



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Konstantpumpe zur Verwendung zum Fördern eines Hydraulikfluids in einem geschlossenen Hydraulikkreislauf, einen geschlossenen Hydraulikkreislauf, eine Baumaschine sowie ein Verfahren zum Betrieb einer Konstantpumpe in einem geschlossenen Hydraulikkreislauf.

**[0002]** Konstantpumpen sind im Bereich der Hydraulik bekannt und bereits bestens etabliert. Konstantpumpen zeichnen sich im Gegensatz zu Verstellpumpen dadurch aus, dass sie bei jeder Umdrehung ein konstantes Volumen verdrängen. Eine solche Konstantpumpe ist beispielsweise in der DE2307351A offenbart. Typische Elemente einer gattungsgemäßen Konstantpumpe sind ein Pumpengehäuse, wenigstens ein innerhalb des Pumpengehäuses in einem Förderraum angeordnetes und zu Förderzwecken um eine Rotationsachse drehbar antriebbares Förderelement, wobei das Förderelement wenigstens eine in Axialrichtung der Rotationsachse verlaufende Lagerachse aufweist und wobei das Förderelement mit der Lagerachse innerhalb eines in Axialrichtung neben dem Förderelement vorhandenen, ortsfest zum Pumpengehäuse ausgebildeten Achslagers um die Rotationsachse drehbar gelagert ist, ein Fluidpumpeneingang, über den zu förderndes Hydraulikfluid von außerhalb der Konstantpumpe auf einer Niederdruckseite in den Förderraum förderbar ist, und ein Fluidpumpenausgang, über den gefördertes Hydraulikfluid aus dem Förderraum aus der Konstantpumpe auf einer Hochdruckseite abführbar ist. Das Pumpengehäuse bezeichnet die die Pumpe zur Außenumgebung abschirmende Einheit. Es kann vorgesehen sein, dass das Pumpengehäuse auch Lagereinrichtungen im Inneren aufweist, insbesondere zur Ausbildung des Achslagers. Das Förderelement ist insbesondere ein Zahnrad, ganz besonders ein miteinander kämmendes Zahnradpaar. Das Förderelement ist im Förderraum um die Rotationsachse drehbar, wobei durch die Rotationsbewegung des Förderelementes innerhalb des Förderraums das Hydraulikfluid von Seiten des Fluidpumpeneingangs zur Seite des Fluidpumpenausgangs innerhalb der Konstantpumpe gefördert wird. Wird diese Pumpe in ein Hydrauliksystem integriert, wird auf der Seite des Fluidpumpenausgangs durch den/die angeschlossenen Verbraucher ein Fluidruck aufgebaut, so dass diese Seite (Hochdruckseite), auf der das geförderte Fluid die Konstantpumpe verlässt, gegenüber dem Fluid am Fluidpumpeneingang (Niederdruckseite) ein erhöhtes Druckniveau aufweist.

**[0003]** Im Betrieb einer solchen Konstantpumpe treten regelmäßig Leckageströme aus. Dabei gelangt ein Teil des Hydraulikfluids, beispielsweise zwischen dem Achslager und der Lagerachse des Förderelementes, aus dem Förderstrom des Hydraulikfluids und wird somit nicht mehr vom Förderelement zur Hochdruckseite gefördert. Für Konstantpumpen ist es in diesem Zusammenhang bekannt, eine Einrichtung zum Abführen eines aus dem Förderraum über das Achslager austretenden

Leckageanteils des Hydraulikfluids, vorzusehen. Eine solche Einrichtung kann beispielsweise in einer Nut bestehen, die gegenüber zum Förderraum vom Achslager zur Niederdruckseite der Konstantpumpe führt. Wird eine solche Konstantpumpe in einem offenen Hydraulikkreislauf betrieben, herrscht an der Niederdruckseite ein gegenüber der Hochdruckseite deutlich geringerer Druck (üblicherweise bis maximal 3 bar) oder sogar ein Unterdruck, so dass die Niederdruckseite, auf der Hydraulikfluid in die Konstantpumpe eintritt, in einem solchen Fall auch als Saugseite bezeichnet wird. Das Leckageöl wird dann von der Konstantpumpe auf der Saugseite selbst angesaugt und dem Förderraum wieder zugeführt. Begrenzendes Bauteil ist an dieser Stelle der Wellendichtring der Antriebswelle.

**[0004]** Eine solche Anordnung ist allerdings nicht für den Einsatz in einem geschlossenen Hydraulikkreislauf geeignet, da dann beispielsweise der vorstehend beschriebene Saugeffekt nicht mehr auftritt bzw. des sehr geringe Druckniveau auf der Saugseite nicht mehr vorliegt. In einem geschlossenen Hydraulikkreislauf steht das Hydraulikfluid auch auf der Niederdruckseite unter vergleichsweise hohem Druck, beispielsweise wenigstens größer 10 bar, üblicherweise im Bereich von 20 bis 30 bar, wodurch das Leckageöl nicht mehr abgesaugt werden kann und/oder das Hydraulikfluid vielmehr über die Nuten oder ähnliche Einrichtungen in das Achslager hineingedrückt wird und/oder den Wellendichtring passiert/beschädigt und dadurch Öl aus der Konstantpumpe austritt. Kennzeichnend für einen geschlossenen Hydraulikkreislauf ist somit, dass das Hydraulikfluid vom hydraulischen Verbraucher nicht in einen Tank abgeleitet wird, sondern in einer oder mehreren Leitungen zurück zur Pumpe geführt wird. Die Pumpe ist damit beidseitig in den Hydraulikkreislauf "eingespannt". Ein definiertes Abführen von Leckageöl zu einer Saug- bzw. Niederdruckseite hin, wie vorstehend beschrieben, ist dann nicht mehr möglich.

**[0005]** Aus diesem Grund wird in geschlossenen Hydraulikkreisläufen üblicherweise auf Axialkolbenpumpen zurückgegriffen. Derartige Hydraulikpumpen ermöglichen ein variables Fördervolumen pro Umdrehung des jeweiligen Förderelementes der Pumpe. Derartige Pumpen sind allerdings vergleichsweise kosten- und wartungsintensiv.

**[0006]** Hiervon ausgehend ist es die Aufgabe der Erfindung, eine Konstantpumpe dahingehend weiterzuentwickeln, dass diese für eine Verwendung in einem geschlossenen Hydraulikkreislauf geeignet ist. Idealerweise soll es dabei gleichzeitig möglich sein, in dem geschlossenen Hydraulikkreislauf das Fördervolumen zu variieren und/oder sogar die Förderrichtung umzukehren.

**[0007]** Die Lösung der Aufgabe gelingt mit einer Konstantpumpe zur Verwendung zum Fördern eines Hydraulikfluids in einem geschlossenen Hydraulikkreislauf, mit einem geschlossenen Hydraulikkreislauf, mit einer Baumaschine sowie mit einem Verfahren zum Betrieb einer

Konstantpumpe in einem geschlossenen Hydraulikkreislauf gemäß den unabhängigen Ansprüchen. Bevorzugte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0008]** Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung liegt darin, dass die Konstantpumpe einen an das Achslager der Konstantpumpe angrenzenden Sammelraum für den aus dem Achslager austretenden Leckageanteil des Hydraulikfluids aufweist, wobei eine Abdichteinrichtung vorhanden ist, die den Sammelraum gegenüber der Niederdruckseite und der Hochdruckseite der Konstantpumpe abdichtet, und dass die Konstantpumpe einen mit dem Sammelraum verbundenen Leckageölauslass zum, insbesondere separaten, Abführen des Leckageöls aus der Konstantpumpe aufweist. Der Sammelraum weist somit keine unmittelbare Leitungsverbindung mehr zur Niederdruckseite der Konstantpumpe auf, sondern einen separaten Leckageölauslass. Damit wird bei der erfindungsgemäßen Konstantpumpe das Leckageöl nicht mehr direkt innerhalb der Pumpe dem Hydraulikkreislauf auf einer Saugseite zugeführt, sondern aus der Konstantpumpe über einen separaten Leckageölauslass, der den Sammelraum mit einer Leckageölauslassöffnung der Konstantpumpe verbindet, abgeleitet. Darüber hinaus ist nicht nur die Hochdruckseite der Konstantpumpe gegenüber dem Sammelraum mithilfe der Abdichteinrichtung abgedichtet, sondern erfindungsgemäß ergänzend auch die Niederdruckseite, so dass das Hydraulikfluid auch von der Niederdruckseite nicht mehr in den Sammelraum drücken kann. Die Aufgabe des Sammelraums besteht darin, aus dem Achslager austretende Leckageanteile kontrolliert zu sammeln. Bevorzugt ist es dabei, wenn der Sammelraum derart ausgebildet ist, dass er das aus mehreren Achslagern austretende Leckageöl vereint und somit eine zentrale Abführung des Leckageöls aus der Konstantpumpe ermöglicht.

**[0009]** Es hat sich nun als vorteilhaft herausgestellt, wenn der Sammelraum als ein im Betrieb der Konstantpumpe zur Außenumgebung druckloser Sammelraum ausgebildet ist. Dies ermöglicht ein druckloses Abführen des im Sammelraum anfallenden Leckageöls aus der Pumpe. Im Sammelraum herrscht somit im Vergleich zur Außenumgebung der Konstantpumpe kein erhöhtes oder erniedrigtes Druckniveau, sondern der Druck der Außenumgebung.

**[0010]** Hinsichtlich der konkreten Ausgestaltung des Sammelraums bestehen mannigfaltige vorteilhafte Weiterentwicklungsmöglichkeiten, die auch miteinander kombiniert werden können. So ist es beispielsweise bevorzugt, wenn sich der Sammelraum durch gegenüber dem Pumpengehäuse ortsfeste und/oder gegenüber der wenigstens einen Lagerachse ortsfeste Bauteile erstreckt. Ortsfest ist dabei so zu verstehen, dass die den Sammelraum begrenzenden Wände zumindest teilweise ihre Relativlage zum Pumpengehäuse oder zur Lagerachse im Betrieb der Konstantpumpe nicht ändern. Ein gegenüber dem Pumpengehäuse ortsfester Sammelraum kann insbesondere auch unmittelbar von einem Pumpengehäu-

seteil selbst ausgebildet sein. Ein gegenüber der Lagerachse ortsfestes Bauteil kann insbesondere auch unmittelbar von der Lagerachse selbst ausgebildet sein. Wesentlich für einen solchen Sammelraum ist somit, dass er sich mit der Lagerachse um die Rotationsachse mitdreht. Insbesondere kann der Sammelraum aber auch derart ausgebildet sein, dass er sich sowohl gegenüber dem Pumpengehäuse als auch gegenüber der Lagerachse ortsfeste Bereiche ausweist. In einer besonders bevorzugten konkreten Ausgestaltung des Sammelraums weist dieser einen die Lagerachse, insbesondere vollständig, umlaufenden Ringraum auf. Ergänzend oder alternativ kann er auch einen, sich in Axialrichtung der Lagerachse an eine Stirnseite der Lagerachse unmittelbar anschließenden Sammelkopfabschnitt umfassen, insbesondere derart, dass die Lagerachse und das Achslager stirnseitig bündig zum Sammelraum hin miteinander abschließen oder die Lagerachse in Axialrichtung etwas in den Sammelraum über das Achslager vorsteht. Besonders bevorzugt ist es ergänzend oder alternativ ferner, wenn der Sammelraum eine die Lagerachse in Axialrichtung von der einen zur anderen Stirnseite vollständig durchlaufende Sammeldurchgangsöffnung aufweist. Diese Anordnung kann insbesondere genutzt werden, um zwei relativ zum Pumpengehäuse ortsfeste Bereiche des Sammelraums miteinander zu verbinden. Weiter kann der Sammelraum auch ergänzend oder alternativ dahingehend ausgebildet sein, dass er wenigstens einen Verbindungskanal, der einen eine Lagerachse umlaufenden Ringraum oder einen Sammelkopfabschnitt oder eine Sammeldurchgangsöffnung mit einem eine Lagerachse umlaufenden Ringraum oder einem Sammelkopfabschnitt oder einer Sammeldurchgangsöffnung verbindet, aufweist. Ein solcher Verbindungskanal ist insbesondere ortsfest gegenüber dem Pumpengehäuse ausgebildet, beispielsweise als Verbindungsbohrung. Es ist ferner vorteilhaft, wenn der Sammelraum eine Sammelleitung umfasst, in die mehrere Verbindungskanäle münden. Über die Verbindungskanäle werden somit mehrere Leckageölströme zentral in der Sammelleitung vereint.

**[0011]** Es besteht nun die bevorzugte Möglichkeit, den Sammelraum teilweise in mehreren Bauteilen und/oder über mehrere Bauteile hinweg und/oder in mehreren Bereichen der Konstantpumpe auszubilden. Der Sammelraum erstreckt sich hier somit in und/oder über mehrere Bauteile hinweg. Besonders geeignet ist hierzu beispielsweise eine Ausbildung des Sammelraums oder zumindest eines Teilbereiches desselben in der Lagerachse, insbesondere derart, dass er die Lagerachse in Axialrichtung, insbesondere vollständig, durchläuft. Der Sammelraum kann ergänzend oder alternativ auch, insbesondere direkt, im Fördermittel ausgebildet sein, insbesondere ebenfalls derart, dass er die Lagerachse in Axialrichtung der Rotationsachse, insbesondere vollständig, durchläuft. Eine weitere bevorzugte Möglichkeit besteht darin, den Sammelraum zumindest teilweise in einer Lagerbrille, in der wenigstens eine Lagerachse ge-

lagert ist, auszubilden. Eine solche, insbesondere einstückig ausgebildete, Lagerbrille kann insbesondere dazu vorgesehen sein, gleichzeitig zwei parallel zueinander verlaufende Lagerachsen einer Konstantpumpe zu lagern, beispielsweise als Verbindungsstück zwischen zwei Pumpeneinheiten einer als Tandempumpe ausgebildeten Konstantpumpe. Grundsätzlich ist es aber auch möglich, eine solche Lagerbrille mehrteilig auszubilden. Weiter ergänzend oder alternativ kann der Sammelraum beispielsweise auch in einem Pumpenflansch bzw. einer Pumpenflanschplatte, insbesondere als Oberflächenausnehmung auf der einer Anflanschseite gegenüberliegenden Seite, ausgebildet sein. Weiter ergänzend oder alternativ kann es auch vorgesehen sein, dass der Sammelraum in einem Pumpendeckel, insbesondere als Oberflächenausnehmung auf der einer Außenseite des Pumpendeckels gegenüberliegenden Seite, ausgebildet ist. Ein weiteres, ebenfalls bevorzugtes Bauteil zur Ausbildung des Sammelraums ist ergänzend oder alternativ eine Kopplungsplatte einer Tandempumpe. Eine solche Kopplungsplatte dient dazu, zwei Konstantpumpeneinheiten miteinander mechanisch in einer an sich im Stand der Technik bekannten Tandemanordnung zu koppeln. Von der Bauart her kann eine solche Kopplungsplatte beispielsweise als eine Platte mit zwei oder mehreren einander gegenüberliegenden Ausnehmungen und/oder Durchgangsöffnungen zur Aufnahme wenigstens einer Lagerachse jeder Konstantpumpeneinheit ausgebildet sein, wodurch eine vergleichsweise kompakte Tandemanordnung möglich wird, oder zumindest mit einer Durchführöffnung für ein Kopplungselement zu Antriebszwecken zwischen den beiden Konstantpumpeneinheiten.

**[0012]** Auch hinsichtlich der konkreten Ausgestaltung der Abdichteinrichtung bestehen bevorzugte Variationsmöglichkeiten. Diese ist beispielsweise bevorzugt als Berührungsdichtung, insbesondere zwischen einem Pumpendeckel und einem, insbesondere den radialen Förderraum zur Rotationsachse des wenigstens einen Förderelementes bildenden, Gehäuseteil angeordnet. Die Abdichteinrichtung besteht bevorzugt aus einem elastischen Material. Vom Material her kann es sich bei der Abdichteinrichtung insbesondere um ein Polymermaterial, insbesondere ein Kunststoffpolymer, beispielsweise NBR (Nitril-Kautschuk, Fluor-Kautschuk etc. handeln. Bevorzugt sind Elastomere oder Thermoplaste. Auch die Verwendung metallischer Dichtungen ist möglich. Auch beschichtete Dichtungen können als Abdichteinrichtung verwendet werden. Besonders bevorzugt ist die Ausbildung der Abdichteinrichtung als Flachdichtung, d.h. in einer Bauform, bei der die Höhe der Dichtung klein ist gegenüber der Dichtfläche und die sich insbesondere mit ihrer gesamten Breite ihrer Dichtfläche an die anliegenden Dichtflächen anpasst. Die Abdichteinrichtung kann bevorzugt alternativ beispielsweise auch als Formdichtung, insbesondere mit eher quadratischem Querschnitt mit abgerundeten Kanten, ausgebildet sein. Die Abdichteinrichtung kann aus mehreren separaten Untereinheiten bestehen. Es kann allerdings, beispielsweise

zur Erleichterung der Montage, vorteilhaft sein, wenn die Abdichteinrichtung als Ganzes einstückig ausgebildet ist. Die für die Abdichtung des Sammelraums gegenüber gleichzeitig der Nieder- und der Hochdruckseite der Konstantpumpe verwendete Abdichteinrichtung besteht dann aus einem einzigen, zusammenhängenden Teil. Weiter kann es auch möglich sein, dass die Abdichteinrichtung aus mehreren Untereinheiten, dann aber bevorzugt zueinander baugleichen Untereinheiten, aufgebaut ist. Ergänzend oder alternativ kann es vorgesehen sein, dass sie wenigstens einen die Lagerachse bzw. die Rotationsachse des Förderelementes radial vollständig umlaufenden Dichtabschnitt aufweist. Insbesondere für den Fall, dass die Konstantpumpe mehr als ein Förderelement umfasst, ist die Abdichteinrichtung bevorzugt in der Weise ausgebildet, dass sie zwei jeweils eine Lagerachse radial vollständig umlaufende Dichtabschnitte sowie einen Verbindungsabschnitt, der die beiden Dichtabschnitte miteinander verbindet, umfasst. Dazu kann die Abdichteinrichtung insbesondere in Form einer Abdichtbrille ausgebildet sein. Die Abdichteinrichtung kann insbesondere wenigstens zwei Abdichteilelemente umfassen, die in Axialrichtung der Rotationsachse eines Förderelementes hintereinander, insbesondere zueinander deckungsgleich, angeordnet sind. Die Abdichteinrichtung wird ferner bevorzugt in Axialrichtung der Rotationsachse mit einer Spannkraft beaufschlagt.

