

Dosiersystem

- Die Erfindung betrifft ein Dosiersystem zur Dosierung eines Dosiermediums, mit einer
5 Rahmengehäuseeinheit, einer an der Rahmengehäuseeinheit gelagerten
Hebellagereinheit mit einer Hebelauflage, einem mittels der Hebelauflage um eine
Kippachse drehbar gelagerten Hebel mit einem sich im Wesentlichen in einer Längsrichtung
erstreckenden, zweiseitigen Hebelarm, wobei eine Hebelarmseite kippachsennah eine
erste Aktorangriffsstelle aufweist und kippachsenfern an einem Endabschnitt mit einem
10 Ausstoßelement in Kontakt steht und wobei die andere Hebelarmseite kippachsennah eine
zweite Aktorangriffsstelle aufweist. Weiter umfasst das Dosiersystem zwei Aktoren, die im
Betrieb gegenläufig ein Kippmoment an der ersten und zweiten Aktorangriffsstelle auf den
Hebel ausüben.
- 15 Dosiersysteme der eingangs genannten Art werden üblicherweise dazu eingesetzt, ein zu
dosierendes Medium, typischerweise ein flüssiger bis zähflüssiger Dosierstoff, gezielt zu
dosieren. Im Rahmen der sogenannten „Mikrodosiertechnik“ ist es dabei oftmals
erforderlich, dass sehr geringe Mengen des Dosiermediums bzw. Dosierstoffs punktgenau,
und zwar berührungslos, d. h. ohne einen direkten Kontakt zwischen dem Dosiersystem
20 und einer Zieloberfläche, auf eine Zieloberfläche aufgebracht werden. Ein solches
kontaktloses Verfahren wird häufig auch als „Jet-Verfahren“ bezeichnet. Ein typisches
Beispiel dafür ist die Dosierung von Klebstoffpunkten, Lötpasten etc. bei der Bestückung
von Leiterplatten oder anderen elektronischen Elementen oder die Aufbringung von
Konverter-Materialien für LEDs.
- 25 Eine wichtige Anforderung besteht dabei darin, die Dosiermedien hochgenau, das heißt
zum richtigen Zeitpunkt, am richtigen Ort und in einer genau dosierten Menge auf die
Zieloberfläche zu befördern. Dies kann beispielsweise durch eine tröpfchenweise Abgabe
des Dosiermediums über eine Düse des Dosiersystems erfolgen. Ein bevorzugtes
30 Verfahren ist hierbei ein Ausstoß von einzelnen Tröpfchen in einer Art „Ink-Jet-Verfahren“,
wie es in ähnlicher Form u. a. auch in Tintenstrahldruckern genutzt wird. Die Größe der
Tröpfchen bzw. die Menge des Mediums pro Tröpfchen sind dabei durch den Aufbau und
die Ansteuerung sowie durch die dadurch erzielte Wirkung der Düse möglichst genau
vorherbestimmbar.
- 35 Zur Abgabe des Mediums aus dem Dosiersystem kann in der Düse des Dosiersystems ein
bewegliches Ausstoßelement (in der Regel ein Stößel) angeordnet sein. Der Stößel kann

im Inneren der Düse mit relativ hoher Geschwindigkeit in Richtung einer Düsenöffnung, also in einer Dosierrichtung nach vorne gestoßen bzw. bewegt werden, wodurch ein Tropfen des Mediums ausgestoßen wird, und anschließend wieder zurückgezogen werden.

- 5 Üblicherweise kann der Stößel zudem in eine Verschlussstellung gebracht werden, indem er in der Düse an einem Dichtsitz der Düsenöffnung fest anschließt und dort vorübergehend verbleibt. Bei zähflüssigeren Dosiermedien kann es auch ausreichen, dass der Stößel einfach in der Rückzugsstellung, d. h. vom Dichtsitz entfernt verbleibt, ohne dass ein Tropfen des Mediums aus der Düsenöffnung austritt.

10

Die vorliegende Erfindung kann bei allen vorgenannten Varianten unabhängig vom konkreten Ausstoßprinzip eingesetzt werden, d. h. bei einem Jet-Verfahren, einem offenen Ink-Jet-Verfahren oder auch mit einem klassischen Verschlusselement.

- 15 Aufgrund des Bestrebens, stetig eine höhere Maschinenproduktivität bzw. Arbeitsgeschwindigkeit zu erreichen, besteht inzwischen eine weitere Anforderung darin, die Dosiermedien immer schneller, also beispielsweise die Tröpfchen mit einer hohen Ausstoßfrequenz, also in rascher zeitlicher Abfolge auf die Zieloberfläche aufzubringen.

- 20 Dabei entstehen Schwingungen, die sich von den dynamisch angeregten Komponenten im Dosiersystem auf das gesamte Dosiersystem ausbreiten können. Da es sich bei dem Dosiersystem um ein schwingungsfähiges System handelt, werden die Erregungen in der Struktur dieses Systems gegebenenfalls verstärkt. Insbesondere kann dabei eine Eigenfrequenz des Systems angeregt werden. Bei Übereinstimmung von Eigenfrequenz
25 und Erregerfrequenz werden Resonanzschwingungen erzeugt, die für unerwünschte Relativbewegungen sorgen, die das Dosierverhalten, insbesondere die Dosiergenauigkeit und Dosierqualität, negativ beeinflussen können.

- Aus der Praxis bekannte Dosiersysteme können derartig gewünschte Ausstoßfrequenzen
30 überhaupt nur theoretisch fahren. Versuche haben gezeigt, dass die derzeit bekannten Dosiersysteme bei den angestrebten Ausstoßfrequenzen nicht mehr stabil und reibungslos im Rahmen der geforderten Qualitätskriterien arbeiten können. Sowohl die Dosierqualität als auch die Dosiergenauigkeit nehmen derart ab, dass es damit nicht möglich ist, bei den vorgesehenen Dosierfrequenzen ein zufriedenstellendes Dosierergebnis zu erreichen.

35

Um dieses Problem zu adressieren, werden in der Praxis oft Vorspannfedern, also Federn zur direkten Vorspannung der Aktoren eingesetzt. Bei hoher dynamischer Belastung erwärmen sich die Komponenten, insbesondere die Aktoren und Rahmenbestandteile ungleichmäßig sowie unterschiedlich stark. Daraus resultiert eine abweichende Lage des Verschlusselements zur Düse und damit eine Abweichung des Dosierergebnisses. Zusätzlich kann es bei hohen Anregungsfrequenzen zu Eigenresonanzen der dynamisch mitschwingenden Vorspannfedern kommen, die daraufhin ebenfalls den Dosiervorgang negativ beeinflussen. In den gewünschten hohen Frequenzbereichen kann also es aufgrund dessen beispielsweise zu Interferenz und/oder Resonanzeffekten kommen, welche auf kurze Sicht das Dosierergebnis negativ beeinflussen und auf lange Sicht zu vermehrter Reibung bzw. erhöhter Abnutzung der betreffenden Komponenten führen.

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, bekannte Dosiersysteme zu verbessern, insbesondere ein besonders schnelles Dosiersystem anzugeben, mit dem eine höhere Dosierfrequenz bei einer hohen Dosiergenauigkeit und Dosierqualität von Dosiermedien auf einem Werkstück erreicht wird.

Diese Aufgabe wird durch ein Dosiersystem nach Patentanspruch 1 gelöst.

Das erfindungsgemäße Dosiersystem zur Dosierung eines Dosiermediums auf einem Werkstück bzw. Substrat umfasst wie eingangs genannt eine Rahmengehäuseeinheit. Mit einer Rahmengehäuseeinheit ist ein „rahmenartig“ einfassendes Gehäuse des Dosiersystems gemeint, also ein Gehäuse, welches einen überwiegenden Teil der Komponenten des Dosiersystems, wie z. B. eine später noch erläuterte Bewegungsmechanik des Dosiersystems, umseitig einschließt. Die Rahmengehäuseeinheit ist aus funktionalen Gründen relativ massiv und träge ausgeführt, da sie als stabiles Widerlager bzw. als träge Fassung des Dosiersystems fungiert, um insbesondere die dynamischen Komponenten des Dosiersystems, wie die eben genannte Bewegungsmechanik relativ dazu federnd lagern zu können, wie weiter unten noch erläutert wird.

