mit einem Tank, beispielsweise dem Tank T verbunden, so dass die Hydromaschine 31 am Anschluss A2 ein Druckmittel aus dem Tank T ziehen und durch am Anschluss A1 in die Hydraulikschaltung 10 fördern kann. Auf der anderen Seite ist es möglich, dass die die Hydromaschine 31 durch den Anschluss A1 Druckmittel aus der Hydraulikschaltung 10 aufnimmt und durch den Anschluss A2 in den Tank T ablässt.

[0049] Fig. 3 zeigt eine Hydraulikschaltung 10 des hydraulisch verstellbaren Ziehkissens 1 gemäß einer zweiten Ausführungsform. Die Hydraulikschaltung 10 gemäß der zweiten Ausführungsform unterscheidet sich von der Hydraulikschaltung 10 gemäß der ersten Ausführungsform darin, dass das Rückschlagventil 72 nicht vorgesehen ist und somit Druckmittel vom Druckbegrenzungsventils 50 zur Verdrängersteuerung 30 fließen kann.

[0050] Die Verdrängersteuerung 30 in dieser Ausführungsform weist als Hydromaschine 31 eine verstellbare Pumpe auf, die im 2- Quadranten- Betrieb (oder im nicht gezeigten 4-Quadranten- Betrieb) einsetzbar und durch einen positionsgeregelten drehzahlvariablen Antrieb bzw. Elektromotor 32 mit einer Drehzahl antreibbar ist. Bei diesem handelt es sich beispielsweise um einen Torquemotor mit einer geringen Trägheit. Des Weiteren kann dieser derart ausgelegt sein, dass er mit einer geringen Drehzahl einsetzbar ist. Durch die geringe Trägheit und den geringen Drehzahlen weist der Torquemotor somit eine hohe Dynamik auf. Die Kombination des Elektromotors 32 mit der Hydromaschine 31, welche entsprechend der vorbeschriebenen Weise ausgelegt sind, führt zu einer Verdrängersteuerung, mit der innerhalb kürzester Zeit hohe Volumenströme umgesetzt werden können, womit der Kolben 21 des Zylinders 20 mit einer hohen Geschwindigkeit aus- und einfahrbar ist und schnelle Richtungsänderungen des Kolbens 21 erfolgen können oder schnell ein hoher Druck im zweiten Zweig Z2 aufgebaut und zuverlässig aufrechterhalten werden kann. Ferner weist die Verdrängersteuerung 30 eine fernsteuerbare proportionale Volumenstromregelung 33 auf, die ein Hubvolumen der Pumpe über die elektrische Pumpensteuerung EPS ihrem aktuellen Verbrauch anpasst, sodass ein vorgegebener Druck im zweiten Zweig Z2 konstant gehalten werden kann.

[0051] Der Anschluss A1 der Hydromaschine 31 ist mit der Hydraulikschaltung 10 und der Anschluss A2 über einen Strömungspfad mit einem Tank, beispielsweise dem Tank T verbunden, so dass die Hydromaschine 31 am Anschluss A2 ein Druckmittel aus dem Tank T ziehen

und durch am Anschluss A1 in die Hydraulikschaltung 10 fördern kann. Auf der anderen Seite ist es möglich, dass die Hydromaschine 31 durch den Anschluss A1 Druckmittel aus der Hydraulikschaltung 10 aufnimmt und durch den Anschluss A2 in den Tank T ablässt.

[0052] Fig. 4 zeigt eine Hydraulikschaltung 10 des hydraulisch verstellbaren Ziehkissens 1 gemäß einer dritten Ausführungsform. Bei dieser Ausführungsform ist die Hydromaschine 31 eine Pumpe mit Servomotor und Anflanschblock, die im 4-Quadranten Betrieb betreibbar ist. Die in sicherheitsbezogenen 2/2-Wegeventile 70 und 71 sind in dieser Ausführungsform als steuerbare Blockeinbauventile ausgeführt und es ist ein weiteres schaltbares Druckbegrenzungsventil 76 vorgesehen. Dieses halbgeschlossene Konzept soll vorzugsweise in Servohydraulischen Pressen Anwendung finden.

[0053] Im Folgenden werden anhand Fig. 5 beispielhafte Verfahren zum Steuern eines Ziehkissens 1 gemäß der in Fig. 2 bis 4 gezeigten ersten bis dritten Ausführungsformen in einem Ziehvorgang erläutert. Wie vorstehend erläutert wird das Ziehkissen 1 vorzugsweise in hydraulischen Pressen sowie Servopressen in der Karosseriefertigung verwendet.

[0054] Im Diagramm a) in Fig. 5 ist eine (Höhen-)Position x über eine Zeit t abgebildet. Die Kennlinie 100 zeigt dabei die Position des erfindungsgemäßen Ziehkissens 1 in einer Presse und die darüber liegende Kennlinie 200 die Position eines Stößels 2.

[0055] Das Diagramm b) in Fig. 5 zeigt den Verlauf eines Drucks P über eine Zeit t , der in der Hydraulikschaltung 10 des erfindungsgemäßen Ziehkissens 1 an der Hauptstufe 51 des Druckbegrenzungsventils 50 und in der Kolbenkammer 23 auftritt. Demgegenüber zeigt das Diagramm c) in Fig. 5 den Verlauf eines Drucks P über eine Zeit t , der in einer Hydraulikschaltung eines aus dem Stand der Technik bekannten Ziehkissens an einem in seiner Funktion dem Druckbegrenzungsventil 50 äquivalenten Druckbegrenzungsventil und einer Kolbenkammer eines Ziehkissen-Hydrozylinders auftritt. Wie vorstehend erläutert begrenzt das Druckbegrenzungsventil 50 den Druck in der Hydraulikschaltung 10, genauer gesagt im zweiten Zweig Z2, der durch ein Verdrängen von Druckmittel aus der Kolbenkammer 23 durch die im Ziehvorgang vom Stößel 2 auf das Ziehkissen 1 ausgeübte Ziehkraft im zweiten Zweig Z2 auftritt.