**[0013]** Hinsichtlich der konkreten Ausgestaltung der Konstantpumpe sind ebenfalls bevorzugte Weiterbildungen möglich. So handelt es sich bei der Konstantpumpe bevorzugt um eine Außenzahnradpumpe, umfassend zwei nebeneinander liegende, miteinander kämmende und um jeweils eine Rotationsachse drehende Zahnräder mit jeweils außenliegender Verzahnung, zwei parallel zueinander verlaufende, in Axialrichtung der Rotationsachsen zumindest teilweise auf gleicher Höhe angeordnete Lagerachsen, wobei die eine Lagerachse das eine Zahnrad und die andere Lagerachse das andere Zahn trägt. Es ist vorteilhaft, wenn die eine der Lagerachsen als eine aus dem Gehäuse vorspringende Antriebsachse ausgebildet ist, umfassend eine Formschlusseinrichtung zum Eingriff einer Antriebsanordnung, insbesondere eine Passverzahnung. Dies ermöglicht den Anschluss eines Antriebsstrangs. Ergänzend oder alternativ umfasst nur eine der Lagerachsen, insbesondere die von der anderen Lagerachse angetriebene Lagerachse, eine sich in Axialrichtung durch die Lagerachse vollständig erstreckende und zu beiden Stirnseiten offene Durchgangsöffnung als Teil des Sammelraums. Die mit dem extern zur Konstantpumpe angeordneten Antriebsstrang in Verbindung stehende Lagerachse ist dagegen bevorzugt im Wesentlichen massiv ausgebildet.

**[0014]** Insbesondere für Baumaschinen ist es bekannt und üblich, dass diese gleichzeitig mehrere, funktional getrennte, anzutreibende Hydraulikkomponenten aufweisen können, wie beispielsweise insbesondere für Straßenfertiger und Beschicker. Es ist daher auch be-

vorzugt, wenn die Konstantpumpe als Tandempumpe mit einer ersten und einer zweiten Konstantpumpeneinheit ausgebildet ist. Auf diese Weise können gleichzeitig mehrere, zueinander separate Hydraulikkreisläufe über einen die Konstantpumpe mit den mehreren Konstantpumpeneinheiten antreibenden Antriebsstrang betrieben werden. Die Tandempumpe weist hierzu erfindungsgemäß bevorzugt eine Kopplungsplatte auf, die unmittelbar zwischen zwei Zahnradpaarungen der ersten und der zweiten Konstantpumpeneinheit angeordnet ist. Es ist nun vorgesehen, dass ein Teil des Sammelraums der Konstantpumpe durch die Kopplungsplatte gebildet wird und/oder in Richtung der Rotationsachse der Zahnradpaarungen beidseits der Kopplungsplatte jeweils eine Dichtung als Teil der Abdichteinrichtung vorhanden ist. Ergänzend oder alternativ kann es vorgesehen sein, dass mehrere der Lagerachsen diese vollständig durchlaufende Durchgangsöffnungen als Teil des Sammelraums aufweisen. Dies erleichtert es, einen gemeinsamen, durchgängigen Sammelraum für sämtliche der Konstantpumpeneinheiten der Konstantpumpe zu erhalten. Weiter ergänzend oder alternativ umfasst eine solche Konstantpumpe mit mehreren Konstantpumpeneinheiten, insbesondere ausschließlich, einen einzigen gemeinsamen Leckageölauslass. Damit wird das Leckageöl der wenigstens zwei Konstantpumpeneinheiten somit in einen zusammengehörigen Sammelraum abgeführt und über den einzigen, gemeinsamen Leckageölauslass aus der Konstantpumpe abgeleitet. Dabei ist es besonders bevorzugt, wenn der Leckageölauslass in einem Pumpendeckel, insbesondere einem Pumpendeckel nur einer der wenigstens zwei Konstantpumpeneinheiten, angeordnet ist. Ergänzend oder alternativ kann es bevorzugt vorgesehen sein, dass der Leckageölauslass in einem Flansch angeordnet ist.

**[0015]** Eine weitere wesentliche Weiterbildung der Erfindung kann darin bestehen, dass die Konstantpumpe eine Ventileinrichtung umfasst, die an den Fluidpumpeneingang und den Fluidpumpenausgang angeschlossen und/oder dem Fluidpumpeneingang und dem Fluidpumpenausgang vorgeschaltet ist. Mithilfe einer solchen Ventileinrichtung können für die insbesondere in einem geschlossenen Kreislauf betriebene Konstantpumpe Funktionalitäten imitiert werden, die konventionell nur beispielsweise mit einer Verstellpumpe mit variablen Fördervolumen möglich sind, wie beispielsweise eine Umkehr der Durchflussrichtung in zumindest einem Teil des geschlossenen Hydraulikkreislaufes und/oder eine Verstellung des in zumindest einem Teil des geschlossenen Hydraulikkreislaufes geförderten Hydraulikfluidvolumens pro Umdrehung der Konstantpumpe. Eine bevorzugte Ventilfunktion der Ventileinrichtung ist "Schalten zwischen einer direkten und geschlossenen Umleitung vom Fluidpumpeneingang zum Fluidpumpenausgang und eine Unterbrechung der geschlossenen Umleitung". Wird das Hydraulikfluid direkt vom Fluidpumpenausgang zum Fluidpumpeneingang geleitet, passiert das von der Konstantpumpe geförderte Hydraulikfluid im geschlos-

senen Kreislauf keinen hydraulischen Verbraucher. Die Konstantpumpe fördert bei dieser Ventilfunktion somit Hydraulikfluid in einem verkürzten geschlossenen Hydraulikkreislauf unter Umgehung wenigstens eines hydraulischen Verbrauchers, wie beispielsweise einem Hydromotor, vom Fluidpumpenausgang über die Ventileinrichtung direkt wieder zurück zum Fluidpumpeneingang. Entsprechend ist der hydraulische Verbraucher dann inaktiv. Wird die geschlossene direkte Umleitung über die Ventileinrichtung vom Fluidpumpenausgang zum Fluidpumpeneingang aktiviert, wird somit kein Hydraulikfluid im geschlossenen Hydraulikkreislauf bis hin zum hydraulischen Verbraucher gefördert. Ergänzend oder alternativ kann die Ventileinrichtung auch derart ausgebildet sein, dass sie ein Umschalten einer Fluidverbindung zwischen dem Fluidpumpenausgang und einem ersten Ausgang der Ventileinrichtung zu einer Fluidverbindung zwischen dem Fluidpumpenausgang und einem zweiten Ausgang der Ventileinrichtung ermöglicht. Über diese Schaltkonstellation kann beispielsweise erreicht werden, dass eine Umkehrung der Förderrichtung in demjenigen Teil des geschlossenen Hydraulikkreislaufes erreicht wird, der zwischen der Ventileinrichtung und dem hydraulischen Verbraucher, wie beispielsweise einem Hydromotor, erfolgt. Die Ventileinrichtung kann ergänzend oder alternativ auch derart ausgebildet sein, dass sie ein Aufteilen des von der Konstantpumpe geförderten Hydraulikvolumens in zwei Teilströme, konkret einen direkt zur Konstantpumpe zurückgeführten Teilstrom und einen um hydraulischen Verbraucher weitergeleiteten Teilstrom ermöglicht. Auf diese Weise kann der Anteil des zum hydraulischen Verbraucher weitergeleiteten Hydraulikfluidvolumens auch bei konstantem Fördervolumen der Konstantpumpe im Sinne einer Verstellpumpe variiert werden. Darüber hinaus kann die Ventileinrichtung auch derart ausgebildet sein, dass eine Druckabsicherung einer Hochdruckseite der Konstantpumpe und/oder ein Freigeben einer Ablassleitung bei Überschreiten einer Druckschwelle auf der Hochdruckseite erfolgt. Dazu kann die Ventileinrichtung beispielsweise ein, bevorzugt einstellbares, Druckbegrenzungsventil umfassen. Besonders bevorzugt ist es schließlich weiter ergänzend oder alternativ, wenn die Ventileinrichtung derart ausgebildet ist, dass sie ein Herstellen einer druckabgesicherten Fluidverbindung von einer Speiseleitung zu einem Niederdruckbereich der Konstantpumpe ermöglicht. Eine solche Anordnung dient insbesondere zum Ausgleich von Leckageölvverlusten und/oder wärmebedingten Ölverlusten im geschlossenen Hydraulikkreislauf, um ein gewünschtes Fluidvolumen im geschlossenen Hydraulikkreislauf und damit ein gewünschtes Druckniveau, insbesondere auch auf der Niederdruckseite des geschlossenen Hydraulikkreislaufes, zu ermöglichen. Dazu kann die Speiseleitung beispielsweise von einer geeigneten Speisepumpe mit Hydraulikfluid gespeist werden. Die Speiseleitung ist über eine geeignete Druckabsicherung, beispielsweise ein, insbesondere einstellbares, Druckbegrenzungsventil an den ge-

geschlossenen Hydraulikkreislauf, zur Nieder- und oder zur Hochdruckseite hin, angeschlossen. Die Speisepumpe stellt bevorzugt eine zur erfindungsgemäßen Konstantpumpe separate Einheit dar. In einer weiteren bevorzugten Alternative kann die Speisepumpe aber auch als zusätzliche Stufe in die erfindungsgemäße Konstantpumpe integriert sein.

**[0016]** Von der konkret baulichen Konzeption her bestehen ebenfalls mannigfaltige Möglichkeiten zur vorteilhaften Ausbildung der Ventileinrichtung. Insbesondere kann es vorgesehen sein, dass die Ventileinrichtung als modulare Einheit mit einem Grundventilblock und einem oder mehreren Funktionsventilblöcken ausgebildet ist. Der Grundventilblock kann beispielsweise eine Anschlussöffnung zur Verbindung mit dem Fluidpumpeneinlass bzw. einer Leitung zum Fluidpumpeneinlass der Konstantpumpe, und/oder eine Anschlussöffnung zur Verbindung mit dem Fluidpumpenauslass bzw. einer Leitung zum Fluidpumpenauslass der Konstantpumpe, und/oder eine Anschlussöffnung zur Verbindung mit einem Motoreinlass bzw. einer Leitung zum Einlass eines Motors, insbesondere Hydromotors, und/oder eine Anschlussöffnung zur Verbindung mit einem Motorauslass bzw. einer Leitung zum Auslass eines Motors, insbesondere Hydromotors umfassen. Ergänzend kann der Grundventilblock eine Anschlussöffnung zur Verbindung an eine Speiseleitung umfassen. Über diesen Anschluss ist es somit möglich, Hydraulikfluid in den geschlossenen Hydraulikkreislauf von extern, beispielsweise mithilfe einer Speisepumpe, einzuspeisen. Ergänzend oder alternativ kann der Grundventilblock eine Leitungsunterbrechung mit einer Unterbrechungsausgangsöffnung und einer Unterbrechungseingangsöffnung aufweisen. Dabei stehen die Unterbrechungsausgangsöffnung und die Unterbrechungseingangsöffnung im Grundventilblock selbst nicht in Fluidverbindung miteinander, können aber in der nachstehend beschriebenen Weise mithilfe eines geeigneten Funktionsmodulblockes in Fluidverbindung miteinander gebracht werden.

**[0017]** Zum Erhalt verschiedener Funktionalitäten ist es bevorzugt, wenn ergänzend zum Grundventilblock ein oder mehrere Funktionsventilblöcke vorhanden sind. Über einen Funktionsventilblock kann eine oder können mehrere Betriebsfunktionen am Grundventilblock erhalten werden. Die Ausbildung als separaten und austauschbar am Grundventilblock angeordneten Funktionsmodulblock ermöglicht dabei eine individuelle Anpassung der konkreten Funktionen der Ventileinrichtung. Der Funktionsmodulblock weist dazu eine Modulblockeingangsöffnung und eine über eine Ventileinrichtung und/oder eine Leitungsverbindung mit der Modulblockeingangsöffnung in fluidleitender Verbindung stehende Modulblockausgangsöffnung auf. Das Hydraulikfluid passiert den Funktionsmodulblock somit von der Eingangsöffnung kommend zur Ausgangsöffnung hin. Der Funktionsmodulblock kann beispielsweise, insbesondere austauschbar, am Grundventilblock derart befestigt sein, dass die Unterbrechungsausgangsöffnung in Flu-

idverbindung mit der Modulblockeingangsöffnung und die Modulblockausgangsöffnung in Fluidverbindung mit der Unterbrechungseingangsöffnung steht. Mit dieser Anordnung wird das Hydraulikfluid, insbesondere im geschlossenen Hydraulikkreislauf von der Konstantpumpe kommend, aus dem Grundventilblock in den Funktionsmodulblock und von diesem wieder zurück zum Grundventilblock geleitet, bevor es einem hydraulischen Verbraucher, beispielsweise einem Hydromotor, zugeführt wird. Der Grundventilblock stellt somit eine Art von der Konstantpumpe mit Hydraulikfluid in einem geschlossenen System versorgten Adapter dar, an den verschiedene Funktionen verwirklicht werden können. Dazu wird wenigstens ein Funktionsmodulblock an den Grundventilblock angeschlossen. Der Funktionsmodulblock kann entsprechend reine Durchgangsleitungen für das Hydraulikfluid und/oder, insbesondere schaltbare Schalteinrichtungen, insbesondere wenigstens ein Ventil, ganz besonders wenigstens ein 2/2-Wege-Ventil und/oder wenigstens ein 4/2-Wege-Ventil, und/oder einen, insbesondere stufenlos veränderbaren, Strömungsteiler, konkret ein variables, insbesondere proportional steuerbares, Stromregelventil, aufweisen.

**[0018]** Konkret kann es beispielsweise vorgesehen sein, dass der Funktionsmodulblock derart ausgebildet ist, er ein Umschalten zwischen zwei Einlass- und zwei Auslassöffnungen ermöglicht, insbesondere beispielsweise über ein schaltbares 4/2-Wege-Ventil. Bei dieser Funktion kann ein durch den Funktionsmodulblock geführter geschlossener Hydraulikkreislauf zu einem Verbraucher hin bezüglich seiner Durchströmungsrichtung umgekehrt werden. Ergänzend oder alternativ kann der Funktionsmodulblock auch als Durchleitungsbrücke ausgebildet sein und damit ein statisches Durchleiten von festgelegten Eingängen zu festgelegten Ausgängen ermöglichen. Weiter ergänzend oder alternativ kann der Funktionsmodulblock auch derart ausgebildet sein, dass über ihn ein An- und Ausschalten einer Speisefunktion möglich ist, über die Hydraulikfluid von außen in den geschlossenen Hydraulikkreislauf eingespeist wird. Weiter ergänzend oder alternativ kann es ferner vorgesehen sein, dass der Funktionsmodulblock einen eingehenden Hydraulikvolumenstrom in zwei ausgehende Hydraulikvolumenströme aufteilt, beispielsweise mithilfe eines Stromregelventils. Auf diese Weise kann beispielsweise der Volumenstromanteil, der in Durchströmungsrichtung zu einem hydraulischen Verbraucher weitergeleitet wird, und der Volumenstromanteil, der beispielsweise unter Umgehung zur Pumpe zurückgeleitet wird, variiert werden. Eine weitere mithilfe eines Funktionsmodulblockes dargestellte Weiterbildung kann auch ein Speisedruck-Bypass sein, der speziell für die Kaltstartphase hilfreich ist. Mithilfe des Speisedruck-Bypass kann Hydraulikfluid unter Umgehung des Verbrauchers direkt zur Konstantpumpe umgeleitet werden. Das Hydraulikfluid wird im geschlossenen Hydraulikkreis somit nur in einem Teilsegment zirkuliert und kann sich auf diese Weise schneller erwärmen. Erst wenn der Speisedruck-Bypass gesperrt

wird, fördert die Konstantpumpe in den in Förderrichtung stromabwärts zur Konstantpumpe zum Verbraucher hin gelegenen Leitungsteil. Eine solche Funktionalität kann mit einer geeigneten Bypass-Leitung, beispielsweise auch im Grundmodulblock, und einem geeigneten Ventil, insbesondere im Funktionsmodulblock, vorgesehen sein. Wesentlich für die Bypass-Leitung ist, dass sie eine Rückführung der von der Konstantpumpe geförderten Hydraulikfluids von der Hochdruckseite zur Niederdruckseite unter Umgehung des Verbrauchers ermöglicht.

**[0019]** Hinsichtlich der konkreten Auslegung des Grundventilblockes bestehen ebenfalls Variationsmöglichkeiten. So ist es beispielsweise bevorzugt, wenn der Grundventilblock zum gleichzeitigen Anschluss wenigstens zweier Funktionsmodulblöcke ausgebildet ist. Die angeschlossenen Funktionsmodulblöcke verwirklichen dabei bevorzugt verschiedene Funktionalitäten. Grundsätzlich werden die beiden Funktionsmodulblöcke idealerweise derart ausgebildet, dass sie zur Durchführung wenigstens einer der Funktionalitäten "An/Aus-Funktion" und/oder "Richtungsumkehr" und/oder "Strömungsteiler" bzw. "Stromregeln" an einem angeschlossenen Verbraucher, ganz besonders Hydromotor, ausgebildet sind, wobei sich die jeweilige Funktionalität dabei auf das Verhalten des angeschlossenen und vom geschlossenen Hydraulikkreislauf angetriebenen Verbraucher bezieht.

