



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 695 33 829 T2 2005.12.15

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 787 260 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 695 33 829.3

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/US95/02767

(96) Europäisches Aktenzeichen: 95 912 747.3

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 95/025891

(86) PCT-Anmeldetag: 06.03.1995

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 28.09.1995

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 06.08.1997

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 01.12.2004

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 15.12.2005

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: F04B 17/00

F04B 53/10, F04B 39/00, F04B 23/04,

F04B 41/06, F04D 13/12, B41J 2/18

(30) Unionspriorität:

215924 22.03.1994 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT, NL, SE

(73) Patentinhaber:

Micropump Corp., Vancouver, Wash., US

(72) Erfinder:

ALTHAM, J., Tim, Castle Bytham NG33 4RY, GB;

JOHNSON, A., Paul, Vancouver, US

(74) Vertreter:

Patentanwälte Effert, Bressel und Kollegen, 12489  
Berlin

(54) Bezeichnung: MEHRKAMMER-ZAHNRADPUMPE

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung****GEBIET DER ERFINDUNG**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft Hydraulikpumpen, insbesondere Zahnradpumpen.

**HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

**[0002]** Aus dem Stand der Technik bekannte Zahnradpumpen eignen sich insbesondere in vorteilhafterweise zum Pumpen von Fluid, wobei das Fluid von der äußeren Umgebung abgetrennt ist. Dieser Vorteil wurde noch weiter verstärkt durch das Aufkommen von magnetisch gekoppelten Antriebsmechanismen, welche die um die Antriebswellen vorgesehenen, zu Undichtheiten neigenden hydraulischen Dichtungen verdrängt haben.

**[0003]** Zahnradpumpensysteme sind beispielsweise in der GB 1234889 A und in der EP 91347A offenbart und werden hier stellvertretend für eine große Vielfalt an herkömmlichen Ausgestaltungen von Zahnradpumpen, die für verschiedene Anwendungen geeignet sind, aufgeführt.

**[0004]** Zahnradpumpen wurden so gestaltet, dass sie sich für viele Anwendungen eignen, auch für solche, die eine extrem genaue punktuelle Zufuhr einer Flüssigkeit zum Ort ihrer Bestimmung erfordern. Derartige Anwendungen umfassen beispielsweise das Fördern von Flüssigkeiten in medizinischen Geräten und die Versorgung von mit einem kontinuierlichen Strahl arbeitenden Tintenstrahldruckköpfen mit flüssiger Tinte.

**[0005]** Das kontinuierliche Tintenstrahl-Druckverfahren wird zunehmend das Verfahren der Wahl für das On-Line-Aufbringen von Text, beispielsweise von alphanumerischen Herstellungs- bzw. Strichcodes, auf eine Vielzahl von jeweils einzelnen ähnlichen Gegenständen, die sich schnell und kontinuierlich hintereinander bewegen, beispielsweise auf einer Fertigungsstraße. So wird beispielsweise das kontinuierliche Tintenstrahl-Druckverfahren oft verwendet beim On-Line-Aufbringen von Herstellungscodes auf Konserven und medizinischen Produkten.

**[0006]** Beim kontinuierlichen Tintenstrahl-Druckverfahren muss ein kontinuierlicher Strahl flüssiger Tinte ununterbrochen aus einem Vorratsbehälter einem Druckkopf zugeführt werden. Eine für ein derartiges System charakteristische Ausgestaltung ist in der US 4,464,668 von Komai et al offenbart. Typischerweise ist der Druckkopf stationär. Der Druckkopf zerlegt gesteuert den Strahl in eine kontinuierliche Auffeinanderfolge von einzelnen Mikrotropfen flüssiger Tinte. Die Bahn eines jeden Mikrotropfens wird augenblicklich angepasst. Bestimmte Mikrotropfen werden so ausgerichtet, dass sie auf im Voraus gewählte Stellen

eines jeden für den Druck vorgesehenen Gegenstands aufgebracht werden, so dass auf der Oberfläche des Gegenstands das gewünschte Druckmuster entsteht. Der alphanumerische Druck (und viele andere Druckmuster, wie zum Beispiel Strichcodes) sind diskontinuierlich; zudem liegt es in der Natur der Sache, dass beim Drucken eines gleichen Musters auf eine Reihe von am Druckkopf vorbei geführten Gegenständen der Tintenfluss vom Druckkopf auf die zu bedruckenden Gegenstände zeitweise unterbrochen werden muss. Daher müssen all die Mikrotropfen, die nicht für das Druckmuster auf der Oberfläche des Gegenstands bestimmt sind, im Flug abgelenkt werden. Dies erfolgt üblicherweise dadurch, dass unbenutzte Mikrotropfen in einen „Auffangbehälter“ geleitet werden. In dem Auffangbehälter aufgefangene Tinte wird, üblicherweise durch Pumpen, in den Tintenvorratsbehälter zur Versorgung des Druckkopfs mit Tinte zurückgeleitet.

**[0007]** Im Auffangbehälter aufgefangene Tinte enthält üblicherweise eine beachtliche Menge an Luftblasen. Das Vorhandensein von Luftblasen stellt an die Art und die Eigenschaften der zur Rückführung der Tinte in den Vorratsbehälter verwendeten Pumpe ungewöhnliche Anforderungen. Das Pumpen der Tinte von dem Vorratsbehälter in den Druckkopf hingegen stellt üblicherweise kein Problem dar.

**[0008]** In bestimmten herkömmlichen kontinuierlichen Tintenstrahl-Druckverfahren werden Zahnradpumpen für beide Pumpaufgaben verwendet. Alternativ hierzu werden in weiteren herkömmlichen Systemen, die im kontinuierlichen Tintenstrahl-Druckverfahren betrieben werden, eine Zahnradpumpe verwendet, um Tinte vom Vorratsbehälter zum Druckkopf zu bringen, und ein Venturi, das von einem durch die Zahnradpumpe zugeführten Strom betrieben wird, eingesetzt, um in dem Auffangbehälter aufgefangene Tinte wieder abzuführen. In einem derartigen System benötigt das Venturi, damit dieses in angemessener Weise betrieben werden kann, eine Pumpkapazität, die wesentlich höher ist, als die, die erforderlich ist, um den Druckkopf mit Tinte zu versorgen, um in dem Venturi einen ausreichend verringerten Druck zu erzeugen.

**[0009]** Die ständigen Anstrengungen, die unternommen wurden, um bei Geräten und Vorrichtungen, beispielsweise bei medizinischen Geräten und kontinuierlichen Tintenstrahldrucksystemen, die Leistungsfähigkeit zu erhöhen und die Kosten zu senken, haben das Interesse für verschiedene hydraulische Verbesserungen, auch von Pumpen, angeregt. So haben zum Beispiel Hersteller versucht, nur einen an zwei getrennte Pumpenköpfe gekoppelten Pumpenmotor zu verwenden, um die Kosten für einen separaten Pumpenmotor für jeden Pumpenkopf einzusparen. Obwohl die bisherigen Anstrengungen Vorteile mit sich gebracht haben, besteht der Wunsch nach

weiteren Verbesserungen.

#### KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

**[0010]** Nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist zum Pumpen eines Fluids ein Mehrkammer-Pumpenkopf vorgesehen. Der Pumpenkopf weist mindestens zwei Zahnradpumpen-Kammern auf. Jede der ersten und zweiten Zahnradpumpen-Kammern weist ein Gehäuse auf, das einen entsprechenden Pumpenraum eingrenzt. Jeder Pumpenraum enthält ein Getriebe, welches ein treibendes Zahnrad und mindestens ein mit dem treibenden Zahnrad in Eingriff stehendes angetriebenes Zahnrad aufweist. Nach einer bevorzugten Ausführungsform sind die treibenden Zahnräder beispielsweise durch eine Antriebswelle koaxial miteinander verbunden, wobei die Antriebswelle sich von einem Pumpenraum zu einem anderen derart erstreckt, dass sich die Antriebswelle leichter um ihre Längsachse dreht. In jedem Gehäuse ist jedes entsprechende angetriebene Zahnrad derart drehbar montiert, dass es mit dem entsprechenden treibenden Zahnrad in Eingriff ist und somit relativ zum entsprechenden treibenden Zahnrad immer dann eine Drehung gegenseitig ausführt, wenn die Antriebswelle um ihre Längsachse gedreht wird. Jede Kammer weist auch einen Einlass und einen Auslass auf, durch welche das Fluid ein- bzw. austreten kann.