[0056] Demzufolge zeigen die Diagramme a) bis c) in Fig. 5 den Verlauf eines Drucks in einem Ziehkissen-Hydrozylinder gegenüber der Positionen von Stößel und Ziehkissen über den Verlauf eines Ziehvorgangs, in dem eine Ziehteil zwischen Stößel und Ziehkissen eingespannt und durch die vom Stößel auf das Ziehkissen ausgeübte Ziehkraft umgeformt wird.

[0057] Zu einem Zeitpunkt t_0 befinden sich sowohl der Stößel 2 als auch das Ziehkissen 1 in einer Ausgangsposition in der höchsten bzw. niedrigsten Position, in der z. B. ein umzuformendes Ziehteil eingespannt entnommen bzw. eingeführt werden kann.

[0058] Zu einem Zeitpunkt t_1 wird die Presse in Betrieb

genommen und der Stößel 2 und das Ziehkissen 1 aufeinander zubewegt. Dies wird z. B. dadurch erreicht, dass der Ventilschieber des proportional verstellbaren 4/3-Wegevorsteuerventil 41 in die zweite Schieberposition geschaltet wird, wobei eine Verbindung zwischen der Hydromaschine 31 der Verdrängersteuerung 30 und der Kolbenkammer 23 über den ersten Zweig Z1 geschaffen wird, und die Hydromaschine 31 so angesteuert wird, dass sie Druckmittel aus dem Tank T in die Kolbenkammer 23 fördert, wodurch der Kolben 21 ausgefahren und das Ziehkissen 1 angehoben wird. Der Kolben 21 kann dabei hydraulisch oder servomotorisch angetrieben sein.

[0059] Gemäß dem Diagramm a) in Fig. 5 stoppt die Bewegung des Ziehkissens 1 kurz vor einem Zeitpunkt t_2 , wohingegen sich der Stößel 2 weiter auf das Ziehkissen 1 zubewegt.

[0060] Gemäß dem Diagramm b) in Fig. 5 wird von einem Zeitpunkt t_2 zu einem Zeitpunkt t_3 , zu denen sich wie in Diagramm a) gezeigt der Stößel 2 und das Ziehkissen 1 noch aufeinander zubewegen, der Druck im zweiten Zweig Z2 von einem Ausgangsdruck auf einen vorgegebenen Vorspanndruck pp angehoben. Dies wird dadurch erreicht, dass die Hydromaschine 31 der Verdrängersteuerung 30 so angesteuert wird, dass sie Druckmittel aus dem Tank T in den zweiten Zweig Z2 fördert und sich somit der Vorspanndruck pp aufbauen kann. Dabei kann die fernsteuerbare Druckbegrenzung 33 den Druck im zweiten Zweig Z2 erfassen und das Hubvolumen der Hydromaschine 31 dementsprechend so anpassen, dass der vorgegebene Vorspanndruck pp im zweiten Zweig Z2 konstant gehalten werden kann. Der Vorspanndruck pp ist dabei so eingestellt, dass er ein Voröffnen der Hauptstufe 51 des Druckbegrenzungsventils 50 und ein Vorspannen der Steuerkammer 52 des Druckbegrenzungsventils 50 bewirkt. Ferner kann er so eingestellt sein, dass er direkt einem später beschriebenen Ziehdruck pd entspricht und ein Öffnen des Druckbegrenzungsventils 50 bewirkt. Ferner bewirkt der der Vorspanndruck pp . Demgegenüber wird, wie in Diagramm c) in Fig. 5 gezeigt, zu diesen Zeitpunkten ein aus dem Stand der Technik bekannten Ziehkissen nicht mit Druck vorgespannt.

[0061] Gemäß dem Diagramm a) in Fig. 5 stoppt die Bewegung des Ziehkissens 1 kurz vor einem Zeitpunkt t_4 , wohingegen sich der Stößel 2 weiter auf das Ziehkissen 1 zubewegt. Zu einem Zeitpunkt t_4 trifft der Stößel 2 auf das Ziehkissen 1 auf und bewirkt eine Verschiebung desselben bis zu einem Zeitpunkt t_5 .

[0062] Durch das Auftreffen des Stößels 2 auf das Ziehkissen 1 wird der Kolben 21 durch die vom Stößel 2 ausgeübte Presskraft eingefahren, verdrängt Druckmittel aus der Kolbenkammer 23 und fördert es zum Druckbegrenzungsventil 50. Gemäß dem Diagramm b) in Fig. 5 wird dadurch der Druck an der Hauptstufe 51 des Druckbegrenzungsventils 50 und in der Kolbenkammer 23 vom Vorspanndruck pp auf den vorgegeben Ziehdruck pd gesteigert. Der vorgegeben Ziehdruck pd be-

wirkt, dass sich die Hauptstufe 51 des vorgesteuerten Druckbegrenzungsventils 50 vollständig arbeitsgemäß öffnet und Druckmittel aus dem Hydraulikschaltung 10 in den Tank T entweichen kann. Da zum Zeitpunkt t4 durch den Vorspanndruck pp die Hauptstufe 51 des Druckbegrenzungsventils 50 vorgeöffnet, die Steuerkammer 52 des Druckbegrenzungsventils 50 vorgespannt und die Druckdifferenz zwischen Vorspanndruck pp und Ziehdruck pd gering ist, kommt es nicht zu einem Überspringen der Hauptstufe. Ferner wird zum Zeitpunkt t4 die Hydromaschine 31 so angesteuert, dass sie das Fördern von Druckmittel in den zweiten Zweig Z2 einstellt.

[0063] Demgegenüber kommt es gemäß dem Diagramm c) in Fig. 5 zum Zeitpunkt t4 auf die vorstehend beschriebene Weise zu einem starken Druckanstieg am vorgesteuerten Druckbegrenzungsventil des aus dem Stand der Technik bekannten Ziehkissens. Im gezeigten Beispiel kommt es nach dem Aufbau eines Steuerdrucks in der Steuerkammer zu einem Schließen der Hauptstufe des Druckbegrenzungsventils, was zu einer Druckspitze führt. Anschließend schwingt die Hauptstufe um den Ziehdruck pd bis zum Zeitpunkt t5, wodurch der beabsichtigte Ziehdruck pd nur unzureichend erreicht werden kann.