Die Rahmengehäuseeinheit ist derart konzipiert, d. h. entsprechend träge bzw. massiv, dass sie bei den hohen Schwingungs- bzw. Bewegungsfrequenzen der Bewegungsmechanik kaum bis überhaupt nicht anspricht, sich also statisch relativ zur dynamischen Bewegungsmechanik verhält. Indem sie das gesamte Dosiersystem damit beruhigt, sorgt sie für ein gleichbleibend gutes Dosierverhalten.

Sie kann dabei vorzugsweise eine erste Hauptmasse des Dosiersystems mit tiefer Eigenfrequenz bilden, die für einen Frequenzbereich der sich dynamisch, hochfrequent bewegend, leichteren Einzelkomponenten der Bewegungsmechanik des Dosiersystems
5 möglichst unempfindlich ist, d. h. möglichst nicht zum Schwingen angeregt wird, so dass also ein Interferenz-bedingtes Aufschwingen bzw. Nachschwingen des gesamten Dosiersystems im Dosierbetrieb aufgrund der unterschiedlichen Schwingungsfrequenzen nahezu ausgeschlossen ist.

10 Wie eingangs ebenfalls bereits genannt, umfasst das erfindungsgemäße Dosiersystem weiter eine an der Rahmengehäuseeinheit gelagerte Hebellagereinheit mit wenigstens einer Hebelauflage für einen Hebel des Dosiersystems. Die Hebellagereinheit ist insoweit vorteilhaft von der Rahmengehäuseeinheit getrennt, da sie gegen ein Verkippen bzw. Verdrehen konstruktiv geschützt ist, sich jedoch entlang einer Achse in einer Tiefenrichtung
15 bzw. Dosierrichtung relativ zum Rahmen verschieben lässt. Diese Verschiebung wird durch die piezoelektrischen Aktoren verhindert, welche zwischen der Rahmengehäuseeinheit und der Hebellagereinheit federtechnisch über die Hebellagereinheit verspannt sind. Dadurch wird erreicht, dass eine thermisch gleiche Veränderung der beiden piezoelektrischen Aktoren und/oder eine thermische Veränderung der Rahmengehäuseeinheit zu einer
20 relevanten Veränderung des Abstands zwischen Düse und Ausstoßelement führen, wie später noch erläutert wird.

Dabei ist die Hebellagereinheit bevorzugt teilweise innerhalb, teilweise außerhalb der Rahmengehäuseeinheit, also an der Rahmengehäuseeinheit gelagert angeordnet.

25 Bei der Hebelauflage der Hebellagereinheit handelt es sich um einen ersten Drehlagerteil eines Drehlagers, welches ein Teil der Bewegungsmechanik ist. Das Drehlager bzw. Kipplager wird aus Hebelauflage und Hebel gebildet und überträgt die Kraft, welche für den Dosierbetrieb von den zwei Aktoren wechselweise erzeugt wird, indirekt auf das
30 anzutreibende Ausstoßelement. Das Ausstoßelement, welches auch bei der vorliegenden Konstruktion der Erfindung vorzugsweise ein Stößel sein kann, befördert daraufhin nach einem der eingangs erläuterten Dosierverfahren bzw. Dosierarten ein Dosiermedium zumindest portionsweise aus der Düse.

35 Wortsinngemäß dient die Hebelauflage dabei einer Auflagerung des Hebels, der mittels der Hebelauflage drehbar bzw. verkipppbar um eine Kippachse des Kipplagers gelagert ist, so

dass sich der Hebel in einer vorgesehenen Dosierrichtung des Dosiersystems relativ zur Kippachse aus einer anfänglichen Ruhelage, nämlich einer horizontalen Mittelposition bewegen lässt bzw. zumindest um einen gewissen, die Hublänge definierenden Winkel verkippen lässt. Die Kippachse oder auch Rotationsachse, auf der der Hebel kippbar
5 gelagert ist, verläuft entsprechend ebenfalls horizontal, jedoch senkrecht zum Hebel bzw. zu einer Längsrichtung des Hebels.

Relative Richtungsangaben wie „oben“, „unten“, „oberseitig“, „unterseitig“, „seitlich“, „links“, „rechts“, „längsseitig“ etc. beziehen sich hier willkürlich auf die Darstellung in den weiter
10 unten noch beschriebenen Figuren, wenngleich das Dosiersystem im Betrieb überwiegend in der in Figur 1 dargestellten Orientierung verwendet bzw. eingesetzt wird. Damit ist gemeint, dass eine Dosierung auf ein Werkstück beim Jet-Verfahren meistens so erfolgt, dass die dosierten Tropfen im Wesentlichen mit der Schwerkraft ein Stück im freien Fall bzw. Flug auf das Werkstück treffen, also eine Dosierung in Dosierrichtung bzw. in einer
15 Tiefenrichtung nach unten erfolgt.

Mit dem Hebel ist im weitesten Sinne einfach ein mechanischer Kraftwandler gemeint, der aus einem starren Körper besteht, der wie üblich um einen Drehpunkt, nämlich die Kippachse drehbar gelagert ist. Der Hebel des erfindungsgemäßen Dosiersystems umfasst
20 dabei einen sich im Wesentlichen in einer Längsrichtung erstreckenden, zweiseitigen bzw. zweiarmigen Hebelarm. „Im Wesentlichen in einer Längsrichtung“ meint, dass sich der Hebel wenigstens in einer hauptsächlichen Erstreckungsrichtung, nämlich einer längsverlaufenden Umlenkrichtung zwischen Ausstoßelement und Aktoren durch das Dosiersystem erstreckt. Der Hebel ist aber grundsätzlich ein dreidimensionales Bauteil,
25 welches sich zumindest anteilig auch in die beiden anderen orthogonalen Raumrichtungen erstreckt. Beispielsweise kann er sich in einer Querrichtung (parallel zur Kippachse) zwischen zwei Seitenflächen oder in einer Tiefenrichtung (senkrecht zur Kippachse und zur Längsachse), in Richtung der Hebelauflage zumindest insoweit erstrecken, dass er in diesen Richtungen zumindest einen Bruchteil seiner hauptsächlichen Erstreckungsrichtung
30 in Längsrichtung misst.

Wie allgemein üblich bezeichnet der Begriff „Hebelarm“ auch hier den Teil (bzw. die Länge) eines Hebels, der von einer Kippachse bzw. einer Drehachse des Hebels bis zu einem Angriffspunkt reicht, an dem die Kraft am Hebel wirkt bzw. angreift. Ein zweiseitiger bzw.
35 zweiarmiger Hebelarm weist entsprechend zwei solche Teile bzw. Hebelarme mit je einem Angriffspunkt auf, an dem jeweils eine Kraft am Hebel angreift. Die Hebelarme können im

Folgenden auch als Hebelarmseiten des Hebelarms des Hebels bezeichnet sein. Die jeweiligen Entfernungen der Angriffspunkte zur gemeinsamen Drehachse werden auch als Hebelarmlängen bezeichnet. Prinzipiell gilt, je größer die Entfernung eines Angriffspunkts zur Kippachse, also je größer die Hebelarmlänge, desto geringer kann die Kraft ausfallen, um eine entsprechend größere Kraft bei entsprechend kürzerer Hebelarmlänge auszugleichen.

Beim erfindungsgemäßen Dosiersystem weist ferner eine der Hebelarmseiten des zweiseitigen Hebelarms kippachsennah eine erste Aktorangriffsstelle auf, also einen ersten Punkt, an dem die Kraft angreift. Kippachsenfern an einem Endabschnitt steht die betreffende Hebelarmseite mit dem bereits oben genannten Ausstoßelement mit einer Düse des Dosiersystems in Kontakt. Auf das Ausstoßelement überträgt sich wiederum bestimmungsgemäß die Bewegung des Hebels in Dosierrichtung des Dosiersystems. Die Begriffe „kippachsennah“ und „kippachsenfern“ sind dabei relativ aufeinander zu beziehen. Eine kippachsennahe Anordnung meint also lediglich, dass die betreffende Komponente näher an der Kippachse angeordnet ist, als eine kippachsenfern angeordnete Komponente.