**[0011]** Nach einer bevorzugten Ausführungsform des Mehrkammer-Pumpenkopfes ist die Antriebswelle auf einem Lager gelagert, das sich zwischen den Gehäusen erstreckt. Das Fluid kann durch dieses Lager von einem Pumpenraum in den anderen, insbesondere von dem Pumpenraum, der normalerweise mit einem höheren Innendruck beaufschlagt ist, in den Pumpenraum, der normalerweise einen geringeren Innendruck aufweist, strömen. Dieser innere Fluidtransfer von einem Pumpenraum in den anderen dient unter anderem dazu, das hydraulische Ansaugen des Pumpenraums, der das auf diese Weise überführte Fluid aufnimmt, aufrechtzuerhalten. Eine derartige Aufrechterhaltung des Ansaugens ist immer dann besonders vorteilhaft, wenn der Pumpenraum, der das Fluid aufnimmt (d. h. der Pumpenraum mit dem geringeren Innendruck), dafür verwendet wird, um eine Flüssigkeit zu fördern, die mit einem beachtlichen Anteil an mitgeführten Luftblasen beladen ist.

**[0012]** Alternativ oder zusätzlich zum Hindurchleiten von Fluid durch das Lager, auf dem die Antriebswelle gelagert ist, ist es auch möglich, eine getrennte Leitung vorzusehen, in der das Fluid von dem Pumpenraum mit dem höheren Druck in den Pumpenraum mit dem geringeren Druck geleitet wird. Die separate Leitung kann nach Bedarf ein oder mehrere Rückschlagventile, Entlüftungsventile oder weitere Durchflussregler umfassen.

**[0013]** Ein erfindungsgemäßer Mehrkammer-Pumpenkopf weist vorzugsweise mindestens jeweils eine von zwei aus dem Stand der Technik bekannten Zahnradpumpen auf, d. h. eine Pumpe mit „Saugschuh“ und eine Pumpe mit „Hohlraum“. Jedoch umfasst die vorliegende Erfindung auch Mehrkammer-Pumpenköpfe, die zwei oder mehrere Pumpen mit Hohlraum, Pumpen mit Saugschuh oder eine Kombination derselben und andere Arten von Zahnradpumpen, wie sie eingangs definiert wurden, aufweisen. Insbesondere zur Verwendung in kontinuierlichen Tintenstrahl-Druckern wird eine Kombination aus einer Pumpe mit Saugschuh und einer Pumpe mit Hohlraum besonders bevorzugt, weil die Leistungsfähigkeit der Pumpe mit Hohlraum durch beachtliche Mengen an mitgeführten Luftblasen enthaltende Flüssigkeiten, wie dies bei in einem Auffangbehälter aufgefangener Tinte der Fall ist, relativ wenig beeinträchtigt wird, und die Pumpe mit Saugschuh besonders nützlich ist, um relativ zur Pumpe mit Hohlraum einen erhöhten Innendruck aufrechtzuhalten. Wie eingangs erwähnt, wird durch diesen erhöhten Druck das Strömen der Flüssigkeit von der Pumpe mit Saugschuh zur Pumpe mit Hohlraum erleichtert, wodurch das Ansaugen der Pumpe mit Hohlraum aufrechterhalten bleibt.

**[0014]** Erfindungsgemäße Pumpenköpfe werden durch einen Elektromotor oder durch eine andere geeignete Antriebsmaschine angetrieben. Die Koppelung des Pumpenkopfes mit der Antriebsmaschine erfolgt vorzugsweise über eine magnetische Kupplung oder über ein ähnliches Mittel, wodurch auf die Drehdichtung verzichtet werden kann.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0015]** [Fig. 1](#): ist eine aufgerissene Darstellung einer bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Pumpenkopfes umfassend einen Pumpenteil mit Saugschuh und einen Pumpenteil mit einem Hohlraum bzw. Pumpenraum.

**[0016]** [Fig. 2A](#): ist eine Axialansicht der Ausführungsform nach [Fig. 1](#), in der Einzelheiten des Pumpenteils mit Saugschuh zu sehen sind.

**[0017]** [Fig. 2B](#): ist eine Vorderansicht der Ausführungsform aus [Fig. 1](#), wobei bestimmte Bauteile bereits komplett montiert sind.

**[0018]** [Fig. 3](#): ist eine Schnittdarstellung der in [Fig. 2B](#) gezeigten Ausführungsform, in der Einzelheiten des Pumpenteils mit Hohlraum zu sehen sind.

**[0019]** [Fig. 4](#): ist eine schematische Darstellung eines Hydraulikkreises, in dem ein erfindungsgemäßer Mehrkammer-Pumpenkopf dazu verwendet werden kann, einem kontinuierlichen Tintenstrahl-Druckkopf flüssige Tinte zuzuführen.

## AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

**[0020]** Sofern im Folgenden auf „Zahnradpumpen“ Bezug genommen wird, so sind darunter verschiedene Pumpen zu verstehen, die mindestens zwei Laufräder oder Rotore (d. h. „Zahnräder“) einsetzen, welche innerhalb eines Gehäuses relativ zueinander gegensinnig in Drehung versetzt werden, wobei das eine der genannten Zahnräder ein „treibendes“ Zahnrad und die übrigen Zahnräder in der Pumpe „angetriebene“ Zahnräder sind. Jedes Zahnrad hat eine Vielzahl an Zähnen oder Nocken, die radial zur Drehachse des Zahnrads verlaufen und jeweils entsprechende Zähne bzw. Nocken des dazu passenden Zahnrads kämmen (d. h. mit diesen in Eingriff stehen). Werden nun die Zahnräder gegensinnig zueinander gedreht, so strömt Fluid in die Räume zwischen den Zähnen bzw. Nocken der jeweiligen Zahnräder und wird über diese einer Auslassöffnung zugeführt. Der Begriff „Zahnradpumpe“ bezeichnet auch verschiedene aus dem Stand der Technik bekannte „Innenzahnradpumpen“.

**[0021]** Im vorliegenden Zusammenhang bezeichnet ein „Pumpenkopf“ eine Baugruppe, die mindestens eine zweckmäßige Zahnradpumpe aufweist.

**[0022]** Im vorliegenden Zusammenhang bezeichnet ein „Mehrkammer-Pumpenkopf“ einen erfindungsgemäßen Pumpenkopf, welcher zwei oder mehr Kammern aufweist, wobei jede Kammer eine zweckmäßige Zahnradpumpe aufweist. Die Zahnradpumpen in den Kammern brauchen nicht alle von derselben Art sein und wirken in der hier beschriebenen Weise zusammen.

**[0023]** Eine „Pumpe mit Hohlraum“ ist eine Zahnradpumpe, die mindestens zwei ineinander greifende gegenläufige Zahnräder aufweist, welche sich in einem Zahradhohlraum befinden, der durch ein die in Eingriff stehenden Zahnräder umgebendes Gehäuse begrenzt ist. Im Betrieb umströmt das in die Pumpe mit Hohlraum eindringende Fluid den Zahradhohlraum in den Räumen zwischen den Zähnen bzw. Nocken des Zahnrades und gelangt so zu einer Auslassöffnung in dem Zahradhohlraum.

**[0024]** Eine „Pumpe mit Saugschuh“ ist eine Variante einer Pumpe mit Hohlraum und ist dadurch gekennzeichnet, dass hier ein „Saugschuh“ (wie weiter unten und z. B. in der US 4,127,365 von Martin et al. beschrieben) zum Einsatz kommt. Der Saugschuh isoliert hydraulisch die Einlassöffnung der Pumpe so ausreichend von der Auslassöffnung, dass der Hohlraum nicht mehr so genau dem Profil der in Eingriff stehenden Zahnräder angepasst werden muss.

**[0025]** Eine charakteristische Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrkammer-Druckkopfes **10** ist in der aufgerissenen Darstellung in [Fig. 1](#) zu

sehen. Die in [Fig. 1](#) abgebildeten Bauteile sind auch in Orthogonalprojektion in den [Fig. 2A](#), [Fig. 2B](#) und [Fig. 3](#) dargestellt.

**[0026]** In [Fig. 1](#) weist der Mehrkammer-Pumpenkopf **10** einen Pumpenteil mit „Saugschuh“ **12** und einen Pumpenteil mit „Hohlraum“ **14** auf. Ein Trennkörper **16** dient unter anderem dazu, den Pumpenteil mit Saugschuh **12** vom Pumpenteil mit Hohlraum **14** abzutrennen.