[0064] Gemäß dem Diagramm a) in Fig. 5 erreicht der Stößel 2 zum Zeitpunkt t5 seinen Totpunkt UT, also seinen konstruktions- oder verfahrensbedingten Tiefpunkt, wodurch seine Bewegung sowie auch die Positionsverschiebung des Ziehkissens 1 gestoppt wird. Gemäß Diagramm c) in Fig. 5 kommt es daher am Druckbegrenzungsventil und in der Kolbenkammer des aus dem Stand der Technik bekannten Ziehkissens zu einer progressiven Abnahme des Ziehdrucks aufgrund von bedingten Leakage (minimaler Volumenstrom zum Tank) durch Fertigungstoleranzen vom Hydrozylinder und der Ventile, was schließlich zu einer Verkürzung eines Härteverfahrens bzw. einer plastischen Verformung des umzuformenden Ziehteils führt.

[0065] Um dies zu umgehen wird, wie in Diagramm b) in Fig. 5 gezeigt, der Ziehdruck pd vom Zeitpunkt t5 bis zu einem Zeitpunkt t6 aufrechtgehalten. Dies wird dadurch erreicht, dass zum Zeitpunkt t5 die Hydromaschine 31 so angesteuert wird, dass sie wie vorstehend erläutert Druckmittel aus dem Tank T in den zweiten Zweig Z2 fördert und den Förderstrom mithilfe der fernsteuerbare Druckbegrenzung 33 so einstellt, dass der Ziehdruck pd konstant gehalten werden kann. Somit kann sichergestellt werden, dass das umzuformende Ziehteils adäquat gehärtet bzw. plastische verformt wird.

[0066] Gemäß dem Diagramm a) in Fig. 5 wird der Ziehvorgang zum Zeitpunkt t6 beendet, indem das Ziehkissen 1 in die Ausgangsposition gefahren wird. Dies wird z. B. dadurch erreicht, dass der Ventilschieber des proportional verstellbaren 4/3-Wegevorsteuerventil 41 in die dritte Schieberposition geschaltet wird, wobei eine Verbindung zwischen der Hydromaschine 31 der Verdrängersteuerung 30 und der Ringkammer 22 über den drit-

ten Zweig Z3 geschaffen wird, und durch die Gewichtskraft des Ziehkissens 1 oder durch Fördern von Druckmittel durch die Hydromaschine 31 aus dem Tank T in die Ringkammer 22 der Kolben 21 eingefahren und das Ziehkissen 1 gesenkt wird. Anschließend kann auch der Stößel 2 in seine Ausgangsposition zurückgesetzt werden.

[0067] Gemäß den Diagramm b) und c) in Fig. 5 wird dadurch zum Zeitpunkt t6 der Druck auf den Ausgangsdruck gesenkt.

[0068] Im vorstehend erläuterten Verfahren ist es bei den in den Fig. 3 und 4 gezeigten zweiten und dritten Ausführungsform überdies möglich, einen zusätzlichen Rekuperationsschritt auszuführen, um während des Ziehvorgangs Energie zurückzugewinnen und diese beispielsweise in das Netz bzw. in einen Zwischenkreis zurückzuspeisen.

[0069] Dazu wird beispielsweise vom Zeitpunkt t4, zu dem der Ziehvorgang begonnen hat, bis zum Zeitpunkt t5, an dem der Totpunkt UT erreicht ist, die Hydromaschine 31 so angesteuert, dass sie vom Kolben 21 aus der Kolbenkammer 23 verdrängtes Druckmittel ablässt und einen Volumenstrom des abzulassenden Druckmittels der durch den Positionssensor 3 erfassten Position des Stößels 2 entsprechend einstellt. Der so eingestellte Volumenstrom des durch den Kolben 21 bewegten Druckmittels wird von der Hydromaschine 31, die hier z. B. ein positionsgeregelter drehzahlvariabler Antrieb sein kann, der im 2-Quadranten oder 4-Quadranten Betrieb betreibbar ist, aufgenommen und dadurch der Antrieb in einem Generatorbetrieb betrieben, um elektrische Energie zu erzeugen und diese ins Netz zurückzuspeisen. Der verbleibende Restvolumenstrom des Druckmittels wird über die Hauptstufe 51 des Druckbegrenzungsventil 50 geleitet

[0070] Nachfolgend wird anhand Fig. 5 ein beispielhafter Rekuperationsschritt erläutert.

[0071] So z. B. stellt die Verdrängersteuerung 30 bei einer Stößelposition von 80 %, an der sich der Stößel 2 beispielsweise zum Zeitpunkt t4 befindet, zunächst den Volumenstrom des durch die Hydromaschine 31 abzulassenden Druckmittels kurzzeitig auf einen kleinen Wert, z.B. bis 20% eines über die Hauptstufe 51 des Druckbegrenzungsventils 50 und die Hydromaschine 31 abzulassenden Gesamtvolumenstroms, damit wie in Diagramm b) in Fig. 5 gezeigt der Vorspanndruck pp schnell auf den Ziehdruck pd gesteigert werden kann. Sobald der Ziehdruck pd erreicht ist, z. B. an einer Stößelposition von 82 %, stellt Verdrängersteuerung 30 den abzulassenden Druckmittelvolumenstrom an der Hydromaschine 31 auf einen hohen Wert ein, z. B. z. B. 90 % des abzulassenden Gesamtvolumenstroms, da sich wie in Diagramm b) in Fig. 5 gezeigt der Stößel 2 und das Ziehkissen 1 an dieser Position schnell bewegen, wodurch der abzulassende Gesamtvolumenstrom groß ist und nur ein kleiner Teil davon ausreicht, die Hauptstufe 51 offen zu halten und somit den Ziehdruck aufrechtzuhalten. Ab einer Stößelposition von z. B. 92 %, an der sich der Stößel

2 und das Ziehkissen 1 immer mehr verlangsamen und somit der abzulassende Gesamtvolumenstrom abnimmt, verringert die Verdrängersteuerung 30 den über den abzulassenden Druckmittelvolumenstrom der Stößelposition an der Hydromaschine 31 entsprechend sukzessive, bis sie bei einer Stößelposition von 100 % der den über die Hydromaschine 31 abzulassenden Druckmittelvolumenstrom ganz einstellt.

