

(19)



(11)

EP 2 734 371 B3

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Nach dem Beschränkungsverfahren (B3-1)

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:

26.08.2015 Patentblatt 2015/35

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

B41J 2/04 ^(2006.01)

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Antrag auf Beschränkung:

B3-1 23.08.2023 Patentblatt 2023/34

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

B41J 2/04; B41J 2/14; B41J 2002/041; B41J 2202/05

(21) Anmeldenummer: **12735287.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2012/063582

(22) Anmeldetag: **11.07.2012**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2013/013983 (31.01.2013 Gazette 2013/05)

(54) **DRUCKKOPF FÜR EINEN TINTENSTRAHLDRUCKER**

PRINT HEAD FOR AN INK JET PRINTER

TÊTE D'IMPRESSION POUR IMPRIMANTE À JET D'ENCRE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **22.07.2011 AT 10812011**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

28.05.2014 Patentblatt 2014/22

(73) Patentinhaber: **Durst Group AG**

39042 Brixen (IT)

(72) Erfinder: **OBERTEGGER, Franz**

I-39042 Brixen (IT)

(74) Vertreter: **Burger, Hannes**

Anwälte Burger & Partner

Rechtsanwalt GmbH

Rosenauerweg 16

4580 Windischgarsten (AT)

(56) Entgegenhaltungen:

WO-A1-98/56585 GB-A- 2 134 452

US-A- 5 602 575

EP 2 734 371 B3

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Druckkopf für einen Tintenstrahldrucker, wobei der Druckkopf zumindest einen Tintenversorgungs-
kanal und zumindest eine Düse mit Düsenkanal und Einströmöffnung aufweist, wobei durch die Einströmöffnung Tinte aus dem Tintenversorgungs-
kanal in den Düsenkanal gepresst und aus diesem ausgestoßen werden kann, wobei die Düse ortsfest an einer Seitenwand des Tintenversorgungs-
kanals angeordnet ist und der zumindest einen Düse ein Stößel mit im Tintenversorgungs-
kanal liegender Stößelstirnseite, die der Einströmöffnung beabstandet gegenüberliegt, zugeordnet ist, wobei der Druckkopf erste Mittel umfasst zum Bewegen der Stößelstirnseite in dem Tintenversorgungs-
kanal zwischen einem von der Einströmöffnung der Düse minimal beabstandeten Umkehrpunkt und einem von der Einströmöffnung der Düse maximal beabstandeten Umkehrpunkt. Weiters betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Durchführung von Druckprozessen mit folgenden Schritten:

- Bereitstellen eines Druckkopfes mit Tintenversorgungs-
kanal, Stößel und Düse mit Düsenkanal und Einströmöffnung die die Verbindung des Düsenkanals zum Tintenversorgungs-
kanal bildet,
- Füllen des Tintenversorgungs-
kanals mit Tinte

[0002] Ein Druckkopf für einen Tintenstrahldrucker, wie er Gegenstand der Erfindung ist, umfasst einen Tintenversorgungs-
kanal und zumindest eine Düse, wobei der Düse ein bewegbarer Stößel zur Bewirkung des Tintenausstoßes aus dem Tintenversorgungs-
kanal zugeordnet ist.

[0003] An dieser Stelle sollen vorab einige in diesem Dokument verwendeten Begriffe definiert werden: Der Begriff "Ruhestellung" ist im vorliegenden Kontext so zu verstehen, dass ein Verschlusskörper eine vom Druckverfahren abhängige Position im Tintenversorgungs-
kanal eines Druckkopfes einnimmt, die dazu führt, dass keine Tinte aus dem Druckkopf austritt entsprechend das Bedrucken eines Substrats nicht stattfindet.

Der Begriff "Arbeitsstellung" ist im Kontext so zu verstehen, dass ein Verschlusskörper eine vom Druckverfahren abhängige Position im Tintenversorgungs-
kanal einnimmt, die das Bedrucken eines Substrats mit Tinte ermöglicht.

Der Begriff "Mittel" ist im Kontext so zu verstehen, dass kontextbezogen sowohl der Singular als auch der Plural des Begriffs gemeint sein kann.

Der Begriff "Pigmente" ist im Kontext so zu verstehen, dass es sich um Partikel in der Tinte mit Festkörpereigenschaften handelt, die nicht löslich sind.

Der Begriff "Tintenkanal" ist als Synonym für den Begriff "Tintenversorgungs-
kanal" im Kontext zu verstehen.

[0004] Die Tintenstrahldrucktechnik ist eine weit verbreitete Drucktechnik zum Bedrucken von Substraten. Die Druckköpfe von Tintenstrahldruckvorrichtungen um-

fassen in der Regel zumindest einen Tintenversorgungs-
kanal und zumindest eine Düse zum Ausstoßen der Tinte aus dem Tintenversorgungs-
kanal.

[0005] Bei Piezo-Tintenstrahldruckern wird zumindest ein Piezo-Element durch Anlegen einer elektrischen Spannung dermaßen verformt, dass durch die Verformung eine Druckwelle in der Tinten-
kammer bzw. dem Tintenkanal erzeugt wird, die ein Ausstoßen eines Tintentropfens durch die Düse bewirkt.

[0006] Ein Druckkopf der genannten Art ist beispielsweise aus der WO2008/044069 A bekannt. Bei der bekannten Vorrichtung werden Düsen, welche in Form von schmalen Streifen mit einem Durchtrittloch für Tinte ausgebildet sind, bewegt bzw. in Schwingungen versetzt, um einen Tropfenausstoß aus der Düse zu bewirken.

[0007] Bei anderen bekannten Druckköpfen, die das Verdrucken von Tinte mit einer hohen Viskosität erlauben, wird zum Tropfenausstoß oftmals die Tinte mit Überdruck beaufschlagt und ein Ventil kurzzeitig geöffnet, um einen Tropfen durch zu lassen. Derartige Systeme haben aber den Nachteil, dass sich bei der Verwendung von Tinten mit großen Pigmentgrößen Probleme mit der Dichtheit der Ventile ergeben können und eine Verhinderung von Sedimentationen im Bereich des Ventilsitzes nur sehr schwierig zu realisieren ist.

[0008] Herkömmliche Druckköpfe, die einen Tintenversorgungs-
kanal und zumindest eine Düse beinhalten, wobei jeder Düse ein Verschlusskörper zugeordnet ist, umfassen Mittel, welche während des Druckvorgangs eine Düse öffnen. In der Ruhestellung wird die Düse vom Verschlusskörper dichtend verschlossen, sodass ein Heraus-
rinnen der mit Überdruck beaufschlagten Tinte aus dem Tintenversorgungs-
kanal verhindert wird. In einer Arbeitsstellung wird der Stößel von der Düse angehoben, sodass Tinte in die Düse fließen kann und aus dem Tintenversorgungs-
kanal ausgestoßen werden kann.

[0009] Ein solcher Druckkopf ist in der Druckschrift EP0445137B1 offengelegt. Die Druckschrift beschreibt einen Druckkopf für einen Tintenstrahldrucker mit einer an eine Tintendruckquelle verbundene Tinten-
kammer, in der mehrere, jeweils eine Düse verschließende Verschlusskörper angeordnet sind, die jeweils mit einer Zugstange verbunden sind und die Verschlusskörper mit einer Antriebseinrichtung in der Tinten-
kammer auf und ab bewegt werden. In der Ruhestellung verschließt der Verschlusskörper die Tintenspritzdüse vollständig. Wird der Verschlusskörper von der Ruhestellung in eine Arbeitsstellung bewegt, wird dieser von der Düse angehoben bzw. zurückgezogen. Die Tinte wird in der Tinten-
kammer permanent mit Überdruck beaufschlagt, sodass erst beim Zurückziehen des Verschlusskörpers die Tinte aus dem Tintenversorgungs-
kanal durch die Düse ausgestoßen werden kann. Sobald der Verschlusskörper wieder die Ruhestellung eingenommen hat, ist die Tintenspritzdüse verschlossen.

[0010] Ein weiterer Druckkopf ist in der Druckschrift EP0787587B1 offengelegt. Die Druckschrift beschreibt einen Verschlusskörper, der aus einem Kolben mit einem

axial zugeordneten Verschlussstift T-förmig ausgebildet ist. Der Verschlusskörper befindet sich innerhalb einer zylinderförmigen Kammer, wobei der Außendurchmesser des zylindrischen Kolbens in etwa dem Innendurchmesser der Kammer entspricht, sodass der Kolben dichtend entlang der Kammerwand auf und ab bewegt wird. Der Kolben trennt die Kammer in zwei Bereiche, wobei ein Bereich am Boden eine Frontplatte aufweist, die eine als Bohrloch ausgeführte Düse für das Ausstoßen von Tintentropfen beinhaltet. Dieser Bereich umfasst die Tinte und bildet die Tinten­kammer, die mit einer Tinten­druckquelle verbunden ist. In der anderen Kammer befindet sich eine Feder, die gegen den Verschlusskörper drückt. Konstruktionsbedingt reicht in der Ruhestellung der Verschlussstift in das Bohrloch der Düse hinein und verschließt dabei diese, wobei zwischen Frontplatte und Kolben ein Tintenfilm vorhanden ist. Wird ein Überdruck in der Tinten­kammer aufgebaut, bewirkt der Druck, dass gegen die Rückstellkraft einer Feder der Kolben und somit der Verschlussstift aus dem Bohrloch von der Ruhestellung in eine Arbeitsstellung zurückgezogen wird, woraufhin die mit Überdruck beaufschlagte Tinte in das Bohrloch fließt und aus der Düse ausgestoßen werden kann. Wird der Überdruck abgebaut, wird der Verschlussstift wieder in die Ruhestellung gebracht und ver­fährt wieder in das Bohrloch, wobei die in der Düse befindliche Resttinte verdrängt wird und das Bohrloch verschlossen wird.

[0011] Die herkömmlichen Druckköpfe zur Durchführung von Druckprozessen mit einem Verschlusskörper sind durch ihren funktionalen und charakteristischen Aufbau zur Ausführung von Druckprozessen mit relativ niedrigen Druckfrequenzen ausgelegt, was sich in die relativ langsamen Druckprozesse widerspiegelt.

[0012] Bei der Durchführung eines Druckschrittes wird der Verschlusskörper aus der Ruhestellung in eine Arbeitsstellung gebracht, wobei die mit Überdruck beaufschlagte Tinte aus dem Tintenkanal durch die Düse austritt. Der Tintenfluss wird gestoppt indem der Verschlusskörper in die Düse, auf die Düse bzw. auf die Innenwand der Tinten­kammer auftrifft und die Einströmöffnung der Düse dichtend verschließt.

[0013] Um einen Tintentropfen sauber von der Resttinte abtrennen zu können, muss der Verschlusskörper die Einströmöffnung der Düse vollständig bzw. dichtend verschließen, wobei eine Kollision des Verschlusskörpers mit der Düse und/oder der Innenwand der Tinten­kammer unvermeidlich ist. Wird die Einströmöffnung der Düse in einer Ruhestellung nicht vollständig mit dem Verschlusskörper verschlossen, kann Tinte kontinuierlich in Form eines Tintenstrahls aus dem Tintenkanal durch die Düse heraustreten.

[0014] Je mehr Tropfen pro Zeiteinheit für die Erzeugung eines gewünschten Motivs bzw. Strukturdruck-Motivs benötigt werden, desto höher ist die entsprechende Druckfrequenz der durchzuführenden Druckschritte.

[0015] Es versteht sich von selbst, dass die Ausführbarkeit von Druckschritten mit einer relativ hohen Druck-

frequenz durch periodisch eintretende Kollisionen des Verschlusskörpers mit der Düse und/oder der Innenwand der Tinten­kammer beschränkt ist, da die Kollisionen in kürzester Zeit ein Materialversagen des Verschlusskörpers und/oder der Düse verursachen können, was mit einer kurzen Lebensdauer des Druckkopfes einhergeht.

[0016] Die Stabilität des Druckprozesses verringert sich bei herkömmlichen Druckköpfen zunehmend je höher die Druckfrequenz gewählt wird, da die Wahrscheinlichkeit eines Materialversagens beim Verschlusskörper und/oder bei der Düse entsprechend zunimmt.