**[0027]** Der Pumpenteil mit Hohlraum **14** umfasst einen Pumpenkörper mit Hohlraum **18**, ein erstes treibendes Zahnrad **20**, das koaxial an einer Antriebswelle **22** befestigt ist, ein erstes angetriebenes Zahnrad **24**, das mit dem ersten treibenden Zahnrad **20** in Eingriff bringbar ist, und eine statische Fluiddichtung **26** (wie beispielhaft und nicht einschränkend zu verstehen eine O-Ring-Dichtung aus Elastomer, die wie gezeigt in einer ringförmigen Stopfbüchse **28** in einer Oberfläche des Körpers **18** der Pumpe mit Hohlraum eingeschlossen ist). Das erste angetriebene Zahnrad **24** ist koaxial an der Welle **25** befestigt, so dass das erste angetriebene Zahnrad **24** um seine Achse drehbar ist. Zusammen mit einer ersten Oberfläche **30** des Trennkörpers **16** begrenzt der Körper **18** der Pumpe mit Hohlraum einen Zahradhohlraum **32**, der an das Profil und an die Dicke des mit dem ersten angetriebenen Zahnrad **24** in Eingriff stehenden ersten treibenden Zahnrads **20** angepasst ist.

**[0028]** Wie in herkömmlichen Pumpen mit Hohlraum ist der Zahradhohlraum **32** derart ausgebildet, dass das erste treibende Zahnrad **20** und das erste angetriebene Zahnrad **24** um ihre Achsen in dem Zahradhohlraum **32** frei drehbar sind, wobei das Spiel zwischen den Zahnräder **20**, **24** und den Wänden des Zahradhohlraums **32** auf ein Minimum beschränkt ist. (Es versteht sich, dass die Zahnräder **20**, **24** gegensinnig zueinander drehen; d. h. sie sind „gegenläufig“). Der Zahradhohlraum **32** erstreckt sich auch seitlich nach außen, so dass eine Einlassöffnung **34** und eine Auslassöffnung **36** in den Zahradhohlraum **32** münden, welche beide durch den Körper **18** der Pumpe mit Hohlraum begrenzt sind. Die Einlassöffnung **34** steht mit einem Einlass **38** in hydraulischer Verbindung; und die Auslassöffnung **36** steht mit einem Auslass **40** in hydraulischer Verbindung. Nach Bedarf können der Einlass und der Auslass **38** bzw. **40** mit einem Gewinde versehen sein oder anderweitig in der Lage sein, verschiedene geeignete hydraulische Anschlüsse aufzunehmen. Ein- und Auslass **38**, **40** können in jede beliebige geeignete Richtung ausgerichtet sein.

**[0029]** In der in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2A–Fig. 2B](#) dargestellten Ausführungsform weist der Pumpenteil mit Saugschuh **12** eine zylindrische Pfanne **42** mit einem geschlossenen Ende auf, wobei diese am gegenüberliegenden offenen Ende mit einem Flansch **44**

versehen ist, der mit einer zweiten Oberfläche **46** des Trennkörpers **16** in Eingriff bringbar ist. Für eine leichtere Abdichtung des Flansches **44** am Trennkörper **16** wird eine Dichtung **48** verwendet. Die Dichtung **48** kann, wie dargestellt, eine in einer ringförmigen Stopfbüchse **50** eingeschlossene O-Ring-Dichtung aus Elastomer oder aber eine beliebige andere, ähnliche, für diese Anwendung geeignete statische Dichtung sein. So begrenzen die Pfanne **42** und die zweite Oberfläche **46** des Trennkörpers **16** zusammen einen Hohlraum, in dem sich Bauteile der Pumpe mit Saugschuh befinden, und zwar ein zweites treibendes Zahnrad **52**, ein zweites angetriebenes Zahnrad **54**, ein Saugschuh **56**, ein Vorspannmittel **58** für den Saugschuh **56** und eine Schraube **60** oder ein ähnliches Befestigungsmittel zur Sicherung des Vorspannmittels **58** an der zweiten Oberfläche **46**. Um eine axiale Drehung des zweiten angetriebenen Zahnrads **54** relativ zur Welle **62** zu ermöglichen, ist das zweite angetriebene Zahnrad **54** koaxial an einer kurzen Welle **62** montiert, die an der zweiten Oberfläche **46** befestigt ist und von dieser absteht.

**[0030]** Die Wellen **22**, **25** ragen durch entsprechende, durch den Trennkörper **16** begrenzte Öffnungen **64**, **66**, in denen sie gelagert sind. Nach Bedarf bzw. nach Wunsch können die Öffnungen **64**, **66** mit entsprechenden Laufbuchsen **68**, **70** ausgebuchst sein. (Auf die Laufbuchsen **68**, **70** kann verzichtet werden, wenn entweder der Trennkörper **16** oder die Wellen **22**, **25**, oder beide, aus Werkstoffen, auch aus Verbundstoffen, hergestellt werden, die einen geeigneten niedrigen Reibungskoeffizienten aufweisen). Wie in [Fig. 2B](#) zu sehen ist, erstreckt sich die Welle **25** durch den Trennkörper **16** im Wesentlichen bis zur zweiten Oberfläche **46**. Die Welle **22** erstreckt sich auch durch den Trennkörper **16** und steht unter Bildung einer axialen Lagerung für das zweite angetriebene Zahnrad **52** von der zweiten Oberfläche **46** ab. Aufgrund der Tatsache, dass die Wellen **22**, **25** im Trennkörper **16** wie dargestellt um ihre jeweiligen Achsen drehbar gelagert sind, entsteht eine hydraulische Verbindung zwischen dem Pumpenteil mit Saugschuh **12** und dem Pumpenteil mit Hohlraum **14**; dies wird im Folgenden noch näher beschrieben. Insbesondere wird ein hydraulisches „Leck“ vom Pumpenteil mit Saugschuh **12** (welches einen Pumpenteil mit höherem Druck darstellt) zum Pumpenteil mit Hohlraum **14** (welches einen Pumpenteil mit einem geringeren Druck darstellt) hergestellt.

**[0031]** Der Saugschuh **56** ähnelt den Saugschuhen, die in herkömmlichen Zahnrädpumpen mit Saugschuh, wie sie beispielsweise aus der US 4,127,365 von Martin et al. bekannt sind, verwendet werden. Zur ordnungsgemäßen Positionierung ist der Saugschuh **56** mit einem Stift **72** versehen, der in eine durch den Trennkörper **16** begrenzte, in der zweiten Oberfläche **46** sich öffnende Öffnung **74** hineinpasst. Der Saugschuh **56** weist eine erste bogenförmige

Kante **76**, die sich in der Form einem Teil des Umfangs des zweiten angetriebenen Zahnrads **54** anpasst, und eine zweite bogenförmige Kante **78**, die sich in der Form einem Teil des Umfangs des zweiten treibenden Zahnrads **52** anpasst, auf, wobei beide bogenförmigen Kanten **76**, **78** eine Ausnehmung an der Unterseite des Saugschuhs begrenzen. Der Saugschuh **56** weist auch einen oberen Teil **80** auf, der sich teilweise über den Eingriffspunkt **81** des zweiten treibenden Zahnrads **52** mit dem zweiten angetriebenen Zahnrads **54** hinaus erstreckt. Schließlich weist der Saugschuh **56** einen halbkreisförmigen Ausschnitt **82** auf, der sich in der Form einer zylindrischen Schulter **84** am zweiten treibenden Zahnrads **52** anpasst.

**[0032]** Der Saugschuh **56** ist vorzugsweise nicht starr an der zweiten Oberfläche **46** montiert. Mit Bezug auf [Fig. 1](#) zum Beispiel belastet stattdessen das Vorspannmittel **58** (das durch die Schraube **60** an der zweiten Oberfläche befestigt ist) den Saugschuh gleichzeitig gegen die Zahnräder **52**, **54** und gegen die zweite Oberfläche **46**, so dass das Spiel minimiert wird. Insbesondere umgibt ein Schenkel **58a** des Vorspannmittels **58** einen Teil des Umfangs des Saugschuhs **56**, so dass der Saugschuh **56** zum Eingriffspunkt **81** der Zahnräder **52**, **54** hin belastet wird; ein weiterer Schenkel **58b**, der geknickt ist, belastet den Schuh **56** in Richtung der zweiten Oberfläche **46**. In Übereinstimmung mit allgemeinen Grundprinzipien des Maschinenbaus können alternativ hierzu nach Bedarf auch andere Vorspannmittel verwendet werden, um den Saugschuh **56** relativ zu den Zahnrädern **52**, **54** ordnungsgemäß zu positionieren.