**[0020]** Die Ventileinrichtung, insbesondere der Grundventilblock, ist unabhängig von den vorstehenden Ausführungen bevorzugt derart ausgebildet, dass sie einen Anschluss für eine Speisepumpe aufweist, und dass sie eine, insbesondere druckabgesicherte, Schalteinrichtung zum Ablass von Hydraulikfluid aus dem geschlossenen Kreislauf in eine bis zu einem Leitungsanschluss führende Ablassleitung aufweist, beispielsweise aufgrund von Wärmeeffekten und/oder zur teilweisen Kühlung des im geschlossenen Hydraulikkreislauf zirkulierenden Hydraulikfluids. Damit kann dem geschlossenen Hydraulikkreislauf in kontrollierter Weise ein Teil an Hydraulikfluid von außerhalb des geschlossenen Hydraulikkreislaufes entzogen und zugeführt werden. Dies kann insbesondere zum Ausgleich von Leckageölverlusten und/oder zu Kühlungs Zwecken des im geschlossenen Hydraulikkreislauf umlaufenden Hydraulikfluidvolumens dienen. Eine derartige druckabgesicherte Schalteinrichtung ist beispielsweise ein Druckbegrenzungsventil.

**[0021]** Grundsätzlich kann die Ventileinrichtung als mit der Konstantpumpe baulich zusammenhängende Baueinheit oder als zur Konstantpumpe separate, aber mit dieser in Fluidverbindung stehende Baueinheit ausgebildet sein. Die Erfindung richtet sich auch auf diese beiden Varianten.

**[0022]** Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft einen geschlossenen Hydraulikkreislauf, umfassend eine erfindungsgemäße Konstantpumpe, insbesondere mit einer Ventileinrichtung, wie vorstehend beschrieben. Der geschlossenen Hydraulikkreislauf weist demnach neben einer erfindungsgemäßen Konstantpumpe einen von der

Konstantpumpe mit Hydraulikfluid versorgten hydraulischen Verbraucher, insbesondere einen Hydraulikmotor, mit einem Fluidmotoreingang und einem Fluidmotorausgang, eine Hydraulikfluid hinleitende Versorgungsleitung, die den Fluidpumpenausgang mit dem Fluidmotoreingang verbindet, und eine Hydraulikfluid rückleitende Versorgungsleitung, die den Fluidmotorausgang mit dem Fluidpumpeneingang verbindet, auf.

**[0023]** Die Erfindung betrifft auch eine Baumaschine, insbesondere einen Straßenfertiger, einen Beschicker, eine Straßenfräse, einen Stabilisierer, einen Recycler, einen Müll- oder Erdverdichter, eine Erd- oder Straßenwalze, mit wenigstens einem erfindungsgemäßen geschlossenen Hydraulikkreislauf.

**[0024]** Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft schließlich ein Verfahren zum Betrieb einer in einem geschlossenen Hydraulikkreislauf betriebenen Konstantpumpe, insbesondere einer erfindungsgemäßen Konstantpumpe. Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst zunächst ein Fördern von Hydraulikfluid mithilfe der Konstantpumpe hin zu einer Hochdruckseite des geschlossenen Hydraulikkreislaufes. Durch dieses Fördern wird im geschlossenen Hydraulikkreislauf ein gegenüber der Niederdruckseite erhöhtes Druckniveau ("Hochdruckseite") im geschlossenen Hydraulikkreislauf zwischen dem Fluidausgang an der Konstantpumpe und dem wenigstens einen hydraulischen Verbraucher erzeugt und im Betrieb aufrecht erhalten. Dadurch erfolgt in einem weiteren Schritt ein Antreiben eines hydraulischen Verbrauchers, insbesondere Hydro- bzw. Hydraulikmotors, mithilfe des auf der Hochdruckseite geführten Hydraulikfluids. Es erfolgt ferner ein Rückführen des Hydraulikfluids vom hydraulischen Verbraucher, insbesondere Hydromotor, zur Konstantpumpe auf der Niederdruckseite des geschlossenen Hydraulikkreislaufes. Dies entspricht insoweit bis auf die Verwendung einer Konstantpumpe dem üblichen Ablauf in einem geschlossenen Hydraulikkreislauf. Ergänzend zu den vorhergehend genannten Schritten erfolgt gleichzeitig nun erfindungsgemäß ein Sammeln von Leckageöl innerhalb der Konstantpumpe in einem zur Niederdruckseite und zur Hochdruckseite des geschlossenen Hydraulikkreislaufes separaten Sammelraum. Zum möglichen Aufbau dieses Sammelraums wird auf die vorhergehenden Ausführungen Bezug genommen. Wesentlich ist, dass für das Sammeln ein gegenüber gleichzeitig der Hochdruckseite als auch der Niederdruckseite abgedichteter Sammelraum genutzt wird und das über den Sammelraum gesammeltes Leckageöl insbesondere nicht einer Saugseite der Konstantpumpe zugeführt wird. Da das erfindungsgemäße Verfahren den Betrieb der Konstantpumpe in einem geschlossenen Hydraulikkreislauf vorsieht, ist auch keine Saugseite an der Konstantpumpe vorhanden. Es ist erfindungsgemäß daher weiter vorgesehen, dass ein, insbesondere zum innerhalb des geschlossenen Hydraulikkreislaufes zirkulierenden Hydraulikfluids separates, Ableiten des Leckageöls aus der Konstantpumpe erfolgt, wodurch im Ergebnis ein Volumenanteil an Hydraulikfluid

aus dem geschlossenen Hydraulikkreislauf entfernt wird. Das Ableiten erfolgt besonders bevorzugt drucklos bzw. ohne Druckdifferenz gegenüber der Außenumgebung der Konstantpumpe. Das Ableiten des Leckageöls aus der Konstantpumpe erfolgt zudem bevorzugt über einen, insbesondere ausschließlich einen einzigen, Leckageölauslass der Konstantpumpe. Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst ferner schließlich ein Einspeisen von Hydraulikfluid in den geschlossenen Hydraulikkreislauf zum Ausgleich des in den vorhergehenden Schritten aus dem geschlossenen Hydraulikkreislauf abgezweigten Leckageöls, um das Gesamtvolumen an Hydraulikfluid in dem geschlossenen Hydraulikkreislauf zumindest im Wesentlichen möglichst konstant zu halten. Hierzu kann eine geeignete Speiseeinrichtung mit insbesondere einer zur Konstantpumpe gemäß der Erfindung separaten Speisepumpe, bei der es sich ebenfalls um eine Konstantpumpe handeln kann, vorgesehen sein.

**[0025]** Für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es bevorzugt, wenn das Sammeln von Leckageöl wenigstens teilweise über eine in einer Lagerachse angeordnete Durchgangsöffnung erfolgt. Damit erfolgt das Sammeln somit zumindest teilweise über einen sich mit dem Förderelement um die Rotationsachse drehenden Teilbereich des Sammelraums. Ideal ist es dabei, wenn das Sammeln des Leckageöls über einen Sammelraum erfolgt, der sich wenigstens teilweise mit dem Förderelement um die Rotationsachse mitdreht und sich insbesondere durch dieses hindurch erstreckt, ganz besonders entlang der Rotationsachse, und der wenigstens einen Teilbereich aufweist, der ortsfest gegenüber einem Pumpengehäuse der Konstantpumpe ist, insbesondere im Bereich des Leckageölauslasses.

**[0026]** Um über das Achslager austretendes Leckageöl besonders effektiv sammeln zu können, erfolgt zum Sammeln von Leckageöl im Sammelraum ein Abdichten des Sammelraums bevorzugt sowohl gegenüber der Hochdruckseite als auch der Niederdruckseite der Konstantpumpe mithilfe einer Abdichteinrichtung, ganz besonders mithilfe einer Abdichteinrichtung, wie zur erfindungsgemäßen Konstantpumpe näher beschrieben.

**[0027]** Es kann vorteilhaft sein, wenn die Konstantpumpe als Tandempumpe mit einer ersten Konstantpumpeneinheit und einer zweiten Konstantpumpeneinheit ausgebildet ist. Bei dieser besonderen Anordnung kann es vorgesehen sein, dass Leckageölmengen für jede Konstantpumpeneinheit separat zueinander gesammelt werden. Bevorzugt ist es jedoch, ein Vereinen der Leckageölströme der ersten und der zweiten Konstantpumpeneinheit und anschließend ein gemeinsames Ableiten der vereinten Leckageölströme aus der Tandempumpe vorzusehen, um nicht zwei separate Leckageölströme ableiten zu müssen. Ergänzend oder alternativ erfolgt auch das Speisen mit Hydraulikfluid der von den beiden Konstantpumpeneinheiten betriebenen beiden geschlossenen Hydraulikkreisläufe über eine gemeinsame Speisepumpe, die Versorgungsleitungen zu beiden geschlossenen Hydraulikkreisläufen aufweist.

**[0028]** Nachstehend wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Figuren näher erläutert. Es zeigen schematisch:

- 5 Fig. 1: Eine Seitenansicht auf eine exemplarische Baumaschine, vorliegend ein Straßenfertiger;
- Fig. 2: eine Prinzipskizze zu einem geschlossenen Hydraulikkreislauf;
- 10 Fig. 3: eine Prinzipskizze zur Funktionsweise einer Konstantpumpe vom Typ Außenzahnpumpe;
- Fig. 4: eine perspektivische Schrägansicht auf eine zwei Konstantpumpeneinheiten aufweisende Konstantpumpe;
- 15 Fig. 5a: eine Querschnittansicht durch die Konstantpumpeneinheiten aus Fig. 4 in der Ebene I in Fig. 4 (Betrachtungsrichtung gemäß Blickpfeil I) bei einer modifizierten Konstantpumpe;
- 20 Fig. 5b: die Querschnittansicht aus Fig. 5a mit hervor gehobenem Sammelraum;
- Fig. 6: eine Querschnittansicht durch eine Konstantpumpe in einer Perspektive vergleichbar zur Ebene II in Fig. 4 (Betrachtungsrichtung gemäß Blickpfeil II) auf eine Abdichteinrichtung aus dem Stand der Technik;
- 25 Fig. 7: eine Querschnittansicht durch die Konstantpumpe aus Fig. 4 in der Ebene II in Fig. 4 (Betrachtungsrichtung gemäß Blickpfeil II) auf eine Abdichteinrichtung gemäß der Erfindung;
- 30 Fig. 8: ein Hydraulikschaltplan eines geschlossenen Hydraulikkreislaufes;
- 35 Fig. 9a: ein Hydraulikschaltplan eines Moduls einer Ventileinrichtung mit Ein/Aus- und Richtungs umkehrfunktion;
- Fig. 9b: ein Hydraulikschaltplan eines Moduls einer Ventileinrichtung mit Ein/Aus-Funktion;
- 40 Fig. 9c: ein Hydraulikschaltplan eines Moduls einer Ventileinrichtung mit stufenloser Ein/Aus- und Richtungs umkehrfunktion;
- Fig. 9d: ein Hydraulikschaltplan eines Moduls einer Ventileinrichtung mit stufenloser Ein/Aus-Funktion;
- 45 Fig. 10: eine weitere Variation des Hydraulikschaltplans aus Fig. 9a;
- Fig. 11: ein Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

**[0029]** Gleiche Bauteile sind in den Figuren mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet, wobei nicht jedes sich in den Figuren wiederholende Bauteil separat in jeder Figur bezeichnet ist.

**[0030]** Figur 1 zeigt beispielhaft eine Baumaschine 1, die sich für den Einsatz der erfindungsgemäßen Anordnung bzw. zur Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wie jeweils nachstehend noch näher be-



schrieben, besonders eignet. Bei der Baumaschine 1 gemäß Figur 1 handelt es sich konkret um einen sogenannten Straßenfertiger, dessen wesentliche Elemente einen Maschinenrahmen 2, Fahreinrichtungen 3, ein Fahrstand 4, ein Antriebsmotor 5, eine Materialbunker 6 sowie eine Einbaubohle 7 ist. Der Aufbau und die Funktionsweise einer solchen Baumaschine 1 bzw. insbesondere des in Figur 1 gezeigten Straßenfertiger ist an sich bekannt. Im Arbeitsbetrieb bewegt sich die Baumaschine in oder entgegen der Fahrtrichtung A über den Bodenuntergrund (für den Fall eines Straßenfertigers stellt die Richtung A auch gleichzeitig die Einbaurichtung desselben dar). Wesentlich für den vorliegenden Anwendungsfall ist, dass moderne Baumaschinen, insbesondere Straßenfertiger, in der Regel eine Vielzahl von hydraulischen Verbrauchern umfassen, beispielsweise Längs- und Querfördereinrichtung (in Figur 1 nicht gezeigt), Verdichtungseinrichtungen, insbesondere an der Einbaubohle oder in einer Walzbandage etc. Ein weiterer, insbesondere auch für selbstfahrende Baumaschinen typischer hydraulischer Verbraucher ist ein Fahrtrieb in Form eines Hydromotors. Zum Antrieb dieser hydraulischen Verbraucher ist wenigstens eine Hydraulikpumpe (in Figur 1 nicht gezeigt) vorgesehen, die in an sich bekannter Weise Hydraulikfluid zu dem oder den jeweiligen hydraulischen Verbraucher/n fördert. Die Erfindung richtet sich nun auch darauf, die Hydraulikpumpe und den wenigstens einen hydraulischen Verbraucher in der nachstehend noch näher beschriebenen Weise in einem geschlossenen Hydraulikkreislauf und unter Rückgriff auf eine Konstantpumpe anzuordnen.

**[0031]** Figur 2 verdeutlicht hierzu den Grundaufbau eines erfindungsgemäßen geschlossenen Hydraulikkreislaufes 8. Wesentliche Elemente eines solchen geschlossenen Hydraulikkreislaufes 8 sind eine als Konstantpumpe 9 ausgebildete Pumpe mit einem Pumpenausgang 10 und einem Pumpeneingang 11, sowie ein hydraulischer Verbraucher 12, insbesondere ein Hydromotor, mit einem Motoreinlass 13, über den Hydraulikfluid in den hydraulischen Verbraucher gelangt und diesen antreibt, und mit einem Motorauslass 14, über den das Hydraulikfluid den hydraulischen Verbraucher 14 wieder verlässt. Über eine Zuführleitung 15 wird von der Konstantpumpe 9 gefördertes Hydraulikfluid vom Pumpenausgang 10 zum Motoreinlass 13 gefördert. Dieser Teilbereich des geschlossenen Hydraulikkreislaufes 8 wird auch als Hochdruckseite bezeichnet. Aus dem hydraulischen Verbraucher 12 im geschlossenen Hydraulikkreislaufes 8 austretendes Hydraulikfluid wird über eine Rückführleitung 16, die den Motorauslass 14 mit dem Pumpeneingang 11 verbindet, wieder der Konstantpumpe 9 zugeführt. Der Teilbereich des geschlossenen Hydraulikkreislaufes 8 zwischen dem Motorauslass 14 und dem Pumpeneingang 11 wird auch als Niederdruckseite bezeichnet. Je nach Ausbildung der Konstantpumpe 9 ist es möglich, dass diese bezüglich Ihrer Förderrichtung umschaltbar ausgebildet ist. Es ist auch ergänzend oder alternativ möglich, mithilfe einer Ventileinrichtung 19 eine

Umkehrung der Durchflussrichtung nur in dem zwischen der Ventileinrichtung 19 und dem hydraulischen Verbraucher 12 bestehenden Teil des geschlossenen Hydraulikkreislaufes 8 zu bewirken. Es versteht sich, dass in einem solchen Fall die Bezeichnungen Pumpenausgang 10, Pumpeneingang 11, Motoreinlass 13, Motorauslass 14, Zuführleitung 15 und Rückführleitung 16 entsprechen wechseln. Die Konstantpumpe 9 kann über eine Antriebswelle 17 an ein Antriebselement, beispielsweise einen Verbrennungsmotor oder ein Pumpenverteilergetriebe angeschlossen sein. Der hydraulische Verbraucher 12 kann eine Abtriebswelle 18 antreiben, über die ein anzutreibendes Element, beispielsweise eine Fördereinrichtung, einen Fahrtrieb, ein Erreger etc. in Bewegung gebracht wird.

**[0032]** Im vorliegenden Ausführungsbeispiel kann der geschlossene Hydraulikkreislauf 8 ferner die Ventileinrichtung 19 umfassen. Diese kann einen Grundventilblock 20 und zwei, beispielsweise an diesen angesetzte, Funktionsmodulblöcke 21 aufweisen. Das von der Konstantpumpe 9 über den Pumpenausgang 10 geförderte Hydraulikfluid passiert zunächst den Grundventilblock 20 und anschließend den hydraulischen Verbraucher 12. Über den Motorauslass 14 wird das geförderte Hydraulikfluid unter erneuter Passage des Grundventilblocks 20 im geschlossenen Hydraulikkreislauf 8 anschließend wieder zur Konstantpumpe 9 rückgeführt.

**[0033]** Teil der Konstantpumpe 9 ist ein Sammelraum 22, in dem Leakageöl, welches im Betrieb der Konstantpumpe 9 auftritt, gesammelt wird. Das innerhalb der Konstantpumpe 9 gesammelte Leakageöl kann, insbesondere gegenüber der Außenumgebung der Konstantpumpe 9 drucklos, über einen Leakageölauslass 23 aus dem Inneren der Konstantpumpe 9 abgeführt werden. Hierzu kann eine an den Leakageölauslass 23 angeschlossene Abführleitung 24 vorgesehen sein, die das gesammelte Leakageöl vom Leakageölauslass 23 in einen Tank 25 ableitet.

**[0034]** Schließlich kann eine Speiseeinrichtung 26 vorgesehen sein, die zum Ausgleich der Leakageölverluste im geschlossenen Hydraulikkreislauf 8 vorgesehen ist. Diese Speiseeinrichtung 26 kann eine zur Konstantpumpe 9 des geschlossenen Hydraulikkreislaufes 8 separate Speisepumpe 27 umfassen, beispielsweise eine konventionelle Konstantpumpe in einem offenen Hydraulikkreislauf, die über eine Speiseleitung 28 mit dem geschlossenen Hydraulikkreislauf 8 und/oder einer seiner Komponenten, wie im vorliegenden Ausführungsbeispiel beispielsweise der Ventileinrichtung 19, der Art verbunden ist, dass Hydraulikfluid zum Ausgleich der Leakageölverluste in den geschlossenen Hydraulikkreislauf 8 einspeisbar ist. Weitere Einzelheiten zu dem in Figur 2 übersichtsweise dargestellten möglichen Grundkonzept eines beispielhaften erfindungsgemäßen geschlossenen Hydraulikkreislaufes 8 werden in den nachstehenden Figuren erläutert.