Die andere Hebelarmseite weist kippachsennah ebenfalls eine zweite Aktorangriffsstelle auf – also einen zweiten Punkt, an dem die Kraft im Wechsel zum ersten Punkt angreift, wie im Folgenden erläutert wird. Kippachsenfern auf der Hebelarmseite mit der zweiten Aktorangriffsstelle (entfernt vom Ausstoßelement) kann die betreffende Hebelarmseite symmetrisch zur anderen Hebelarmseite ausgebildet sein, z. B. einfach ins Leere laufen. Bevorzugte Ausgestaltungsformen bzw. Weiterbildungen des Hebels werden später noch erläutert.

Weiterhin umfasst das erfindungsgemäße Dosiersystem zwei Aktoren, die im Betrieb gegenläufig ein Kippmoment an der ersten und zweiten Aktorangriffsstelle auf den Hebel ausüben.

Unter einem Kippmoment ist im Rahmen der Erfindung einfach ein Drehmoment zu verstehen, das dafür sorgt, dass der Hebel um einen gewissen Winkel verkippt und damit das in Kontakt stehende Ausstoßelement entsprechend wie vorgesehen zur Dosierung bewegt wird. Der hier verwendete Begriff des Kippmoments bezieht sich aber nicht auf ein klassisches Kippmoment, bei dem ein damit beaufschlagter Körper ab diesem bestimmten Kippmoment kippt bzw. umkippt. Das Kippen bezieht sich vielmehr wörtlich auf das Verkippen des Hebels um einen bestimmten Winkel zur Horizontalen bzw. zu einer

Mittelposition, in welcher sich der Hebel zumindest anfänglich vor Inbetriebnahme bzw. zu einem Zeitpunkt, in dem die Aktoren gerade stromlos geschaltet sind, befindet.

Unter den obigen Aktorangriffsstellen sind jeweils zumindest einzelne Punkte bzw. Aktorkontaktstellen im Sinne von Kontakt- bzw. Angriffspunkten der Aktoren am Hebel gemeint, an denen die Aktoren am Hebel angreifen bzw. mit dem Hebel in Kontakt stehen. Aktorangriffsstellen können aber auch aus einer Mehrzahl von Punkten, einer Linie oder einer Fläche bestehen. Beispielsweise können die Aktorangriffsstellen als zwei längliche, quer zum Hebel sowie senkrecht zu den Wirkungsrichtungen der Aktoren verlaufende Angriffslinien bzw. Aktorkontaktstellen ausgebildet sein. Dies bietet sich an, um die Rotationsbewegung bzw. Kippbewegung des Hebels relativ zur Hebelauflage lediglich auf die vorgesehene Kippbewegung um die Kippachse zur Bewegung des Ausstoßelements in einer gewünschten Dosierichtung zu beschränken. Damit können nahezu keine weiteren Rotationskomponenten entstehen, die z. B. zusätzlich Reibung bzw. Abnutzung im System hervorrufen könnten. Bevorzugte Ausgestaltungsformen der Aktoren werden ebenso später noch erläutert.

Erfindungsgemäß sind die Aktoren des eingangs genannten Dosiersystems schräg zueinander gestellt. Unter „schräg zueinander gestellt“ ist gemeint, dass die Aktoren frontseitig schräg in einer gemeinsamen Ebene aufeinander zulaufen bzw. schräg auf einen gemeinsamen Punkt jenseits bzw. hinter der Kippachse gerichtet sind. In einem weiter unten noch erläuterten Ausführungsbeispiel sind sie beispielsweise auf einen Punkt unterhalb der horizontalen Ebene der Kippachse des Kipplagers aus Hebelauflage und Hebel gerichtet.

Jedenfalls ist mit „schräg zueinander gestellt“ aber vor allem gemeint, dass die Aktoren bzw. deren Wirkungsrichtungen in einem Winkel kleiner 180° , aber größer 0° zueinander gestellt bzw. ausgerichtet sind. Die Erfindung wendet sich also davon ab, dass die Aktoren exakt entgegengesetzt oder parallel bzw. antiparallel zueinander ausgerichtet sind, wie weiter unten noch genauer erläutert wird.

Des Weiteren bilden die Hebellagereinheit (mit der Hebelauflage), der Hebel und die beiden Aktoren gemeinsam eine Bewegungsmechanik, welche Bewegungsmechanik erfindungsgemäß mittels zumindest eines Federelements an der Rahmengehäuseeinheit gespannt ist.

Die Bewegungsmechanik ist dabei so konzipiert, dass sie das Ausstoßelement des Dosiersystems wie gewünscht besonders hochfrequent in eine longitudinale Ausstoß- und Rückzugsbewegung in und entgegen der Dosierrichtung, d. h. bei einer normalerweise üblichen Anordnung nach unten oder oben, versetzen kann. Dazu kann das Ausstoßelement an einer Betätigungsstelle, z. B. der Stößel an einem Stößelkopf, mit der Bewegungsmechanik strukturell verbunden bzw. gekoppelt sein oder mittels einer Feder, wie z. B. einer Torsionsfeder, dagegen vorgespannt sein, also z. B. lediglich in Druckkontakt stehen. Die Kopplung erfolgt jedenfalls derart, dass das von den Aktoren erzeugte Kippmoment – typischerweise eine einfache lineare Auslenkung bzw. Linearbewegung – im Wechsel bzw. wechselweise vom Hebel (als Ausstoß- oder Rückzugsbewegung) über eine Kontaktfläche des Hebels auf das Ausstoßelement, vorzugsweise einen Stößelkopf des Stößels, zur Abgabe des Dosiermediums aus der Düse übertragen wird.

Bei dem Federelement kann es sich beispielsweise um wenigstens eine Druckfeder handeln. Es kann mit in etwa 3-4 kN vorgespannt werden, d. h. die Bewegungsmechanik gegen die Rahmengehäuseeinheit federnd verspannen. Dabei können die beiden Aktoren beispielsweise mit je 1,5 bis 2 kN, vorzugsweise 1,8 kN vorgespannt bzw. vorbelastet sein. Bevorzugte Ausgestaltungen des Federelements werden später noch erläutert.

Mit der erfindungsgemäßen Konstruktion des Gegenstands der Erfindung wird erreicht, dass eine höhere Ausstoßfrequenz des Dosiersystems bei gleichbleibend guter Dosiergenauigkeit und Dosierqualität gefahren werden kann. Zudem kann mit der erfindungsgemäßen Konstruktion auf jeweils eine dynamisch belastete Rückstellfeder an den beiden Aktoren verzichtet werden, welche Rückstellfedern nämlich nicht bei allen Frequenzen stabil arbeiten, da sie zu Wobbelbewegungen bzw. ungewollten Schwingungen des Systems führen können, insbesondere bei schneller bzw. hochfrequenter Dosierung, wie sie bei der Erfindung ja gewünscht ist.

Mit der insgesamt gefederten Vorspannung der Bewegungsmechanik gegen die Rahmengehäuseeinheit wird erreicht, dass dynamische Schwingungen im dynamischen System bleiben, wobei die insgesamt gefederte Vorspannung nicht zum Bestandteil des dynamischen Systems gehört. Etwaige individuelle thermische Effekte durch unterschiedliche lokale Erwärmung der einzelnen Dosiersystembestandteile (Piezoaktoren, Rahmengehäuseeinheit, Hebel, etc.) wirken sich zudem nicht individuell – wie bisher im Stand der Technik üblich – auf den Abstand zwischen Ausstoßelement und Düse aus, sondern werden weitestgehend kompensiert. Die Dosiergenauigkeit und Dosierqualität des

gesamten Dosiersystems kann daher zumindest durch derartige Effekte nicht mehr nennenswert beeinflusst werden.

Die erfindungsgemäße Konstruktion des Gegenstands der Erfindung, insbesondere die Schrägstellung der Aktoren in einer gemeinsamen Ebene, ermöglicht zudem eine engere bzw. nähere Lage der Angriffspunkte der Aktoren beidseitig um den Drehpunkt des Hebels, welcher Hebel über seinen Hebelarm wiederum das Ausstoßelement zur Dosierung bewegt. Indem damit der Hebel kleiner und leichter gestaltet werden kann und folglich ein geringeres Trägheitsmoment aufweist, lassen sich höhere Beschleunigungen und damit ein schnelleres Dosieren mit dem erfindungsgemäßen Dosiersystem durchführen.