[0017] Bei anderen herkömmlichen Druckköpfen, wie z.B. in der Druckschrift EP0787587B1, kann eine harte Kollision eines T-förmig ausgebildeten Verschlusskörpers mit der Düse und/oder Innenwand der Tinten­kammer zumindest teilweise vermieden werden, da ein Tintenfilm zumindest ein Abschnitt bzw. Teil des Verschlusskörpers von der Düse trennt. Wird der Verschlusskörper von einer Arbeitsstellung in die Ruhestellung verfahren, reicht in der Ruhestellung der Verschlussstift des Verschlusskörpers in den Kanal der Düse hinein und verschließt diese, wobei aber konstruktions- und verfahrensbedingt die in der Tinten­kammer nicht mehr verdrängbare Tinte bzw. Tintenfilm in einem der Stirnseite des Verschlusskörper-Kolben gegenüberliegenden Abschnitt radial nach Außen über den Verschlusskörper-Kolben-Außenrand hinaus nicht entweichen kann, da der Verschlusskörper-Kolben dichtend an der Kammerwand auf und ab bewegt wird, sodass nach wie vor eine Kollision des Verschlusskörpers mit dem Tintenfilm erfolgt. Eine Kollision mit dem Tintenfilm ist etwas sanfter als die Kollision mit einem Festkörper, da wie bekannt eine Flüssigkeit eine größere Kompressibilität als ein Festkörper aufweist, sodass die Lebensdauer zumindest teilweise erhöht werden kann. Ein Materialversagen kann aber nicht ausgeschlossen sondern zeitlich nur hinausgezögert werden. Auch bei der genannten Ausführungsform des Druckkopfes gilt folgendes, und zwar, je höher die Druckfrequenz und somit die Kollisionsfrequenz, desto höher besteht die Wahrscheinlichkeit eines Materialversagens. Sind in der Tinte Pigmente enthalten, kann ein Materialversagen noch wahrscheinlicher auftreten.

[0018] Das Dokument WO 98/56585 A1 beschreibt eine Düsenanordnung für einen Tintenstrahldrucker. Dabei werden einzelne Tintentropfen durch eine Auslassöffnung der Düse in Richtung auf ein Druckmedium hin ausgestoßen, in dem ein Kolben, der sich in einem Tintenversorgungs­kanal in axialer Richtung bewegen kann, mit seiner Stirnfläche gegen die Einströmöffnung der Düse gestoßen wird. Dabei wird eine kleine Menge, der sich in dem Tintenversorgungs­kanal befindlichen Tinte in die Auslassöffnung der Düse gedrückt und erfährt dabei eine derart hohe Beschleunigung, dass schließlich ein Tintentropfen ausgestoßen wird. Der Kolben ist durch eine Spiralfeder in Richtung auf die Einströmöffnung der Düse hin vorgespannt, so dass die Stirnfläche des Kolbens an der Einströmöffnung der Düse - diese dicht verschlie-

ßend- zur Anlage gebracht wird. Zur Betätigung des Kolbens wird dieser elektromagnetisch angehoben, so dass seine Stirnfläche von der Einströmöffnung der Düse abhebt und dadurch die Tinte aus dem Tintenversorgungs- kanal in die Düse nachströmen kann. Wird daraufhin das Magnetfeld wieder abgeschaltet, erfolgt unter Wirkung der sich rückstellenden Feder neuerlich eine Beschleunigung des Kolbens in Richtung auf die Düse hin und somit ein Ausstoß eines weiteren Tintentropfens.

[0019] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein Druckverfahren und eine Druckvorrichtung bereitzustellen, welche die Ausführbarkeit von Druckschritten mit einer höheren Frequenz als bei herkömmlichen Druckverfahren ermöglichen.

[0020] Diese Aufgabe wird mit einer Druckvorrichtung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die ersten Mittel die Bewegung einer Stößelstirnseite auf eine Bewegung zwischen den Umkehrpunkten begrenzen und zweite Mittel zum Beaufschlagen der Tinte im Tintenversorgungs-kanal mit einem Unterdruck relativ zum Umgebungsdruck vorgesehen sind.

[0021] Während des Druckverfahrens, d.h. zumindest während den Zeitintervallen in denen nicht gedruckt werden soll bzw. keine Tinte aus dem Tintenkanal ausgestoßen werden soll, wird der Tintenversorgungs-kanal zumindest im Bereich der Einströmöffnung der Düse mit einem Unterdruck relativ zum Umgebungsdruck beaufschlagt. Durch den Unterdruck wird verhindert, dass Tinte unbeabsichtigt aus dem Tintenkanal leckt. Auf diese Weise kann auf einen Verschlusskörper verzichtet werden. Zum Ausstoßen der Tinte kommt ein im Tintenkanal vorgesehener Stößel zum Einsatz, dessen Stirnseite auf den Düsenkanal zubewegt wird, wodurch Tinte durch den Düsenkanal und aus diesem heraus gepresst wird, wobei vorzugsweise während des gesamten Druckprozesses ein Stößel/Düsen-Abstand eingehalten wird, d.h. eine Stößelstirnfläche an einem Umkehrpunkt einen Abstand von der Einströmöffnung von größer als Null aufweist und die Einströmöffnung der Düse während des gesamten Druckprozesses permanent offen bleibt. Der erfindungsgemäße Stößel übernimmt also gerade nicht die Funktion eines Verschlusskörpers.

[0022] Mit dem erfindungsgemäßen Druckkopf ist es möglich Tinten zu verwenden, die in einem weiten Viskositätsbereich liegen und/oder die Pigmente beinhalten.

[0023] Dies insbesondere, weil der Stößel nicht als Verschlusskörper funktionieren muss und die sich zwischen Stößelstirnseite und Einlassöffnung des Düsenkanals schiebende Tinte und/oder Pigmente nicht stören.

[0024] Die genannten Tinten können mit dem erfinderschen Druckkopf für den Strukturdruck verwendet werden. Unter dem Begriff Strukturdruck wird hierbei das Aufbringen von dreidimensionalen Formen, Linien, Strukturen etc. auf zumindest einer Oberfläche mit glatten und/oder rauen Bereichen verstanden, z.B. eine Holzstruktur auf einer MDF/HDF Platte oder Fliese, Braille Schrift, oder Simulation einer Prägeschift etc.

[0025] Vorzugsweise wird die Düse ortsfest an einer Seitenwand des Tintenversorgungs-kanals angeordnet und es wird ein Stößel, der im Tintenversorgungs-kanal zwischen zwei der Düse gegenüberliegenden Umkehrpunkten hin und her bewegt wird, vorgesehen.

[0026] Der erfindungsgemäße funktionale und charakteristische Aufbau und Druckverfahren der Druckvorrichtung zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass Mittel, vorzugsweise externe Mittel vorgesehen sind, die einen Unterdrucks im Tintenversorgungs-kanal erzeugen, sodass eine Düse während des ganzen Druckprozesses offen bleiben kann ohne dass unbeabsichtigtes Auslaufen von Tinte stattfinden kann. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird ein Stößel zwischen zwei der Düse gegenüberliegenden Umkehrpunkten, (U1) und (U2), hin und her verfahren, wobei der Stößel/Düsen-Abstand größer als Null ist, sodass zu keinem Zeitpunkt während des Druckprozesses, also vor und/oder während und/oder nach dem Ausstoßen von Tinte periodisch eintretende Kollisionen des Stößel mit der Düse erfolgen. Damit wird erreicht, dass man mit dem erfinderischen Druckkopf mit höheren Druckfrequenzen als bei herkömmlichen Druckverfahren drucken kann.

[0027] Der Stößel ist in einer bevorzugten Ausführungsform nicht dichtend im Tintenversorgungs-kanal an einer Tintenkanalwand angeordnet, d.h. es bildet zu keinem Zeitpunkt einen Verschlusskörper, wobei zum Ausstoßen der Tinte eine Stirnseite des Stößels von einem Ausgangspunkt auf die Einströmöffnung zubewegt wird. Eine Stirnseite des Stößels wird lediglich bis zu einem ersten Umkehrpunkt (U1) auf die Einströmöffnung zubewegt, wobei dieser erste Umkehrpunkt (U1) von der Einströmöffnung beabstandet ist, so dass es selbst am ersten Umkehrpunkt (U1) nicht zu einem Verschluss des Tintenversorgungs-kanals kommt. Wird die Stößelstirnseite zum Ausstoßen der Tinte von einem Ausgangspunkt auf die Einströmöffnung zubewegt, so wird die Tinte ausgehend von einem Stagnationsbereich zwischen der Stirnseite des Stößels und dem der Stößelstirnseite gegenüberliegende Bereich der Seitenwand mit Düse in Richtung der Einströmöffnung der Düse gepresst, wobei gleichzeitig Tinte innerhalb des Tintenversorgungs-kanal nach Außen, d.h. über den Stößel-Außen-Rand hinausfließen kann.

[0028] Der Begriff "Stößelstirnseite" und "Stirnseite" sind im Kontext gleichbedeutend zu verstehen. Als Stößelstirnseite ist in der Erfindung nicht unbedingt eine zusammenhängende Fläche gemeint, sondern es können auch zwei oder mehrere Flächen gemeint sein.

[0029] Das erfinderische Druckverfahren hat gezeigt, dass die Lebensdauer des Druckkopfes erhöht wird, da der Stößel Kollisionen mit der unter der Stößelstirnseite befindlichen Flüssigkeit bzw. Flüssigkeitsfilm und/oder der Düse und/oder der Innenwand des Tintenversorgungs-kanals vermieden werden.

[0030] Durch die Erfindung wird gegenüber einem herkömmlichen Druckkopf, der einen Stößel beinhaltet, eine höhere Prozessstabilität erreicht, da konstruktions- und

verfahrens-bedingt die Wahrscheinlichkeit eines Materialversagens des Stößels und/oder der Düse stark reduziert wird.

[0031] Der erfinderische Druckkopf für einen Tintenstrahldrucker umfasst zumindest einen Tintenversorgungs-
kanal und zumindest eine Düse mit Düsenkanal und Einströmöffnung, wobei durch die Einströmöffnung
Tinte aus dem Tintenversorgungs-
kanal gepresst und aus diesem ausgestoßen werden kann, wobei die Düse ortsfest an einer Seitenwand des Tinten-
versorgungs-
kanals angeordnet ist und der zumindest einen Düse ein Stößel mit im Tintenversorgungs-
kanal liegender Stößelstirnseite, die der Einströmöffnung beab-
standetgegenüber liegt, zugeordnet ist, wobei der Druc-
kopf erste Mittel umfasst zum Bewegen einer Stößel-
stirnseite in dem Tintenversorgungs-
kanal zwischen einem von der Einströmöffnung der Düse minimal beab-
standeten Umkehrpunkt (U1) und einem von der Ein-
strömöffnung der Düse maximal beabstandeten
Umkehrpunkt (U2), wobei die ersten Mittel die Bewegung
einer Stößelstirnseite auf eine Bewegung zwischen den
Umkehrpunkten (U1,U2) begrenzen und zweite Mittel
zum Beaufschlagen der Tinte im Tintenversorgungs-
kanal mit einem Unterdruck relativ zum Umgebungsluft-
druck vorgesehen sind. Dritte Mittel zum Pumpen der
Tinte durch den Tintenversorgungs-
kanal können vorge-
sehen sein, um Sedimentation der Tinte im Tintenver-
sorgungs-
kanal zu verhindern.

[0032] Die Mittel zum Bewegen eines Stößels umfas-
sen in einer bevorzugten Ausführungsform zumindest einen Aktor, wobei der zumindest eine Aktor den Stößel
zwischen zwei Umkehrpunkten verfahren kann. In einer
anderen bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden
Erfindung können die Mittel zum Bewegen eines Stößels
zumindest einen Aktor und zumindest eine Feder umfas-
sen. Es können aber auch andere konventionelle Mittel
zum Bewegen des Stößels zum Einsatz kommen.

[0033] Die bevorzugt externen Mittel zum Beaufschla-
gen der Tinte im Tintenversorgungs-
kanal mit einem Unterdruck relativ zum Umgebungsluftdruck können z.B.
konventionelle Vakuumpumpen sein, mit denen es mög-
lich ist einen entsprechenden Gegendruck zum Umge-
bungsluftdruck und dem geodätischen Druck der Tinte
im Düsenkanal zu erzeugen, um ein Auslaufen der Tinte
aus dem Tintenversorgungs-
kanal zu unterbinden.

[0034] Der Tintendruck muss in Kombination mit dem
Kapillardruck so eingestellt werden, dass keine Luft
durch den Düsenkanal in den Tintenversorgungs-
kanal eingesaugt wird und dass keine Tinte aus dem Düsenka-
nal ungewollt austritt. Der Tintendruck ist definitionsge-
mäß die Summe des Zirkulationsdrucks und des Menis-
kusunterdrucks.