**[0035]** Figur 3 zeigt einen Querschnitt durch eine beispielhafte Konstantpumpe 9 zur näheren Veranschauli-

chung eines möglichen Förderprinzips der Konstantpumpe, wie es insbesondere auch zur Umsetzung einer erfindungsgemäßen Konstantpumpe zum Einsatz kommen kann. Die Durchflussrichtung des von der Konstantpumpe 9 geförderten Hydraulikfluids ist in Figur 3 mit Pfeilen angegeben. Bei dem in Figur 3 gezeigten Ausführungsbeispiel handelt es sich bei der Konstantpumpe 9 um eine Außenzahnpumpe, wobei sich die Erfindung prinzipiell auch auf andere konkrete Ausgestaltungen der Konstantpumpe 9 mit abweichenden Förderprinzipien bezieht. Über den Pumpeneingang 11 gelangt Hydraulikfluid in das Innere eines Pumpengehäuses 29 der Konstantpumpe 9. Die Förderleistung des Hydraulikfluids wird dabei durch beispielsweise 2 als nebeneinander liegende, miteinander kämmende Außenzahnräder ausgebildete Förderelemente 30 erzeugt. Diese drehen sich um die beiden parallel zueinander verlaufenden Rotationsachse R innerhalb eines Förderraums 38, der an den gegenüberliegenden Seiten der beiden Außenzahnräder abgerundet und an den beiden längs zu den beiden Zahnrädern im Wesentlichen längserstreckt ausgebildet ist. An den längserstreckten Seitenbereichen befinden sich einander gegenüberliegend der Pumpeneingang 11 ("Niederdruckseite") und der Pumpenausgang 10 ("Hochdruckseite"). Durch die Rotation der beiden Zahnräder wird das Hydraulikfluid im einander gegenüberliegenden Außenbereich vom Pumpeneingang 11 zum Pumpenausgang 10 gefördert. Die um die jeweilige Rotationsachse R rotierbaren Förderelemente 30 sind jeweils auf einer Lagerachse 31 am Pumpengehäuse 29 über ein Achslager (in Figur 3 nicht gezeigt) drehbar gelagert. Beim Betrieb der Konstantpumpe 9, wie beispielsweise in Figur 3 gezeigt, können nun über diese Lagerung der Förderelemente 30 Leckageölströme auftreten, wodurch ein Anteil des Hydraulikfluids aus dem geschlossenen Hydraulikkreislauf 8 entweicht. Dies ist bei der vorliegenden Verwendung einer Konstantpumpe 9 in einem geschlossenen Hydraulikkreislauf 8 insoweit herausfordernd, als dass am Pumpeneingang 11 aufgrund der Nutzung eines geschlossenen Hydrauliksystems keine Saugseite bzw. kein Unterdruck gegeben ist, sondern ein für geschlossene Hydraulikkreisläufe 8 typisches Niederdruckniveau ("Niederdruckseite") herrscht, beispielsweise im Bereich von 20-40 bar (zum im Vergleich hierzu auf der Hochdruckseite deutlich >100bar, insbesondere >200bar). Eine Rückführung im Betrieb der Konstantpumpe 9 auftretender Leckageölströme ist somit über eine Einspeisung auf einer Saugseite wie bei konventionellen Konstantpumpen nicht möglich. Die Konstantpumpe 9 weist daher den nachstehend noch näher beschriebenen Sammelraum 22 zur gegenüber der Niederdruckseite und der Hochdruckseite abgedichteten separaten Sammeln und Vereinigen auftretender Leckageölströme auf..

**[0036]** Figur 4 zeigt eine erfindungsgemäße Konstantpumpe 9 in einer Tandemanordnung mit zwei Konstantpumpeneinheiten 9A und 9B. Auf der Seite der Antriebswelle 17 ist ein Montageflansch 37 vorgesehen, über den

die Konstantpumpe 9 an einem Antriebselement, beispielsweise einem Antriebsmotor oder einem Pumpenverteilergetriebe, anflanschbar ist. Die beiden Konstantpumpeneinheiten 9A und 9B sind in Serie zueinander angeordnet, sodass zum Antrieb der beiden Konstantpumpeneinheiten 9A und 9B nur eine Antriebswelle 17 erforderlich ist. Jede der beiden Konstantpumpeneinheiten 9A und 9B versorgt jeweils einen geschlossenen Hydraulikkreislauf (in Figur 4 nicht gezeigt). Auf der Vorderseite der Konstantpumpe 9 in Figur 4 sind die beiden Pumpeneingänge 11 angeordnet. Auf der zum Betrachter abgewandten Rückseite befinden sich dagegen zwei Pumpenausgänge (in Figur 4 nicht sichtbar). Die beiden Konstantpumpeneinheiten 9A und 9B bzw. die Konstantpumpe 9 weist auf der der Antriebswelle 17 gegenüberliegenden Seite des Pumpengehäuses 29 einen gemeinsamen Leckageölauslass 23 auf. Über diesen ausschließlich einen Leckageölauslass 23 der Konstantpumpe 9 wird sämtliches im nachstehend noch näher beschriebenen Sammelraum gesammeltes Leckageöl beider Konstantpumpeneinheiten 9A und 9B aus der Konstantpumpe 9 abgeführt. Ein separates Sammeln und Abführen für jede der beiden Konstantpumpeneinheiten 9A und 9B ist allerdings auch möglich. Das Pumpengehäuse 29 ist mehrteilig ausgebildet und umfasst neben zwei Gehäusehülsen 29A und 29B, die jeweils einer Konstantpumpeneinheit 9A und 9B zugewiesen sind, eine Flanschplatte 29C mit dem Montageflansch 37 und eine Kopplungsplatte 29A, über die die Gehäusehülsen 29A und 29B der beiden Konstantpumpeneinheiten 9A und 9B miteinander verbunden sind, auf. Über von der den Leckageölauslass 23 und der Flanschplatte 29C gegenüberliegenden Stirnseite kommend sind ferner Verbindungsschrauben 32 vorgesehen, die die beiden Gehäusehülsen 29A und 29B sowie die Kopplungsplatte 29 D bis hin zur Flanschplatte 29C durchlaufen und in der Flanschplatte 29C im Gewindeeingriff stehen. Mithilfe der Verbindungsschrauben 32 kann somit ein in axialer Richtung der Rotationsachsen der Förderelemente wirkender Anpressdruck, insbesondere zwischen den Elementen 29A, 29B, 29C und 29D erzeugt werden, der in nachstehend beschriebenen Weise zu Abdichtzwecken nutzbar ist. Grundsätzlich ist es auch möglich, dass der Leckageölauslass 23 beispielsweise in einem Flansch, insbesondere der Flanschplatte 29C oder der Kopplungsplatte 29D angeordnet ist.

**[0037]** Figur 5A ist eine Querschnittsansicht mit der Schnittebene I aus Figur 4 und der Blickrichtung gemäß dem Blickpfeil I aus Figur 4. Die Schnittebene verläuft somit entlang der beiden Rotationsachsen R. Die in den Figuren 5A und 5B gezeigte Konstantpumpe unterscheidet sich minimal von der in Fig. 4 gezeigten Konstantpumpe. Das "Innenleben" ist im Wesentlichen identisch. Ein relevanter Unterschied besteht darin, dass bei der Ausführungsform der Pumpendeckel integriert ausgebildet sein kann. Auch bei der Konstantpumpe gemäß Figur 5A setzt sich das Pumpengehäuse 29 aus mehreren Einzelkomponenten, konkret 29A bis 29E, zusammen. Im

Unterschied zur Variante gemäß Fig. 4 ist in Fig. 5A allerdings mit 29E ein separater Pumpengehäusedeckel bezeichnet, der auf der in Figur 4 sichtbaren Stirnseite nicht als separates Teil vorgesehen ist, sondern in die Gehäusehülse 29B integriert ausgebildet ist. Der Leckageölauslass liegt in Fig. 4 somit in der Gehäusehülse 29B, in Fig. 5A im Pumpendeckel 29E. Der Pumpendeckel ist mithilfe der Verbindungsschrauben 32 festlegbar. Wie aus Figur 5A ersichtlich, umfasst die Konstantpumpe 9 im vorliegenden Ausführungsbeispiel ebenfalls zwei einzelne Konstantpumpeneinheiten 9A und 9B. Offensichtlich erstreckt sich die Erfindung aber insbesondere auch auf solche Konstantpumpen, die lediglich eine Konstantpumpeneinheit, beispielsweise umfassend die Elemente 29A, 29C und 29E mit einer Zahnradpaarung, aufweisen. Es kann aber auch nur eine Konstantpumpeneinheit oder mehr als zwei Konstantpumpeneinheiten vorgesehen sein.

**[0038]** Jede Konstantpumpeneinheit umfasst im vorliegenden Ausführungsbeispiel als Förderelement 30 ein miteinander kämmendes Zahnradpaar 31A, 31B. Bei den Zahnrädern handelt es sich um Außenzahnräder. Der Antrieb der Konstantpumpe erfolgt über die um die Rotationsachse R (R1) rotierende Antriebswelle 17, die einstückig mit dem Zahnrad 31A der ersten Konstantpumpeneinheit 9A ausgebildet sein kann. Wesentlich ist, dass die Antriebswelle 17 und das erste Zahnrad 31A drehfest miteinander verbunden sind. Durch den kämmenden Eingriff des Zahnrads 31A in die Verzahnung des zweiten Zahnrads 31B wird das zweite Zahnrad 31B in Rotation um die Rotationsachse R2 versetzt. Jedes Zahnrad 31A und 31B umfasst in axialer Richtung der jeweiligen Rotationsachse R1 und R2 zu beiden Seiten jeweils eine gegenüber dem jeweiligen Zahnrad 31A/31B in axialer Richtung vorstehende Lagerachse 33, die in der Figur 5A zur besseren Zuordnung mit den Indexzahlen 33.1 bis 33.8 bezeichnet sind. Die Lagerachse 33.1 steht über die über das Pumpengehäuse 29 vorstehende Antriebswelle über. Alternativ hierzu ist es auch möglich, einen Anschluss zu einer Antriebseinrichtung nicht über eine vorspringende Welle sondern beispielsweise über eine Buchse, in die eine Antriebswelle eingreift, zu ermöglichen. Auf der Rotationsachse R1 der Lagerachse 33.1 zum Antriebszahnrad 31A gegenüberliegend befindet sich die Lagerachse 33.2. Im Eingriff mit dem Zahnrad 31A steht das Zahnrad 31B mit den beiden in axialer Richtung der Rotationsachse R2 einander gegenüberliegend vorspringenden Lagerachsen 33.3 und 33.4. In entsprechender Anordnung umfasst das Zahnrad 31C die Lagerachsen 33.5 und 33.6 und das Zahnrad 31D die Lagerachsen 33.7 und 33.8. Hervorzuheben ist, dass die Lagerachse 33.2 der ersten Konstantpumpeneinheit 9A über einen um die Rotationsachse R1 drehfest in der Lagerachse 33.2 positionierten Verbindungsstift 34, der gleichzeitig drehfest in die Lagerachse 33.5 der zweiten Konstantpumpeneinheit 9B eingreift, in Antriebsverbindung steht. Hierdurch ergibt sich gegenüber der Antriebswelle 17 eine Serienanordnung der beiden Kon-

stantpumpeneinheiten 9A und 9B. Der Antrieb der zweiten Konstantpumpeneinheit 9B erfolgt somit über die erste Konstantpumpeneinheit 9A und die über den Verbindungsstift 34 erreichte drehfeste Verbindung.

**[0039]** Die Lagerachsen 33 (konkret 33.1 bis 33.8) sind jeweils in Achslagern 35 (in Zuordnung zu den Lagerachsen 33.1 bis 33.8 in den Achslagern 35.1 bis 35.8) um die jeweilige Rotationsachse R1 und R2 rotierbar gelagert, wobei die Achslager 35 insbesondere als Gleitlager ausgebildet sein können. Die Axialsicherung der Zahnräder 31A bis 31D kann mithilfe von im Inneren des Pumpengehäuses 29 angeordneten Lagerbrillen 36A und 36B für die erste Konstantpumpeneinheit 9A und 36C und 36D für die zweite Konstantpumpe Einheit 9B, erfolgen. Die Lagerbrillen können die Achslager 35.1 bis 35.8 bilden. Die Zahnräder 31A bis 31D springen in radialer Richtung zur jeweiligen Rotationsachse R1 und R2 gegenüber der radialen Erstreckung der jeweiligen Achslager 35.1 bis 35.8 vor, so dass sie durch die Lagerbrillen 36 formschlüssig an einer nennenswerten Axialverschiebung entlang der jeweiligen Rotationsachse R1, R2 gehindert werden.

**[0040]** Im Betrieb der Konstantpumpe 9 leckt Hydraulikfluid aus dem Förderraum 38 in axialer Richtung der Rotationsachse R1 und R2 zwischen den Lagerachsen 33 und den Achslagern 35. Dieses Leckageöl wird innerhalb der Konstantpumpe 9 in dem Sammelraum 22 gesammelt. Figur 5B zeigt zur näheren Veranschaulichung der Gesamterstreckung des Sammelraums 22 diesen frei von jeglichen sich in die Blickebene der Querschnittsansicht hinein erstreckenden Konturlinien. Zur weiteren Verbesserung der Übersicht wurde ferner der Verbindungsstift 34 weggelassen. In Figur 5B sind den jeweiligen Achslagern 35.1 bis 35.8 einige der Austrittsstellen 39.1 bis 39.8 des Leckageöls aus den Achslagern 35.1 bis 35.8 in den insgesamt zusammenhängenden und als Hohlraum ausgebildeten Sammelraum 22 bezeichnet.

**[0041]** Über die Austrittsstelle 39.1 tritt Leckageöl beispielsweise über das Gleitlager aus, welches zwischen der Lagerachse 33.1 und dem Achslager 35.1 gebildet wird. Analog trifft dies auf die Austrittsstellen 39.2 (zwischen 33.2 und 35.2 [Figur 5A]), 39.3 (zwischen 33.3 und 35.3), 39.4 (zwischen 33.4 und 35.4 [Figur 5A]) etc. zu. Bei der Austrittsstelle 39.1 liegt zunächst ein die Lagerachse 33.1 ringförmig umlaufender Sammelhohlraumabschnitt 22.1 vor. Dieser ist in der Flanschplatte 29C ausgebildet und geht in eine Kanalbohrung 22.2, die ebenfalls innerhalb der Flanschplatte 29C ausgebildet sein kann, über. Über die Kanalbohrung 22.2, die ebenfalls Teil des Sammelraums 22 ist, wird eine Verbindung zu einem stirnseitig zur Lagerachse 33.3 vorhandenen, beispielsweise im Wesentlichen hohlkegelförmig ausgebildeten Hohlraum 22.3 gebildet, der in eine die Lagerachse 33.3, das Zahnrad 31B sowie die Lagerachse 33.4 entlang der Rotationsachse R2 durchsetzende Durchgangsbohrung 22.4 übergeht. Die über 39.1 und 39.3 eintretenden und im Sammelraum 22 vereinten Leckageölströme fließen entlang Pfeilrichtung P1 durch

den mit der Gesamtheit aus den Lagerachsen 33.3 und 33.4 und 31B um die Rotationsachse R2 rotierenden Begrenzungswänden des Sammelraumbereichs 22.4 gebildeten Sammelraumabschnitt. Im Bereich der Kopp-  
 5 lungenplatte 29D geht der Sammelraum 22 dagegen in einen gegenüber dem Pumpengehäuse 29 ortsfesten Teilbereich 22.5 über, in dem die Austrittsstellen 39.4 sowie 39.7 liegen. Hieran anschließend folgt ein dem bereits beschriebenen Sammelraumbereich 22.4 ähnlicher  
 10 Abschnitt des Sammelraums 22, der mit 22.6 bezeichnet ist und ebenfalls im um die Rotationsachse R2 rotierenden Bereich der Lagerachsen 33.7 und 33.8 sowie dem Zahnrad 31D die zu beiden Stirnseiten hin geöffnet durchläuft. Dieser mündet zur einen Stirnseite hin in den  
 15 weiteren Sammelraumbereichabschnitt 22.7, der sich in axialer Richtung der Rotationsachse R2 stirnseitig an das Ende der Lagerachse 33.8 anschließt und vom Pumpendeckel 29E gebildet wird. Über den Kanal 22.8 besteht eine Verbindung des vorstehend beschriebenen Sam-  
 20 melraumbereichs 22.1-22.7 zum Leckageölauslass 23. Vergleichbare Sammelraumbereiche 22.9 bis 22.13 finden sich ferner bei den Austrittsstellen 39.2, 39.5 und 39.6, die in diesem Teilbereich des Sammelraums 22 gesammelt und in Pfeilrichtung P4, P5 zum Leckageöl-  
 25 auslass 23 fließen können.

**[0042]** Insgesamt steht damit ein zusammenhängen-  
 der Sammelraum 22 innerhalb der Konstantpumpe 9 zur  
 Verfügung, über den über die Achslager 35 austretende  
 Leckageölströme vereint und getrennt zur Hochdruck-  
 30 seite und Niederdruckseite der Konstantpumpe 9 aus dieser abgeführt werden können. Wichtig ist dabei, dass diese Anordnung nicht zwingend die Verwendung einer  
 Tandemanordnung, wie beispielhaft in der Figur 5B ge-  
 zeigt, voraussetzt, sondern selbstverständlich auch für  
 eine Konstantpumpe 9 mit nur einer Konstantpumpen-  
 35 einheit oder mit mehr als zwei Konstantpumpeneinheiten verwendet werden kann. Darüber hinaus wird vorsorglich festgehalten, dass der in der Figur 5B lediglich gestrichelt  
 angedeutete Verbindungsstift 34 die Lagerachsen 33.2  
 und 33.5 zwar drehfest aber nicht abdichtend miteinander  
 40 verbindet. Auch dieser Bereich bzw. der zwischen dem Verbindungsstift zu den Lagerachsen bestehende Freiraum ist somit Teil des Sammelraums 22.