**[0033]** Ist der Saugschuh **56** an der zweiten Oberfläche **46** montiert und das Vorspannmittel **58** ordnungsgemäß angebracht, so isoliert der Saugschuh die unmittelbare Umgebung einer Einlassöffnung **86**, zusammen mit dem Eingriffspunkt **81**, von einer Austrittsöffnung **87** (wobei beide Öffnungen in der zweiten Oberfläche **46** durch den Trennkörper **16** begrenzt sind). Die erste bzw. die zweite gebogene Kante **76** bzw. **78** und der obere Teil **80** des Saugschuhs **56** stehen mit dem zweiten angetriebenen Zahnrads **54** bzw. mit dem zweiten treibenden Zahnrads **52** derart in Eingriff, dass die Zahnräder **52**, **54** mit möglichst geringem Spiel (a) zwischen den Zahnrädern **52**, **54** und den bogenförmigen Kanten **78**, **86**, (b) zwischen den Zahnrädern **52**, **54** und dem oberen Teil **80**, und (c) zwischen den Zahnrädern **52**, **54** und der zweiten Oberfläche **46** um ihre jeweilige Achse frei drehbar sind.

**[0034]** Im Betrieb des Pumpenteils mit Saugschuh **12** entwickelt sich infolge der Art, in der der Saugschuh **56** mit den Zahnrädern **52**, **54** und der zweiten Oberfläche **46** in Eingriff steht, ein Druck in dem durch die Pfanne **42** und die zweite Oberfläche **46** begrenzten Raum, der gegenüber dem Druck an der

Einlassöffnung **86** erhöht ist. Dieser erhöhte Druck, der typischerweise im Wesentlichen dem Verdichtungsdruck des Pumpenteils mit Saugschuh entspricht, drückt den Saugschuh **56** gegen die zweite Oberfläche **46** und gegen die Zahnräder **52, 54**, wodurch die Rolle des Saugschuhs **56** weiter verstärkt wird.

**[0035]** Dieser erhöhte Druck im Pumpenteil mit Saugschuh erleichtert auch einen ausreichenden Fluidtransfer vom Pumpenteil mit Saugschuh **12** zum Pumpenteil mit Hohlraum **14**, um das hydraulische Ansaugen des Pumpenteils mit Hohlraum aufrechtzuerhalten.

**[0036]** Das zweite treibende Zahnrad **52** ist koaxial an der durch die Öffnung **64** hindurch ragenden Welle **22** befestigt. Zur leichteren Montage wird das zweite treibende Zahnrad **52** vorzugsweise indirekt an die Welle **22** befestigt, beispielsweise auf folgende Art und Weise: Die Welle **22** erstreckt sich weit genug über die zweite Fläche **46** hinaus, so dass das zweite treibende Zahnrad **52** koaxial auf die Welle **22** geschoben werden kann, wobei ein Endbereich **88** der Welle frei gelassen wird. Eine männliche Keilwelle **89**, die oberhalb der Schulter **84** des zweiten treibenden Zahnrads **52** einstückig mit dieser ausgebildet ist, ist mit einer entsprechenden, konzentrisch und koaxial in einem angetriebenen Magneten **90** angeordneten weiblichen Aufnahme (nicht dargestellt) in Eingriff bringbar, wodurch der angetriebene Magnet **90** unmittelbar koaxial am zweiten treibenden Zahnräder montiert werden kann. Zur drehfesten Verbindung des angetriebenen Magneten **90** und damit des zweiten treibenden Zahnrads **52** mit der Welle **22** ist der Endbereich **88** der Welle **22** mit einer Nut **92** versehen, die mit einer komplementären im angetriebenen Magneten **90** vorgesehenen Feder **94** in Eingriff bringbar ist. Es versteht sich, dass die Befestigung des zweiten treibenden Zahnrads **52** an die Welle **22** gemäß den allgemeinen Grundprinzipien des Maschinenbaus auch auf andere Weise erfolgen kann.

**[0037]** Die Pfanne **42** kann über einen Sicherungsring **96**, der mit dem Flansch **44** der Pfanne (**Fig. 2B**) in Eingriff bringbar ist und den Flansch **44** gegen die Dichtung **48** belasten kann, an den Trennkörper **16** befestigt werden. Schrauben **98**, die durch den Sicherungsring **96** und den Trennkörper **16** hindurchragen und sich in entsprechende im Körper der Pumpe mit Hohlraum **18** eingebrachte mit einem Gewinde versehene Öffnungen **100** hinein erstrecken, halten das gesamte Gefüge **10** zusammen.

**[0038]** Im Pumpenteil mit Saugschuh **12** steht die Einlassöffnung **86** in hydraulischer Verbindung mit einem entsprechenden Einlass **102** und die Auslassöffnung **87** steht in hydraulischer Verbindung mit einem Auslass **104**. Der Einlass bzw. Auslass **102, 104** können mit einem Gewinde versehen sein oder auf eine

andere Weise ausgebildet sein, um nach Bedarf verschiedene geeignete hydraulische Anschlüsse aufzunehmen. Der Einlass und der Auslass **102, 104** können in jede beliebige geeignete Richtung ausgerichtet sein.

**[0039]** Ein Mehrkammer-Pumpenkopf **10**, wie er in **Fig. 1** zu sehen ist, weist vorzugsweise (bei den meisten Anwendungen, einschließlich der Verwendung in kontinuierlichen Tintenstrahl-Druckköpfen) treibende Zahnräder **20, 52** und angetriebene Zahnräder **24, 54** auf, die alle den gleichen Durchmesser, die gleiche Stärke und die gleiche Steigung aufweisen. Wie bei herkömmlichen Zahnrädpumpen haben das treibende Zahnräder (z. B. Zahnräder **20**) und das entsprechende angetriebene Zahnräder, bzw. die entsprechenden angetriebenen Zahnräder, (z. B. Zahnräder **24**) in einem bestimmten Pumpenteil vorzugsweise den gleichen Durchmesser, die gleiche Stärke und die gleiche Steigung, so dass ein gleichmäßiger Hydraulikfluss durch den entsprechenden Pumpenteil gewährleistet ist. Für andere Anwendungen eines erfindungsgemäßen Pumpenkopfes kann es jedoch vorteilhaft sein, in dem Pumpenteil mit Saugschuh **12** beispielsweise Getriebe (treibende und getriebene Räder) einzusetzen, bei denen die Zahnräder sich in Durchmesser, Stärke und/oder Steigung von denen im Pumpenteil mit Hohlraum **14** unterscheiden. Bei manchen erfindungsgemäßen Ausführungsformen, beispielsweise bei einer Ausführungsform, in der ein Pumpenteil eine (aus dem Stand der Technik bekannte) „Innenzahnräder“-Ausgestaltung aufweist, ist die Frage, ob das treibende und das angetriebene Zahnräder, bzw. die treibenden und angetriebenen Zahnräder, in einem Pumpenteil den gleichen Durchmesser haben, strittig.

**[0040]** Über die Stärke der entsprechenden Zahnräder **20, 24, 52, 54** können die Zähne der Zahnräder wie in gewöhnlichen Stirnradgetrieben parallel zur Zahnrädrachse angeordnet sein, die Zahnräder können aber auch eine Schräg- oder Spiralverzahnung aufweisen, um eine pulsärmere Strömung zu erreichen.

**[0041]** Die Welle **22**, die in der Ausführungsform aus **Fig. 1** als „Antriebswelle“ dient, muss nicht notwendigerweise eine einzelne einstückig ausgebildete Welle sein. In einer Alternative kann die Welle **22** auch mehrere Wellenelemente aufweisen (nicht dargestellt), die so untereinander verbunden sind, dass sie wie eine einzelne Welle arbeiten oder auf eine andere Weise die treibenden Zahnräder **20, 52** dazu bringen, sich synchron um ihre Drehachse zu drehen.