[0035] Die externen Mittel können konventionelle
Pumpen wie z.B. eine Umwälzpumpe bzw. eine Zirkula-
tionspumpe sein. Mit den Mitteln wird die Tinte durch den
Tintenversorgungs-
kanal gepumpt, vorzugsweise per-
manent.

[0036] In einer bevorzugten Ausführungsform der vor-

liegenden Erfindung ist am minimal beabstandeten Um-
kehrpunkt (U1) der Abstand zwischen einer Stößelstirn-
seite und der Einströmöffnung grösser Null.

[0037] Um eine optimale Produktivität eines erfin-
dungsgemäßen Druckkopfes zu gewährleisten können
im Tintenversorgungs-
kanal mehrere Düsen vorliegen,
wobei jeder Düse ein Stößel zugeordnet ist.

[0038] In einer anderen bevorzugten Ausgestaltung
der Erfindung wird zumindest im Falle der zumindest einen Düse keine Seitenwand zusammen mit der Düse
einstückig ausgeführt und eine die Einströmöffnung um-
gebende Stirnseite der zumindest einen Düse flächen-
bündig mit einer inneren, mit der Tinte in Berührung ste-
henden Oberfläche einer Seitenwand des Tintenversor-
gungs-
kanals ausgebildet.

[0039] Die oben genannte Aufgabe lässt sich auch mit
einem Verfahren der eingangs genannten Art erfin-
dungsgemäß dadurch lösen, dass die Tinte zumindest
während den Zeitintervallen in denen nicht gedruckt wer-
den soll der Tintenversorgungs-
kanal zumindest im Be-
reich der Einströmöffnung der Düse mit einem Unter-
druck relativ zum Umgebungsluftdruck beaufschlagt
wird, wodurch ein Ausströmen der Tinte aus dem Dü-
senkanal auch ohne Verschlusskörper verhindert wird
und dass zum Ausstoßen der Tinte eine Stirnseite des
Stößels ausgehend von einem Ausgangspunkt auf die
Einströmöffnung zubewegt wird.

[0040] Das erfinderische Druckverfahren zur Durch-
führung von Druckprozessen beinhaltet mehrere Schrit-
te, wobei in einem ersten Schritt ein Druckkopf mit Tin-
tenversorgungs-
kanal, Stößel und Düse mit Düsenkanal
und Einströmöffnung, die die Verbindung des Düsenka-
nals zum Tintenversorgungs-
kanal bildet, bereitgestellt
wird und in einem zweiten Schritt der Tintenversorgungs-
kanal mit Tinte gefüllt wird, wobei die Tinte zumindest
während den Zeitintervallen in denen nicht gedruckt wer-
den soll im Tintenversorgungs-
kanal zumindest im Be-
reich der Einströmöffnung der Düse mit einem Unter-
druck beaufschlagt wird, wodurch ein Ausströmen der
Tinte aus dem Düsenkanal auch ohne Verschlusskörper
verhindert wird und wobei zum Ausstoßen der Tinte eine
Stirnseite des Stößels ausgehend von einem Ausgangs-
punkt auf die Einströmöffnung zubewegt wird.

[0041] Im Druckverfahren wird in einer bevorzugten
Ausführungsform eine Stirnseite des Stößels lediglich bis
zu einem ersten Umkehrpunkt (U1) auf die Einströmöff-
nung zubewegt, wobei dieser erste Umkehrpunkt (U1)
von der Einströmöffnung beabstandet ist, so dass es
selbst am ersten Umkehrpunkt (U1) nicht zu einem Ver-
schluss des Tintenversorgungs-
kanals kommt.

[0042] Nach Erreichen des Umkehrpunktes (U1) wird
die Stirnseite des Stößels von der Einströmöffnung zu
einem zweiten Umkehrpunkt (U2) wegbewegt, welcher
den Ausgangspunkt für den darauffolgenden Druckzyk-
lus bildet.

[0043] Die Position des Ausgangspunktes und des da-
rauffolgenden Umkehrpunktes (U1) wird so gewählt,
dass der Stößelhub eine vorbestimmte Tintenmenge und

damit Tropfengröße ausstößt.

[0044] In einer bevorzugten Ausgestaltung wird im Druckverfahren im Arbeitsschritt, in dem die Stößelstirnseite zum Ausstoßen der Tinte von einem Ausgangspunkt auf die Einströmöffnung zubewegt wird, die Tinte ausgehend von einem Stagnationsbereich zwischen der Stirnseite des Stößels und dem der Stößelstirnseite gegenüberliegende Bereich der Seitenwand mit Düse in Richtung der Einströmöffnung der Düse gepresst, wobei gleichzeitig Tinte innerhalb des Tintenversorgungschanal nach Außen, d.h. über den Stößel-Außen-Rand hinausfließen kann, wobei in diesem bevorzugten Druckverfahren der Abstand vom Stößel-Außen-Rand zu einer Seitenwand des Tintenversorgungschanals in einer zur Düsenachse vertikalen Richtung grösser Null sein muss. Durch die Bewegung des Stößels herrscht permanent eine relativ starke Strömung der Tinte im Bereich der Einströmöffnung der Düse, sodass sehr effizient in diesem Bereich Sedimentation der Tinte verhindert werden kann.

[0045] Wird die Stirnseite des Stößels ausgehend von einem Ausgangspunkt auf die Einströmöffnung zubewegt, erfolgt eine Volumens- und Druckänderung im Düsen nahen Bereich, die einen Ausstoß von Tinte aus Tintenversorgungschanal bewirkt.

[0046] Die Tinte wird im erfindungsgemäßen Verfahren durch den Tintenversorgungschanal gepumpt, vorzugsweise permanent.

[0047] Ein Stagnationsbereich ist jener Bereich zwischen der Stößelstirnseite und dem der Stößelstirnseite gegenüberliegende Bereich der Seitenwand mit Düse. In jenem Stagnationsbereich erfährt in Folge der Bewegung des Stößels, der ausgehend von einem Ausgangspunkt auf die Einströmöffnung der Düse zubewegt wird, die Tinte den höchsten Druck, sodass die Tinte ausgehend von diesem Stagnationsbereich in Richtung der Einströmöffnung der Düse gepresst wird, wobei gleichzeitig Tinte innerhalb des Tintenversorgungschanals nach Außen, d.h. über den Stößel-Außen-Rand hinausfließen kann. Ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung der Stößel zylinderförmig ausgebildet und die Düse ebenfalls, wird der Stagnationsbereich in einem Idealfall einfachheitshalber als Stagnationsradius bezeichnet.

[0048] Im erfindungsgemäßen Druckverfahren bleibt die Düse während des gesamten Druckprozesses offen, sodass der Stößel die Einlassöffnung der Düse nicht verschließt und die Düse und/oder die Innenwand des Tintenversorgungschanals nicht berührt.

[0049] Im Druckverfahren wird in einem Schritt (a) die Stößelstirnseite mit Mittel von einem der Einströmöffnung der Düse gegenüberliegenden Umkehrpunkt (U2) in einer Hub-Bewegung in Richtung der Einströmöffnung der Düse zu einem der Düse gegenüberliegenden Umkehrpunkt (U1) bewegt, wobei eine Volumens- und Druckänderung im Düsen nahen Bereich auftritt, die einen Ausstoß von Tinte aus der Düse bewirkt. In einem Schritt (b) wird die Stößelstirnseite mit Mittel von einem

Umkehrpunkt (U1) in einer Hub-Bewegung in Gegenrichtung der Einströmöffnung der Düse zu einem Umkehrpunkt (U2) bewegt, wobei die Schritte (a) und (b) nacheinander erfolgen und der Umkehrpunkt (U2) den Ausgangspunkt für den darauffolgenden Druckzyklus bildet, wobei während des gesamten Druckverfahrens der Stößel/Düsen-Abstand grösser Null beträgt. Der Umkehrpunkt (U1) hat immer einen kleineren Düsen/Stößel Abstand als der Umkehrpunkt (U2).

[0050] Insbesondere ist hervorzuheben, dass es beim Druckverfahren mit der Druckvorrichtung um eine DOD-Drucktechnik ("Drop on Demand") handelt, bei der Tintentropfen nur aus einer Düse ausgestoßen werden, wenn diese auch tatsächlich gebraucht werden.

[0051] Eine Sedimentation von Tinte im Tintenkanal und an den Düsen wird verhindert, da der erfinderische Druckkopf gemäß einer bevorzugten Ausführungsform externe Mittel zum Pumpen der Tinte durch den Tintenkanal vorgesehen sind, die die Tinte durch den Tintenversorgungschanal pumpen, vorzugsweise permanent.

[0052] Das erfinderische Druckverfahren zur Durchführung von Druckprozessen mit dem Druckkopf zeichnet sich in einer bevorzugten Ausführungsform dadurch aus, dass der Stößel im Tintenversorgungschanal zwischen zwei der Einströmöffnung der Düse gegenüberliegenden Umkehrpunkten, einem Umkehrpunkt (U1) und einem Umkehrpunkt (U2), verfahren wird, wobei vorzugsweise zu keinem Zeitpunkt während des Druckens, also vor und/oder während und/oder nach dem Ausstoßen von Tinte, der Stößel die Düse und/oder eine Seitenwand des Tintenversorgungschanals weder berührt noch verschließt.

[0053] Die erfindungsgemäße Lösung ermöglicht auf einfache Weise eine mechanisch sehr stabile Anordnung der Düsen und eine sehr effiziente Verhinderung von Sedimentation der Tinte auch bei der Verwendung von Tinten mit großen Pigmenten. An dieser Stelle sei erwähnt, dass der Begriff ortsfest in dem vorliegenden Zusammenhang so zu verstehen ist, dass sich die Lage der Düse während des Betriebes relativ zum Tintenkanal nicht ändert. Zu Zwecken der Wartung und des Austauschs kann die Düse jedoch aus dem Tintenkanal entfernt werden, so kann die Düse beispielsweise in den Tintenkanal eingeschraubt sein. Darüber hinaus kann durch die Verwendung eines mit der Düse zusammenwirkenden Stößels auf die Anordnung eines Ventils, welches nach Erzeugung eines Überdrucks in dem Tintenkanal geöffnet wird, verzichtet werden.

[0054] Eine Sedimentation an den Düsen lässt sich sehr gut auch dadurch verhindern, dass eine die Einströmöffnung aufweisende Stirnseite der Düse flächenbündig mit einer inneren, mit der Tinte in Berührung stehenden Oberfläche der Seitenwand des Tintenversorgungschanals ausgebildet ist.

[0055] Der Tintenausstoß sowie eine Selbstreinigung der Düse werden dadurch begünstigt, dass eine Längsmittelachse der zumindest einen Düse normal zu der Oberfläche des Tintenversorgungschanals verläuft.

[0056] Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, dass die Einstromöffnung der Düse in einem dem Stößel gegenüberliegenden Bereich der Seitenwand angeordnet ist, der durch eine sich bei Bewegung des Stößels in der Tinte ausbildende zylindrische Begrenzungsfläche begrenzt ist. Diese Ausführungsform der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass eine Pumpkammer, also jener Bereich, in welchem bei einem Ausstoßen oder Ansaugen der Tinte eine Volumenänderung stattfindet, realisiert werden kann, bei der nur die beiden Deckflächen (Stirnfläche des Stößels und die Stirnseite der Düse) als Festkörper ausgebildet sind und die Mantelflächen durch die Tintenflüssigkeit gebildet werden. Dadurch lassen sich die Sedimentation und Agglomeration der Tinte in der Pumpkammer sowie der Wartungsaufwand wesentlich reduzieren.

[0057] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann es vorgesehen sein, dass ein der Stirnseite gegenüberliegender Abschnitt des Stößels fest mit einer bewegbaren Stößelstange verbunden ist, welche mit einer in Richtung der Düse wirkenden Rückstellkraft beaufschlagt ist. Durch diese Ausbildungsform der Erfindung kann auf einfache Weise zum Ausstoßen von Tinte eine Bewegung des Stößels in Richtung der Düse ausgelöst werden. Die Rückstellkraft kann beispielsweise durch eine Schraubenfeder hervorgerufen sein, welche bei einem Zurückziehen des Stößels von der Düse komprimiert wird. Die zum Zurückziehen des Stößels erforderliche Kraft kann von Mitteln wie einem Aktor, beispielsweise einem elektromechanischen Aktor, insbesondere einem Elektromagneten, einem pneumatischen oder einem anderen geeigneten Aktor erzeugt werden. Zu diesem Zweck kann die Stößelstange mit dem Aktor verbunden sein, welcher eine gegen die Rückstellkraft wirkende Kraft erzeugt. Bei Verwendung eines elektromechanischen Aktors kann in einem stromlosen Zustand des Aktors der Stößel durch die Feder gegen die Düse bewegt werden. Natürlich ist es auch denkbar, dass Feder und Aktor in der soeben beschriebenen Ausführungsform vertauscht sind. Auch wäre die Verwendung eines zweiten Aktors anstelle der Feder möglich.