Als weiterer Vorteil lässt sich insbesondere auch die Größe der Tröpfchen bzw. die Menge des Mediums pro Tröpfchen noch weiter reduzieren. Weiterhin können damit im selben Zeitintervall größere Flächen mit einem Dosiermedium benetzt werden. Insbesondere für eine kontaktlose Dosierung geringer Mengen eines Dosiermediums bzw. Dosierstoffs – also mikrodosiert, sehr punktgenau und berührungslos, d. h. ohne einen direkten Kontakt zwischen dem Dosiersystem und einer Zieloberfläche – auf eine Zieloberfläche, nämlich beim Jet-Verfahren bzw. einer Dosierung mittels Jet-Verfahrens, ist die erfindungsgemäße Konstruktion besonders geeignet.

Weitere, besonders vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen sowie der nachfolgenden Beschreibung, wobei auch einzelne Merkmale verschiedener Ausführungsbeispiele bzw. Varianten zu neuen Ausführungsbeispielen bzw. Varianten kombiniert werden können.

Zur Erhöhung der Ausstoßfrequenz des Dosiersystems gibt es verschiedene Möglichkeiten. Beispielsweise kann die Bewegungsmechanik, insbesondere der Hebel, optimiert bzw. verbessert ausgestaltet werden.

Grundsätzlich könnten die zueinander schräg gestellten Aktoren auf beiden Längsseiten des Hebels beispielsweise an einem Endabschnitt eines Hebelarms des Hebels angreifen. Hierzu könnte auf zwei gegenüberliegenden Längsseiten des Hebels jeweils eine Aktorangriffsstelle ausgebildet sein.

Vorzugsweise können sich die beiden Aktoren auf einer gemeinsamen Längsseite des Hebels befinden, so dass sie im Wesentlichen aus einer gemeinsamen Richtung am Hebel

angreifen können. Entsprechend können die erste Aktorangriffsstelle und die zweite Aktorangriffsstelle auf derselben Längsseite des Hebels ausgebildet und angeordnet sein.

Bei einer normalen Anordnung des Dosiersystems (mit der Dosieröffnung nach unten
5 gerichtet) handelt es sich bei der besagten Längsseite – beispielsweise beim später noch
genauer beschriebenen Ausführungsbeispiel – um eine längsverlaufende Oberseite des
Hebels. Somit üben sie nur auf einer Längsseite des Hebels gegenläufig bzw.
wechselweise ein Kippmoment auf den Hebel aus, belasten also den Hebel nur einseitig.
Außerdem steht somit auf der gegenüberliegenden (in der Regel unteren) Längsseite des
10 Hebels ausreichend Platz für die Hebelaufgabe zur Verfügung, was für einen besonders
platzsparenden kompakten Aufbau des Dosiersystems insgesamt sorgt. Zudem ermöglicht
die Anordnung der Aktoren auf einer Längsseite des Hebels, dass die Hebelaufgabe und
der Hebel gleichzeitig mittels des oben bereits erwähnten Federelements gegen die Aktoren
verspannt werden können, somit also die Bewegungsmechanik als „dynamische“ Einheit
15 gegen die Rahmengehäuseeinheit als „statische“ Einheit schwingungsberuhigend
vorgespannt ist.

Für die Stellung der Aktoren zum Hebel gibt es bevorzugte Möglichkeiten. So könnte
beispielsweise ein Aktor senkrecht am Hebel angreifen, wobei der andere Aktor schräg am
20 Hebel ansteht, so dass die beiden Aktoren jedenfalls schräg zueinander gestellt sind.

Bevorzugt können die Aktoren aber jeweils im selben Winkel zu einer gemeinsamen
Winkelhalbierenden bzw. Symmetrieachse (eines gedachten „V“ aus den Aktoren)
angeordnet sein, wobei die Winkelhalbierende bzw. Symmetrieachse senkrecht auf der
25 Oberseite des Hebels steht. Von einer Längsseite aus betrachtet können die Aktoren also
derart V-förmig angeordnet sein, dass sie mittels einer gedachten Spiegelung an der
Symmetrieachse bzw. Winkelhalbierenden in Deckung gebracht werden könnten. Räumlich
betrachtet können die Aktoren derart V-förmig angeordnet sein, dass sie mittels einer
gedachten Spiegelung an einer Symmetrieebene aus der besagten Symmetrieachse sowie
30 einer senkrecht dazu horizontal zwischen den Aktoren hindurch verlaufenden
Symmetrieachse in Deckung gebracht werden könnten, wie anhand eines
Ausführungsbeispiels später noch erläutert wird.

Besonders bevorzugt können die Aktoren derart V-förmig zueinander schräg gestellt
35 angeordnet sein, dass die Längsrichtung des Hebels bzw. Hebellängsachse in einer durch
die Wirkungsrichtung bzw. Längsachse der Aktoren aufgespannten virtuellen Ebene liegt

bzw. die Kippachse des Hebels senkrecht auf dieser virtuellen Ebene steht. Praktischerweise lässt sich das Dosiersystem damit trotz der zueinander schräg gestellten Aktoren (in einer Querrichtung senkrecht zur Längsrichtung des Hebels) äußerst flach gestalten, nämlich ähnlich flach wie bei den Konstruktionen bei denen – wie bisher üblich –
5 nur ein Aktor oder zwei parallele Aktoren verbaut sind.

Grundsätzlich lassen sich die Aktoren dabei im Winkelbereich zwischen zwei Extremalstellungen – nämlich einer parallelen, nebeneinander verlaufenden Stellung einerseits und einer entgegengesetzten Frontalstellung, d. h. wenn die Aktoren in einer
10 Linie bzw. gemeinsamen Flucht von verschiedenen Seiten auf den Hebel und aufeinander zu laufen – (exklusive der besagten Extremalstellungen) schräg zueinander auf einer Längsseite des Hebels achsensymmetrisch zur gemeinsamen Winkelhalbierenden anordnen.

15 Nach einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung können die Aktoren, genauer gesagt deren Längsachsen bzw. Wirkungsrichtungen, V-förmig maximal bzw. höchstens in einem 150° Winkel zueinander gestellt bzw. angeordnet sein. Weiter bevorzugt können sie höchstens in einem 120° Winkel und noch weiter bevorzugt höchstens in einem 90° Winkel zueinander ausgerichtet sein. Besonders bevorzugt können sie höchstens in einem 60°
20 Winkel und ganz besonders bevorzugt höchstens in einem 30° Winkel zueinander schräg gestellt sein.

Winkel kleiner 20° , insbesondere kleiner 10° lassen sich dann nur noch mittels eines entsprechend kleineren Querschnitts der Aktoren oder mittels einer entsprechenden
25 Verlängerung und Ausdünnung der Übertrager der Aktoren erreichen. Bei einem Winkel von 20° hieße „entsprechend kleiner“ beispielsweise, dass der halbe Querschnitt eines jeden Aktors in jedem Fall weniger als 10° ausmachen darf. Die angesprochene Verlängerung hingegen würde zwangsläufig zu einer deutlichen Vergrößerung des Gehäuses bzw. des Dosiersystems führen, was wiederum die Konstruktion größer und anfälliger hinsichtlich Biegebruchfestigkeit macht.
30

Nichtsdestotrotz könnte es, sofern die genannten Nachteile keine Relevanz haben, auch erwünscht sein, dass die Aktoren vorzugsweise höchstens in einem Winkel von 20° und besonders bevorzugt höchstens in einem Winkel von 10° zueinander schräg gestellt sind.
35