**[0043]** Um ein effizientes Sammeln des Leckageöls,  
 wie in den Figuren 5A und 5B erläutert, zu ermöglichen,  
 ist es wichtig, dass eine Abdichtung des Sammelraums  
 gegenüber der Hochdruckseite und der Niederdruckseite  
 erfolgt. Dazu ist eine Abdichteinrichtung 40 vorhanden,  
 die im vorliegenden Ausführungsbeispiel mehrere Ab-  
 45 dichteinheiten umfasst, die in axialer Richtung der Rota-  
 tionsachsen R1 und R2 hintereinander zwischen a) der  
 Flanschplatte 29C und der Lagerbrille 36A sowie dem  
 Pumpengehäuse 29A, b) der Koppplungenplatte 29D, der  
 Lagerbrille 36B sowie dem Pumpengehäuse 29A, c) der  
 Koppplungenplatte 29D, der Lagerbrille 36C und dem Pum-  
 50 pengehäuse 29B sowie d) dem Pumpengehäuse 29B,  
 der Lagerbrille 36D sowie dem Pumpengehäusedeckel  
 29E angeordnet sind. Die Abdichteinrichtung 40 weist im

vorliegenden Ausführungsbeispiel eine konventionelle  
 Gehäuseabdichtung 40A sowie eine erfindungsgemäße  
 Sammelraumabdichtung 40B auf. Um den Aufbau und  
 die Wirkweise der erfindungsgemäßen Abdichtungsein-  
 5 richtung näher zu veranschaulichen, wird in diesem Zu-  
 sammenhang Bezug genommen auf die Figuren 6 und  
 7, wie nachstehend erläutert.

**[0044]** Figur 6 zeigt zunächst den Aufbau einer Ab-  
 dichteinrichtung 40 gemäß dem Stand der Technik, d.h.  
 10 für eine Konstantpumpe 9\*, die nicht für den Einsatz in  
 einem geschlossenen Hydraulikkreislauf geeignet ist,  
 sondern allein in einem offenen Hydraulikkreislaufsyst-  
 em sinnvoll betreibbar ist. Bau- und/oder funktionsent-  
 sprechende Bauteile sind unter Bezugnahme auf die vor-  
 15 hergehenden Ausführungen zur erfindungsgemäßen  
 Ausführung der Konstantpumpe mit "\*" bezeichnet. Über  
 die Gehäuseabdichtung 40A hinaus ist eine teilweise  
 Sammelraumabdichtung 40B\* vorhanden, die den Sam-  
 20 melraum 22 allein gegenüber der Hochdruckseite der  
 Konstantpumpe 9\* abdichtet. Leckageölströme werden  
 bei dieser Konstantpumpe 9\* aus dem Sammelraum 22\*  
 (in Fig. 6 ist beispielsweise das Kompartiment 22.3\* an-  
 gegeben, welches sich stirnseitig in Axialrichtung R2 zur  
 Lagerachse 33.3\* befindet) über Nuten 41 zur Saugseite  
 25 der Konstantpumpe 9\* auf Seiten des Pumpeneingangs  
 11\* hin abgeführt (in Fig. 6 durch die beiden gestrichelten  
 Pfeile angedeutet). Der dafür erforderliche Unterdruck  
 auf der Saugseite der Konstantpumpe 9\* wird durch die  
 Förderfunktion der Konstantpumpe 9\* in einem offenen  
 30 Hydraulikkreislauf erzeugt bzw. es kann vorgesehen  
 sein, dass hier nur ein sehr niedriges Druckniveau be-  
 steht, insbesondere bei maximal 3 bar. Eine Abdichtung  
 gegenüber der Saugseite liegt daher auch funktionsbe-  
 dingt nicht vor. Diese Anordnung eignet sich nicht für  
 35 einen Betrieb der Konstantpumpe 9\* in einem geschlos-  
 senen Kreislauf, da dann der auf der Pumpeneingangs-  
 seite erforderliche Saugeffekt nicht mehr erzeugt werden  
 kann bzw. der auf der Niederdruckseite anliegende  
 Druck deutlich höher ist, insbesondere größer 10 bar.

**[0045]** Infolgedessen ist es erfindungsgemäß nun im  
 Unterschied zur in Fig. 6 gezeigten konventionellen Pum-  
 40 pe vorgesehen, dass die Konstantpumpe eine Sammel-  
 raumabdichtung 40B aufweist, die derart ausgebildet ist,  
 dass sie den Sammelraum gleichzeitig gegenüber der  
 Niederdruckseite (d.h. zur Pumpeneingangsseite hin) als  
 auch gegenüber der Hochdruckseite (d.h. zur Pumpen-  
 45 ausgangsseite hin) abdichtet. Die Sammelraumabdich-  
 tung 40B umfasst im vorliegenden Ausführungsbeispiel  
 dazu zwei vollständig und geschlossen umlaufend aus-  
 gebildete kreisförmige Ausnehmungen 42A und 42B auf,  
 50 die über einen Verbindungssteg 42C miteinander ver-  
 bunden sind. Die Sammelraumabdichtung 40B kann ein-  
 stückig, beispielsweise in Form einer Dichtungsbrille,  
 ausgebildet sein. Es können aber auch mehrere einzelne  
 55 Untereinheiten verwendet werden. Jede der kreisförm-  
 igen Ausnehmungen umläuft jeweils eine der beiden Ro-  
 tationsachsen R1, R2. Die Sammelraumabdichtung 40B  
 ist zwischen der Flanschplatte 29C und der Lagerbrille

36A eingespannt. Weitere Sammelraumabdichtungen 40B können ferner zwischen der Lagerbrille 36B und der Kopplungsplatte 29D, der Kopplungsplatte 29D und der Lagerbrille 36C sowie der Lagerbrille 36D und dem Pumpengehäusedeckel 29E eingespannt sein (Fig. 5b). Die erforderliche Spannkraft kann über die Verbindungsschrauben 32 erzeugt werden. Jeder Sammelraumabdichtung 40B ist somit gemein, dass diese als Flachdichtung und/oder Formdichtung ausgebildet sein kann und/oder den Sammelraum 22 einer der Konstantpumpeneinheiten 9A und 9B im Inneren gegenüber dem Förderraum 38, sei es nun zur Hochdruckseite und/oder zur Niederdruckseite der Konstantpumpe 9 hin, abdichtet. Im Sammelraum anfallendes Leckageöl wird ferner nicht, wie im Stand der Technik bei Konstantpumpen üblich, über eine Nut 41 oder vergleichbare Ausführung zu einer Saugseite geführt. Die erfindungsgemäße Konstantpumpe 9 weist hierfür vielmehr eine separate Verbindung des Sammelraums 22 zur Außenumgebung der Konstantpumpe, insbesondere den Leckageölauslass 23, auf. Der Sammelraum 22 kann daher auch drucklos (bzw. druckdifferenzlos) gegenüber der Außenumgebung sein.

**[0046]** Fig. 8 veranschaulicht nun in einer Ausführungsform eines Hydraulikschaltplans eine mögliche Anordnung einer erfindungsgemäßen Konstantpumpe 9. Die Konstantpumpe 9 ist über die Zufuhrleitung 15 und die Rückführleitung 16 mit der Ventileinrichtung 19, umfassend einen Grundventilblock 20, an dem zwei Funktionsmodulblöcke 21 angeordnet sind, in fluidleitender Verbindung verbunden. Vorsorglich wird festgehalten, dass die Konstantpumpe in Bezug auf den geschlossenen Hydraulikkreislauf 8 in beide Förderrichtungen betreibbar ist, wodurch aus der Zufuhrleitung 15 dann entsprechend die Rückführleitung 16 und umgekehrt wird. An die Ventileinrichtung 19 schließt sich in Förderrichtung der hydraulische Verbraucher 12, vorliegend in Form eines Hydromotors, an. Dieser steht ebenfalls über eine Zufuhrleitung 15 und eine Rückführleitung 16 in fluidleitender Verbindung mit der Ventileinrichtung 19. Der Grundventilblock 20 umfasst einen Pumpeneingang PA, einen Motorausgang MA, einen Motoreingang MB und einen Pumpenausgang PB. Darüber hinaus ist an den Grundventilblock 20 der Ventileinrichtung 19 eine Speisepumpe 43 über eine Speiseleitung 44 angeschlossen. Die Aufgabe der Speisepumpe 43 liegt darin, Hydraulikfluid aus dem Tank 25 anzusaugen und zum Ausgleich von Leckageölverlusten in den geschlossenen Hydraulikkreislauf 8 einzuspeisen. Dazu ist am Grundventilblock 20 der Ventileinrichtung 19 ein Speiseanschluss S vorgesehen, an den sich eine innerhalb des Grundventilblocks 20 verlaufende Speiseleitung anschließt. In der Speiseleitung ist ferner ein Speisefilter 45 vorgesehen. Der geschlossene Hydraulikkreislauf ist über das Druckbegrenzungsventil 47 druckabgesichert. Die Speiseleitung ist innerhalb des Grundventilblocks 20 über ein Druckbegrenzungsventil 46 gegenüber der Zufuhrleitung 15 druckabgesichert angeschlossen. Es kann ferner

ein weiteres Druckbegrenzungsventil 47 zur Rückführung 16 hin vorgesehen sein. Die Ventileinrichtung 19 kann weiter, beispielsweise im Grundventilblock 20, Druckbegrenzungseinrichtungen, insbesondere in Form von Druckbegrenzungsventil 46', umfassen, die ein kontrolliertes Abführen von überschüssigem Hydraulikfluid aus dem geschlossenen Hydraulikkreislauf 8, beispielsweise aufgrund von Wärmeausdehnungseffekten, ermöglichen. Eines oder mehrere der Druckbegrenzungsventile 46, 46' und/oder 47 können gesteuert sein.

**[0047]** Für die Funktionalität des in Figur 8 gezeigten Hydraulikkreislaufes wesentlich sind insbesondere die an dem Grundventilblock 20 angesetzten Funktionsmodulblöcke 21A und 21B, durch die hindurch das Hydraulikfluid sukzessive von der Konstantpumpe 9 kommend vor der Weiterleitung zum hydraulischen Verbraucher 12 geleitet wird. Die Figuren 9A bis 9D zeigen die Ventileinrichtung 19 mit dem Grundventilblock 20 und jeweils verschiedenen angesetzten Funktionsmodulblöcken 21. Mithilfe der Funktionsmodulblöcke, beispielsweise wie nachstehend weiter beschrieben, können Funktionalitäten, die in konventionellen geschlossenen Hydraulikkreisläufen mit einer Verstellpumpe erreicht werden, auch bei Nutzung der vorstehend beschriebenen Konstantpumpe imitiert werden, wie beispielsweise eine Umschaltung der Förderrichtung am hydraulischen Verbraucher, eine Variation der Fördermenge etc.

**[0048]** Der Funktionsmodulblock 21A gemäß Figur 9A umfasst beispielsweise eine Ein/Aus-Funktion. Durch Schalten des Funktionsmodulblocks 21A kann über den Eingang PA in die Ventileinrichtung 19 hineingeleitetes Hydraulikfluid unter Umgehung der Anschlüsse MA und MB und damit unter Umgehung eines an MA/MB angeschlossenen Verbrauchers direkt wieder zum Pumpenausgang PB rückgeleitet werden, wie in der in Figur 9A gezeigten Schaltstellung. Wird das Ventil des Funktionsmodulblocks 21A in die andere in Figur 9A gezeigte Position geschaltet, wird durch den Eingang PA in die Ventileinrichtung 19 eintretendes Hydraulikfluid zu den Ausgängen MA oder MB geleitet, abhängig von der Schaltposition des Funktionsventilblocks 21B, und damit zum hydraulischen Verbraucher weitergeleitet.

**[0049]** Mithilfe des Funktionsmodulblocks 21B kann somit beispielsweise eine Richtungsumkehr hin zu einem an die Anschlüsse MA und MB angeschlossenen hydraulischen Verbraucher, wie beispielsweise einen Hydromotor, erreicht werden.

**[0050]** Die zum Ausgang PB rückführenden Leitungsabschnitte sind ferner gegenüber einer Tankleitung mit dem Ausgang T über geeignete Druckbegrenzungsventile 46 Druck abgesichert.

**[0051]** Ein alternatives Ausführungsbeispiel gemäß Figur 9B ist der Funktionsmodulblock 21C in Form einer nicht schaltbaren Durchleitungsbrücke. Die in Figur 9B gezeigte Variante ermöglicht somit keine Richtungsumschaltung des ausgehend von der Konstantpumpe 9 stromabwärts zur Ventileinrichtung 19 liegenden Teilbereiches des angeschlossenen Hydraulikkreislaufes 8.

**[0052]** In Figur 9C ist im Vergleich zu den vorhergehenden Ausführungen gemäß den Figuren 9A und 9B der Funktionsmodulblock 21A durch den Funktionsmodulblock 21D ersetzt. Dieser umfasst ein Stromregelventil, insbesondere ein elektrisches Proportionalstromregelventil. Mithilfe des Stromregelventils ist es möglich, den Volumenstrom des über den in die Ventileinrichtung 19 einströmenden Hydraulikfluids aufzugliedern in einen dem Motorausgang MA zugeführten und einen dem Anschluss PB zur Konstantpumpe 9 in zugeführten Anteil. Auf diese Weise kann somit die Funktion einer Verstellpumpe mit variablem Fördervolumen hin zu einem hydraulischen Verbraucher imitiert werden. Bei dem in Figur 9C gezeigten Ausführungsbeispiel besteht in diesem Zusammenhang sowohl hinsichtlich des über den Ausgang MA als auch über den Ausgang MB eingespeisten Fördervolumens zwischen dem maximalem Fördervolumen und einem Nullfördervolumen vollständige stufenlose Variabilität. Darüber hinaus kann über das Funktionsmodul 21B die Fördereinrichtung im Kreislaufteil des geschlossenen Hydraulikkreislaufs 8 zwischen den Anschlüssen MA und MB gewählt werden.

**[0053]** Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 9D wird das Funktionsmodul 21D schließlich mit dem Funktionsmodul 21C kombiniert. Diese vereinfachte Ausführungsform gegenüber der Figur 9C ermöglicht somit ein variables Fördervolumen, allerdings ohne die vorstehend beschriebene Möglichkeit zur Richtungsumkehr der Förderrichtung im Kreislaufteil zwischen den Anschlüssen MA und MB.

**[0054]** Figur 10 schließlich beschreibt die Ausführung einer Ventileinrichtung 19 beispielsweise für den Fall einer Verwendung in einer Tandempumpenanordnung, wie beispielsweise in den vorhergehenden Figuren beschrieben. Jeder der Konstantpumpeneinheiten ist dabei jeweils eine Ventileinrichtung 19 zugeordnet. Eine der beiden Ventileinrichtungen kann ein Stopfenelement 48 aufweisen, welches die Verbindung zur Tankleitung T über das Druckbegrenzungsventil 46, wie in den vorhergehenden Ausführungsformen gezeigt, unterbricht. Auch dieses Ventil kann modular ausgeführt sein, um eine möglichst einfache Anpassung des Grundblocks 20 an die jeweilige Ausführung zu ermöglichen.

**[0055]** Figur 11 schließlich veranschaulicht wesentliche Schritte eines erfindungsgemäßen Verfahrens. Zunächst erfolgt ein Fördern 49 von Hydraulikfluid mithilfe einer Konstantpumpe hin zu einer Hochdruckseite eines geschlossenen Hydraulikkreislaufes, insbesondere eines geschlossenen Hydraulikkreislaufes, wie vorstehend beschrieben. Hinsichtlich einer bevorzugten Ausgestaltung des geschlossenen Hydraulikkreislaufes sowie bevorzugter Verwendung wird auf die vorstehenden Ausführungen Bezug genommen. Durch das Fördern 49 erfolgt ein Antreiben 50 eines hydraulischen Verbrauchers, insbesondere Hydromotors, mithilfe des auf der Hochdruckseite geführten Hydraulikfluids in dem geschlossenen Hydraulikkreislauf. Weiter umfasst ist ein Rückführen 51 des Hydraulikfluids vom hydraulischen

Verbraucher, insbesondere Hydromotor, zur Konstantpumpe auf einer Niederdruckseite des geschlossenen Hydraulikkreislaufes. Wesentlich für das erfindungsgemäße Verfahren ist nun, dass während der Schritte 49 bis 51 ein Sammeln 52 von Leckageöl innerhalb der Konstantpumpe in einem zur Niederdruckseite und auch zur Hochdruckseite des geschlossenen Hydraulikkreislaufes abgedichtete, separaten Sammelraum erfolgt, welches anschließend im Schritt 53 aus der Konstantpumpe abgeleitet wird. Ferner ist vorgesehen, dass ein Einspeisen 54 von Hydraulikfluid in den geschlossenen Hydraulikkreislauf zum Ausgleich des in den Schritten 52 und 53 aus dem geschlossenen Hydraulikkreislauf abgezweigten Leckageöls erfolgt.

### Patentansprüche

1. Konstantpumpe (9) zur Verwendung zum Fördern eines Hydraulikfluids in einem geschlossenen Hydraulikkreislauf (8), umfassend

- ein Pumpengehäuse (29),
- wenigstens ein innerhalb des Pumpengehäuses (29) in einem Förderraum (38) angeordnetes und zu Förderzwecken um eine Rotationsachse (R1, R2) drehbar antreibbares Förderelement (30), wobei das Förderelement (30) wenigstens eine in Axialrichtung der Rotationsachse (R1, R2) verlaufende Lagerachse (33) aufweist und wobei das Förderelement (30) mit der Lagerachse (33) innerhalb eines in Axialrichtung neben dem Förderelement (30) vorhandenen, ortsfest zum Pumpengehäuse (29) ausgebildeten Achslagers (35) um die Rotationsachse (R1, R2) drehbar gelagert ist,
- einen Fluidpumpeneingang (11), über den zu förderndes Hydraulikfluid von außerhalb der Konstantpumpe (9) auf einer Niederdruckseite in den Förderraum (38) förderbar ist,
- einen Fluidpumpenausgang (10), über den gefördertes Hydraulikfluid aus dem Förderraum (38) aus der Konstantpumpe (9) auf einer Hochdruckseite abführbar ist, und
- eine Einrichtung zum Abführen eines aus dem Förderraum (38) über das Achslager (35) austretenden Leckageanteils des Hydraulikfluids,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Konstantpumpe (9) einen an das Achslager (35) angrenzenden Sammelraum (22) für den aus dem Achslager (35) austretenden Leckageanteil des Hydraulikfluids aufweist, wobei eine Abdichteinrichtung (40) vorhanden ist, die den Sammelraum (22) gegenüber der Niederdruckseite und der Hochdruckseite der Konstantpumpe (9) abdichtet, und dass die Konstantpumpe (9) einen mit dem Sammelraum (22) verbundenen Leckageölauslass (23) zum

Abführen des Leckageöls aus der Konstantpumpe (9) aufweist.