[0058] Entsprechend einer Variante der Erfindung kann es vorgesehen sein, dass die Stößelstange zumindest abschnittsweise in einem Hohlenschaft parallel zu einer Längsmittelgeraden des Hohlshaftes bewegbar geführt ist, wobei zwischen der Führungsstange und dem Hohlenschaft eine radial umlaufende Abdichtung vorgesehen sein kann. Durch diese Ausführungsform der Erfindung lässt sich der Strömungswiderstand im Tintenkanal wesentlich verringern, da der Hohlenschaft der im Folgenden auch als Führungsschaft bezeichnet wird sehr schlank ausgeführt werden kann, ohne dass es zu einer Beeinträchtigung der Führungsfunktion für die Stößelstange kommt. Durch die Abdichtung zwischen Stößelstange und Führungsschaft kann ein Eindringen von Tinte in den Führungsschaft verhindert werden.

[0059] Um den Strömungswiderstand in der Düse zu verringern und den Wirkungsgrad zu erhöhen, kann es

vorgesehen sein, dass die Einstromöffnung der Düse konisch, in Form eines sich in Richtung einer Auslassöffnung verjüngenden Trichters ausgebildet ist. Eine besonders günstige Weiterbildung dieser Ausführungsform sieht vor, dass die Auslassöffnung der Düse zylindrisch ausgebildet ist.

[0060] Um ein komplettes Entleeren der Düse während eines durch eine Hubbewegung des Stößels verursachten Ansaugens von Tinte ein Eindringen von Luft in die Pumpkammer zu verhindern, kann die Düse eine Länge in Strömungsrichtung aufweisen, die ein Vielfaches, mindestens jedoch das Zweifache, eines maximalen Durchmessers der Düse beträgt.

[0061] Die Lebensdauer der Düse und des Stößels lassen sich dadurch erhöhen, dass die Düse aus Keramik, Hartmetall oder oboflächenbehandeltem Stahl hergestellt sind und/oder die Stirnseite des Stößels zumindest abschnittsweise aus Keramik, Hartmetall oder oberflächenbehandeltem Stahl gebildet ist.

[0062] Die Erfindung samt weiteren Vorteilen wird anhand einiger nicht einschränkender Ausführungsbeispiele näher erläutert, welche in den Zeichnungen dargestellt sind.

[0063] In diesen zeigen jeweils in stark schematisch vereinfachter Darstellung:

Fig. 1 einen teilweisen Schnitt durch einen Druckkopf;

Fig. 2 einen Teil des Druckkopfs aus Fig. 1 im näheren Detail;

Fig. 3 eine zwischen einer Stirnseite eines Stößels und einer Düse gebildete Pumpkammer;

Fig. 4 ein Funktionsprinzip einer imaginären Pumpkammer und

Fig. 5 eine theoretisch berechnete Druckverteilung unter der Stirnseite eines Stößels.

[0064] Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

[0065] Die Figuren werden im Folgenden übergreifend beschrieben.

[0066] Gemäß Fig. 1 und Fig. 2 weist ein erfindungsgemäßer Druckkopf 1 für einen Tintenstrahlendrucker, mindestens einen Tintenversorgungs kanal 2 und mindestens eine Düse 3 zum Ausstoßen der Tinte aus dem Tintenversorgungs kanal 2 auf.

[0067] In dem Druckkopf 1 können mehrere, parallel zueinander angeordnete und in der Länge ausgedehnten

Tintenkanäle vorgesehen sein, in welchen, wie aus Fig. 1 ersichtlich, in regelmäßigen Abständen Düsen 3 und bewegliche Stößel 6 angeordnet sind. Die Tintenkanäle, Düsen 3 und Stößel 6 sind hierbei wie der im Folgenden beschriebene Tintenkanal 2, Düse 3 und Stößel 6 ausgebildet bzw. angeordnet. Der Tintenkanal 2 dient der Tintenversorgung der Düse 3.

[0068] Die Tinte kann kontinuierlich durch den Tintenkanal 2 strömen, um Sedimentationen der Tinte zu vermeiden. Der Druckabfall in dem Tintenkanal 2 ist günstiger Weise sehr gering, was sich durch einen möglichst großen Querschnitt des Tintenkanals erreichen lässt.

[0069] Die Düse 3 ist ortsfest an einer Seitenwand 4 des Tintenversorgungskanals 2 angeordnet und in dem Tintenversorgungskanal 2 ist ein zwischen zwei der Einströmöffnungen der Düse gegenüberliegenden Umkehrpunkten, einem Umkehrpunkt (U1) und einem Umkehrpunkt (U2) hin und her beweglicher Stößel 6 vorgesehen. Die Düse 3 kann austauschbar an der Seitenwand 4 angeordnet sein, beispielsweise kann die Düse 3 in die Seitenwand 4 des Tintenversorgungskanals 2 eingeschraubt sein. Um abrasiven Pigmenten der Tinte widerstehen zu können, kann die Düse 3 aus Keramik, Hartmetall, Glas etc. hergestellt sein.

[0070] Eine die Einströmöffnung 5 aufweisende Stirnseite 7 der Düse 3 kann flächenbündig mit einer inneren, mit der Tinte in Berührung stehenden Oberfläche 8 der Seitenwand 4 des Tintenversorgungskanals 2 ausgebildet sein. Durch die bündige Ausführung der Düsen 3 an ihren inneren Stirnseiten 7 mit der Innenwand des Tintenkanals 2 wird die Tintenströmung möglichst wenig gestört und eine Sedimentation vermieden. Eine Längsmittelachse a der Düse 3 kann hierbei normal zu der Oberfläche 8 des Tintenversorgungskanals 2 verlaufen.

[0071] Ein einer Stirnseite 9 des Stößels 6 gegenüberliegender Abschnitt des Stößels 6 kann fest mit einer in Richtung der Düse 3 wirkenden Rückstellkraft beaufschlagten, bewegbaren Stößelstange 10 verbunden sein. Der Stößel 6 kann mittels eines Aktors von der Düse zurückgezogen werden. Als Aktor zur Betätigung des Stößels kann ein elektromechanischer Aktor, beispielsweise in Form eines mit der Stößelstange 10 verbundenen Magnetankers 11, der mit einer Spule 12, die um einen Kern 13 gewickelt sein kann, zusammenwirkt, vorgesehen sein. Der Stößel 6 kann von dem Anker 11 des Zugmagneten nach oben gezogen werden. Dabei wird eine in Fig. 1 mit dem Bezugszeichen 14 versehene Feder gespannt, welche in einem stromlosen Zustand des Aktors den Stößel 6 wieder nach unten drückt. Wenn sich der Stößel 6 der Düse 3 nähert bzw. wenn sich der Magnetanker 11 dem Kern 13 nähert, tritt eine starke Dämpfung, hervorgerufen durch radiale Filmströmung, auf und verhindert das harte Aufschlagen des Stößels 6 bzw. des Magnetankers 11 auf den zwischen dem Stößel und der Düse bzw. der Innenwand des Tintenversorgungskanals vorliegenden Tinte bzw. Tintenfilm und erhöht damit die Lebensdauer des Stößels 6 und des Aktors. An Stelle des Zugmagneten sind auch andere Antriebsarten für

den Stößel vorstellbar, beispielsweise in Form eines Druckluft- oder Piezo-Aktors.

[0072] Die Stößelstange 10 kann zumindest abschnittsweise in einem Hohlenschaft 15 parallel zu einer Längsmittelgeraden des Führungs-Schaftes bzw. Hohlenschaftes 15 bewegbar geführt sein, wobei zwischen der Führungsstange 10 und dem Hohlenschaft 15 eine radial umlaufende Abdichtung 16 vorgesehen sein kann.

[0073] Wie aus Fig. 1 und 2 erkennbar ist kann der Führungs-Schaft 15 aus der der Düse 3 gegenüber liegenden Begrenzungswand 17 des Tintenkanals 2 in den Tintenkanal 2 ragen. Durch die Abdichtung des Übergangs zwischen dem Führungs-Schaft 15 und dem Stößel 6 kann verhindert werden, dass die Tinte in den Führungs-Schaft 15 eindringen kann. Der Führungs-Schaft 15 kann schlank gestaltet sein, um möglichst wenig Strömungswiderstand im Tintenkanal zu verursachen. Besonders günstig ist es hierbei, wenn der Führungs-Schaft bzw. Hohlenschaft 15 eine glatte und/oder abgerundete Oberfläche aufweist. Der Führungs-Schaft bzw. Hohlenschaft 15 kann beispielsweise einen kreisförmigen, elliptischen oder ähnlichen Querschnitt aufweisen.

[0074] In die Stößelstirnfläche 9 kann ein Keramikteil oder ein Teil aus einem anderen Material als jenen des Stößel Materials eingelegt sein, um bei Vorhandensein abrasiver Pigmente eine längere Lebensdauer der Stirnfläche 9 zu erhalten.

[0075] Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, kann die Einströmöffnung 5 der Düse 3 konisch, in Form eines sich in Richtung einer Auslassöffnung 18 verjüngenden Trichters ausgebildet sein. Die Auslassöffnung 18 der Düse 3 kann hierbei zylindrisch ausgebildet sein. Darüber hinaus kann die Düse 3 eine Länge L aufweisen, die ein Vielfaches, mindestens jedoch das Zweifache, eines maximalen Durchmessers d der Düse 3 beträgt.

[0076] Bevorzugter Weise ist die Einströmöffnung 5 der Düse 3 in einem dem Stößel 6 gegenüberliegenden Bereich der Seitenwand 4 angeordnet, welcher innerhalb einer Pumpkammer 19 liegt und diese in einer Richtung begrenzt.

[0077] Die in jedem Tintenstrahl - Druckkopf vorhandene und notwendige Pumpwirkung, welche durch eine imaginäre Pumpkammer 19 veranschaulicht wird und aus einem zylindrischen Raumbereich gebildet werden kann, welcher durch den Durchmesser d1 der Stößelstirnfläche 9 und dem Abstand a1 Stößelstirnfläche zu innerer Düsenstirnfläche bzw. zur Stirnseite der Einströmöffnung 5 begrenzt wird. Dieser Raumbereich muss jedoch nicht zwingend zylindrisch sein.

[0078] Die Pumpkammer 19 ist jener Raum in welchem eine Volumenänderung stattfindet. Die Pumpkammer 19 hat, wie in der nur zur Veranschaulichung des Wirkungsprinzips einer Pumpkammer dienenden Fig. 4 dargestellt, immer zwei Öffnungen 20 und 21, eine für den Zulauf und eine für den Auslauf. Während dem Nachfüllzyklus bewegt sich der Stößel 6 nach oben und Tinte strömt durch die Zulauf 20 und Auslauf-Öffnung 21 in den Raum der Pumpkammer 19. Während dem Ausstoß-

Zyklus bewegt sich der Stößel 6 nach unten und Tinte strömt durch die Zulauf 20 und Auslauf-Öffnung 21 aus dem Raum der Pumpkammer 19.

[0079] Damit der Druckkopf 1 einen Tropfen ausstoßen kann, muss durch die Auslauföffnung 21 der Pumpkammer mehr Tinte hinaus strömen als durch die Einlassöffnung der Pumpkammer 19 in den Tintenkanal 2 zurückströmt. Für das Ansaugen von Tinte in die Pumpkammer 19 gilt die umgekehrte Bedingung. In Fig. 4 ist dies graphisch veranschaulicht, wobei Bewegungsrichtung des Stößels 6 und die Flussrichtungen der Tinte beim Einsaugen in oder Ausstoßen der Tinte aus der Pumpkammer 19 in Fig. 4 durch Pfeile angedeutet sind. Durch unterschiedlich Dicke Pfeile soll die unterschiedlichen Mengen an ein- bzw. ausströmender Tinte angedeutet werden.

[0080] Wenn sich der Stößel 6 bewegt, wird Tinte aus der Pumpkammer 19 verdrängt oder eingesaugt. Die Stößelbewegung verursacht gleichzeitig eine Volumen- und Druck-Änderung in der Pumpkammer 19. Dabei bildet sich, wie aus Fig. 5 ersichtlich, entlang des Stößelradius r ein Druckverlauf aus.