Bezugszeichenliste

[0072]

1	Ziehkissen	
2	Stößel	15
3	Positionssensor	
10	Hydraulikschiene	
20	Hydrozylinder	
21	Kolben	
22	Ringkammer	20
23	Kolbenkammer	
30	Verdrängersteuerung	
31	Hydromaschine	
32	drehzahlvariabler Antrieb	
33	fernsteuerbare Druckbegrenzung	25
34	fernsteuerbare Volumenstromregelung	
40	Ventilsteuerung	
41	4/3-Wegevorsteuerventil	
50	Druckbegrenzungsventil	
51	Hauptstufe	30
52	Steuerkammer	
53, 74, 75, 76	Druckbegrenzungsventil	
70, 71	sicherheitsbezogenes 2/2 Wegeventil	
72, 73, 77	Rückschlagventil	
80	Ventilsteuerung	35
81	4/3-Wegeventil	
100	Positionskennlinie des Ziehkissens	
200	Positionskennlinie des Stößels	
A1, A2	Anschluss	
S	Steuerzweig	40
SL	Rücklaufleitung	
T	Tank	
Z1-Z5	erster bis fünfter Zweig	
pp	Vorspanndruck	
pd	Ziehdruck	45
UT	Unterer Totpunkt	

Patentansprüche

1. Hydraulisch verstellbares Ziehkissen für eine Presse, wobei die Presse einen Stößel (2) aufweist, der bei Betrieb der Presse in Richtung des Ziehkissens (1) hin- und wegführbar ist, wobei das Ziehkissen (1) wenigstens einen hydraulischen Verdränger (20) aufweist, der über einen hydraulischen Zweig mit einer verstellbaren Hydromaschine (31) fluidisch verbunden ist, über den Druckmittel zum Verdränger

(20) zuführbar ist und/oder vom Verdränger (20) abführbar ist, um eine Stellbewegung und/oder Stellung des Ziehkissens (1) zu steuern, wobei in dem hydraulischen Zweig ein Druckbegrenzungsventil (50) zum Einstellen des Ziehdrucks angeordnet ist.

2. Ziehkissen nach Anspruch 1, wobei nach Beginn des Ziehvorgangs über die Hydromaschine ein Teil des vom Verdränger (20) verdrängten Druckmittels abgelassen ist, um Energie zu rekuperieren, und der andere Teil des Druckmittels über das Druckbegrenzungsventil (50) abgelassen ist, um den Ziehdruck aufrecht zu erhalten.

3. Ziehkissen nach Anspruch 2, wobei die Hydromaschine (31) beim Ablassen von Druckmittel über eine Mengenvorgabe gesteuert ist.

4. Ziehkissen nach Anspruch 3, wobei die Mengenvorgabe aus der Position des Stößels (2) über ein entsprechendes Mittel ermittelt ist.

5. Ziehkissen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei im Betrieb der Presse und vor Beginn eines Ziehvorgangs, in dem zwischen dem Stößel (2) und dem Ziehkissen (1) ein Ziehteil eingespannt ist und der Stößel (2) auf das Ziehkissen eine Presskraft ausübt, die verstellbare Hydromaschine (31) und/oder das Druckbegrenzungsventil (50), das steuerbar ist, derart ansteuerbar ist/sind, dass die Hydromaschine (31) Druckmittel in den hydraulischen Zweig derart fördert, dass dieser mit einem Vorspanndruck vorgespannt ist.

6. Ziehkissen nach Anspruch 5, wobei das Druckbegrenzungsventil (50) derart angesteuert ist, dass vor dem Auftreffen des Stößels (2) auf das Ziehkissen (1) das Druckbegrenzungsventil (50) vorgeöffnet ist.

7. Ziehkissen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Verdränger (20) mit dem hydraulischen Zweig über ein in Strömungsrichtung weg vom Verdränger sich öffnendes Rückschlagventil (73) verbunden ist.

8. Ziehkissen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei beim Ziehvorgang im Endbereich des Ziehwegs über die Hydromaschine (31) Druckmittel in den Zweig zugeführt ist, um einen gleichmäßigen Ziehdruck aufrecht zu erhalten.

9. Ziehkissen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Hydromaschine (31) eine Verstellhydromaschine und/oder eine drehzahlvariabel gesteuerte Hydromaschine ist.

10. Ziehkissen nach einem der vorhergehenden An-

sprüche, wobei ein erster hydraulischer Zweig vorgesehen ist, der fluidisch parallel zum hydraulischen Zweig ausgebildet ist, wobei der hydraulische Zweig ein zweiter Zweig ist, wobei im ersten hydraulischen Zweig ein Ventil (40) vorgesehen ist, um Stellbewegungen des Ziehkissens (1) zu steuern.