- Wie allgemein bekannt gilt dabei: Je steiler die Aktoren zueinander gestellt sind, d. h. also je kleiner der gemeinsame Winkel zwischen ihnen ist, desto mehr Kraft wird auf den Hebel übertragen, da sie sozusagen „senkrechter“ am Hebel anstehen respektive der Anteil der Querkräfte sinkt. Gleichzeitig sorgt eine steilere Anordnung aber auch dafür, dass die
- 5 Aktoren an der Spitze zunehmend weiter auseinandergerückt bzw. beabstandet voneinander angeordnet werden müssen, da sie sich aufgrund ihrer Abmessungen selbst im Wege stehen bzw. blockieren, insbesondere aufgrund ihrer Quererstreckung bzw. ihres Durchmessers senkrecht zu ihrer Längsachse. Demzufolge entfernen sich die
- 10 Aktorangriffsstellen bei zunehmend steilerer Stellung mehr und mehr voneinander bzw. von der dazwischenliegenden Kippachse, bis sie bei einer parallelen Stellung mindestens im Abstand ihres Durchmessers bezogen auf ihre zentralen Längsachsen voneinander beabstandet sind, wie dies im Stand der Technik nachteilig der Fall ist. Der Kraftarm eines Aktors bei paralleler Anordnung zweier Aktoren entspricht dabei dem halben Durchmesser eines Aktors.
- 15
- Da bei piezoelektrischen Aktoren die erzielbare mechanische Energie vom Aktorvolumen, d. h. Querschnitt bzw. Durchmesser sowie Länge des Aktors, abhängt, besitzen dünnere Aktoren weniger Kraft als gleichlange dickere Aktoren. Hinzu kommt, je dünner die Aktoren gestaltet sind, desto instabiler werden sie und desto unberechenbarer ist ihr Verhalten
- 20 (siehe hierzu „Knickstabproblematik“ oder auch „Biegebruchfestigkeit“). Es hilft demnach aus besagten Gründen auch nicht weiter, dünnere, entsprechend längere Aktoren zu verwenden, um den Kraftarm zu reduzieren, um wiederum die Hebelauslenkung zu vergrößern.
- 25
- Je weiter weg bzw. entfernt von der Kippachse die Aktoren nämlich am Hebel angreifen, desto weniger Hub bzw. Hebelauslenkung lässt sich mit ihrer längenbedingten fixen Hublänge des jeweiligen Aktors auf den Hebel übersetzen bzw. übertragen. Denn die Hublänge eines Aktors – bei einer Bauart mit gestapelten Piezoelementen, also eines „Piezostapelaktors“ – ist abhängig von seiner spezifischen Länge (und damit bei einer
- 30 gegebenen Länge beschränkt). Daher kann durch eine optimale Wahl der Position, also der Aktorangriffsstelle, an der der jeweilige Aktor am Hebel angreift, vorteilhaft trotz beschränkter Hublänge des Aktors selbst mittels des Hebels die mögliche Hebelauslenkung vergrößert werden, um damit eine größere Hubbewegung als die eigentliche Hublänge des Aktors zu erzielen. Dabei gilt, je näher an der Kippachse angegriffen wird, desto größer die
- 35 Hebelauslenkung, desto mehr Kraft wird aber auch aufgrund des kürzeren Kraftarms benötigt.

Mit einer Schrägstellung, im Vergleich zu einer parallelen Anordnung zweier Aktoren – bei gleicher Ausführung der Aktoren – lassen sich die Aktoren näher an der Kippachse anordnen, so dass also eine größere Hebelauslenkung erzielt werden kann.

5

Die Aktoren des Dosiersystems können auf verschiedene Weise realisiert sein, wobei insbesondere bei Anwendungen, die eine hochfeine Dosierungsauflösung erfordern, bevorzugt Piezoaktoren Verwendung finden. Piezoaktoren, die auch als piezoelektrisch betriebene Aktoren bezeichnet werden, haben gegenüber anderen Arten von Aktoren, z. B. hydraulisch, pneumatisch und/oder elektromagnetisch betriebenen Aktoren, den Vorteil der sehr präzisen und vor allem schnellen Steuerbarkeit. Vorteilhafterweise zeichnen sich Piezoaktoren durch äußerst kurze Reaktions- bzw. Ansprechzeiten aus, welche üblicherweise deutlich unter den entsprechenden Werten von anderen Aktorprinzipien liegen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass Piezoaktoren gegenüber anderen Arten von Aktoren vergleichsweise wenig Bauraum innerhalb eines Dosiersystems beanspruchen. Somit bieten Piezoaktoren eine effiziente Lösung für den Betrieb von Dosiersystemen, insbesondere bei hochfeinen Dosierungsanforderungen.

Bei piezoelektrischen Stapelaktoren ist es grundsätzlich so, dass sie nur einen eher geringen Hub, dafür aber verhältnismäßig hohe Kräfte erzeugen können. Beispielsweise kann ein Piezostapel von 36 mm Länge eine Hublänge von 50 μm erzielen. In der Regel gilt es daher den geringen Hub so zu übersetzen, dass er deutlich größer wird, wobei natürlich die Kraft entsprechend abnimmt.

Alternativ kann es sich bei den Aktoren auch um magnetostriktive Aktoren handeln. Diese nutzen das Prinzip, dass sich die Dipole eines ferromagnetischen Materials bei Anlegen eines äußeren magnetischen Feldes gleich, d. h. in einer gemeinsamen Orientierung ausrichten. Durch das Drehen der Dipole zur ursprünglichen Lage ändert sich die Länge des Materials abhängig vom jeweiligen Material in etwa im Bereich von mehreren $\mu\text{m/m}$ bis mm/m.

Vorzugsweise kann das Dosiersystem also so ausgebildet sein, dass die Aktoren möglichst nah an der Kippachse angreifen, um eine möglichst große Hebelauslenkung zu bewirken. Da die Kraft der Aktoren konsequenterweise abnimmt und beim antreibenden Moment der Kraftarm nur in erster Potenz eingeht – wodurch sich hier ein Nachteil bei dynamischen Anwendungen, z. B. wenn das Dosiersystem in einer Dosieranlage dynamisch zum

- Dosieren relativ zum Werkstück verfahren wird, ergibt – ist es von Vorteil, die Abmessungen des Hebels bzw. generellen Hebelmaße möglichst klein zu gestalten, um ein schnelleres Dosiersystem zu erhalten. Denn aufgrund der Drehimpulserhaltung lässt sich ein Hebel mit geringerem Massenträgheitsmoment schneller „drehen“ bzw. um die Rotationsachse bzw.
- 5 Kippachse hin und her bewegen, als ein Hebel mit größerem Massenträgheitsmoment.

- Da das Massenträgheitsmoment in der zweiten Potenz vom Abstand des jeweiligen Massepunktes (des Hebels) zum Drehpunkt bzw. zur Kippachse abhängig ist, steigt es überproportional mit der Länge des Hebels (und damit den Abständen der Massepunkte
- 10 vom Drehpunkt) an.

- Auch das Massenträgheitsmoment des Hebels kann bei gegebenem Übersetzungsverhältnis (Kraft zu Kraftarm) kleiner ausfallen, indem die Aktoren erfindungsgemäß zueinander schräg gestellt angeordnet werden, da so der Abstand der
- 15 Kraftarme zum Drehpunkt bzw. die Länge der Kraftarme geringer wird, was wiederum die Ausbildung eines kleineren Hebels ermöglicht. Ein kleinerer Hebel, folglich ein kleineres Massenträgheitsmoment, führt also in letzter Konsequenz zu einer höheren Resonanzfrequenz des Dosiersystems mit zueinander schräg gestellten Aktoren als bei einem System mit parallelen Aktoren gleicher Bauart.

- 20 Es ist also für eine schnellere Bewegung des Hebels von Vorteil, mehr Masse näher an der Kippachse zu zentrieren.

- Vorzugsweise kann der Hebel daher eine inhomogene Massenverteilung aufweisen.
- 25 Inhomogen meint, dass die Masse des Hebels nicht symmetrisch bzw. gleichmäßig über seine Länge in Längsrichtung verteilt ist, sondern der Hebel zumindest bezogen auf seine Masse asymmetrisch aufgebaut ist.

- Besonders bevorzugt kann auch eine Masse des Hebels derart entlang des Hebels relativ
- 30 zur Kippachse verteilt sein, dass der Hebel insgesamt bezogen auf die Kippachse ein möglichst geringes (Massen-)Trägheitsmoment aufweist. Es wird also bei der Konstruktion vorzugsweise auch dafür gesorgt, dass sich möglichst viel Masse nahe des Drehpunkts und möglichst wenig Masse fern vom Drehpunkt, also im länglichen Ausleger zum Ausstoßelement hin, befindet.