[0081] Dort wo dieser Druckverlauf sein Maximum oder Minimum hat, entsteht gemäß Fig. 3 eine zylinderförmige Begrenzungs-Fläche 22 mit dem sogenannten Stagnationsradius r_s . Außerhalb dieser Begrenzungs-Fläche 22 fließt die Tinte in oder aus dem Tintenkanal, innerhalb dieser Begrenzungs-Fläche 22 fließt die Tinte aus der Düse oder in die Düse, je nach Bewegungsrichtung des Stößels 6. Der Stagnationsradius r_s hängt von der Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit des Stößels 6, vom Abstand a_1 des Stößels 6 zur Düse und vom Druck am Radius r und am Radius r_i ab. Daraus ergeben sich die in beide Richtungen strömenden Tintenvolumina bei der Auf- und Ab- Bewegung des Stößels 6.

[0082] Die Einströmöffnung 5 der Düse 3 kann direkt an der Auslassöffnung 21 der Pumpkammer 19 angeordnet sein. Bei dieser Ausführungsform ist die Einströmöffnung 5 der Düse 3 in einem dem Stößel 6 gegenüberliegenden Bereich der Seitenwand 4 angeordnet ist, der bei Bewegung des Stößels 6 durch sich den damit verbundenen Druckverlauf in der Tinte innerhalb der Tinte ausbildenden Begrenzungsfläche 22 begrenzt ist.

[0083] Fig. 5 zeigt einen theoretisch berechneten radiusabhängigen Druckverlauf unter dem Stößel 6. Der Stagnationsradius r_s befindet sich dort wo der der Druck den Maximalwert hat.

[0084] Bei handelsüblichen Tintenstrahl-Druckköpfen ist die Länge L in Strömungsrichtung üblicherweise so ausgelegt, dass das Tintenvolumen in der Düse in etwa dem Tropfenvolumen entspricht. Da der Düsendurchmesser bei einem Druckkopf für Strukturdrucker größer als bei handelsüblichen Tintenstrahl-Druckköpfen sein muss um das geforderte Tropfenvolumen zu erreichen ist der Kapillardruck wesentlich kleiner und es wird während dem Nachfüll-Zyklus mehr Tinte durch die Düse 3 in die Pumpkammer 19 zurück gesaugt. Aus diesem Grund kann die Länge der Düse L wesentlich vergrößert

sein, damit die Düse während des Nachfüll- Zyklus nicht komplett entleert werden kann und Luft in die Pumpkammer 19 gelangt.

[0085] Die Länge L der Düse besteht aus den Längen für den zylindrischen Teil 12 und für den konischen Teil 11. Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus der erfindungsgemäßen Vorrichtung diese bzw. deren Bestandteile teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

[0086] Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus der erfindungsgemäßen Vorrichtung diese bzw. deren Bestandteile teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

[0087] In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind mehrere Tintenversorgungskanäle 2 in einem Druckkopf parallel zueinander der Länge nach ausgerichtet, in denen jeweils mehrere Düsen 3 mit Düsenkanal und Einströmöffnung 5 vorzugsweise in gleichen Abständen an der Tintenversorgungskanalwand angeordnet. Erste Mittel 23, wie zumindest ein Aktor oder zumindest ein Aktor und zumindest eine Feder sind für die Bewegung einer Stößelstirnseite 9 bzw. des Stößels 6 vorgesehen, die die Stößelstirnseite 9 auf eine Bewegung zwischen den Umkehrpunkten (U_1 , U_2) begrenzen. Zweite externe Mittel, wie eine Vakuumpumpe, die z.B. in einem Tinten-Zwischentank, der über mindestens eine Tintenzufuhrleitung mit dem Druckkopf verbunden ist, und welche Pumpe im Luftraum über einen Flüssigkeitsspiegel angeordnet ist, ist zum Beaufschlagen der Tinte im Tintenversorgungskanal 2 mit einem Unterdruck relativ zum Umgebungsluftdruck vorgesehen. Dritte externe Mittel, wie eine Umwälzpumpe ist z.B. in einem Tinten-Zwischentank vorgesehen, welche die Tinte vorzugsweise permanent durch die mindestens eine Tintenzufuhrleitung und Tintenversorgungskanäle des Druckkopfes pumpt.

[0088] In einer bevorzugten Ausgestaltung des Druckverfahrens wird die Tinte im Tintenversorgungskanal 2 mit einem Unterdruck im Bereich grösser Null bis vorzugsweise 5 mbar relativ zum Umgebungsdruck bei einem Düsen-Innen-Durchmesser an der Auslassöffnung der Düse von 300 μm beaufschlagt. Es können beispielsweise aber auch andere Unterdrücke zum Einsatz kommen, wobei der Tintendruck betragsmäßig nicht kleiner als der Kapillardruck gewählt werden darf, damit sichergestellt ist, dass keine Luft durch die Düse in den Tintenversorgungskanal gesaugt wird. Verständnishaft sei unter "Unterdruck im Bereich grösser Null bis vorzugsweise 5 mbar relativ zum Umgebungsluftdruck" ein Druck gemeint, welcher im Bereich grösser Null bis 5 mbar kleiner ist als der Umgebungsluftdruck.

[0089] Die durch den Tintenversorgungskanal gepumpte Tinten-Fördermenge pro Zeiteinheit "X" ist in einer bevorzugten Ausführungsform um einen an das System angepassten bestimmten Faktor größer als die Summe der Tintenmenge, die während des Druckbetriebs

maximal durch alle Düsen ausgestoßen werden kann, wobei immer die Regel gilt, dass der Tintendruck in Kombination mit dem Kapillardruck so eingestellt werden muss, dass keine Luft durch den Düsenkanal in den Tintenversorgungs kanal eingesaugt wird und dass keine Tinte aus dem Düsenkanal ungewollt austritt.

[0090] Der Stößel 6 ist nicht dichtend im Tintenversorgungs kanal 2 an einer Tintenkanalwand angeordnet, wobei ein Abstand vom Stößel-Außen-Rand zu einer Seitenwand des Tintenversorgungs kanals in einer zur Düsenachse vertikalen Richtung bevorzugt größer 1 mm und bevorzugter größer 3 mm beträgt.

[0091] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Druckkopf vorrichtung weist der Stößel 6 einen Außen-Durchmesser bevorzugt zwischen 3,0 bis 5,0 mm auf. Die Düse 3 weist dabei einen Innen-Durchmesser bevorzugt zwischen 200 bis 350 μm auf.

[0092] In einer bevorzugten Ausführungsform des Druckverfahrens weist der Richtungswechsel am Umkehrpunkt (U1) eine Frequenz bevorzugt bis 1,1 kHz und bevorzugter bis 1,0 kHz auf. Wird der Stößel Außen-Durchmesser kleiner gewählt, kann man mit weit höheren Frequenzen drucken.

[0093] Im Druckverfahren wird der Stößel/Düsen-Abstand am Umkehrpunkt (U1) größer Null und vorzugsweise bis 100 μm eingehalten und der Stößel/Düsen-Abstand am Umkehrpunkts (U2) größer 250 μm und vorzugsweise bis 400 μm eingehalten.

[0094] Anwendung findet das Verfahren im Drucken von Tinten unterschiedlicher Viskosität, wobei bevorzugt gilt, dass die Tinte eine Viskosität η von $\eta = 50 - 100$ mPa-sec aufweist und/oder die Tinte zum Drucken Pigmente mit einer Pigmentgröße von bis zu 10 μm aufweist, wobei die Tinte eine Pigmentgröße bevorzugt bis zu 5 μm beinhaltet. Tinten mit einer niedrigen oder höheren Viskosität als die genannte Viskosität η von $\eta = 50 - 100$ mPa-sec und/oder mit größeren Pigmentgrößen als 10 μm können grundsätzlich ebenfalls zum Einsatz kommen, solange eine optimale Druckstabilität gewährleistet werden kann.

[0095] Werden bei einem Druckprozess Tinten mit Pigmenten verwendet, welche eine Partikelgröße "g" aufweisen, versteht es sich von selbst, dass man zumindest einen Stößel/Düsen-Abstand an einem Umkehrpunkt mindestens größer als die entsprechende Partikelgröße "g" wählen sollte, um Kollisionen des Stößels mit den an der Düsenoberfläche möglicherweise vorliegenden Pigmenten zu vermeiden.

[0096] Wird die Stößelstirnseite 9 ausgehend von einem Ausgangspunkt auf die Einströmöffnung zubewegt, tritt eine Volumens- und Druckänderung in einem Bereich der Einströmöffnung der Düse auf und eine bestimmte Tintenmenge und damit Tropfengröße wird aus der Düse ausgestoßen. Ein Haupttropfen wird aus der Düse ausgestoßen, aber je nach Druckverfahren werden mit dem Haupttropfen zusätzlich mehr oder weniger unerwünschte kleine Tröpfchen, sogenannte Satelliten, mit dem Haupttropfen ausgestoßen.

[0097] In anderen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung können mehrere Druckköpfe in einer gestaffelten oder irgendeiner anderen Anordnung montiert und dabei derart angeordnet werden, dass im Druckprozess mindestens eine Düse eines Druckkopfes mit mindestens einer Düse eines anderen Druckkopfes in mindestens einer Richtung überlappen und/oder dass die Düsen einer Düsenreihe eines Druckkopfes gegenüber den Düsen einer Düsenreihe eines anderen Druckkopfes um einen bestimmten Düsenabstand gegeneinander verschoben sind.

[0098] Wenn die Düsen gegeneinander verschoben, können höhere Tropfendichten und somit höhere Bildauflösungen erreicht werden.

[0099] In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, in denen die Druckköpfe in eine Nebenscannrichtung Y und Hauptdruckrichtung X im Druckprozess bewegt werden, können die Düsenreihen der Druckköpfe parallel zueinander und schräg in einem Winkel bezüglich einer Nebenscannrichtung Y eingestellt werden, damit der Düsenabstand zwischen den einzelnen Düsen eines Druckkopfes in einer Hauptdruckrichtung X einen Düsenabstand Y aufweist, sodass man in der Hauptscannrichtung X mit einer höheren Auflösung als mit der nativen Auflösung eines Druckkopfes drucken kann.

[0100] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die Ausführungsformen der Druckkopf vorrichtung im Beispiel und den Zeichnungen beschränkt zu verstehen.

Bezugszeichenaufstellung

[0101]

- | | |
|----|----------------------------------|
| 1 | Druckkopf |
| 2 | Tintenversorgungs kanal |
| 3 | Düse |
| 4 | Seitenwand |
| 5 | Einströmöffnung |
| 6 | Stößel |
| 7 | Stirnseite der Düse |
| 8 | Oberfläche |
| 9 | Stößelstirnseite bzw. Stirnseite |
| 10 | Stößelstange |
| 11 | Magnetanker |
| 12 | Spule |
| 13 | Kern |
| 14 | Feder |
| 15 | Hohlschaft |
| 16 | Abdichtung |
| 17 | Begrenzungswand |
| 18 | Auslassöffnung der Düse |
| 19 | Pumpkammer |
| 20 | Zulauföffnung |
| 21 | Auslauföffnung |
| 22 | Begrenzungsfläche |