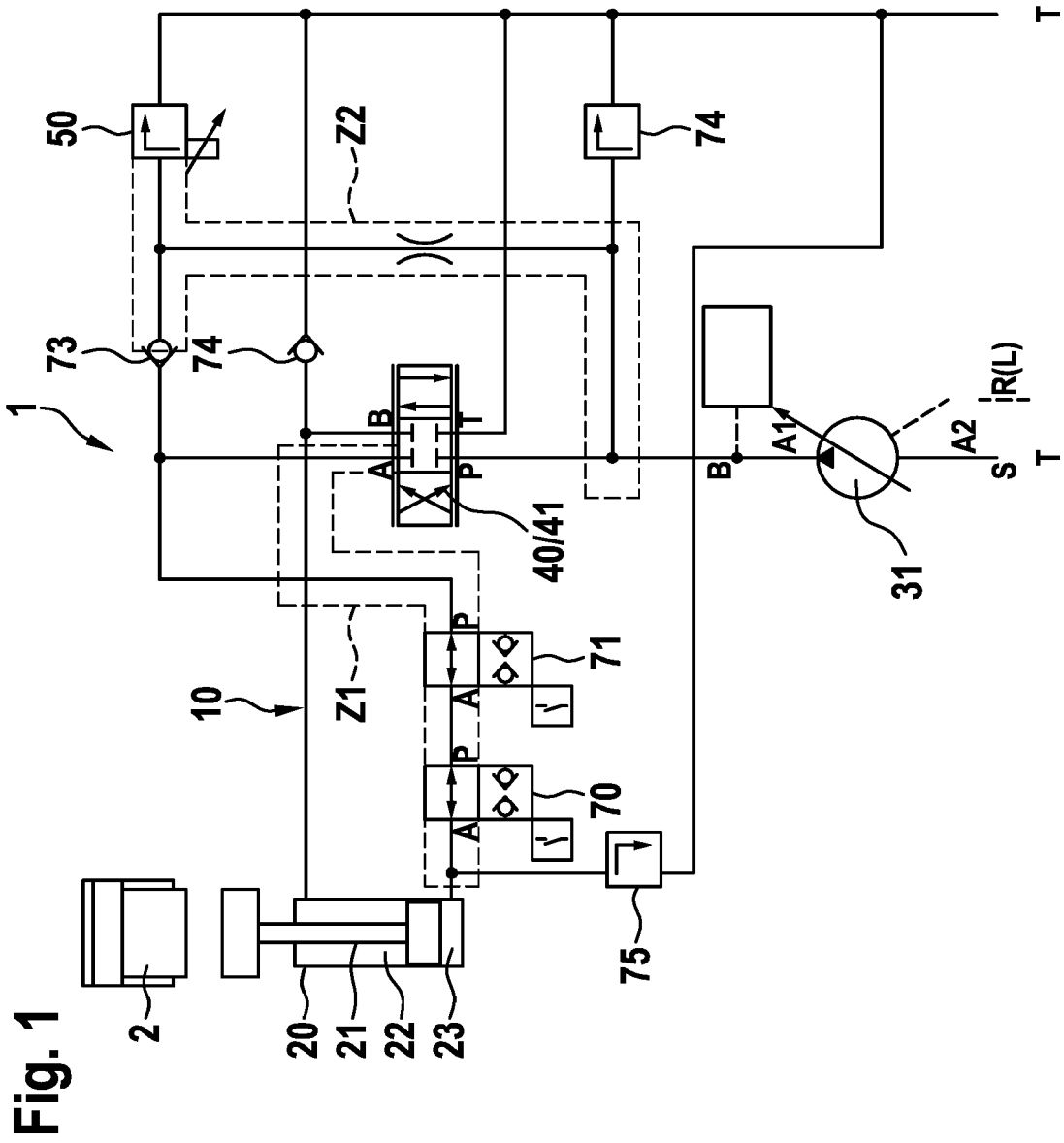
11. Ziehkissen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Hydromaschine (31) mit einem elektrischen Antrieb im Generatorbetrieb verbunden ist, um die rekuperierte Energie in das Netz oder in den Zwischenkreis zurückzuspeisen. 5
12. Ziehkissen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Druckbegrenzungsventil (50) eine Hauptstufe (51) hat, die von einem Druckbegrenzungsventil (53) als Vorstufe vorgesteuert ist. 10
13. Verfahren zum Steuern eines hydraulisch verstellbares Ziehkissens (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit den folgenden Schritten: 20

- Fördern von Druckmittel durch die verstellbare Hydromaschine (31) in den zweiten hydraulischen Zweig (Z1) vor Beginn des Ziehvorgangs, wenn die Presse betrieben wird und der Stößel (2) noch nicht in Kontakt mit dem Ziehkissen (1) ist, um den zweiten hydraulischen Zweig (Z2) mit einem Druck vorzuspannen, 25
- Einstellen des Drucks auf einen Vorspanndruck (pp), der eine Voröffnung des Druckbegrenzungsventils (50) bewirkt, indem der von der verstellbaren Hydromaschine (31) geförderten Strom von Druckmittel gesteuert wird, und 30
- Aufrechterhalten des Vorspanndrucks (pp) durch den durch die verstellbare Hydromaschine (31) geförderten Strom von Druckmittel in den zweiten hydraulischen Zweig bis zu einem Zeitpunkt, zu dem der Stößel (2) mit dem Ziehkissen (1) in Kontakt kommt. 35 40

14. Verfahren zum Steuern eines hydraulisch verstellbares Ziehkissens (1) nach Anspruch 13, das die folgenden Schritte umfasst: 45
- Erfassen des Drucks im zweiten hydraulischen Zweig (Z2) während des Ziehvorgangs mit geeigneten Mitteln (3), und
- Fördern von Druckmittel durch die verstellbare Hydromaschine (31) in den zweiten hydraulischen Zweig (Z2) während des Ziehvorgangs, wenn der Druck im zweiten hydraulischen Zweig (Z2) unter den Ziehdruck (pd) fällt, um im zweiten hydraulischen Zweig (Z2) den Ziehdruck (pd) aufrechtzuhalten 50 55
15. Verfahren zum Steuern eines hydraulisch verstellbares Ziehkissens (1) nach Anspruch 13 oder 14,

das die folgenden Schritte umfasst:

- Ablassen von Druckmittel aus dem zweiten hydraulischen Zweig (Z2) über die verstellbare Hydromaschine (31), nachdem mit dem Ziehvorgang begonnen wurde,
- Antreiben der verstellbaren Hydromaschine (31) über den Strom des abgelassenen Druckmittels, wobei die Hydromaschine (31) hierbei als Hydromotor wirkt und einen elektrischen Antrieb im Generatorbetrieb zur Rekuperation von Energie antreibt, und
- Einstellen des Volumenstroms des über die verstellbare Hydromaschine (31) aus dem zweiten Zweig (Z2) abzulassenden Druckmittels in Abhängigkeit einer Position des Stößels, die über geeignet Mittel (3) ermittelt wird.