2. Konstantpumpe (9) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sammelraum (22) wenigstens eines der folgenden Merkmale aufweist:

- der Sammelraum (22) ist als ein im Betrieb der Konstantpumpe (9) zur Außenumgebung druckloser Sammelraum (22) ausgebildet;
- er erstreckt sich durch gegenüber dem Pumpengehäuse (29) ortsfeste und/oder gegenüber der wenigstens einen Lagerachse (33) ortsfeste Bauteile;
- er umfasst einen die Lagerachse (33), insbesondere vollständig, umlaufenden Ringraum;
- er umfasst einen sich in Axialrichtung der Lagerachse (33) an eine Stirnseite der Lagerachse (33) unmittelbar anschließenden Sammelkopfabchnitt;
- er umfasst eine die Lagerachse (33) in Axialrichtung von der einen zur anderen Stirnseite vollständig durchlaufende Sammeldurchgangsöffnung;
- er umfasst wenigstens einen Verbindungskanal, der einen eine Lagerachse (33) umlaufenden Ringraum oder einen Sammelkopfabchnitt oder eine Sammeldurchgangsöffnung mit einem eine Lagerachse umlaufenden Ringraum oder einem Sammelkopfabchnitt oder einer Sammeldurchgangsöffnung verbindet;
- er umfasst eine Sammelleitung, in die mehrere Verbindungskanäle münden.

3. Konstantpumpe (9) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sammelraum (22) teilweise in und/oder an einem der folgenden Bauteile der Konstantpumpe (9) ausgebildet ist:

- in der Lagerachse (33), insbesondere in einer diese in Axialrichtung durchlaufenden Weise;
- im Förderelement (30), insbesondere in einer dieses in Axialrichtung durchlaufenden Weise;
- in einer Lagerbrille, in der wenigstens eine Lagerachse (33) gelagert ist;
- in einem Pumpenflansch, insbesondere als Oberflächenausnehmung auf der einer Anflanschseite gegenüberliegenden Seite;
- in einem Pumpendeckel, insbesondere als Oberflächenausnehmung auf der einer Außenseite des Pumpendeckels gegenüberliegenden Seite;
- in einer Kopplungsplatte einer Tandempumpe.

4. Konstantpumpe (9) gemäß einem der vorhergehenden

den Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Abdichteinrichtung (40) wenigstens eines der folgenden Merkmale aufweist:

- sie ist einstückig ausgebildet;
- sie umfasst wenigstens einen die Lagerachse (33) radial vollständig umlaufenden Dichtabschnitt,
- sie umfasst zwei jeweils eine Lagerachse (33) radial vollständig umlaufende Dichtabschnitte sowie einen Verbindungsabschnitt, der die beiden Dichtabschnitte miteinander verbindet.

5. Konstantpumpe (9) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Konstantpumpe (9) eine Außenzahnpumpe ist, umfassend

- zwei nebeneinander liegende, miteinander kämmende Zahnräder (31) mit jeweils außen liegender Verzahnung,
- zwei parallel zueinander verlaufende, in Axialrichtung der Rotationsachsen (R1, R2) zumindest teilweise auf gleicher Höhe angeordnete Lagerachsen (33), wobei die eine Lagerachse (33) das eine Zahnrad (31) und die andere Lagerachse (33) das andere Zahnrad (31) trägt, und dass die Konstantpumpe (9) wenigstens eines der folgenden Merkmale aufweist:
- eine der Lagerachsen (33) ist als eine aus dem Gehäuse vorspringende Antriebsachse ausgebildet, umfassend eine Formschlusseinrichtung zum Eingriff einer Antriebsanordnung, insbesondere eine Passverzahnung;
- nur eine der Lagerachsen (33), insbesondere die von der anderen Lagerachse (33) angetriebene Lagerachse (33), umfasst eine sich in Axialrichtung durch die Lagerachse vollständig erstreckende und zu beiden Stirnseiten offene Durchgangsöffnung als Teil des Sammelraums (22).

6. Konstantpumpe (9) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Konstantpumpe (9) als Tandempumpe mit einer ersten und einer zweiten Konstantpumpeneinheit (9A, 9B) ausgebildet ist, wobei die Tandempumpe wenigstens eines der folgenden Merkmale aufweist

- wobei eine Kopplungsplatte vorhanden ist, die unmittelbar zwischen zwei Zahnradpaarungen der ersten und der zweiten Konstantpumpeneinheit (9A, 9B) angeordnet ist, und wobei ein Teil des Sammelraums (22) durch die Kopp-

- lungsplatte gebildet wird und/oder in Richtung der Rotationsachse (R1, R2) der Zahnradpaarungen beidseits der Kopplungsplatte jeweils eine Dichtung als Teil der Abdichteinrichtung (40) vorhanden ist; 5
- wobei mehrere der Lagerachsen (33) diese vollständig durchlaufende Durchgangsöffnungen als Teil des Sammelraums (22) aufweisen; 10
  - sie umfasst einem einzigen gemeinsamen Leckageölauslass (23), insbesondere in einem Pumpendeckel.
7. Konstantpumpe (9) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, 15
- dadurch gekennzeichnet,**
- dass** sie eine Ventileinrichtung (19) umfasst, die an den Fluidpumpeneingang (11) und den Fluidpumpenausgang (10) angeschlossen und/oder dem Fluidpumpeneingang (11) und dem Fluidpumpenausgang (10) vorgeschaltet ist, wobei die Ventileinrichtung (19) wenigstens eine der folgenden Ventilfunktionen aufweist: 20
- Schalten zwischen einer direkten und geschlossenen Umleitung vom Fluidpumpeneingang (11) zum Fluidpumpenausgang (10) und eine Unterbrechung der geschlossenen Umleitung; 25
  - Umschalten einer Fluidverbindung zwischen dem Fluidpumpenausgang (10) und einem ersten Ausgang der Ventileinrichtung (19) zu einer Fluidverbindung zwischen dem Fluidpumpenausgang (10) und einem zweiten Ausgang der Ventileinrichtung (19); 30
  - Druckabsicherung einer Hochdruckseite der Konstantpumpe (9) und Freigeben einer Ablassleitung bei Überschreiten einer Druckschwelle auf der Hochdruckseite; 35
  - Herstellen einer druckabgesicherten Fluidverbindung von einer Speiseleitung zu einem Niederdruckbereich der Konstantpumpe (9); 40
  - Aufteilen des in den Funktionsmodulblock eingeleiteten Hydraulikfluidstromes in zwei Teilströme. 45
8. Konstantpumpe (9) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, 50
- dadurch gekennzeichnet,**
- dass** die Ventileinrichtung (19) als modulare Einheit mit einem Grundventilblock (20), umfassend wenigstens
- eine Anschlussöffnung zur Verbindung mit dem Fluidpumpeneinlass (11), 55
  - eine Anschlussöffnung zur Verbindung mit dem Fluidpumpenauslass (10),
  - eine Anschlussöffnung zur Verbindung mit einem Motoreinlass,
  - eine Anschlussöffnung zur Verbindung mit einem Motorauslass;
  - eine Anschlussöffnung zur Verbindung an eine Speiseleitung;
  - und eine Leitungsunterbrechung mit einer Unterbrechungsausgangsöffnung und einer Unterbrechungseingangsöffnung;
- und mit einem Funktionsmodulblock (21), der eine Modulblockeingangsöffnung und eine über eine Ventileinrichtung (19) und/oder eine Leitungsverbindung mit der Modulblockeingangsöffnung in fluidleitender Verbindung stehende Modulblockausgangsöffnung aufweist, wobei der Funktionsmodulblock (21), insbesondere austauschbar, am Grundventilblock (20) derart befestigt ist, dass die Unterbrechungsausgangsöffnung in Fluidverbindung mit der Modulblockeingangsöffnung und die Modulblockausgangsöffnung in Fluidverbindung mit der Unterbrechungseingangsöffnung steht.
9. Konstantpumpe (9) gemäß Anspruch 8, 60
- dadurch gekennzeichnet,**
- dass** der Funktionsmodulblock (21) zur Durchführung wenigstens einer der folgenden Funktionalitäten ausgebildet ist:
- Umschalten zwischen zwei Einlass- und zwei Auslassöffnungen;
  - statischen Durchleiten;
  - An-/Ausschalten einer Speisefunktion;
  - Aufteilen des in den Funktionsmodulblock (21) eingeleiteten Hydraulikfluidstromes in zwei Teilströme. 65
10. Konstantpumpe (9) gemäß einem der Ansprüche 8 oder 9, 70
- dadurch gekennzeichnet,**
- dass** der Grundventilblock (20) zum gleichzeitigen Anschluss zweier Funktionsmodulblöcke (21) ausgebildet ist, insbesondere zur Durchführung wenigstens einer der folgenden Funktionalitäten an einem angeschlossenen Verbraucher, ganz besonders Hydromotor: 75
- An/Aus-Funktion und/oder
  - variables Antriebsvolumen und/oder
  - Richtungsumkehr und/oder.
11. Konstantpumpe (9) gemäß einem der Ansprüche 8 bis 10, 80
- dadurch gekennzeichnet,**
- dass** die Ventileinrichtung (19), insbesondere der Grundventilblock (20), einen Anschluss für eine Speisepumpe (27) aufweist, und dass sie eine, insbesondere druckabgesicherte, Schalteinrichtung zum Ablass von Hydraulikfluid aus dem geschlosse-



nen Kreislauf in eine bis zu einem Leitungsanschluss führende Ablassleitung aufweist.

**12. Geschlossener Hydraulikkreislauf, umfassend**

- eine Konstantpumpe (9) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11; 5
- einen von der Konstantpumpe (9) mit Hydraulikfluid versorgten hydraulischen Verbraucher (12), insbesondere ein Hydraulikmotor, mit einem Fluidmotoreingang und einem Fluidmotorausgang, 10
- eine Hydraulikfluid hinleitenden Versorgungsleitung, die den Fluidpumpenausgang mit dem Fluidmotoreingang verbindet, und 15
- eine Hydraulikfluid rückleitende Versorgungsleitung, die den Fluidmotorausgang mit dem Fluidpumpeneingang verbindet. ,

**13. Baumaschine (1), insbesondere Straßenfertiger, mit einem geschlossenen Hydraulikkreislauf (8) gemäß Anspruch 12. 20**

**14. Verfahren zum Betrieb einer in einem geschlossenen Hydraulikkreislauf (8) betriebenen Konstantpumpe (9), insbesondere in einem geschlossenen Hydraulikkreislauf (8) gemäß Anspruch 12, umfassend die Schritte: 25**

- a) Fördern (49) von Hydraulikfluid mithilfe der Konstantpumpe (9) hin zu einer Hochdruckseite des geschlossenen Hydraulikkreislaufes (8); 30
- b) Antreiben (50) eines hydraulischen Verbrauchers (12), insbesondere Hydromotors, mithilfe des auf der Hochdruckseite geführten Hydraulikfluids; 35
- c) Rückführen (51) des Hydraulikfluids vom hydraulischen Verbraucher (12), insbesondere Hydromotor, zur Konstantpumpe (9) auf einer Niederdruckseite des geschlossenen Hydraulikkreislaufes (8); 40
- d) Sammeln (52) von Leckageöl innerhalb der Konstantpumpe (9) in einem zur Niederdruckseite und zur Hochdruckseite des geschlossenen Hydraulikkreislaufes separaten Sammelraum (22); 45
- e) Ableiten (53) des Leckageöls aus der Konstantpumpe (9); und
- f) Einspeisen (54) von Hydraulikfluid in den geschlossenen Hydraulikkreislauf (8) zum Ausgleich des in den Schritten d) und e) aus dem geschlossenen Hydraulikkreislauf (8) abgezweigten Leckageöls. 50

**15. Verfahren gemäß Anspruch 14, 55**  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** es wenigstens einen der folgenden Schritte umfasst:

- das Sammeln von Leckageöl erfolgt wenigstens teilweise über eine in einer Lagerachse angeordnete Durchgangsöffnung,
- zum Sammeln von Leckageöl im Sammelraum (22) erfolgt ein Abdichten des Sammelraums (22) sowohl gegenüber der Hochdruckseite als auch der Niederdruckseite der Konstantpumpe (9) mithilfe einer Abdichteinrichtung (40),
- die Konstantpumpe (9) ist als Tandempumpe mit einer ersten Konstantpumpeneinheit (9A) und einer zweiten Konstantpumpeneinheit (9B) ausgebildet, wobei im Schritt d) ein Vereinen der Leckageölströme der ersten und der zweiten Konstantpumpeneinheit (9A, 9B) und im Schritt e) ein gemeinsames Ableiten der vereinten Leckageölströme aus der Tandempumpe erfolgt.

Fig. 1

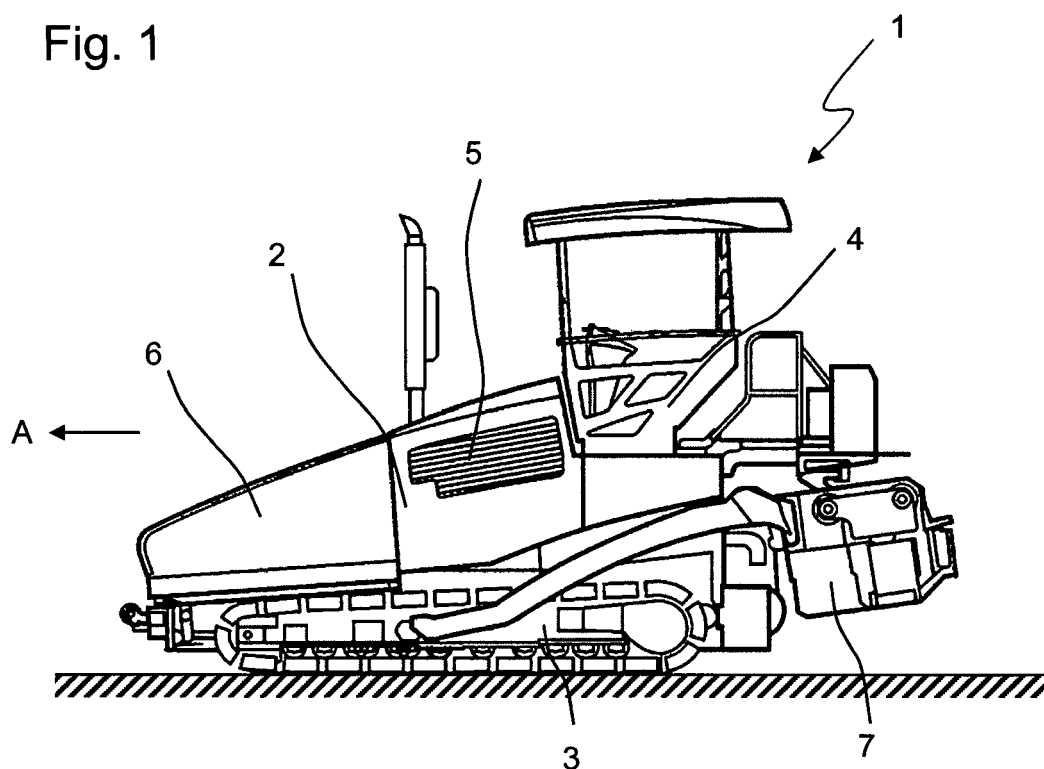
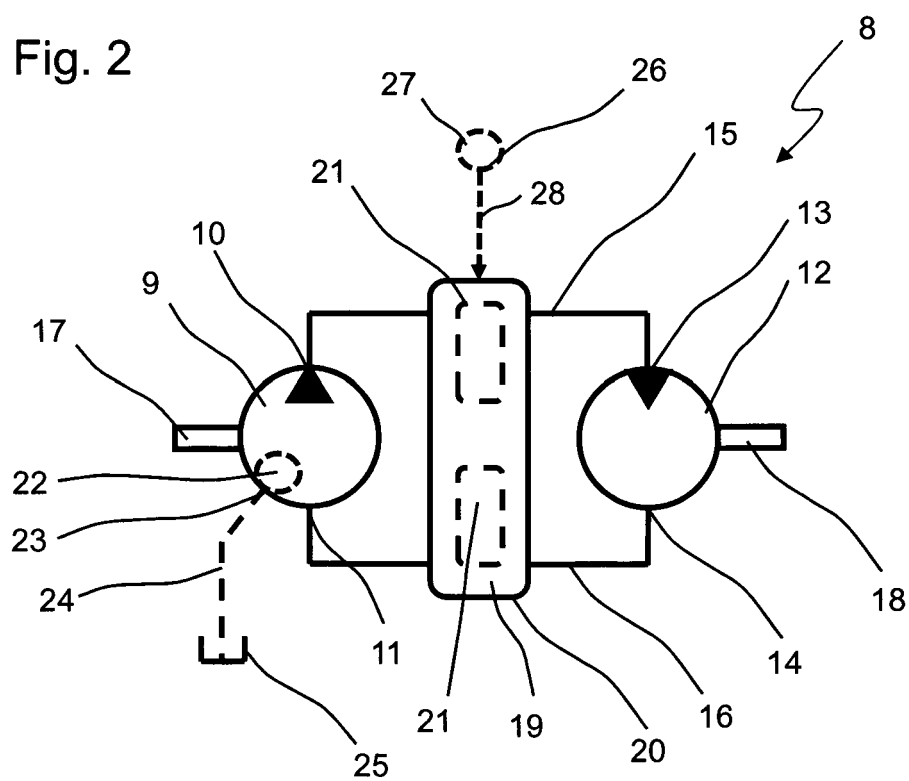