Patentansprüche

1. Druckkopf (1) für einen Tintenstrahldrucker und zum Verwenden mit einer Pigmente enthaltenden Tinte, wobei der Druckkopf (1) zumindest einen Tintenversorgungs-
kanal (2) und zumindest eine Düse (3) mit Düsenkanal und Einströmöffnung (5) aufweist, wobei durch die Einströmöffnung (5) Tinte aus dem Tintenversorgungs-
kanal (2) in den Düsenkanal gepresst und aus diesem ausgestoßen werden kann, wobei die Düse (3) ortsfest an einer Seitenwand (4) des Tintenversorgungs-
kanals (2) angeordnet ist und der zumindest einen Düse (3) ein Stößel (6) mit im Tintenversorgungs-
kanal (2) liegender Stößelstirnseite (9), die der Einströmöffnung (5) beabstandet gegenüber liegt, zugeordnet ist, wobei der Druckkopf (1) erste Mittel umfasst zum Bewegen der Stößelstirnseite (9) in dem Tintenversorgungs-
kanal (2) zwischen einem von der Einströmöffnung (5) der Düse (3) minimal beabstandeten Umkehrpunkt (U1) und einem von der Einströmöffnung (5) der Düse (3) maximal beabstandeten Umkehrpunkt (U2) **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten Mittel die Bewegung einer Stößelstirnseite (9) auf eine Bewegung zwischen den Umkehrpunkten (U1,U2) begrenzen und zweite Mittel zum Beaufschlagen der Tinte im Tintenversorgungs-
kanal (2) mit einem Unterdruck relativ zum Umgebungsluftdruck vorgesehen sind, wobei am minimal beabstandeten Umkehrpunkt (U1) der Abstand zwischen einer Stößelstirnseite (9) und der Einströmöffnung (5) grösser ist als eine Partikelgröße der Pigmente der Tinte.
2. Druckkopf nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Stößel-Außen-Rand zu einer Seitenwand (4) des Tintenversorgungs-
kanals (2) in einer zur Düsenachse vertikalen Richtung grösser Null, bevorzugter grösser 1mm und bevorzugter grösser 3 mm beträgt.
3. Druckkopf nach einem der vorangehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Düsen (3) vorliegen und jeder Düse (3) ein Stößel (6) zugeordnet ist.
4. Druckkopf nach einem der vorangehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest im Falle der zumindest einen Düse (3) keine Seitenwand (4) zusammen mit der Düse (3) einstückig ausgeführt ist und eine die Einströmöffnung (5) umgebende Stirnseite (7) der zumindest einen Düse (3) flächenbündig mit einer inneren, mit der Tinte in Berührung stehenden Oberfläche (8) einer Seitenwand (4) des Tintenversorgungs-
kanals (2) ausgebildet ist.
5. Druckkopf nach einem der vorangehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Längs-
mittelachse (a) der zumindest einen Düse (3) normal zu der Oberfläche (8) des Tintenversorgungs-
kanals (2) verläuft.
6. Druckkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 5 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einströmöffnung (5) der Düse in einem dem Stößel (6) gegenüberliegenden Bereich der Seitenwand (4) angeordnet ist, der durch eine sich bei Bewegung des Stößels in der Tinte ausbildende zylindrische Begrenzungsfläche begrenzt ist.
7. Druckkopf nach Anspruch 6 **dadurch gekennzeichnet, dass** ein einer Stirnseite (9) des Stößels (6) gegenüberliegender Abschnitt des Stößels (6) fest mit einer mit einer in Richtung der Düse (3) wirkenden Rückstellkraft beaufschlagten, bewegbaren Stößelstange (10) verbunden ist.
8. Druckkopf nach Anspruch 7 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stößelstange (10) zumindest abschnittsweise in einem Hohlschaft (15) parallel zu einer Längsmittelgeraden des Hohlschaftes (15) bewegbar geführt ist, wobei zwischen der Führungstange (10) und dem Hohlschaft (15) eine radial umlaufende Abdichtung (16) vorgesehen ist.
9. Druckkopf nach einem der vorangehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass**, die Einströmöffnung (5) der Düse (3) konisch, in Form eines sich in Richtung einer Auslassöffnung (18) verjüngenden Trichters ausgebildet ist.
10. Druckkopf nach Anspruch 9 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auslassöffnung (18) der Düse (3) zylindrisch ausgebildet ist.
11. Druckkopf nach einem der vorangehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düse (3) eine Länge (L) aufweist die ein Vielfaches, mindestens jedoch das Zweifache, eines maximalen Durchmessers (d) der Düse beträgt.
12. Druckkopf nach einem der vorangehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düse (3) aus Keramik, Hartmetall oder oberflächenbehandeltem Stahl hergestellt sind und/oder die Stirnseite des Stößels zumindest abschnittsweise aus Keramik, Hartmetall oder oberflächenbehandeltem Stahl gebildet ist.
13. Druckkopf nach einem der vorangehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stößel (6) einen Außen-Durchmesser bevorzugt zwischen 3,0 bis 5,0 mm aufweist.
14. Druckkopf nach einem der vorangehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Düsen ei-

nen Innen-Durchmesser bevorzugt zwischen 200 bis 350 μm aufweist.

15. Verfahren zur Durchführung von Druckprozessen mit folgenden Schritten:

- Bereitstellen eines Druckkopfes mit Tintenversorgungs kanal (2), Stößel (6) und Düse (3) mit Düsenkanal und Einströmöffnung (5) die die Verbindung des Düsenkanals zum Tintenversorgungs kanal (2) bildet,
- Füllen des Tintenversorgungs kanals (2) mit einer mit Pigmenten enthaltenden Tinte wobei die Tinte zumindest während den Zeitintervallen in denen nicht gedruckt werden soll der Tintenversorgungs kanal (2) zumindest im Bereich der Einströmöffnung (5) der Düse (3) mit einem Unterdruck relativ zum Umgebungsluftdruck beaufschlagt wird, wodurch ein Ausströmen der Tinte aus dem Düsenkanal auch ohne Verschlusskörper verhindert wird und dass zum Ausstoßen der Tinte eine Stirnseite (9) des Stößels (6) ausgehend von einem Ausgangspunkt auf die Einströmöffnung (5) zubewegt wird,

dadurch gekennzeichnet, dass eine Stirnseite (9) des Stößels (6) lediglich bis zu einem ersten Umkehrpunkt (U1) auf die Einströmöffnung (5) zubewegt wird, wobei dieser erste Umkehrpunkt (U1) von der Einströmöffnung (5) beabstandet ist, so dass es selbst am ersten Umkehrpunkt (U1) nicht zu einem Verschluss des Tintenversorgungs kanals (2) kommt, wobei der Stößel/Düsen-Abstand am Umkehrpunkt (U1) größer als eine Partikelgröße der Pigmente der Tinte beträgt.

16. Verfahren nach Anspruch 15 **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Erreichen des Umkehrpunktes (U1) eine Stirnseite (9) des Stößels (6) von der Einströmöffnung (5) zu einem zweiten Umkehrpunkt (U2) wegbewegt wird, welcher den Ausgangspunkt für den darauffolgenden Druckzyklus bildet.

17. Verfahren nach Anspruch 16 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Position des Ausgangspunktes und des darauffolgenden Umkehrpunktes (U1) so gewählt wird, dass der Stößelhub eine vorbestimmte Tintenmenge und damit Tropfengröße ausstößt.

18. Verfahren nach Anspruch 15 bis 17 **dadurch gekennzeichnet, dass** im Arbeitsschritt, in dem die Stößelstirnseite (9) zum Ausstoßen der Tinte von einem Ausgangspunkt auf die Einströmöffnung (5) zubewegt wird, die Tinte ausgehend von einem Stagnationsbereich zwischen der Stirnseite (9) des Stößels (6) und dem der Stößelstirnseite (9) gegenüberliegende Bereich der Seitenwand (4) mit Düse (3), in Richtung der Einströmöffnung (5) der Düse

(3) gepresst wird, wobei gleichzeitig Tinte innerhalb des Tintenversorgungs kanal (2) nach Außen, d.h. über den Stößel-Außen-Rand hinausfließen kann.

19. Verfahren nach Anspruch 15 bis 18 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tinte durch den Tintenversorgungs kanal (2) gepumpt wird, vorzugsweise permanent.

20. Verfahren nach Anspruch 15 bis 19 **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Richtungswechsel des Stößels (6) am Umkehrpunkt (U1) eine Frequenz bevorzugt bis 1,1 kHz und bevorzugter bis 1,0 kHz aufweist.

21. Verfahren nach Anspruch 15 bis 20 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stößel/Düsen-Abstand am Umkehrpunkt (U1) bis 100 μm eingehalten wird.

22. Druckverfahren nach Anspruch 15 bis 21 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stößel/Düsen-Abstand am Umkehrpunkts (U2) größer 250 und vorzugsweise bis 400 beträgt.

23. Anwendung eines Verfahren nach Anspruch 15 bis 22 zum Drucken mit Tinten unterschiedlicher Viskosität wobei bevorzugt gilt, dass die Viskosität η von $\eta = 50 - 100 \text{ mPa} \cdot \text{sec}$ aufweist und/oder zum Drucken mit Tinten, die Pigmente mit einer Pigmentgröße von bis zu 10 μm aufweisen, wobei die Pigmentgröße bevorzugt auf bis zu 5 μm beinhalten.

24. Verfahren nach Anspruch 15 bis 23 **dadurch gekennzeichnet, dass** mit dem Druckkopf dreidimensionale Formen, Linien, Strukturen auf zumindest einer Oberfläche mit glatten und/oder rauen Bereichen aufgebracht werden.

Claims

1. A print head (1) for an ink jet printer and for the use with an ink containing pigments, wherein the print head (1) comprises at least one ink supply channel (2) and at least one nozzle (3) with a nozzle channel and inflow opening (5), wherein ink can be pressed through the inflow opening (5) from the ink supply channel (2) into the nozzle channel and ejected from the latter, wherein the nozzle (3) is arranged in a stationary manner on a side wall (4) of the ink supply channel (2) and a ram (6) is assigned to the at least one nozzle (3) with a ram end face (9) lying in the ink supply channel (2) which ram end face is spaced apart opposite the inflow opening (5), wherein the print head (1) comprises first means for moving the ram end face (9) in the ink supply channel (2) between a reversal point (U1) that has a minimum distance from the inflow opening (5) of the nozzle (3)

- and a reversal point (U2) that has a maximum distance from the inflow opening (5) of the nozzle (3), **characterized in that** the first means delimit the movement of the ram end face (9) to a movement between the reversal points (U1, U2) and second means are provided for pressurizing the ink in the ink supply channel (2) with a negative pressure relative to the ambient air pressure, wherein at the reversal point (U1) at a minimum distance the distance between a ram end face (9) and the inflow opening (5) is greater than a particle size of the pigments of the ink.
2. The print head according to claim 1, **characterized in that** a ram outer edge at a side wall (4) of the ink supply channel (2) in a direction vertical to the nozzle axis is greater than zero, preferably greater than 1 mm and more preferably greater than 3 mm.
 3. The print head according to any one of the preceding claims, **characterized in that** there are a plurality of nozzles (3) and a ram (6) is assigned to each nozzle (3).
 4. The print head according to any one of the preceding claims, **characterized in that** at least in the case of the at least one nozzle (3) no side wall (4) is configured in one piece together with the nozzle (3) and an end face (7) of the at least one nozzle (3) surrounding the inflow opening (5) is formed flush with an inner surface (8) of a side wall (4) of the ink supply channel (2) that is in contact with the ink.
 5. The print head according to any one of the preceding claims, **characterized in that** a longitudinal central axis (a) of the at least one nozzle (3) extends normally to the surface (8) of the ink supply channel (2).
 6. The print head according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that** the inflow opening (5) of the nozzle is arranged in a region of the side wall (4) opposite the ram (6), which side wall is delimited by a cylindrical delimiting face formed during movement of the ram in the ink.
 7. The print head according to claim 6, **characterized in that** a section of the ram (6) opposite an end face (9) of the ram (6) is connected securely with a movable ram rod (10) pressurized by a restoring force acting in the direction of the nozzle (3).
 8. The print head according to claim 7, **characterized in that** the ram rod (10) is guided movably at least in part in a hollow shaft (15) parallel to a longitudinal central straight line of the hollow shaft (15), wherein a radially circumferential seal (16) is provided between the guide rod (10) and the hollow shaft (15).
 9. The print head according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the inflow opening (5) of the nozzle (3) is conical, in the form of a funnel that tapers in the direction of an outlet opening (18).
 10. The print head according to claim 9, **characterized in that** the outlet opening (18) of the nozzle (3) is designed to be cylindrical.
 11. The print head according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the nozzle (3) has a length (L) which is a multiple but at least twice the maximum diameter (d) of the nozzle.
 12. The print head according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the nozzle (3) is made of ceramic, hard metal or surface-treated steel and/or the end face of the ram is made at least in part of ceramic, hard metal or surface-treated steel.
 13. The print head according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the ram (6) has an external diameter of preferably between 3.0 to 5.0 mm.
 14. The print head according to any one of the preceding claims, **characterized in that** a nozzle has an internal diameter of preferably between 200 to 350 μm .
 15. A method for performing printing processes comprising the following steps:
 - providing a print head with ink supply channel (2), ram (6) and nozzle (3) with nozzle channel and inflow opening (5) which forms the connection of the nozzle channel to the ink supply channel (2),
 - filling the ink supply channel (2) with an ink containing pigments, wherein the ink is pressurized, at least during the time intervals in which printing should not occur, in the ink supply channel (2) at least in the region of the inflow opening (5) of the nozzle (3) with a negative pressure relative to the ambient air pressure, whereby an outflow of ink out of the nozzle channel is prevented even without a sealing body and that for ejecting the ink, an end face (9) of the ram (6) is moved from a starting point to the inflow opening (5), **characterized in that** an end face (9) of the ram (6) is only moved up to a first reversal point (U1) towards the inflow opening (5), wherein said first reversal point (U1) is spaced part from the inflow opening (5) so that at the first reversal point (U1) there is no closure of the ink supply channel (2), wherein the ram/nozzle distance at the reversal point (U1) is larger than a particle size of the pigments of the ink.