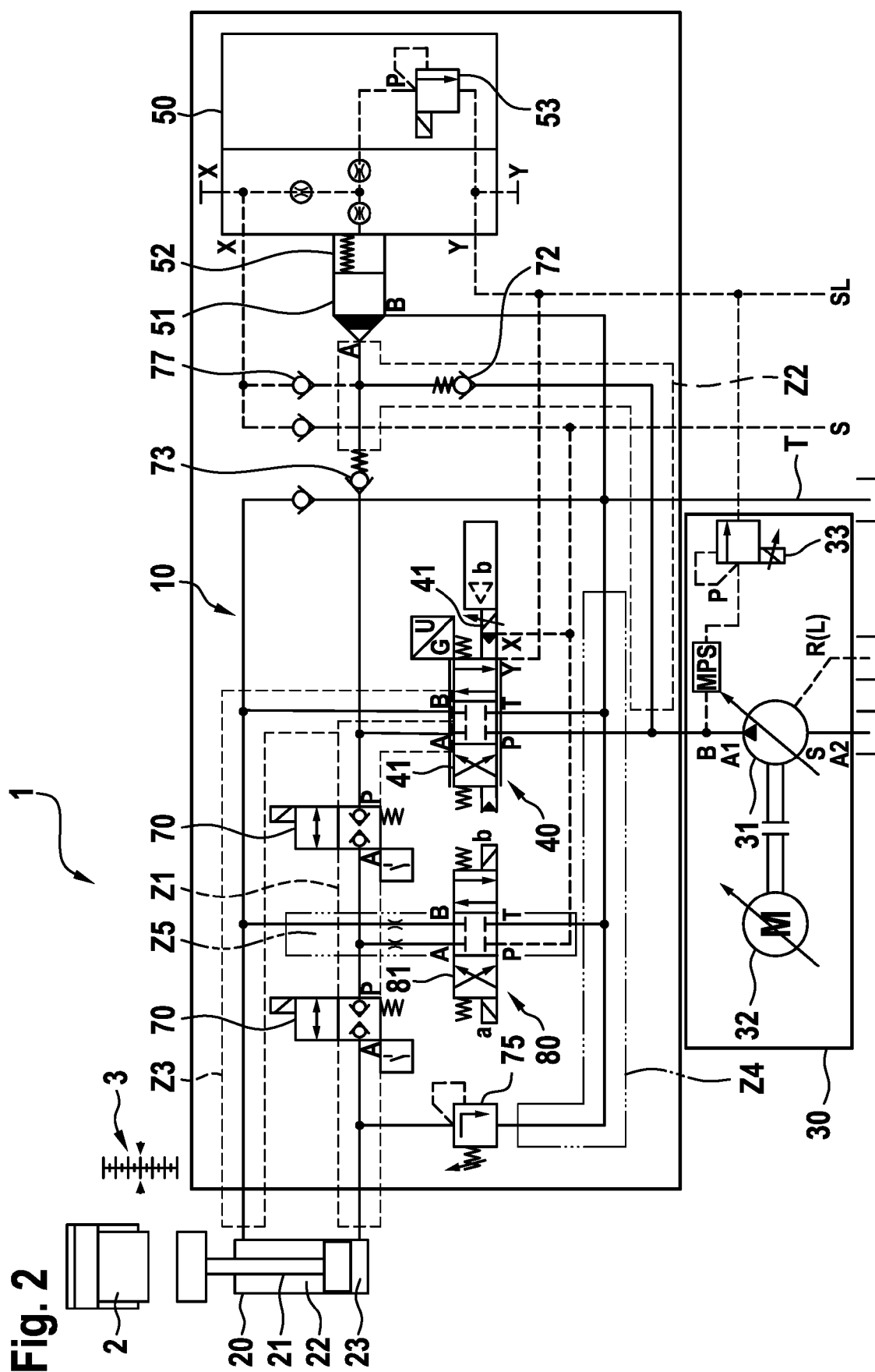
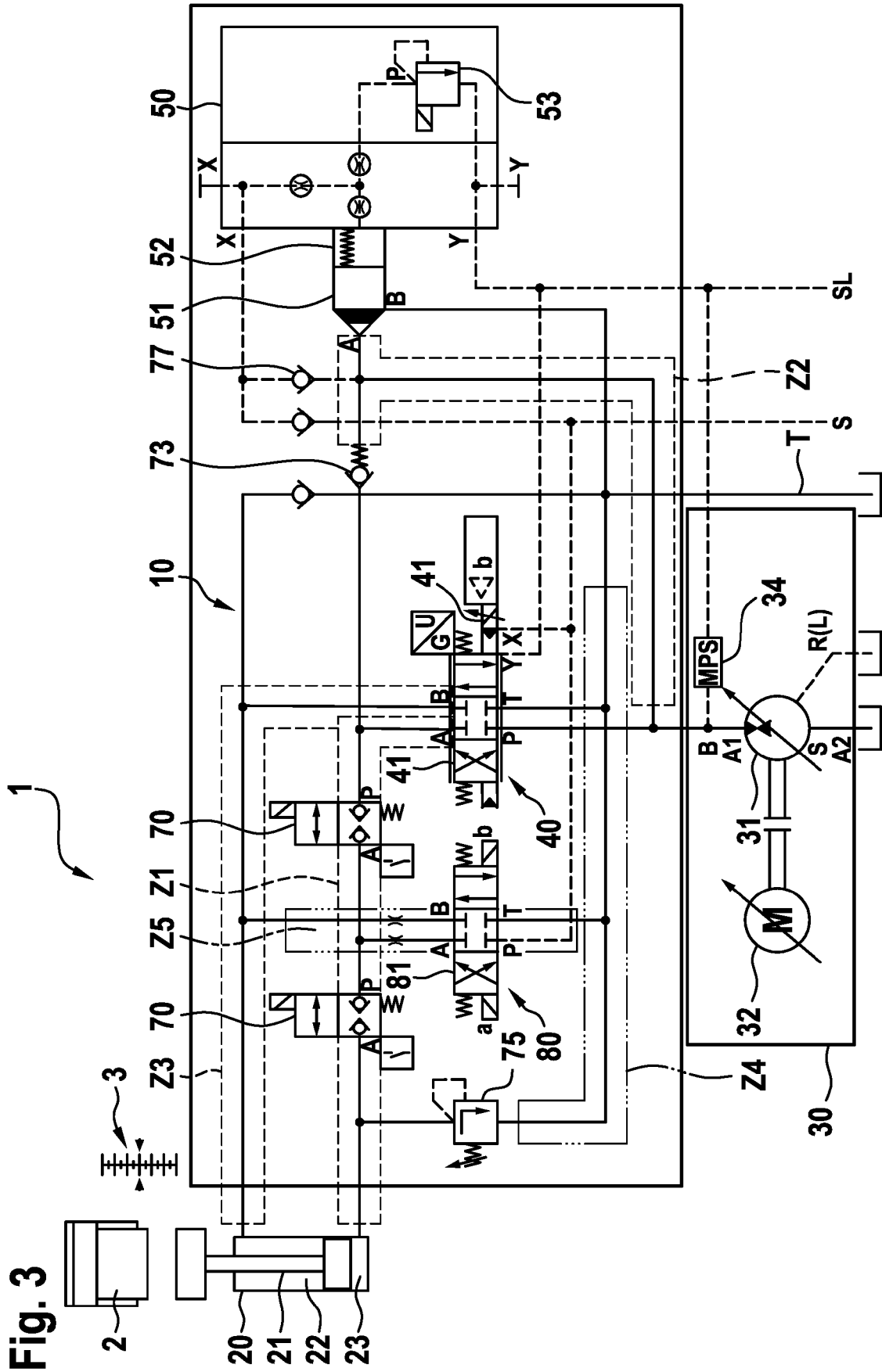