**[0042]** Um die Förderkapazität eines gegebenen Pumpenteils zu erhöhen, kann das jeweilige treibende Zahnräder im gleichen Pumpenteil mit mehr als einem getriebenen Zahnräder in Eingriff stehen. In Fällen, in denen das in Frage stehende Pumpenteil eine

Pumpe mit Saugschuh ist, in der mehr als ein angetriebenes Zahnrad zum Einsatz kommt, ist jedes angetriebene Zahnrad im Pumpenteil mit einem eigenen Saugschuh versehen (welcher, wie eingangs beschrieben, das entsprechende angetriebene Zahnrad und einen Teil des treibenden Zahnrads überlappt). Somit wäre ein Pumpenteil mit Saugschuh, in dem ein treibendes Zahnrad und zwei angetriebene Zahnräder zum Einsatz kommen, mit zwei Saugschuhen, für jedes angetriebene Zahnrad ein Saugschuh, versehen.

**[0043]** Die Zahnräder **20, 24, 52, 54** können aus jedem beliebigen Werkstoff hergestellt sein, der geeignet ist, dem vom Pumpenkopf **10** geförderten Fluid sowie der Temperatur, dem Druck und der Viskosität, die dieses aufweist, standzuhalten. Alle weiteren Bauelemente können aus jedem beliebigen, für ihren Einsatzzweck geeigneten Werkstoff, sei es nun aus einem Metall, einem Kunststoff, einem Verbundstoff, aus Keramik oder aus einem künftigen noch nicht erfundenen bzw. entdeckten Werkstoff hergestellt sein. Der getriebene Magnet **90** kann aus jedem beliebigen geeigneten magnetischen Werkstoff hergestellt sein, der mit dem zu fördernden Fluid kompatibel ist.

**[0044]** Wie aus den [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) besonders deutlich zu erkennen ist, fluchtet die Welle **22** vorzugsweise mit der radialen Achse A des Mehrkammer-Pumpenkopfes **10**, so dass auch die ersten und zweiten treibenden Zahnräder auf der radialen Achse A angeordnet sind. Auf eine für Stirnradgetriebe typische Weise hat das zweite angetriebene Zahnrad **54** eine radiale Achse (nicht dargestellt), die parallel zu A verläuft und in einer Ebene P1 gegenüber A genügend seitlich versetzt ist, dass das zweite treibende Zahnrad **52** und das zweite angetriebene Zahnrad **54** miteinander in Eingriff kommen können. Die Achse des ersten angetriebenen Zahnrads **24** kann in der gleichen Ebene P1 liegen. Die Achse des ersten angetriebenen Zahnrads **24** kann auch in einer anderen Ebene P2 liegen, die die Ebene P1 im Punkt A schneidet. In einer besonders bevorzugten Anordnung verläuft die Ebene P2 relativ zu P1 in einem Winkel  $\alpha = 90^\circ/T$ , wobei T die Anzahl der Zähne der jeweiligen ersten treibenden und angetriebenen Zahnrädern **20, 24** ist. Ein derartiger Winkel  $\alpha$  ist ausreichend, um die Steigung des ersten angetriebenen Zahnrads **24** relativ zum zweiten angetriebenen Zahnrad **54** um etwa eine halbe Steigung zu versetzen. Es hat sich herausgestellt, dass ein derartiger Versatz die Pulsdruckschwankungen in dem vom Zweikammer-Pumpenkopf **10** geförderten Fluid minimiert.

**[0045]** In ähnlicher Weise liegen in den (nicht dargestellten) Fällen, in denen ein Pumpenteil zwei angetriebene Zahnräder aufweist, die Achsen des treibenden Zahnrads und des ersten angetriebenen Zahnrads vorzugsweise in der Ebene P1 und die Achsen

des treibenden Zahnrads und des zweiten angetriebenen Zahnrads vorzugsweise in der Ebene P2, wobei der Winkel  $\alpha$  zwischen P1 und P2 dieselbe wie oben beschrieben ist, d. h.  $\alpha = 90^\circ/T$ .

**[0046]** Im Betrieb des in [Fig. 1](#) gezeigten Pumpenkopfes **10** strömt Fluid vom Pumpenteil mit Saugschuh **12** in den Pumpenteil mit Hohlraum **14**, indem es zwischen der Welle **22** ([Fig. 1](#)) und ihrem entsprechenden Lager und, falls erwünscht, zwischen der Welle **25** und ihrem entsprechenden Lager fließt. (In einem Kreislauf, wie er beispielsweise in [Fig. 4](#) zu sehen ist, ist der Strömungsweg des Fluids durch die Pfeile **132** angegeben). Ein derartiger Strömungsweg bietet mehrere Vorteile. Der erste und wichtigste ist, dass das hindurchströmende Fluid das hydraulische Ansaugen des Pumpenteils mit Hohlraum **14** auch dann aufrechterhält, wenn das Pumpenteil mit Hohlraum **14** eine mit Luft beladene Flüssigkeit fördert. Der zweite Vorteil liegt darin, dass das hindurchströmende Fluid dazu dient, Abfallprodukte und andere eventuell aufkommende Verschleißprodukte von den Wellen und ihren Lagern abzuführen. Der dritte Vorteil ist die wirksame Wärmeabfuhr von den Wellen und deren Lagern. Der vierte Vorteil ist, dass das Fluidlager in dem Raum zwischen der Wellenoberfläche und der Lageroberfläche frisch bleibt. (Durch die letzten drei Vorteile werden hervorragende Verschleißeigenschaften erzielt).

**[0047]** Somit bietet die in den [Fig. 1](#)–[Fig. 3](#) gezeigte Ausführungsform eine Möglichkeit, das Fluid von einem Pumpenteil mit einem „höheren Druck“ (z. B. dem Pumpenteil mit Saugschuh **12**) zu einem Pumpenteil mit einem „geringeren Druck“ (z. B. dem Pumpenteil mit Hohlraum **14**) so zu fördern, dass das hydraulische Ansaugen des Pumpenteils mit geringem Druck aufrechterhalten werden kann. Das heißt, dass die [Fig. 1](#)–[Fig. 3](#) zeigen, wie das Fluid entlang eines Weges strömt, der koaxial mit der Antriebswelle (und damit koaxial mit den treibenden Zahnrädern) verläuft. Eine andere Möglichkeit, einen derartigen koaxialen Strömungsweg zu erzielen, ist eine hohle Antriebswelle zu schaffen.

**[0048]** Der Strömungsweg des Fluids muss jedoch nicht notwendigerweise koaxial mit den treibenden Zahnrädern verlaufen. Es kann auch eine separate, nicht koaxiale „Anzapfleitung“ (nicht dargestellt) vorgesehen sein, welche das Pumpenteil mit dem höheren Druck mit dem Pumpenteil mit dem geringeren Druck verbindet. Die Anzapfleitung kann je nach Anwendung mit einem oder mehreren Rückschlagventilen, verstellbaren Drosselkörpern, Druckbegrenzungsventilen und/oder weiteren Fluss- und Druckreglern versehen sein.

**[0049]** Insbesondere (aber nicht notwendigerweise), in Fällen, in denen das Fluid von einem Pumpenteil zum anderen über eine nicht koaxiale Anzapflei-

tung strömt, ist es nicht notwendig, dass eine Antriebswelle sich von einem Pumpenteil zum anderen Pumpenteil erstreckt (oder dass sich eine „Antriebswelle“ tatsächlich dreht, solange die treibenden Zahnräder zum Drehen gebracht werden können).

**[0050]** Wie in [Fig. 4](#) schematisch dargestellt, wird der Mehrkammer-Pumpenkopf **10** vorzugsweise durch einen Elektromotor **110** angetrieben, der auf herkömmliche Weise magnetisch an den Magneten **90** gekoppelt ist. Eine Möglichkeit, dies zu erzielen, besteht darin, einen ringförmigen treibenden Magneten **112** an den Anker **114** des Elektromotors **110** zu montieren, wobei der treibende Magnet **112** derart koaxial umlaufend um die Pfanne **42** positioniert ist, dass er mit dem Magneten **90** in der Pfanne magnetisch gekoppelt ist.

**[0051]** Es ist auch möglich, den angetriebenen Magneten **90** mit einem als „integrierten Motor“ ausgebildeten Motor anzutreiben, wie er zum Beispiel in den US Patentschriften 5,096,390 und 5,197,865 beschrieben ist.