16. The method according to claim 15, **characterized in that** after reaching the reversal point (U1) an end face (9) of the ram (6) is moved away from the inflow opening (5) to a second reversal point (U2), which forms the starting point for the subsequent printing cycle. 5
17. The method according to claim 16, **characterized in that** the position of the starting point and the following reversal point (U1) is selected so that the ram stroke ejects a predefined amount of ink and thereby droplet size. 10
18. The method according to claims 15 to 17, **characterized in that** in the step where the ram end face (9) for ejecting the ink is moved from a starting point towards the inflow opening (5), the ink is pressed from a stagnation area between the end face (9) of the ram (6) and the area of the side wall (4) with nozzle (3) opposite the ram end face (9), in the direction of the inflow opening (5) of the nozzle (3), whereby at the same time ink inside the ink supply channel (2) can flow outwards, i.e. over the ram outer edge. 15 20 25
19. The method according to claims 15 to 18, **characterized in that** the ink is pumped through the ink supply channel (2), preferably continuously. 30
20. The method according to claims 15 to 19, **characterized in that** a change in direction of the ram (6) at reversal point (U1) has a frequency of preferably up to 1.1 kHz and more preferably up to 1.0 kHz. 35
21. The method according to claims 15 to 20, **characterized in that** the ram/nozzle distance at the reversal point (U1) is maintained preferably up to 100 μm . 40
22. The method according to claims 15 to 21, **characterized in that** the ram/nozzle distance at the reversal point (U2) is greater than 250 and preferably up to 400. 45
23. Application of a method according to claims 15 to 22 for printing with inks of varying viscosity, wherein preferably the viscosity η is from $\eta = 50\text{-}100\text{ mPa}\cdot\text{sec}$ and/or for printing with inks containing pigments having a pigment size of up to 10 μm , wherein the pigment size is preferably up to 5 μm . 50
24. The method according to claims 15 to 23, **characterized in that** by means of the print head three-dimensional forms, lines and structures are applied onto at least one surface with smooth and/or rough areas. 55

Revendications

1. Tête d'impression (1) pour une imprimante à jet d'encre et destinée à être utilisée avec une encre contenant des pigments, la tête d'impression (1) présentant au moins une conduite d'alimentation en encre (2) et au moins une buse (3) avec une conduite de buse et une ouverture d'admission (5), l'encre pouvant être comprimée depuis la conduite d'alimentation en encre (2) dans la conduite de buse et expulsée de celle-ci à travers l'ouverture d'admission (5), la buse (3) étant agencée en position fixe sur une paroi latérale (4) de la conduite d'alimentation en encre (2) et un poussoir (6) ayant un côté frontal de poussoir (9) situé dans la conduite d'alimentation en encre (2), qui est situé en opposition et à distance de l'ouverture d'admission (5), étant adjoint à l'au moins une buse (3), la tête d'impression (1) comprenant des premiers moyens pour déplacer le côté frontal du poussoir (9) dans la conduite d'alimentation en encre (2) entre un point d'inversion (U1) situé à une distance minimale de l'ouverture d'admission (5) de la buse (3) et un point d'inversion (U2) situé à une distance maximale de l'ouverture d'admission (5) de la buse (3), **caractérisé en ce que** les premiers moyens limitent le déplacement d'un côté frontal du poussoir (9) à un déplacement entre les points d'inversion (U1, U2) et il est prévu des deuxièmes moyens pour agir sur l'encre présente dans la conduite d'alimentation en encre (2) avec une dépression par rapport à la pression atmosphérique ambiante, la distance entre un côté frontal de poussoir (9) et l'ouverture d'admission (5) étant supérieure à une taille de particule des pigments de l'encre au niveau du point d'inversion (U1) situé à la distance minimale. 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50
2. Tête d'impression selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la distance entre un bord extérieur du poussoir et une paroi latérale (4) de la conduite d'alimentation d'encre (2), dans une direction verticale par rapport à l'axe de la buse, est supérieure à zéro, de préférence supérieure à 1 mm, et de préférence supérieure à 3 mm. 55
3. Tête d'impression selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** plusieurs buses (3) sont prévues et un poussoir (6) est adjoint à chaque buse (3).
4. Tête d'impression selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**au moins dans le cas de l'au moins une buse (3), aucune paroi latérale (4) n'est réalisée d'une seule pièce avec la buse (3) et un côté frontal (7) de l'au moins une buse (3) entourant l'ouverture d'admission (5) est réalisé en affleurement avec une surface intérieure (8) d'une

paroi latérale (4) de la conduite d'alimentation d'encre (2) qui est en contact avec l'encre.

5. Tête d'impression selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'un** axe médian longitudinal (a) de l'au moins une buse (3) s'étend perpendiculairement à la surface (8) de la conduite d'alimentation d'encre (2). 5
6. Tête d'impression selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** l'ouverture d'admission (5) de la buse est agencée dans une zone de la paroi latérale (4) en opposition au poussoir (6) qui est délimitée par une surface de délimitation cylindrique se formant lors du déplacement du poussoir dans l'encre. 10 15
7. Tête d'impression selon la revendication 6, **caractérisée en ce qu'une** section du poussoir (6) en opposition au côté frontal (9) du poussoir (6) est reliée de façon fixe avec une tige du poussoir mobile (10) sur laquelle agit une force de rappel s'exerçant dans la direction de la buse (3). 20
8. Tête d'impression selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** la tige du poussoir (10) est guidée de façon mobile au moins sur une section partielle dans une tige creuse (15) parallèlement à une droite médiane longitudinale de la tige creuse (15), un moyen d'étanchéité (16) étant prévu dans le sens radial sur le pourtour entre la tige de guidage (10) et la tige creuse (15). 25 30
9. Tête d'impression selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'ouverture d'admission (5) de la buse (3) est réalisée de façon conique, dans la forme d'un entonnoir se rétrécissant dans la direction d'une ouverture de sortie (18). 35
10. Tête d'impression selon la revendication 9, **caractérisée en ce que** l'ouverture de sortie (18) de la buse (3) est réalisée de façon cylindrique. 40
11. Tête d'impression selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la buse (3) présente une longueur (L) qui correspond à un multiple, et toutefois au moins au double, d'un diamètre (d) maximal de la buse. 45
12. Tête d'impression selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la buse (3) est fabriquée en céramique, en métal dur ou en acier traité en surface et/ou le côté frontal du poussoir est formé au moins sur une section partielle en céramique, en métal dur ou en acier traité en surface. 50 55
13. Tête d'impression selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le poussoir

(6) présente de préférence un diamètre extérieur compris entre 3,0 et 5,0 mm.

14. Tête d'impression selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'une** buse présente de préférence un diamètre intérieur compris entre 200 et 350 μm .

15. Procédé d'exécution de processus d'impression comprenant les étapes suivantes :

fourniture d'une tête d'impression avec une conduite d'alimentation d'encre (2), un poussoir (6) et une buse (3) avec une conduite de buse et une ouverture d'admission (5) qui forme la jonction de la conduite de buse avec la conduite d'alimentation d'encre (2), remplissage de la conduite d'alimentation d'encre (2) avec une encre contenant des pigments, la conduite d'alimentation d'encre (2) étant soumise, au moins pendant les intervalles de temps au cours desquels une impression ne doit pas être réalisée, à une dépression par rapport à la pression atmosphérique ambiante au moins dans la zone de l'ouverture d'admission (5) de la buse (3), de sorte qu'un écoulement de l'encre à partir de la conduite de buse est empêché même sans élément de fermeture, et un côté frontal (9) du poussoir (6) étant déplacé vers l'ouverture d'admission (5) à partir d'un point de départ pour expulser l'encre,

caractérisé en ce qu'un côté frontal (9) du poussoir (6) est seulement déplacé vers l'ouverture d'admission (5) jusqu'à un premier point d'inversion (U1), ce premier point d'inversion (U1) étant situé à distance de l'ouverture d'admission (5), de sorte qu'il ne se produit pas de fermeture de la conduite d'alimentation d'encre (2) même au niveau du premier point d'inversion (U1), la distance poussoir/buse au point d'inversion (U1) étant supérieure à une taille de particules des pigments de l'encre.

16. Procédé selon la revendication 15, **caractérisé en ce qu'après** qu'il a atteint le point d'inversion (U1), un côté frontal (9) du poussoir (6) est déplacé en retour depuis l'ouverture d'admission (5) vers un deuxième point d'inversion (U2), qui constitue le point de départ pour le cycle d'impression suivant.

17. Procédé selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** la position du point de départ et du point d'inversion (U1) qui y succède est choisie de telle sorte que la course du poussoir expulse une quantité d'encre et, par conséquent, une grandeur de goutte prédéterminée.

18. Procédé selon les revendications 15 à 17, **caracté-**

risé en ce qu'au cours de l'étape pendant laquelle le côté frontal du poussoir (9) est déplacé d'un point de départ vers l'ouverture d'admission (5) en vue de l'expulsion de l'encre, l'encre est comprimée avec la buse (3), à partir d'une zone de stagnation entre le côté frontal (9) du poussoir (6) et la zone de la paroi latérale (4) située en opposition au côté frontal du poussoir (9), dans la direction de l'ouverture d'admission (5) de la buse (3), l'encre pouvant en même temps s'écouler à l'intérieur de la conduite d'alimentation d'encre (2) vers l'extérieur, c'est-à-dire parallèlement le bord extérieur du poussoir.

19. Procédé selon l'une des revendications 15 à 18, **caractérisé en ce que** l'encre est pompée à travers la conduite d'alimentation d'encre (2), de préférence de façon permanente.
20. Procédé selon l'une des revendications 15 à 19, **caractérisé en ce qu'**un changement de direction du poussoir (6) au niveau du point d'inversion (U1) présente une fréquence allant de façon préférée jusqu'à 1,1 kHz, et de façon plus préférée jusqu'à 1,0 kHz.
21. Procédé selon l'une des revendications 15 à 20, **caractérisé en ce que** la distance poussoir/buse au niveau du point d'inversion (U1) est maintenue jusqu'à 100 μm .
22. Procédé d'impression selon l'une des revendications 15 à 21, **caractérisé en ce que** la distance poussoir/buse au niveau du point d'inversion (U2) est supérieure à 250 et va de préférence jusqu'à 400.
23. Application d'un procédé selon l'une des revendications 15 à 22 pour l'impression avec des encres de viscosité différente, où de préférence, la viscosité présente une valeur η de $\eta = 50$ à 100 mPa·sec, ou pour l'impression avec des encres qui présentent des pigments ayant une taille de pigment allant jusqu'à 10 μm , la taille des pigments allant de préférence jusqu'à 5 μm .
24. Procédé selon l'une des revendications 15 à 23, **caractérisé en ce que** des formes, des lignes et des structures tridimensionnelles peuvent être réalisées sur au moins une surface ayant des zones lisses et/ou rugueuses au moyen de la tête d'impression.