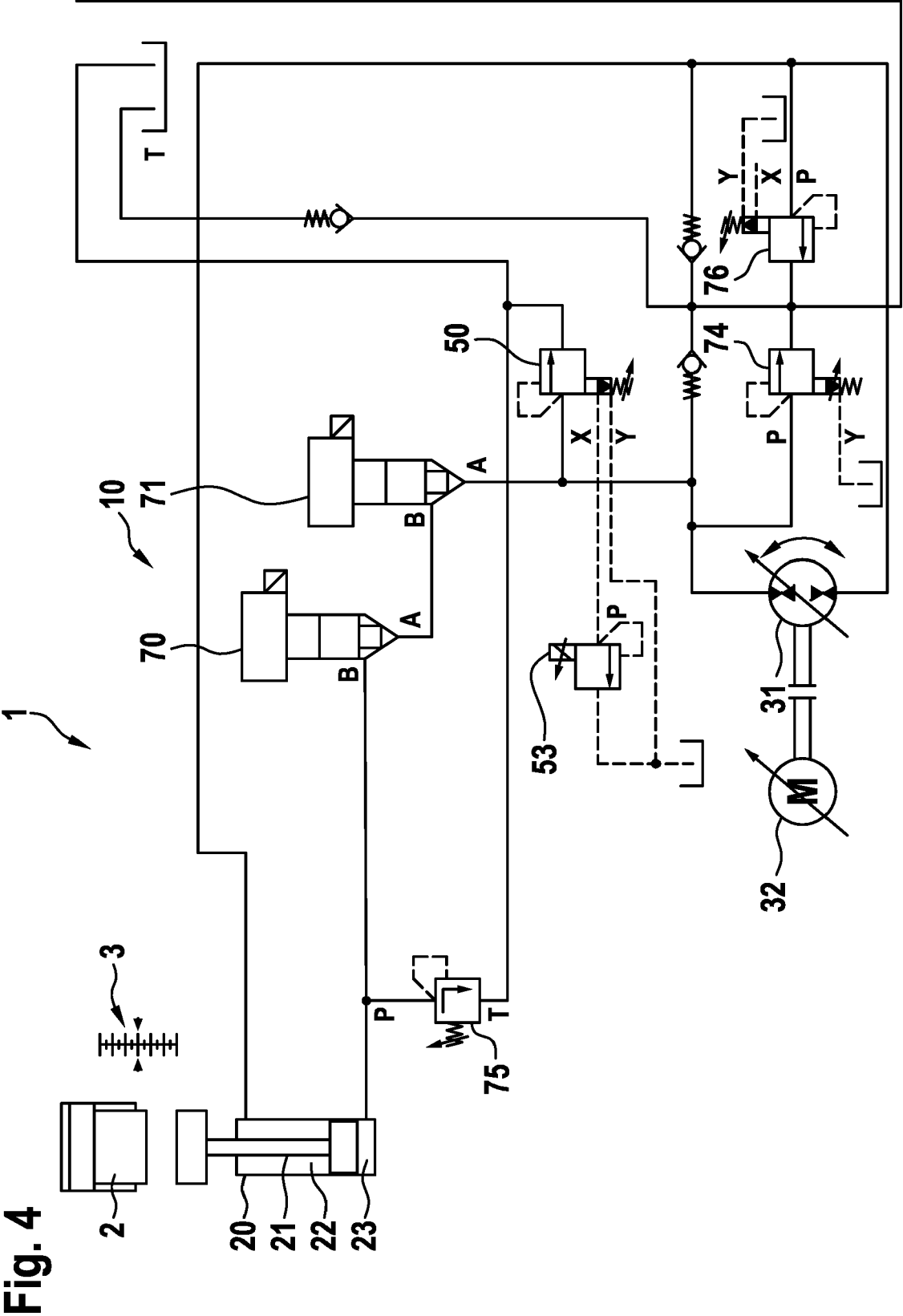