**[0052]** Dessen ungeachtet versteht sich, dass andere Arten von Antriebsmaschinen (d. h. Motoren und dgl.) und andere Arten von Kopplungen (einschließlich direkte Kopplungen) zwischen der Antriebsmaschine und dem Pumpenkopf **10** verwendet werden können. Alternative Antriebsmaschinen umfassen unter anderem Hydraulikmotive, mechanisch angetriebene Antriebsmittel, Brennkraftmaschinen und verschiedene weitere Antriebsmaschinen, die in der Lage sind, mittelbar oder unmittelbar die treibenden Zahnräder in Drehung zu versetzen. Die eingangs beschriebenen magnetischen Kopplungsmittel können je nach dem Verwendungszweck und der mechanischen Umgebung des Pumpenkopfs **10** und den allgemeinen Grundprinzipien des Maschinenausbaus durch verschiedene direkte Antriebe, Scheibenantrieb, Zahradantrieb und ähnliche Mittel ersetzt werden. Es versteht sich, dass es aufgrund der Verwendung einer magnetischen Kopplung nicht mehr notwendig ist, eine Antriebswelle von außen in das Innere des Pumpenkopfes **10** zu führen, wozu eine Drehdichtung erforderlich wäre.

**[0053]** Der erfindungsgemäße Mehrkammer-Pumpenkopf kann unter anderem für verschiedene Anwendungen verwendet werden, in denen eine Flüssigkeit durch einen Hydraulikkreis gefördert wird, indem die Flüssigkeit an mindestens zwei unterschiedlichen Stellen im Kreislauf mit einem unterschiedlichen Differentialdruck beaufschlagt wird. In derartigen Systemen beaufschlagt eine erste Pumpenkammer des Pumpenkopfes eine erste Stelle des Kreislaufs mit dem ersten Differentialdruck und eine zweite Pumpenkammer des Pumpenkopfes beaufschlagt die zweite Stelle des Kreislaufs mit dem zweiten Differentialdruck. Die Differentialdrücke sind dadurch

gekennzeichnet, dass der Druck in der ersten Pumpenkammer höher als in der zweiten Pumpenkammer ist, wodurch das Strömen der Flüssigkeit von der ersten in die zweite Pumpenkammer in der Weise, dass die hydraulische Kraft der zweiten Pumpenkammer erhalten bleibt, erleichtert wird.

**[0054]** Der in den [Fig. 1–Fig. 3](#) offenbare Mehrkammer-Pumpenkopf **10** wird in einem hydraulischen System besonders vorteilhaft eingesetzt, um einen kontinuierlichen Tintenstrahl-Druckkopf, wie er in [Fig. 4](#) schematisch dargestellt ist, zu versorgen. Ein Vorratsbehälter **116** für flüssige Tinte ist vorgesehen. Tinte wird von dem Behälter **116** über eine mit dem Einlass **102** des Pumpenteils mit Saugschuh **12** gekoppelte Leitung **118** angesaugt. Der Auslass **104** des Pumpenteils mit Saugschuh **12** ist über eine Leitung **120** mit dem Druckkopf **122** verbunden. Tropfen **124**, die nicht für den aktuellen Druckvorgang bestimmt sind, werden in einen Auffangbehälter **126** abgeleitet. Die in dem Auffangbehälter **126** gesammelte Tinte wird über eine mit dem Einlass **40** des Pumpenteils mit Hohlraum **14** verbundene Leitung **128** geleitet. Der Auslass **38** des Pumpenteils mit Hohlraum **14** ist mit einer Leitung **130** gekoppelt, die die abgeleitete Tinte in den Behälter **116** zurückleitet, so dass sich der Kreis schließt. Somit wird der Kreis durch den Pumpenteil mit Saugschuh **12** mit einem ersten Differentialdruck und durch den Pumpenteil mit Hohlraum **14** mit einem zweiten Differentialdruck beaufschlagt.

**[0055]** Typischerweise enthält die aus dem Auffangbehälter **126** in den Behälter **116** rückgeföhrte Tinte Luftblasen. Nach der bisherigen Lehre aus dem Stand der Technik würde man nun erwarten, dass die so mitgeführte Luft zu unannehbaren Schwankungen bei der über die Leitung **120** erfolgenden Versorgung mit Tinte führen würde. Im Pumpenkopf **10** baut sich jedoch innerhalb des Pumpenteils mit Saugschuh **12** ein höherer Druck als im Pumpenteil mit Hohlraum **14** auf. Durch diese Druckdifferenz wird die Tinte gezwungen, vom Pumpenteil mit Saugschuh **12** in den Pumpenteil mit Hohlraum **14** zu fließen. Dieser Tintenfluss dient dazu, das hydraulische Ansaugen des Pumpenteils mit Hohlraum **14** (trotz der darin vorhandenen Luft) aufrechtzuerhalten und verhindert das Eindringen von Luft aus dem Pumpenteil mit Hohlraum **14** in den Pumpenteil mit Saugschuh **12**. Der Druckgradient im Pumpenteil mit Saugschuh **12** zwischen der Einlassöffnung **86** und der Auslassöffnung **87**, wie eingangs beschrieben, trägt dazu bei, gegenüber dem Pumpenteil mit Hohlraum im Pumpenteil mit Saugschuh **12** einen starken positiven Druck aufrechtzuerhalten.

**[0056]** Wird der Mehrkammer-Pumpenkopf **10** in kontinuierlichen Tintenstrahl-Druckköpfen und in anderen Anwendungen verwendet, die eine ähnliche hydraulische Leistung erfordern, so kann auf eine

herkömmliche Weise in derartigen hydraulischen Systemen verwendete Venturi-„Pumpe“ zum Ansaugen der Tinte aus dem Auffangbehälter verzichtet werden. Der Wegfall der Venturi-„Pumpe“ durch die Verwendung eines erfindungsgemäßen Druckkopfes bietet mehrere Vorteile: erstens ist es nicht mehr nötig, zum Betrieb des Venturi im Hydraulikkreis stromaufwärts des Venturi eine große übermäßige Förderkapazität vorzusehen, um dem Venturi zu ermöglichen, ausreichend Unterdruck zu erzeugen. Zweitens muss nicht mehr zum zufriedenstellenden Betrieb des Venturi, wie dies oft der Fall war, die Viskosität des geförderten Fluids reduziert werden (beispielsweise durch Hinzufügen eines Lösungsmittels), wodurch möglicherweise mit der Verwendung von Lösungsmitteln einhergehende nachteilige Auswirkungen unter anderem auf die Umwelt gemindert werden.

**[0057]** Selbst bei kontinuierlichen Tintenstrahl Hydrauliksystemen, die kein Venturi (sondern eher zwei getrennte Pumpen) verwenden, kann durch den Einsatz eines erfindungsgemäßen Pumpenkopfes darauf verzichtet werden, stromabwärts des Auffangbehälters die Pumpe auf herkömmliche Weise mit einem Übermaß an Fluid zu versorgen (verglichen mit der Fluidmenge, die in die Pumpe geleitet wird, dem Druckkopf Tinte zuführt). Somit kann durch die Verwendung eines erfindungsgemäßen Pumpenkopfes bei einer derartigen Anwendung der mit einem kontinuierlichen Tintenstrahl-Drucker verbundene hydraulische Strömungsweg wesentlich vereinfacht werden.

**[0058]** Obwohl der Mehrkammer-Pumpenkopf **10** besonders für Anwendungen geeignet ist, die eine kleine Größe und eine genaue Leistung erfordern, wie dies beispielsweise bei Anwendung mit kontinuierlichen Tintenstrahl-Druckköpfen der Fall ist, versteht sich, dass die Größe des Pumpenkopfes **10** nicht entscheidend ist. Der Pumpenkopf **10** kann jede geeignete Größe aufweisen und kann für jede Anwendung verwendet werden, bei der seine besonderen, weiter oben aufgeführten Eigenschaften, vorteilhaft zum Tragen kommen.

**[0059]** Nach einer bevorzugten Ausführungsform weist ein erfindungsgemäßer Pumpenkopf vorzugsweise einen Pumpenteil mit Saugschuh und einen Pumpenteil mit Hohlraum auf. Weitere mögliche erfindungsgemäße Kombinationen, bei denen beispielsweise (wobei diese Beispiele nicht einschränkend zu verstehen sind) alle Pumpenteile entweder Pumpen mit Saugschuh oder Pumpen mit Hohlraum, oder verschiedene weitere Arten von Zahnrädern sind, können für weitere Anwendungen eher geeignet sein.

**[0060]** Es versteht sich auch, dass mehr als zwei Pumpenteile in einem erfindungsgemäßen Mehrkammer-Pumpenkopf eingebaut sein können, wobei

jeder Pumpenteil dem Fluid die Möglichkeit gibt, wie weiter oben beschrieben, zum nächstliegenden Pumpenteil zu entweichen.