Fig. 2



**Fig. 3**

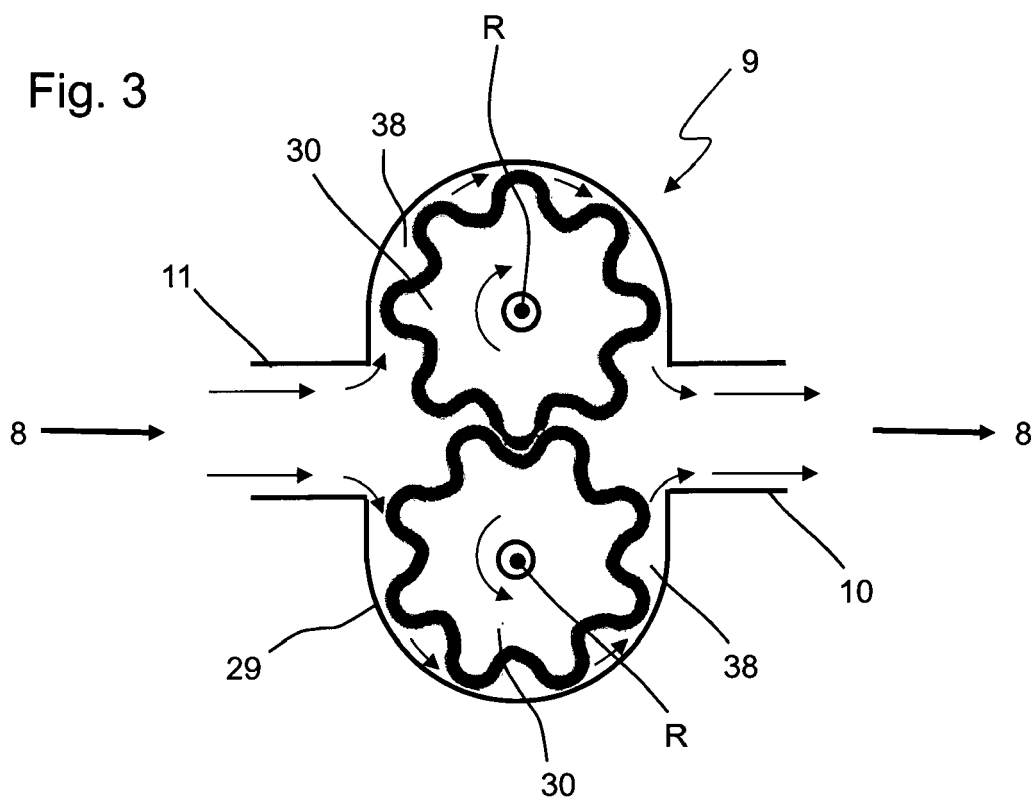


Fig. 4

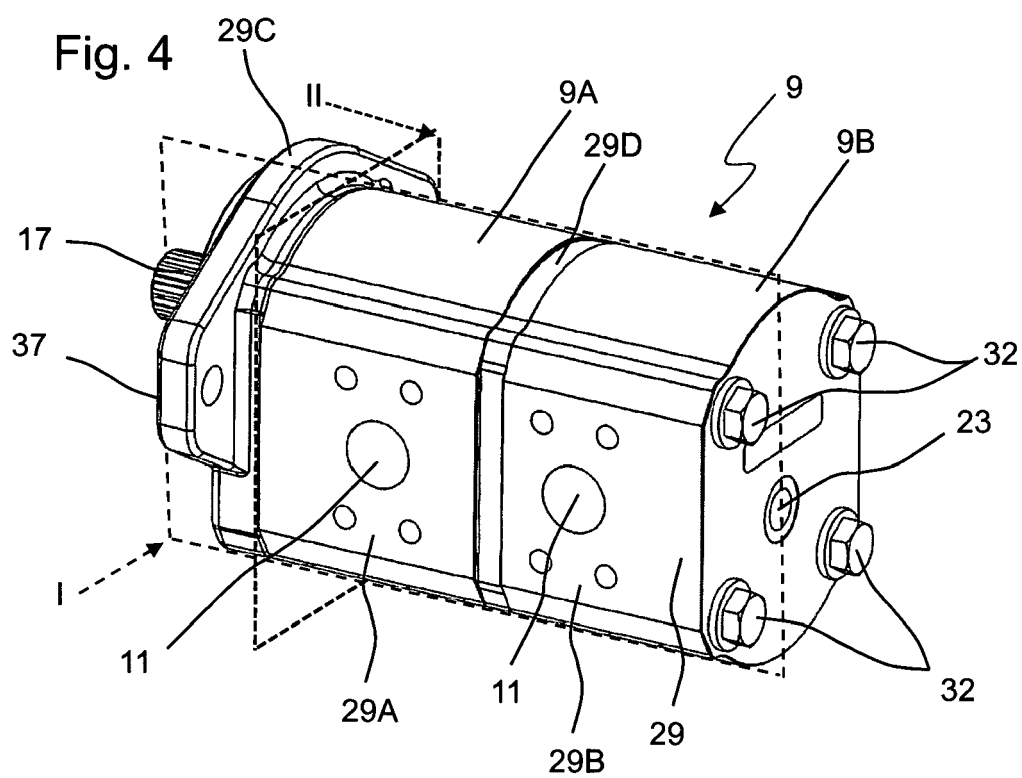


Fig. 5a

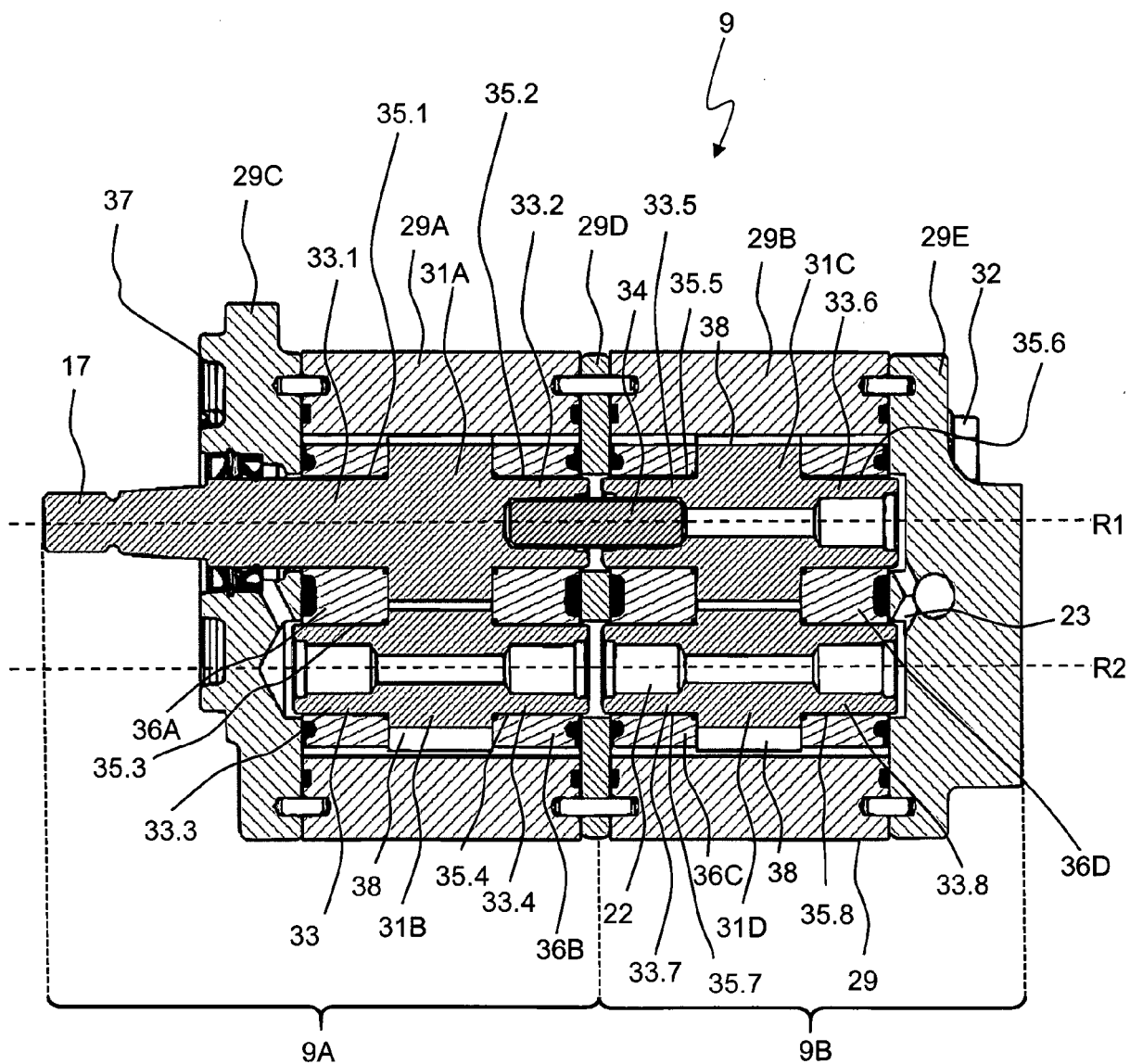
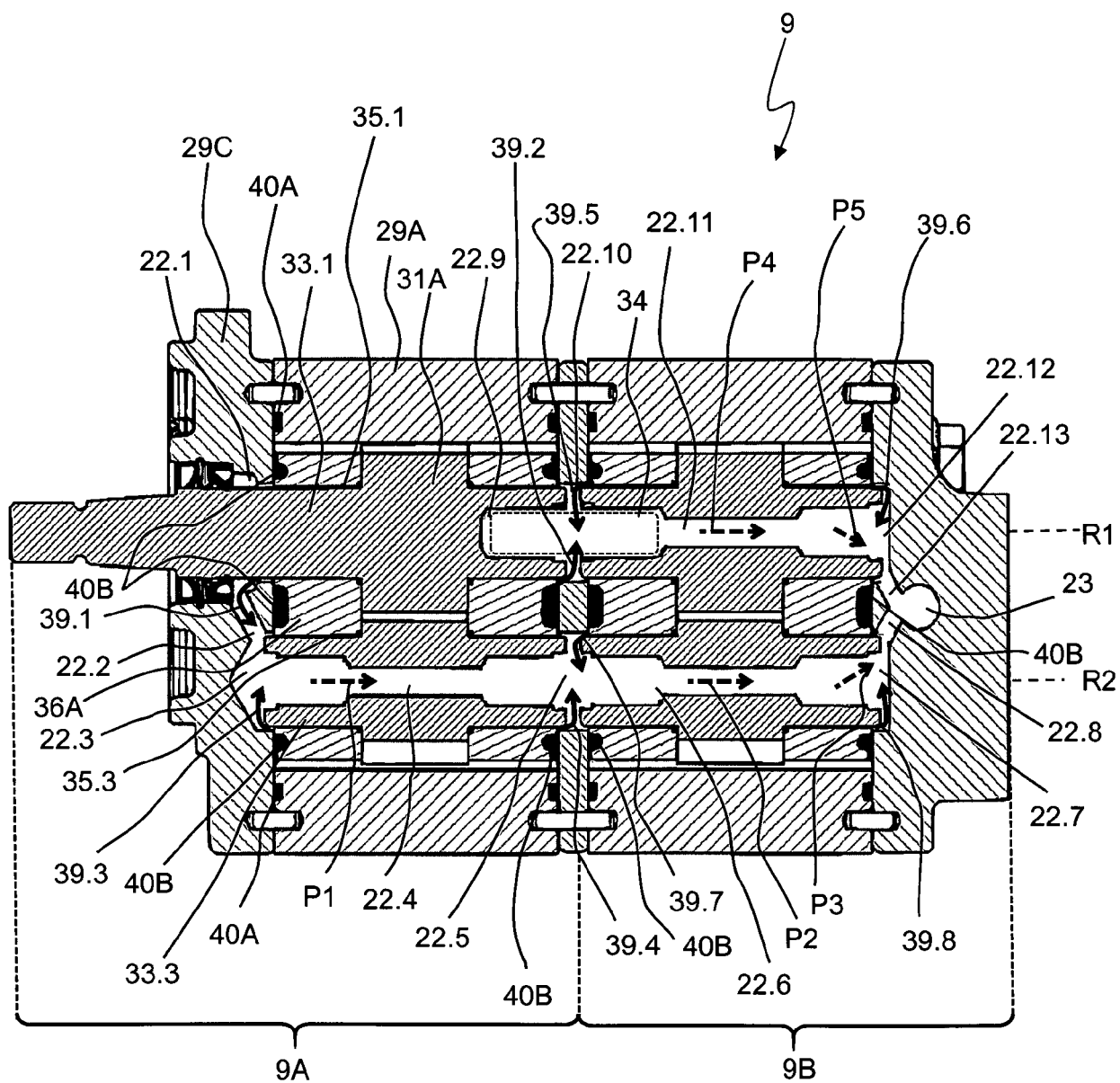
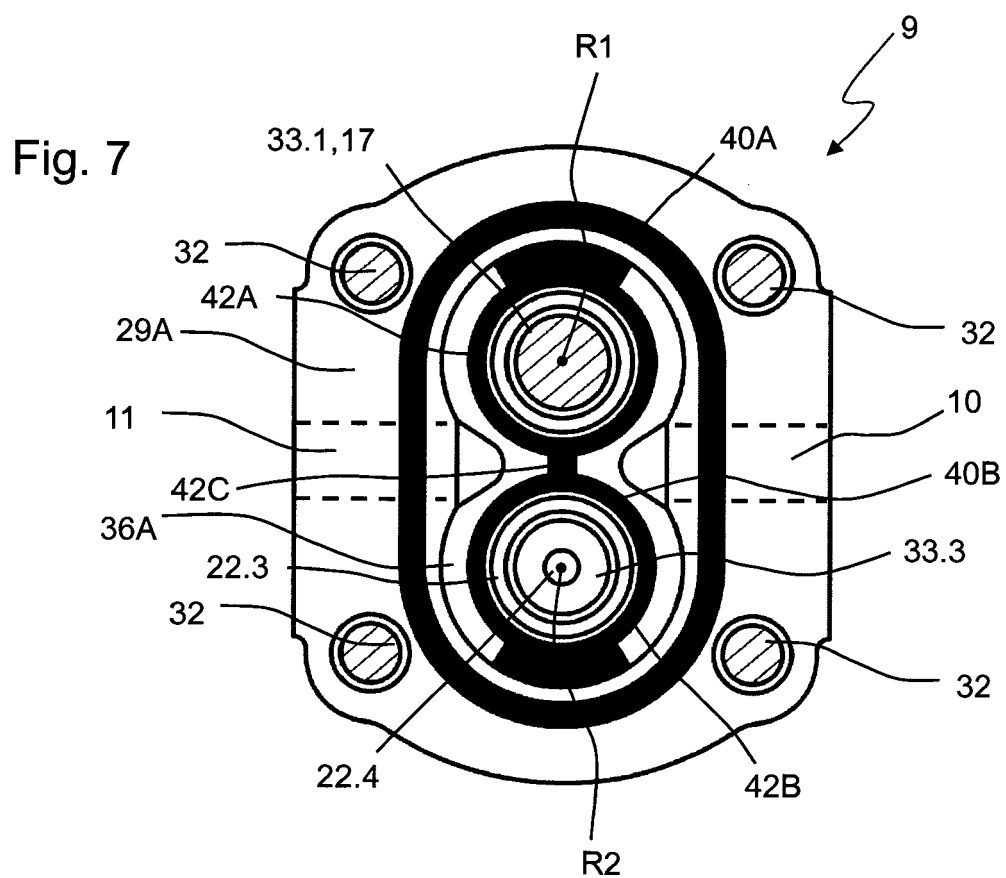
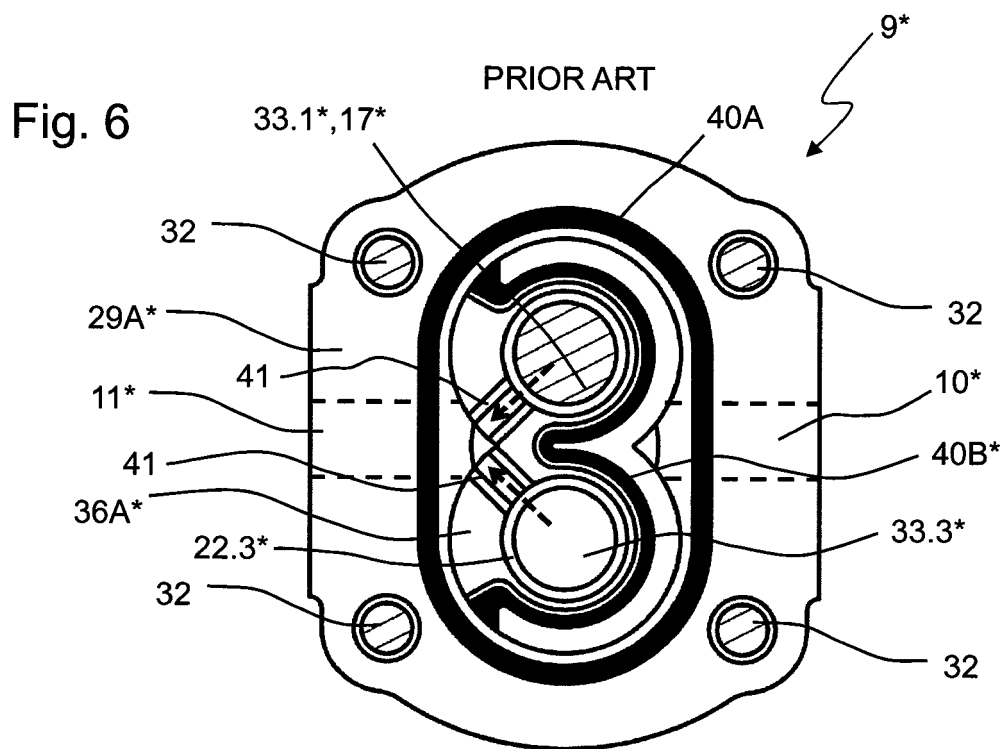