50

55

Fig.1

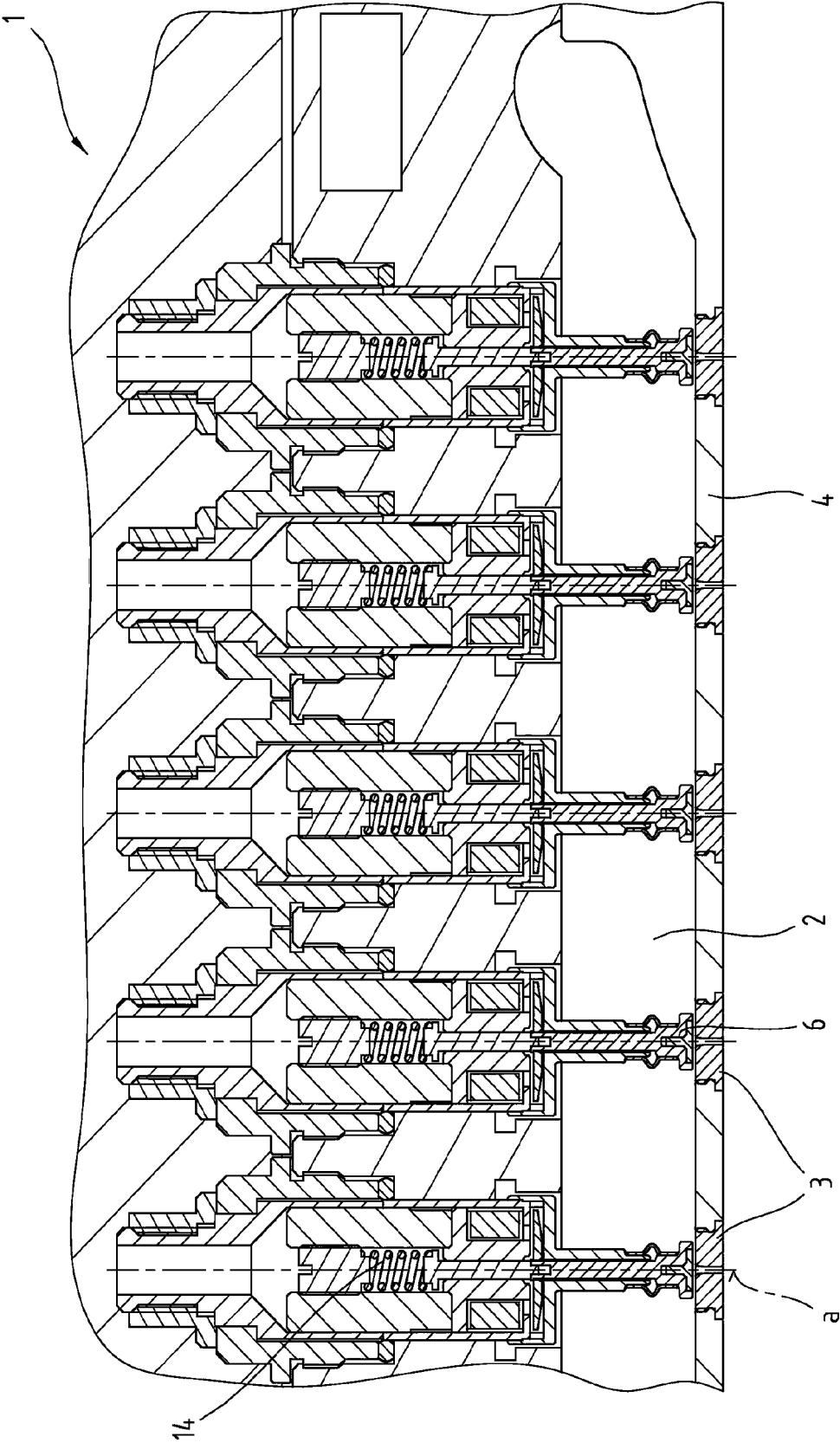


Fig.2

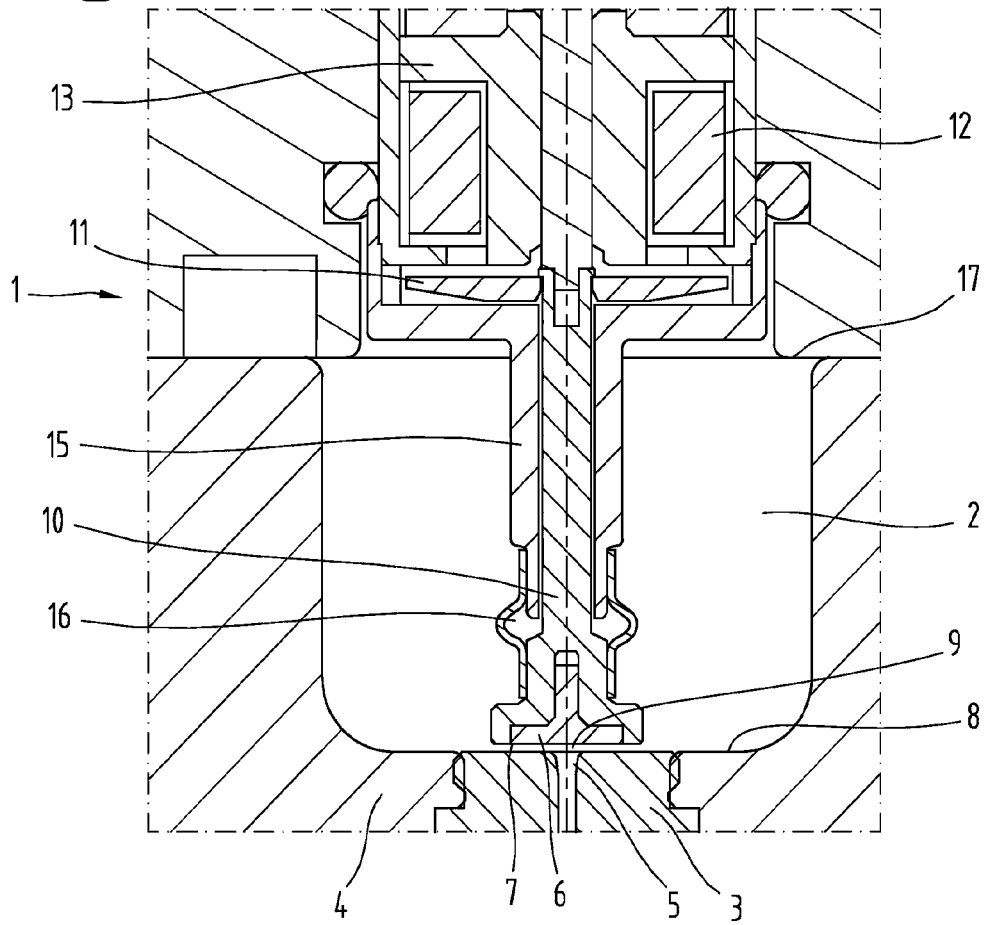


Fig.3

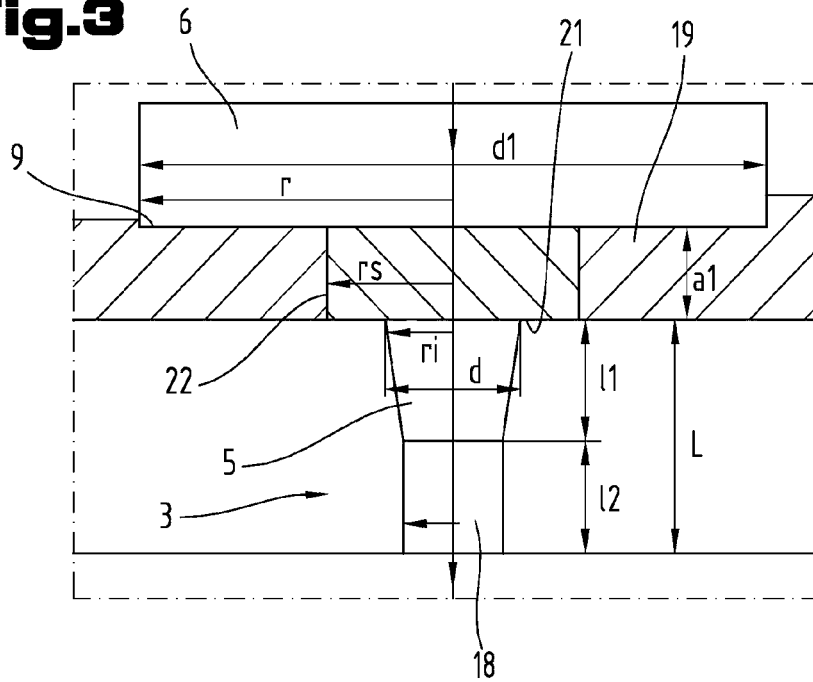
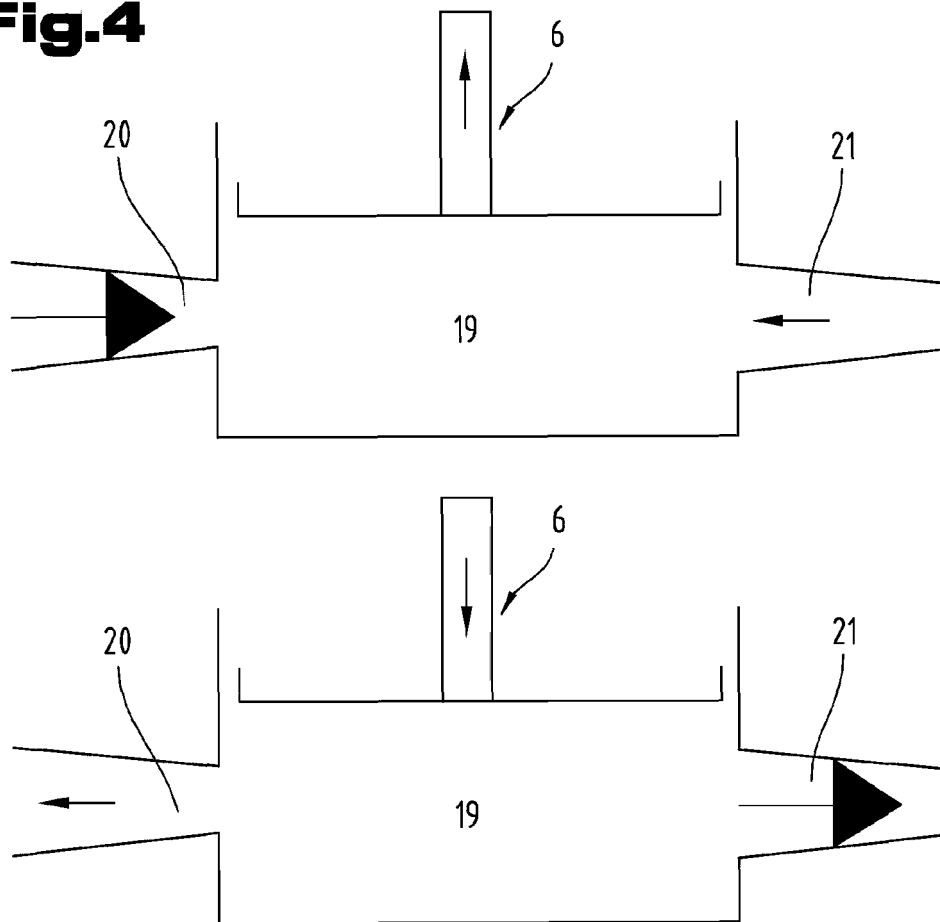
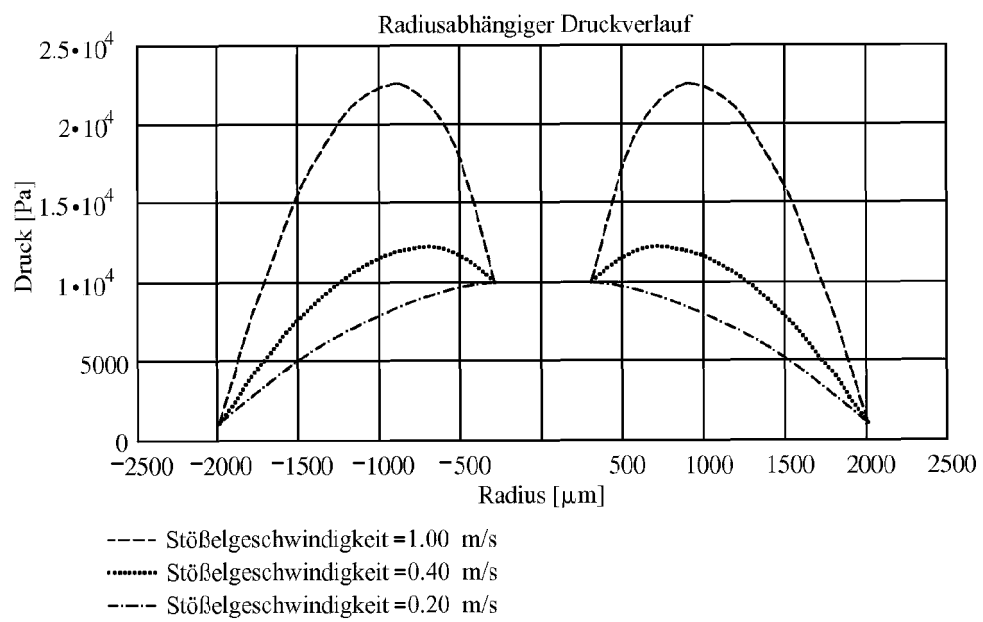


Fig.4**Fig.5**

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

- WO 2008044069 A **[0006]**
- EP 0445137 B1 **[0009]**
- EP 0787587 B1 **[0010] [0017]**
- WO 9856585 A1 **[0018]**