**[0061]** Es versteht sich ebenfalls, dass die Pumpenteile eines erfindungsgemäßen Mehrkammer-Pumpenkopfes in einem Hydraulikkreis hydraulisch in Reihe oder parallel geschaltet sein können. So können zum Beispiel die Pumpenteile im Tandem verwendet werden, um die Fördermenge zu erhöhen.

**[0062]** Bei Pumpenköpfen mit mehr als zwei Pumpenteilen ist es vorzuziehen, die treibenden Zahnräder koaxial auf einer einzelnen Welle oder auf Wellen zu montieren, die axial fluchten und untereinander derart verbunden sind, dass sie wie eine einzelne Antriebswelle funktionieren. In jedem Pumpenteil separat angeordnete Antriebswellen können auch nicht axial fluchtend angeordnet sein und dabei trotzdem mechanisch derart untereinander verbunden sein (beispielsweise indem hierzu Getriebe, Scheiben und Riemen, oder ähnliche Mittel verwendet werden), dass die Wellen genauso synchron drehen, wie wenn sie auf einer einzelnen Welle montiert wären.

**[0063]** Dabei ergibt sich, dass ein erfindungsgemäßer Pumpenkopf in einem Verteiler eingebaut sein kann, der manche oder alle mit den Einlässen und Auslässen des Pumpenkopfes verbundene hydraulische Leitungen umfasst. Derartige Verteiler sind vorteilhaft, weil dadurch die Länge der Leitungen und die Verwendung von separaten hydraulischen Anschlüssen und dgl. minimiert werden kann, so dass die Anzahl an möglichen Stellen im Hydraulikkreis, an denen Undichtheiten auftreten können, reduziert wird.

**[0064]** Obwohl die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels und seiner Varianten beschrieben wurde, umfasst sie auch alle in dem durch die beigefügten Ansprüche definierten Rahmen der Erfindung enthaltenen technisch gleichwertigen, geänderten oder alternativen Ausführungsformen.

## Patentansprüche

1. Mehrkammer-Pumpenkopf (**10**) mit einer ersten Zahnrädpumpen-Kammer (**14**) und einer zweiten Zahnrädpumpen-Kammer (**12**), wobei die erste Zahnrädpumpen-Kammer ein erstes Gehäuse (**18**) aufweist, das einen ersten Pumpenraum (**32**) eingrenzt, welcher ein erstes treibendes Zahnrad (**20**) und ein erstes angetriebenes Zahnrad (**24**) umschließt, wobei der erste Pumpenraum einen ersten Einlass (**38**) und einen ersten Auslass (**40**) umfasst; und die zweite Zahnrädpumpen-Kammer ein zweites Gehäuse (**16, 42**) aufweist, das einen zweiten Pumpenraum eingrenzt, welcher ein zweites, in funktionellem Eingriff mit dem ersten treibenden Zahnrad stehendes treibendes Zahnrad (**52**) sowie ein zwei-

tes angetriebenes Zahnrad (54) umschließt, wobei der zweite Pumpenraum einen zweiten Einlass (102) und einen zweiten Auslass (104) umfasst; wobei der Pumpenkopf **dadurch gekennzeichnet** ist, dass er eine den ersten und den zweiten Pumpenraum hydraulisch verbindende Fluid-Leitung (132) aufweist, die so ausgebildet ist, dass in dem Fall, wenn die erste und die zweite Zahnradpumpen-Kammer Fluid pumpen, um in dem ersten Pumpenraum einen im Vergleich zu dem zweiten Pumpenraum höheren Druck zu erzeugen, Fluid durch die Fluid-Leitung vom ersten Pumpenraum zum zweiten Pumpenraum strömt, um die hydraulische Kraft sowohl des ersten als auch des zweiten Pumpenraums aufrechtzuerhalten, und wobei eine Antriebswelle durch die Fluid-Leitung hindurch geht und die treibenden Zahnräder funktionell miteinander verbindet.

2. Pumpenkopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das erste treibende Zahnrad um eine erste Achse drehbar angeordnet ist, die funktionell mit dem zweiten treibenden Zahnrad verbunden ist, so dass das zweite treibende Zahnrad sich um seine Achse dreht, wenn das erste treibende Zahnrad um die erste Achse gedreht wird.

3. Pumpenkopf nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Achse kollinear mit der Achse des zweiten treibenden Zahnrads ist.

4. Pumpenkopf nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Achse mit einer Antriebswelle (22) zusammenfällt, die axial mit dem ersten treibenden Zahnrad verbunden ist, sich vom ersten treibenden Zahnrad zum zweiten treibenden Zahnrad erstreckt und funktionell mit dem zweiten treibenden Zahnrad gekoppelt ist.

5. Pumpvorrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass sie umfasst:  
eine Antriebsmaschine (110) und  
einen Pumpenkopf nach Anspruch 2, der funktionell mit der Antriebsmaschine verbunden ist, um die Rotation des ersten treibenden Zahnrads um die erste Achse zu bewirken.

6. Pumpenkopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Fluid-Leitung sich koaxial zu einer Antriebswelle (22) erstreckt, die das erste und das zweite antreibende Zahnrad axial verbindet.

7. Pumpvorrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass sie umfasst:  
eine Antriebsmaschine (110) und  
einen Pumpenkopf nach Anspruch 6,  
wobei der Pumpenkopf funktionell mit der Antriebsmaschine verbunden ist, um es der Antriebsmaschine zu ermöglichen, das erste treibende Zahnrad zu drehen.

8. Pumpenkopf nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Fluid-Leitung koaxial zu der ersten Achse ist.

9. Pumpvorrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass sie umfasst:  
eine Antriebsmaschine (110) und einen Pumpenkopf nach Anspruch 8,  
wobei der Pumpenkopf funktionell mit der Antriebsmaschine verbunden ist, um es der Antriebsmaschine zu ermöglichen, das erste treibende Zahnrad zu drehen.

10. Hydraulikkreis zur Zufuhr von flüssiger Tinte zu einem Dauer-Druckkopf für das Aufbringen auf ein Objekt und zum Sammeln und Recyceln von Tinte, die den Druckkopf passiert hat, jedoch nicht auf das Objekt aufgebracht wurde, wobei der Hydraulikkreis einen Druckkopf (122) zum Aufbringen von flüssiger Tinte auf ein Objekt, einen Behälter (116) zum Unterbringen eines Vorrats an flüssiger Tinte für die Verwendung durch den Druckkopf und einen Auffangbehälter (126) zum Sammeln von Tinte, die den Druckkopf passiert hat, jedoch nicht auf das Objekt aufgebracht werden soll, aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Hydraulikkreis umfasst:  
einen Mehrkammer-Pumpenkopf nach Anspruch 1; und  
eine Hydraulik-Leitung (118, 120, 128, 130) zum Leiten der Tinte vom Behälter zum ersten Einlass, vom ersten Auslass zum Druckkopf, vom Auffangbehälter zum zweiten Einlass und vom zweiten Auslass zum Behälter.

11. Hydraulikkreis nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass er eine Antriebsmaschine (110) aufweist, die funktionell mit der Pumpe verbunden ist, um eine Rotation des ersten treibenden Zahnrads zu bewirken.

12. Hydraulikkreis nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsmaschine ein Elektromotor ist.

13. Hydraulikkreis nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das erste treibende Zahnrad um eine erste Achse (22) drehbar ist, die funktionell mit dem zweiten treibenden Zahnrad verbunden ist, um das zweite treibende Zahnrad um seine Achse zu drehen, wenn das erste treibende Zahnrad um die erste Achse gedreht wird.

14. Hydraulikkreis nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Fluid-Leitung, die den ersten und den zweiten Pumpenraum hydraulisch verbindet, koaxial zu der ersten Achse ist.

15. Hydraulikkreis nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass er eine Antriebsmaschine (110) umfasst, die funktionell mit dem Pumpenkopf

verbunden ist, um eine Rotation des ersten treibenden Zahnrads zu bewirken.