Fig. 5b





**Fig. 8**

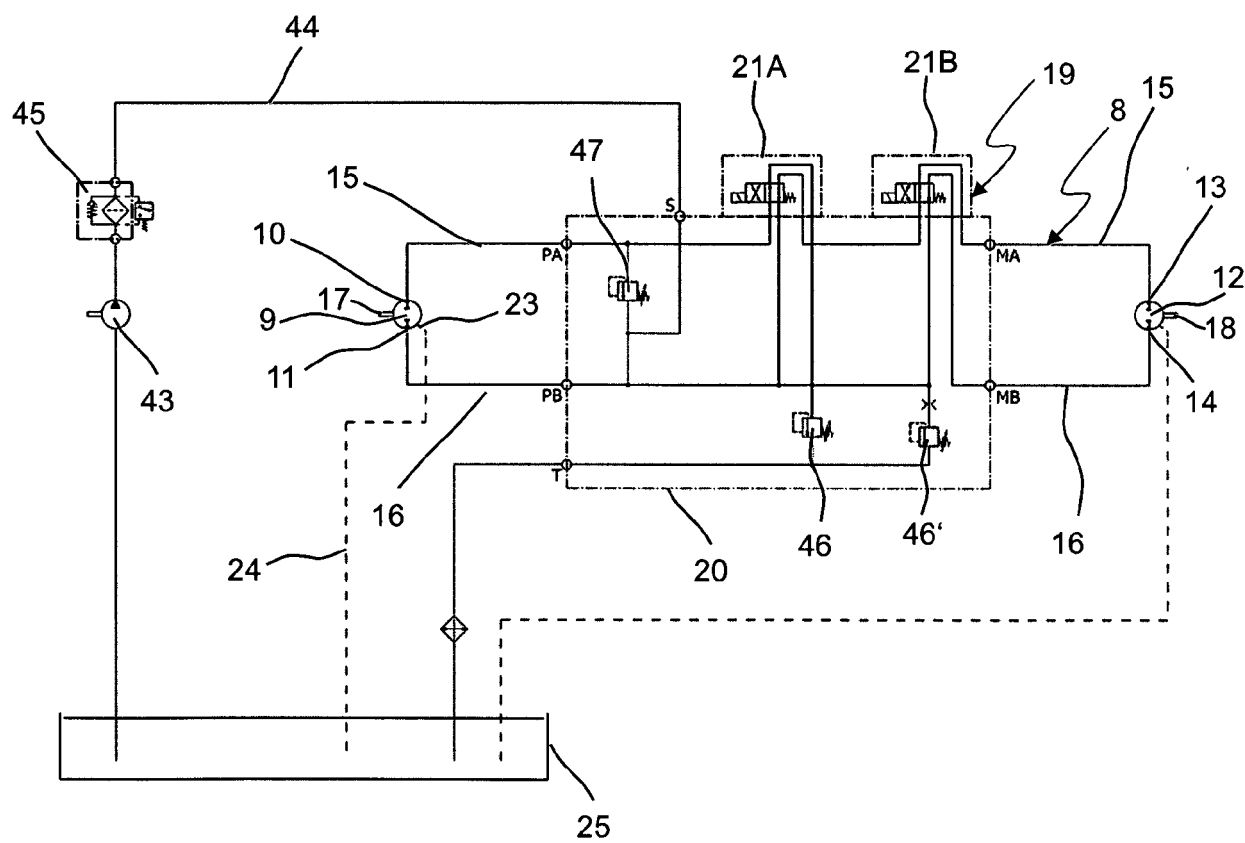


Fig. 9a

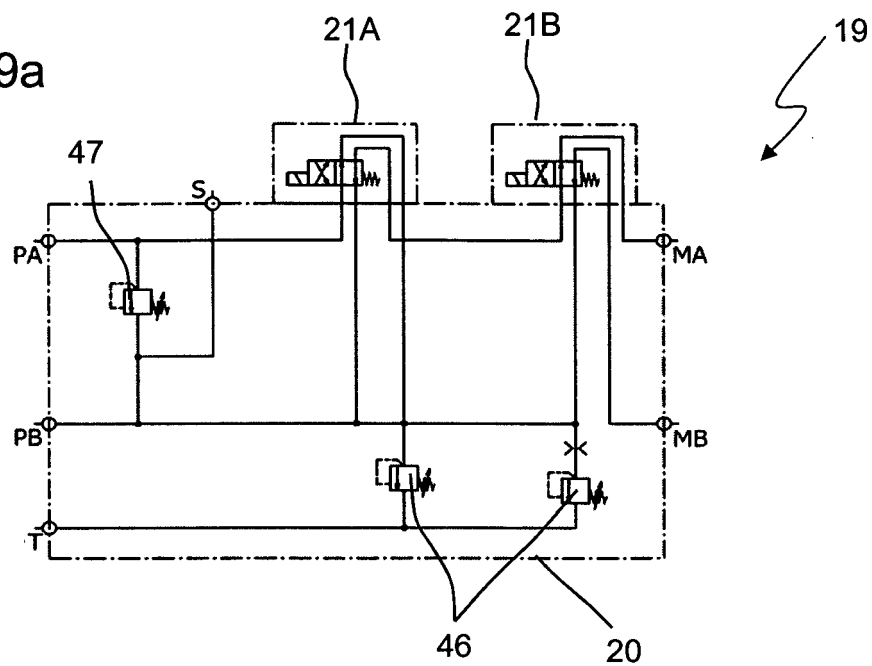


Fig. 9b

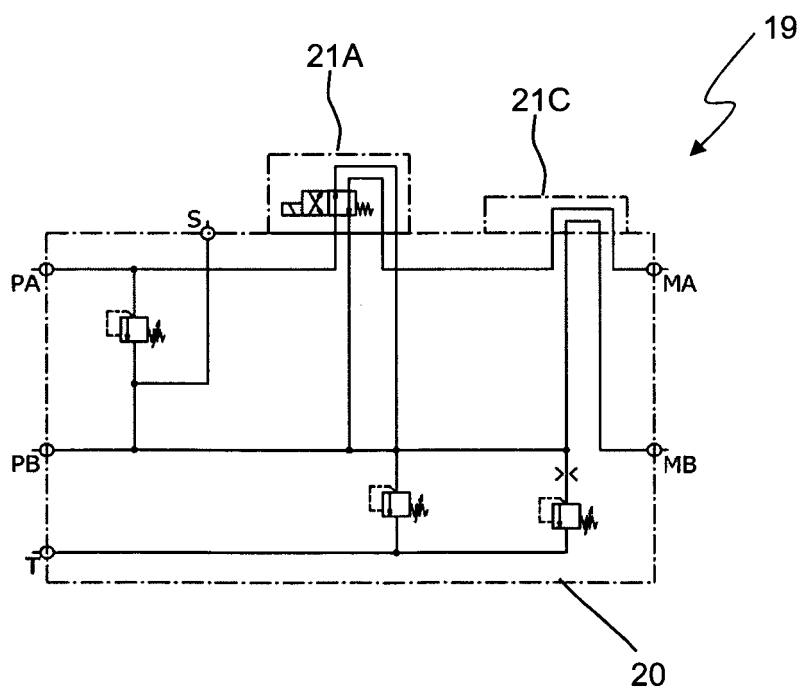




Fig. 9c

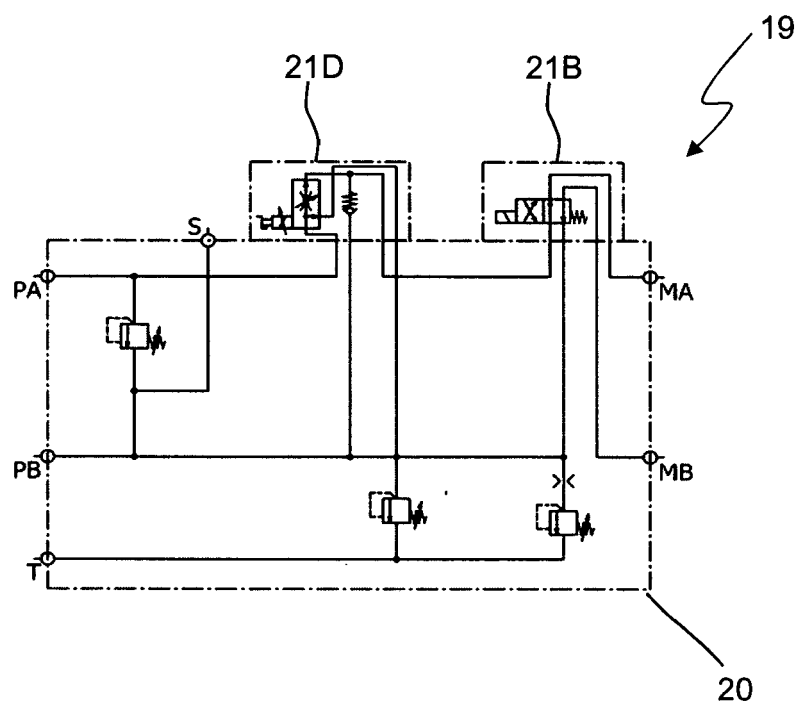


Fig. 9d

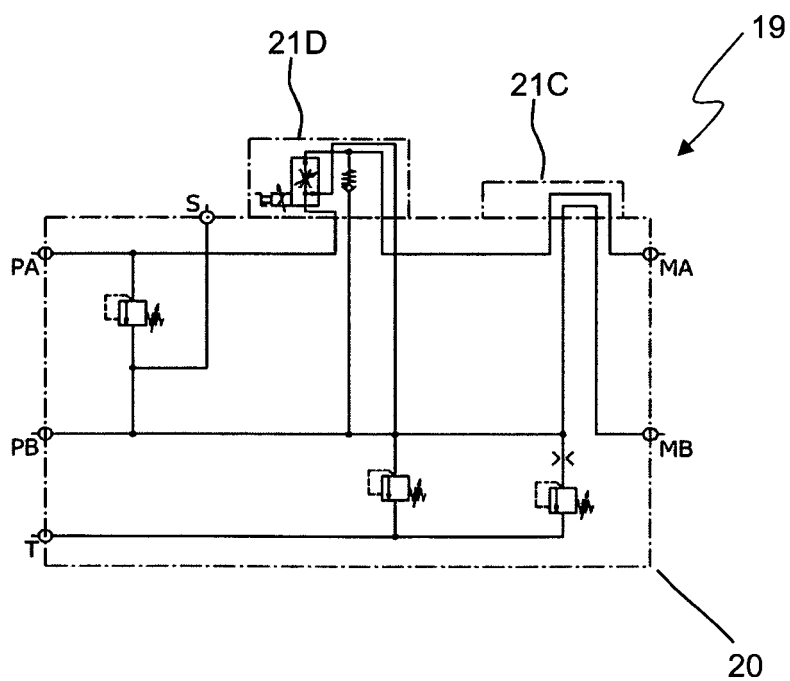


Fig. 10

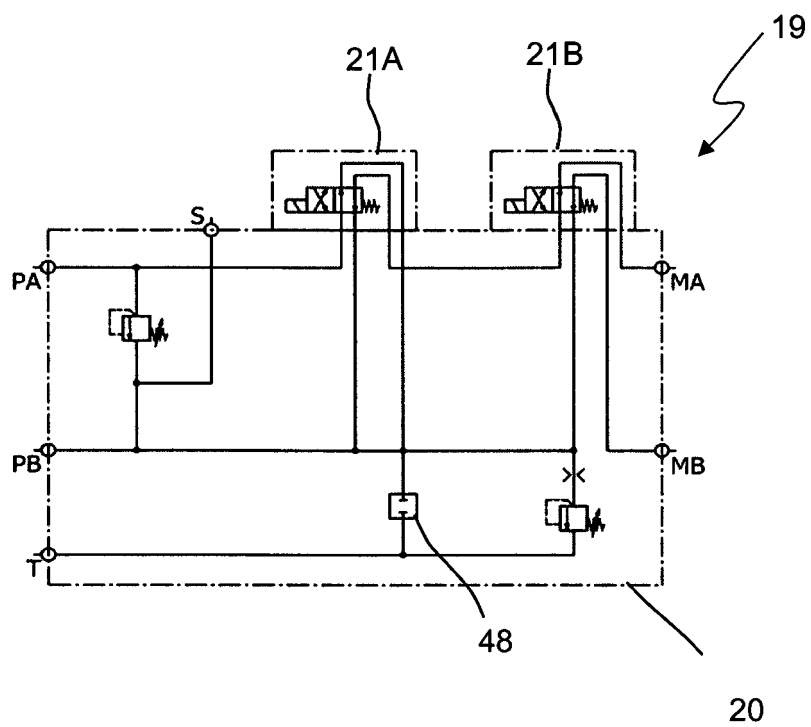
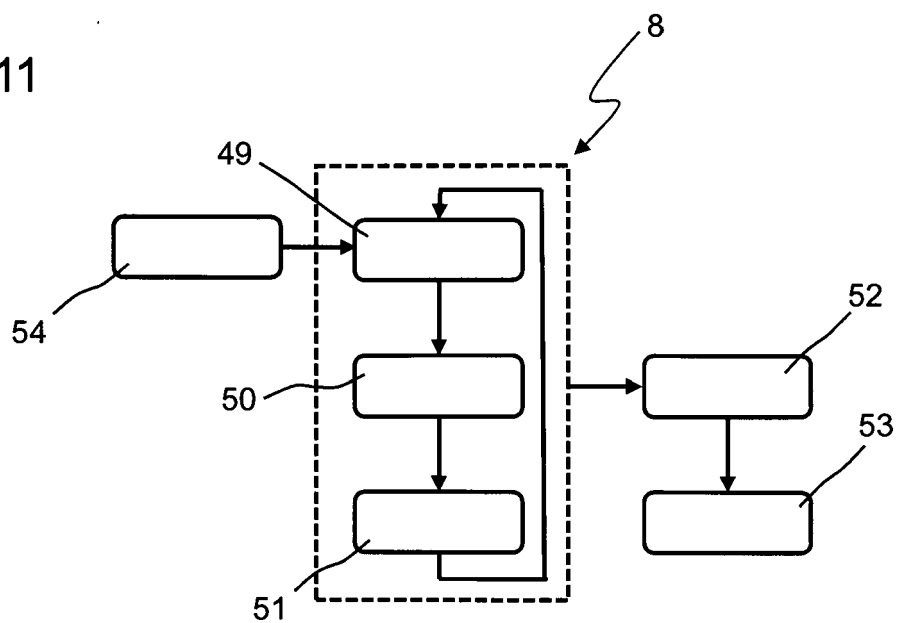


Fig. 11





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 20 00 0372

5

10

15

20

25

30

35

40

45

1

50

55

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                                                                                                                                                                                                                                                                                 | JP H08 121351 A (SHIMADZU CORP)<br>14. Mai 1996 (1996-05-14)                                                                                         | 1-5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | INV.<br>F04C2/10<br>F04C29/00<br>F04C2/18<br>F04C15/00<br>F04C11/00<br>F04C15/06 |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | * Abbildungen 1,2 *<br>* Absatz [0003] - Absatz [0004] *<br>* Absatz [0009] - Absatz [0012] *                                                        | 6-15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DE 70 01 479 U (J. H. BORNEMANN & CO [DE])<br>3. Juni 1971 (1971-06-03)<br>* Abbildung 1 *<br>* Seite 1 - Seite 3 *                                  | 1-4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                  |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DE 38 79 423 T2 (HITACHI LTD [JP])<br>24. Juni 1993 (1993-06-24)<br>* Abbildungen 8-9 *<br>* Seite 14 - Seite 20 *                                   | 1-4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                  |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | EP 2 180 187 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE])<br>28. April 2010 (2010-04-28)<br>* Abbildung 1 *<br>* Absatz [0015] - Absatz [0021] *                      | 1-4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)                                                  |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DE 10 2016 100959 A1 (FRISTAM PUMPEN SCHAUMBURG GMBH [DE])<br>20. Juli 2017 (2017-07-20)<br>* Abbildungen 2-4 *<br>* Absatz [0038] - Absatz [0048] * | 1-4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | F04C                                                                             |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | CN 109 555 682 A (AECC AERO ENGINE XIAN POWER CONTROL TECH CO LTD)<br>2. April 2019 (2019-04-02)<br>* Abbildungen 1-2 *                              | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DE 25 55 716 A1 (BOSCH GMBH ROBERT)<br>16. Juni 1977 (1977-06-16)<br>* das ganze Dokument *                                                          | 7-15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                  |
| Recherchenort<br><b>München</b>                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                      | Abschlußdatum der Recherche<br><b>30. November 2020</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Prüfer<br><b>Durante, Andrea</b>                                                 |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                      | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                                                                  |

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

EP 20 00 0372

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.

30-11-2020

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie                                                                   | Datum der<br>Veröffentlichung                                                    |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| JP H08121351 A                                     | 14-05-1996                    | JP 3613820 B2<br>JP H08121351 A                                                                     | 26-01-2005<br>14-05-1996                                                         |
| DE 7001479 U                                       | 03-06-1971                    | KEINE                                                                                               |                                                                                  |
| DE 3879423 T2                                      | 24-06-1993                    | DE 3879423 T2<br>EP 0320956 A2<br>JP 2515831 B2<br>JP H01163492 A<br>KR 890010425 A<br>US 4984974 A | 24-06-1993<br>21-06-1989<br>10-07-1996<br>27-06-1989<br>08-08-1989<br>15-01-1991 |
| EP 2180187 A2                                      | 28-04-2010                    | DE 102008053316 A1<br>EP 2180187 A2                                                                 | 29-04-2010<br>28-04-2010                                                         |
| DE 102016100959 A1                                 | 20-07-2017                    | CN 106989015 A<br>DE 102016100959 A1<br>DK 3214311 T3<br>EP 3214311 A1<br>US 2017204855 A1          | 28-07-2017<br>20-07-2017<br>06-05-2019<br>06-09-2017<br>20-07-2017               |
| CN 109555682 A                                     | 02-04-2019                    | KEINE                                                                                               |                                                                                  |
| DE 2555716 A1                                      | 16-06-1977                    | DE 2555716 A1<br>US 4077211 A                                                                       | 16-06-1977<br>07-03-1978                                                         |

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**

- DE 2307351 A [0002]