- 35

Dabei kann das Gewicht des Hebels aber vorzugsweise nur gerade so viel reduziert bzw. zum Drehpunkt verteilt werden, dass er noch eine ausreichend hohe Stabilität aufweist, welche u. a. ein besonders schnelles Schwingen des Hebels erlaubt. Beispielsweise kann der Hebel in Aufsicht, d. h. von oben betrachtet, im Umriss im Wesentlichen „löffelförmig“
5 ausgebildet sein, wobei dann ein überwiegender Teil der Masse nahe des Drehpunkts in einem „ovalen“ bzw. „runden“ Teil um den Drehpunkt herum positioniert ist.

Vorzugsweise kann der Hebel eine Mehrzahl von Ausnehmungen, besonders bevorzugt querverlaufende bzw. in Querrichtung des Hebels verlaufende Durchgangsbohrungen, zur
10 Gewichtsreduzierung aufweisen.

Vorzugsweise können die Aktorangriffsstellen am Hebel für die Aktoren nicht in einer horizontalen Ebene der Kippachse liegen bzw. angeordnet sein. D. h., dass sie sich also nicht in derselben Ebene wie die Kippachse befinden, in der ja die Kippachse liegt.

15 Gerade in einem dynamischen Fall (z. B. wenn das Dosiersystem in einer Dosieranlage dynamisch zum Dosieren relativ zum Werkstück verfahren wird), wenn der Hebel aufgrund der Kippmomente der Aktoren um die Kippachse um einige Grade verkippt wird, wird mit der außerebenen Anordnung der Aktorangriffsstellen am Hebel vorteilhaft erreicht, dass die
20 Aktoren bei der Ausübung des Kippmoments (in Form einer longitudinalen Auslenkung) auf den Hebel nur möglichst kleine Quer- bzw. Scherbewegungen senkrecht zur Wirkungsrichtung der Aktoren ausführen.

Bei größeren Querbewegungen, also Richtungskomponenten quer zur Wirkungsrichtung
25 bzw. Querkomponenten ergibt sich nämlich bei einer eigentlich geradlinigen Auslenkung in Wirkungsrichtung eine deutlich bogenförmige Pendelbewegung der Aktoren entlang eines Drehkreises bzw. Kreises um die Kippachse durch die beiden Aktorangriffsstellen der Aktoren am Hebel. Mittels einer Reduzierung der Querkomponenten wird die Pendelbewegung geradliniger. Damit wird möglichst vermieden, dass die Aktoren, die ja
30 eine sehr hohe Masse aufweisen, bei ihrer longitudinalen Auslenkung in Wirkungsrichtung quer dazu pendeln und damit ungewünschte Schwingungseffekte und/oder eine höhere Abnutzung der Komponenten verursachen.

Grundsätzlich können die Aktorangriffsstellen oberhalb der Kippachse des Hebels,
35 beispielsweise direkt an der Oberfläche der Oberseite des Hebels ausgebildet sein, so dass die Aktoren dort am Hebel angreifen.

Um die Aktorangriffsstellen bei einer zueinander schräg gestellten Anordnung der Aktoren noch näher an der Kippachse anordnen zu können, kann der Hebel vorzugsweise derart ausgebildet und angeordnet sein, dass die beiden Aktorangriffsstellen weiter entfernt von einer zu den Aktoren weisenden Oberseite bzw. Längsseite des Hebels im Hebel positioniert bzw. versenkt sind als die Kippachse, an welcher Kippachse der Hebel wie erwähnt auf der Hebelauflage drehbar bzw. verkippt gelagert aufliegt. „Weiter entfernt von einer zu den Aktoren weisenden Oberseite bzw. Längsseite des Hebels“ meint, dass die Aktorangriffsstellen bei einer bestimmungsgemäßen Anordnung des Hebels auf der Hebelauflage weiter entfernt von den Piezoelementen der Aktoren bzw. tiefer im Hebel angeordnet sind als die Kippachse. Die Aktoren sind also derart angeordnet, dass sie mit ihrer Front bzw. ihrer Spitze jeweils zunächst an der Kippachse vorbeilaufen, also die horizontale Ebene der Kippachse passieren bzw. durchlaufen und dann erst an den vertieft ausgebildeten Aktorangriffsstellen unterhalb der tatsächlichen Kippachse am Hebel angreifen bzw. erst dort mit dem Hebel in Kontakt stehen.

Die jeweiligen Aktorangriffsstellen der beiden Aktoren können also jeweils parallel zur gemeinsamen Kippachse in gleicher Weise bzw. identisch versetzt angeordnet sein. Bei einem alternativen bevorzugten Ausführungsbeispiel könnten die Aktoren auch jeweils auf eine in Querrichtung bzw. parallel zur Längsrichtung versetzte Aktorangriffsstelle des Hebels wirken.

Bevorzugt können die V-förmig am Hebel angeordneten bzw. anschlagenden Aktoren derart ausgerichtet sein bzw. an den Aktorangriffsstellen angreifen, dass jeweils in einer horizontalen Mittelposition des Hebels eine Längsachse der Aktoren im Wesentlichen senkrecht auf einer jeweiligen Verbindungslinie zwischen der betreffenden Aktorangriffsstelle und der gemeinsamen Kippachse steht.

Mit anderen Worten greifen die Aktoren also an den Aktorangriffsstellen um die Verbindungslinie versetzt, im rechten Winkel zur Kippachse, an. Die Mittelposition des Hebels entspricht dabei einer Position bzw. Stellung des Hebels, in welcher der Hebel horizontal steht und beide Aktoren gerade unbestromt bzw. stromlos geschaltet sind.

Die Aktoren können damit an den Aktorangriffsstellen des Hebels V-förmig, jeweils in einer an der Kippachse vorbeilaufenden Wirkungsrichtung angreifen, in der sie also derart angeordnet bzw. schräg gestellt sind, dass ihre Wirkungsrichtung tangential auf dem Kreis

- um die zentrale Kippachse des Hebels durch die beiden Aktorangriffsstellen der Aktoren am Hebel steht (bzw. senkrecht auf der Verbindungslinie von der jeweiligen Aktorangriffsstelle zur Kippachse, insbesondere zur Oberfläche der die Kippachse bildenden Zylinderstifte, wie in einem Ausführungsbeispiel später noch erläutert wird), um
- 5 somit Querbewegungen bzw. einen Querteil der Pendelbewegungen der Aktoren entlang des Kreises bzw. einer Bogenlänge des Kreises – entlang derer die Aktorangriffsstellen bewegt bzw. verfahren werden – möglichst gering zu halten, wenn sich die Aktoren vor- und zurückbewegen, d. h. die Piezoelemente ausdehnen bzw. zusammenziehen.
- 10 An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass mikroskopisch betrachtet nicht die Mittelachsen der Zylinderstifte exakt die Kippachse darstellen, sondern die Verbindung der Mantelflächen der Zylinderstifte (die unterseitig fest in der Hebelauflage sitzen) jeweils mit den etwas größeren zylindrisch ausgesparten Mantelflächen des Hebels, welche tangential gegeneinandergedrückt werden, so dass die Mantelflächen des Hebels beim Kippen eine
- 15 minimale Rollbewegung auf den Mantelflächen der Zylinderstifte ausführen. In dem Sinne liegt also keine exakte Kippachse, sondern eine komplexere Bewegung vor. Näherungsweise können die Mittelachsen der Zylinderstifte hier aber zumindest bei einer makroskopischen Betrachtung in etwa mit der Kippachse gleichgesetzt werden.
- 20 Mit anderen Worten können die Aktoren vorzugsweise also derart tangential an einem Kreis um die Kippachse an den Aktorangriffsstellen angeordnet sein, dass sie im Betrieb zur Dosierung eines Dosiermediums bei einer Ausstoß- und Rückzugsbewegung im Wesentlichen eine geradlinige Bewegung durchführen. „Im Wesentlichen“ heißt hierbei, dass die Aktoren bei einer Ausstoß- und Rückzugsbewegung eine geradlinige Bewegung
- 25 ohne nennenswerte Querbewegung auf dem Kreis im Sinne einer Pendelbewegung durchführen. Mit der besagten tangentialen Anordnung ist gemeint, dass die Längsachsen bzw. Wirkungsrichtungen der Aktoren tangential am Kreis um die Kippachse an den Aktorangriffsstellen anliegen, wie bereits oben erläutert wurde.
- 30 Für die weitere Ausgestaltung des Dosiersystems gibt es bevorzugte Möglichkeiten.