Fig. 3





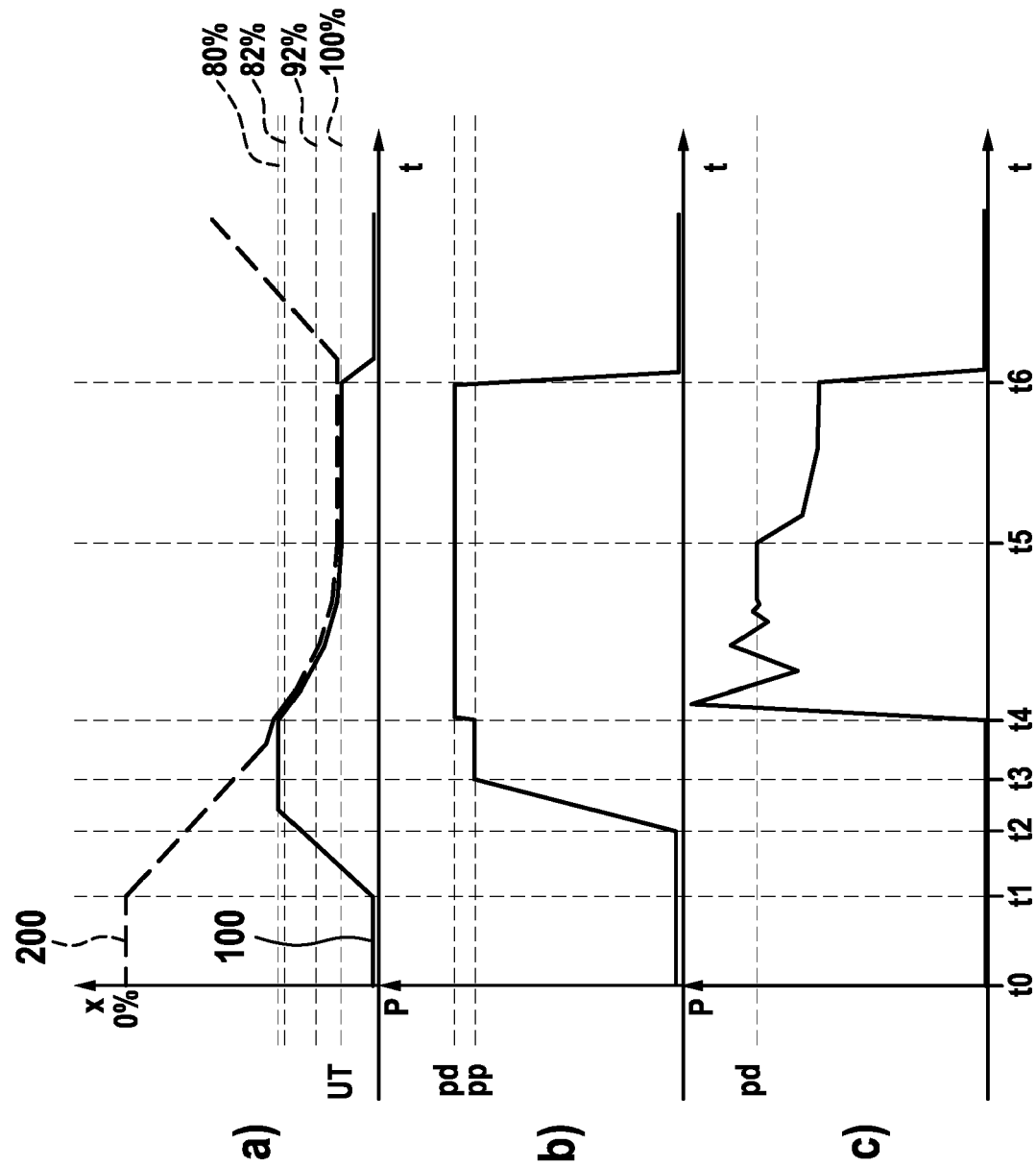


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 17 3268

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 2018/073152 A1 (VOITH PATENT GMBH [DE]) 26. April 2018 (2018-04-26) * Seite 12, Zeile 12 - Seite 14, Zeile 19; Abbildungen 1-3 *	1-15	INV. B21D24/02 B21D24/14
X,D	DE 10 2012 019665 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 10. April 2014 (2014-04-10) * Absatz [0046] - Absatz [0049] * * Absatz [0054] - Absatz [0055]; Abbildungen 2,4 *	1-15	
X	DE 10 2019 213732 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 11. März 2021 (2021-03-11) * Absatz [0018] - Absatz [0027]; Abbildungen 1-5 *	1-15	
X,D	EP 2 377 629 B1 (AIDA ENG LTD [JP]) 17. Mai 2017 (2017-05-17) * Absatz [0048] - Absatz [0056]; Abbildungen 1-3 * * Absatz [0082] - Absatz [0086] *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 30. September 2022	Prüfer Vesterholm, Mika
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 : nichtschriftliche 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 22 17 3268

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

30-09-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2018073152 A1	26-04-2018	CN 109890529 A	14-06-2019
		DE 102016120068 A1	26-04-2018
		WO 2018073152 A1	26-04-2018

DE 102012019665 A1	10-04-2014	CN 103711739 A	09-04-2014
		DE 102012019665 A1	10-04-2014
		SE 1351162 A1	09-04-2014

DE 102019213732 A1	11-03-2021	KEINE	

EP 2377629 B1	17-05-2017	CN 102215996 A	12-10-2011
		EP 2377629 A1	19-10-2011
		ES 2631508 T3	31-08-2017
		JP 5296806 B2	25-09-2013
		JP WO2010058710 A1	19-04-2012
		US 2011226141 A1	22-09-2011
		WO 2010058710 A1	27-05-2010

EPO FORM P0461

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 2377629 B1 [0003]
- EP 1882534 B1 [0003]
- DE 102012019665 A1 [0003]