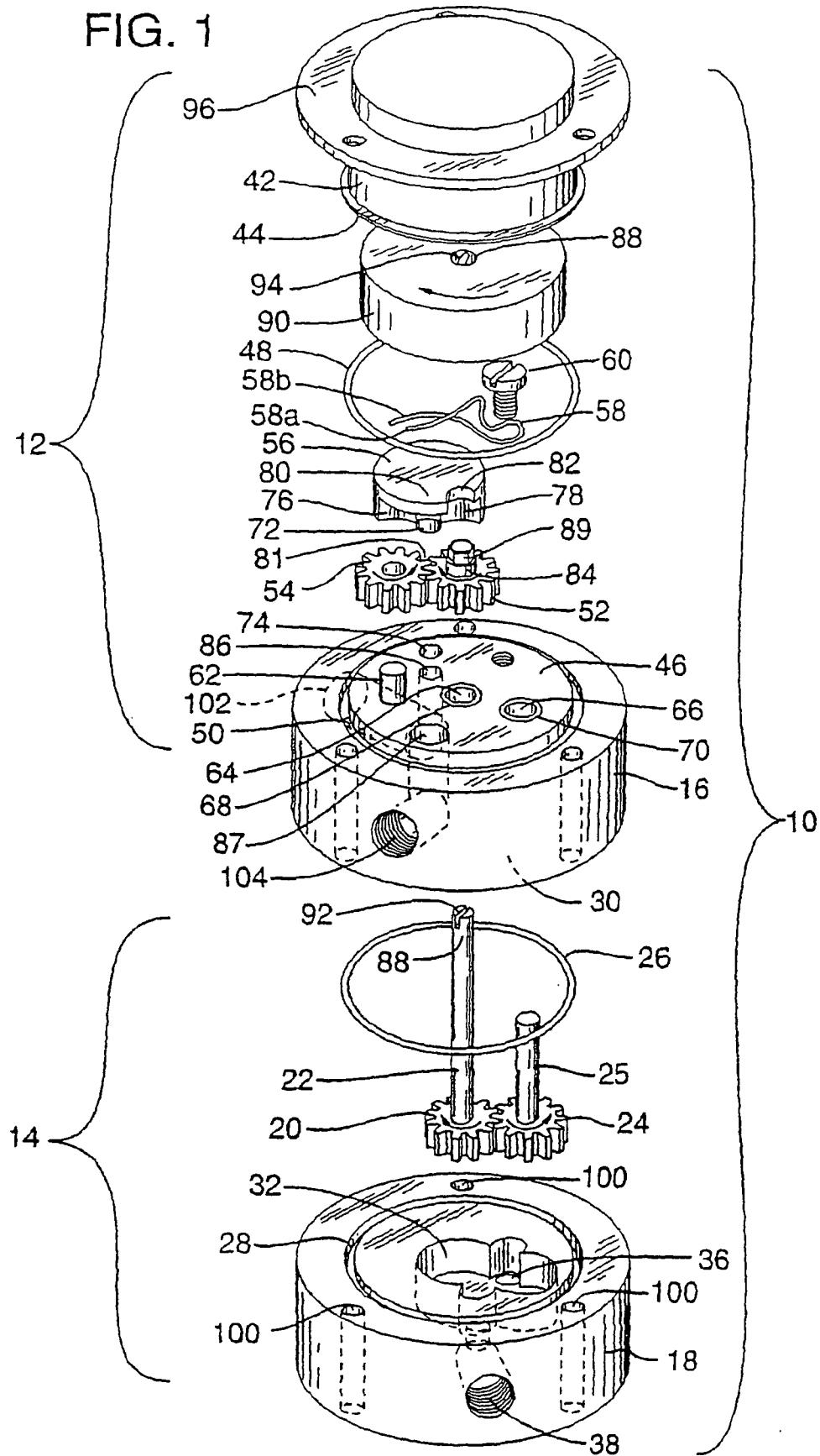
16. Hydraulikkreis nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsmaschine ein Elektromotor ist.

17. Hydraulikkreis nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite treibende Zahnrad axial mit dem ersten treibenden Zahnrad verbunden ist, um synchron zu der Drehung des ersten treibenden Zahnrads um die erste Achse drehbar zu sein.

18. Hydraulikkreis nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Pumpenkopf (**10**) ferner eine Antriebswelle aufweist, die sich koaxial zu der ersten Achse vom ersten treibenden Zahnrad zum zweiten treibenden Zahnrad erstreckt und an dem ersten und zweiten treibenden Zahnrad befestigt ist, um das erste und das zweite treibende Zahnrad synchron zu drehen.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

FIG. 1



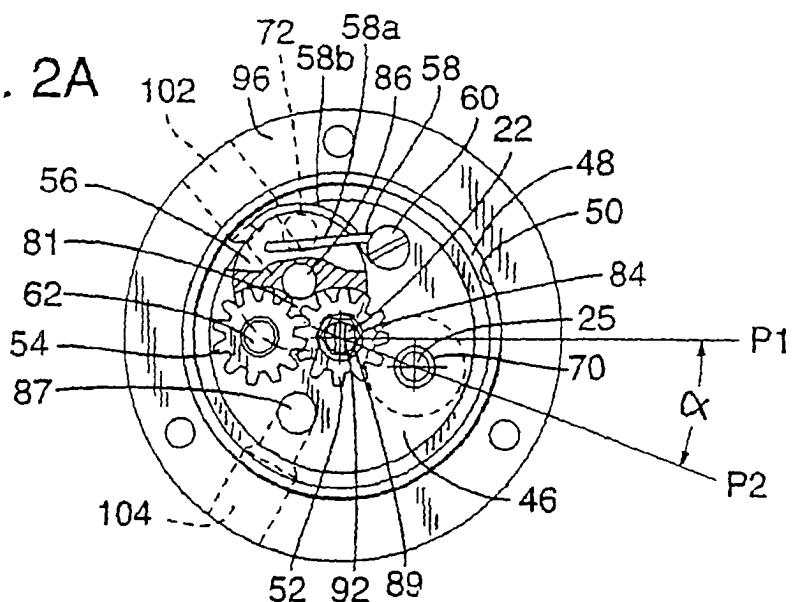
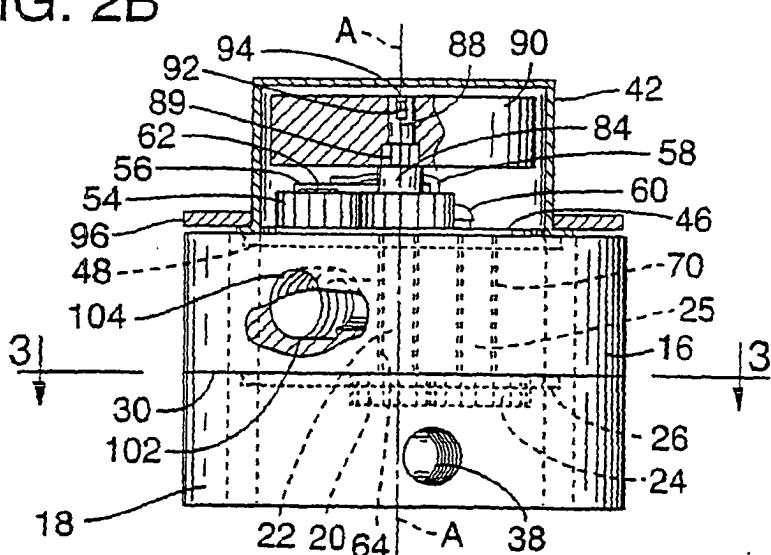
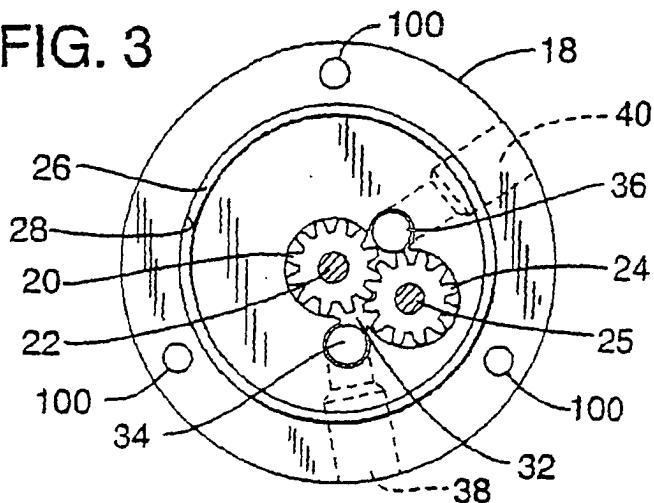
**FIG. 2A****FIG. 2B****FIG. 3**

FIG. 4