Bevorzugt kann die Hebellagereinheit mehrteilig ausgebildet sein.

- Besonders bevorzugt kann sie zusätzlich zur bereits erläuterten Hebelauflage eine
- 35 Fluidikpositionierung für eine Fluidikeinheit des Dosiersystems umfassen. Diese Fluidikeinheit des Dosiersystems kann ebenso an die Hebellagereinheit gekoppelt sein.

Dabei kann die Hebelaufgabe ganz besonders bevorzugt über ein außerhalb der Rahmengehäuseeinheit liegendes Drehgelenk mit der Fluidikpositionierung drehbar, gelenkig bzw. verkipptbar verbunden sein.

5

Alternativ oder zusätzlich können die Hebelaufgabe und die Fluidikpositionierung mechanisch verstellbar gegeneinander gelagert sein, also im Sinne von drehbar bzw. verkipptbar oder verschiebbar, beispielsweise mittels eines Verstellelements im Winkel relativ zum Drehgelenk verstellbar.

10

Vorzugsweise kann die Hebellagereinheit eine Ringkonstruktion umfassen, welche unter Belassen mindestens eines Spalts einen Abschnitt der Rahmengehäuseeinheit ringartig umschließt. Unter einem „Spalt“ wird hier wie üblich eine einen Zwischenraum bildende schmale, längliche Öffnung verstanden. „Ringkonstruktion“ bzw. „ringartig“ meint eine Konstruktion aus zwei Bauteilen, die in der Art eines Rings geformt bzw. aufgebaut, d. h. konstruktiv ausgestaltet sind. Die Ringkonstruktion bezeichnet also ein ringförmiges Gebilde bzw. eine ringförmige Anordnung, bei der die beiden Bauteile zu einem in sich geschlossenen Ring kreisförmig verbindbar sind. Bei dem Abschnitt der Rahmengehäuseeinheit kann es sich beispielsweise um einen Gehäuseboden der Rahmengehäuseeinheit handeln.

20

Besonders bevorzugt kann die Hebellagereinheit mittels des Federelements, welches vorzugsweise in einem Spalt zwischen der Hebellagereinheit und dem Abschnitt der Rahmengehäuseeinheit angeordnet ist, verschiebbar an der Rahmengehäuseeinheit gelagert sein.

25

Alternativ oder zusätzlich kann die Ringkonstruktion ein Drehgelenk umfassen. Wenn das Dosiersystem wie zuvor beschrieben aufgebaut ist, kann es sich bei dem Drehgelenk um das obige Drehgelenk handeln.

30

Dabei kann die Hebelaufgabe der Hebellagereinheit über den Hebel und den Stößel zur Einstellung des Stößel-Düsen-Abstandes an einer drehgelenkfernen Seite der Fluidikpositionierung mittels eines Verstellelements, insbesondere einer Stellschraube, – unter Belassen mindestens eines Spalts zur Rahmengehäuseeinheit das Federelement ringartig in die Ringkonstruktion der Hebellagereinheit einschließend gegen sich selbst – mit der Fluidikpositionierung mechanisch einstellbar gekoppelt sein. Bei der Stellschraube

35

kann es sich beispielsweise auch um eine Feingewindeschraube handeln, mit welcher eine Position des Stößels in der Düse, d. h. der Stößel-Düsen-Abstand noch genauer feinjustiert bzw. eingestellt werden kann.

5 Mit der „drehgelenkfernen Seite“ ist hier wenigstens ein Abschnitt entlang der Fluidikpositionierung (vom Drehgelenk zum Stößel) gemeint, welcher sich auf einer stößelseitigen Hälfte jenseits der Mitte der Fluidikpositionierung, also möglichst nahe am Stößel befindet.

10 Ungeachtet der oben genannten Vorteile zu Piezoaktoren stellen Piezoaktoren Bauteile dar, in denen große Verlustleistungen umgesetzt werden, was eine starke Erwärmung des piezoelektrischen Materials verursachen kann, wobei das piezoelektrische Material selbst aufgrund seiner spezifischen Curie-Temperatur thermische Begrenzungen aufweist und auch die jeweiligen Kontaktierungen der Elektroden thermische Grenzen haben.

15 Um einer Aufheizung der Bewegungsmechanik, insbesondere der Piezoaktoren zusätzlich entgegenzuwirken, können beide Piezoaktoren sämtlich mit komprimierter Raumluft bzw. Pressluft umströmt ausgeführt sein, da in den meisten Dosiersystem-Anlagen ohnehin Pressluft zur Verfügung steht.

20 Sofern mittels dieser Druckluft bzw. Pressluft beispielsweise aufgrund einer höheren Umgebungstemperatur im Einsatzgebiet des Dosiersystems nicht genug Wärme von den Piezoaktoren abgeführt werden kann, um die Piezoaktoren sowie andere temperatursensible Bereiche des Dosiersystems dauerhaft unterhalb einer für den präzisen
25 Betrieb des Dosiersystems kritischen Temperatur zu halten, kann die Aktoren vorzugsweise jeweils eine Gas-, vorzugsweise Luft-, oder Flüssigkeit-durchströmte Kühleinrichtung umgeben.

Dabei kann die Kühleinrichtung bevorzugt einen Zuführkanal zwischen den Aktoren mit
30 einer Anzahl an Einlässen in die Aktoren und zwei außermittige Abführkanäle mit einer Anzahl an Auslässen in die Abführkanäle aufweisen. Die Kühleinrichtung kann dabei als ein weitestgehend geschlossener Kreislauf ausgebildet sein, d. h. es wird ein kühler Kühlstrom in das Dosiersystem eingeleitet, welcher unter Reduzierung der Temperatur der Bewegungsmechanik Wärme aufnimmt und anschließend wieder aus dem Dosiersystem
35 abgeführt wird.

Mit dieser Ausführung der Kühleinrichtung aus einem Zuführkanal bei zwei Abführkanälen kann ein Staudruck in der Kühleinrichtung verringert werden. Der Zuführkanal kann beispielsweise mittig, im Wesentlichen parallel zu den Aktoren verlaufen. Bevorzugt kann er aber in der die Aktoren umgebenden Rahmengehäuseeinheit integriert sein. Die beiden

5 Abführkanäle können auf den voneinander abgewandten Außenseiten der Aktoren, jeweils gegenüber dem Zuführkanal ausgebildet und angeordnet sein, so dass der Kühlstrom sehr leicht zur Aufnahme von Wärme jeweils an den Aktoren kontinuierlich im Betrieb vorbeigeführt werden kann.

10 Der Hebel und die Hebelaufgabe der Bewegungsmechanik können dabei beispielsweise nicht gesondert angeströmt, sondern lediglich von der Abluft der Piezoaktoren mit umströmt werden.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung können die Aktoren zusätzlich jeweils

15 gekapselt ausgebildet sein. Beispielsweise können die Aktoren in einer im Wesentlichen zylindrischen Kapselung beweglich mit ausreichend Spiel eingefasst sein.

Damit lassen sich die Aktoren mit einem parallel entlang ihrer Längserstreckung um die Kapselung strömenden Kühlstrom beaufschlagen. Bei dem Kühlmedium des Kühlstroms

20 kann es sich beispielsweise um ein Gas, wie z. B. Luft, Stickstoff etc., oder aber auch um eine flüssige bis zähflüssige Flüssigkeit, z. B. Kühlflüssigkeit, handeln, soweit diese eine ausreichend hohe Fließgeschwindigkeit zur Abführung der Wärme der gekapselten Aktoren aufweist.

25 Es ist ebenfalls denkbar, dass der Spalt bzw. Zwischenraum zwischen den gekapselten Aktoren und dem Gehäuse vorzugsweise mit einer weichen aber wärmeleitenden Masse gefüllt ist, so dass die Abwärme der Aktoren direkt an die Rahmengehäuseeinheit abgegeben werden kann und dort über die Außenfläche an die Umgebung oder mit einer erzwungenen Konvektion, etwa mit einem Lüfter, in gesteigerter Form an die Umgebung

30 abführbar ist.

Alternativ oder zusätzlich können die Aktoren jeweils zumindest einen Temperatursensor umfassen, um die Erwärmung der Aktoren zu messen bzw. überwachen und gegebenenfalls die Betriebsgeschwindigkeit zur Senkung der betriebsbedingten

35 Erwärmung der Komponenten entsprechend zu regeln. Bei vorhandener Kapselung kann der Temperatursensor innerhalb oder außerhalb der Kapselung angeordnet sein. Mittels

der gemessenen Temperaturdaten des Temperatursensors lässt sich die Position des Stößels in der Düse der Ventilkammer bzw. Düsenkammer bei Bedarf, vorzugsweise automatisch gesteuert, feinjustieren, so dass der Stößel auch bei sich verändernder Temperatur stets in der Mittelposition des Hebels die Düse des Ventils – je nachdem, welches der oben genannten Verfahren eingesetzt wird – entweder exakt verschließt (Stößelspitze im Dichtsitz) oder die Düse gerade geöffnet (Stößelspitze im Abstand zur Düse) ist.

Vorzugsweise kann die Kopplung zwischen der Bewegungsmechanik und dem Stößel eine feststellbare Kopplung sein. Das bedeutet, die beiden Komponenten können für den Betrieb vorzugsweise miteinander formschlüssig verbunden, wie z. B. verschraubt, verklickt, verrastet werden, besonders bevorzugt zusätzlich zu einer Vorspannung, die die Komponenten ohnehin kontinuierlich kontaktiert.

Wie erwähnt kann die Rahmengehäuseeinheit mit den daran fix verbundenen Komponenten vorzugsweise eine „erste Hauptmasse“ des Dosiersystems bilden. Vorzugsweise kann die Bewegungsmechanik mit den Aktoren, dem Hebel und der Hebellagereinheit einen zweiten, hauptsächlichen Massenanteil der Gesamtmasse des Dosiersystems vereinen, d. h. – ggf. in Verbindung mit weiteren Komponenten, wie z. B. einer Fluidikeinheit – eine „zweite Hauptmasse“ des Dosiersystems bilden.

Zur Verbesserung des generellen Dosierergebnisses bzw. zur Beruhigung der dynamischen Komponenten des Dosiersystems kann eine Gesamtmasse des Dosiersystems im Wesentlichen gleichmäßig, d. h. im Wesentlichen zu gleichen Anteilen, auf die Rahmengehäuseeinheit und die Hebellagereinheit aufgeteilt sein. Durch eine sinnvolle Verteilung der Gesamtmasse des Dosiersystems auf die zwei in etwa gleich großen „Hauptmassen“ kann dafür gesorgt werden, dass das gesamte, schwingfähig gekoppelte System überhaupt nicht erst auf die hochfrequenten Schwingungen der Bewegungsmechanik anspricht.

Um die Bewegungsmechanik insgesamt gegen die Rahmengehäuseeinheit federnd zu lagern, kann das Federelement vorzugsweise ein Tellerfederpaket sein. Das Tellerfederpaket kann dabei besonders bevorzugt eine Anzahl an Einzelfedertellern und/oder Federpaketen aufweisen. Dabei können auch unterschiedliche Einzelfederteller und/oder Federpakete zu einem Tellerfederpaket kombiniert realisiert sein. Mit dem

Tellerfederpaket lässt sich also die Bewegungsmechanik vorspannen, um das thermische Verhalten, wie z. B. temperaturbedingte Verformungen etc. der Aktoren zu kompensieren.

Die Erfindung wird im Folgenden unter Hinweis auf die beigefügten Figuren anhand von
5 Ausführungsbeispielen noch einmal näher erläutert. Dabei sind in den verschiedenen Figuren gleiche Komponenten mit identischen Bezugsziffern versehen. Die Figuren sind in der Regel nicht maßstäblich und lediglich als schematische Darstellung zu verstehen. Es zeigen:

10 Figur 1 einen teilweisen Längsschnitt (entlang der Schnittlinie A-A gemäß Figur 2) eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Dosiersystems, mit Blick ins Innere eines Gehäuses des Dosiersystems,

Figur 2 eine Draufsicht auf das Ausführungsbeispiel aus Figur 1, der besseren
15 Übersichtlichkeit und Einsicht wegen ohne Gehäuse,

Figur 3 eine vergrößerte, isolierte Draufsicht auf einen Hebel des Ausführungsbeispiels aus Figur 1,

20 Figur 4 einen Längsschnitt entlang der Schnittlinie B-B durch den Hebel gemäß Figur 3,

Figur 5 eine vergrößerte, perspektivische, teilweise transparente Teilansicht zweier am Hebel anstehender Aktoren gemäß Figur 1.

25 Figur 1 zeigt eine Gesamtansicht eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Dosiersystems 1 zur Dosierung eines Dosiermediums auf einem Werkstück in einem teilweisen Längsschnitt durch das Dosiersystem 1 entlang einer zumindest überwiegend längs in einer Längsrichtung 30L (in Figur 1: horizontal bzw. links-rechts) durch das Dosiersystem 1 verlaufenden Schnittlinie A-A. Diese Schnittlinie A-A ist
30 in Figur 2 in einer Draufsicht bzw. Aufsicht auf das Dosiersystem 1 gezeigt. Sie verläuft mittig durch das Dosiersystem 1, insbesondere durch einen Hebel 30 des Dosiersystems 1, aber springt in einem Bereich des Hebels 30 zwischen zwei sogenannten Aktorangriffsstellen 36, 37 zweier Aktoren 50a, 50b am Hebel 30 in einer Querrichtung 30Q (welche in Figur 1 in die Zeichenebene hinein und in Figur 2 nach oben verläuft) des Hebels
35 30 in eine außermittige, parallele Schnittebene. Damit ist zumindest einer der beiden dezentralen, eine Rotationsachse R bzw. Kippachse R des Hebels 30 bildenden

Zylinderstifte 42 (siehe Figur 5) des Dosiersystems 1 zu sehen. Die übrige in Figur 1 vertikal verlaufende Richtung des Dosiersystems 1 ist im Folgenden auch gleichbedeutend als Tiefenrichtung 30T des Hebels 30 aufgeführt. In dieser Richtung verläuft auch eine in Figur 1 gezeigte Achse bzw. Symmetrieachse S_T mittig zwischen den beiden zu dieser Achse S_T bzw. zueinander schräg gestellten Aktoren 50a, 50b, wobei die Symmetrieachse S_T dabei die erwähnte Kippachse R vertikal schneidet. In Figur 2 verläuft diese Symmetrieachse S_T entsprechend in die Zeichenebene hinein. Senkrecht zur besagten vertikalen Symmetrieachse S_T der Aktoren 50a, 50b verläuft eine horizontale Achse bzw. Symmetrieachse S_Q , hier in Figur 2 von oben nach unten bzw. umgekehrt. Gemeinsam bilden die Achsen S_T und S_Q eine Symmetrieebene S_Q, S_T , relativ zur der die Aktoren 50a, 50b gemeinsam ein symmetrisches „V“ bilden. Die zuvor bereits erwähnte Schnittlinie A-A durchläuft das Dosiersystem 1 im Übrigen senkrecht durch die Symmetrieebene S_Q, S_T .

Neben einer das Dosiersystem 1 weitestgehend rundherum einfassenden, statischen Rahmengehäuseeinheit 2 gehören zu den Hauptkomponenten der Erfindung eine dynamische Bewegungsmechanik 3, 4, 5, 30, 50a, 50b (nämlich eine Hebellagereinheit 3 mit einer Hebelauflage 4 und einer Fluidikpositionierung 5, der oben bereits erwähnte Hebel 30 und zwei Aktoren 50a, 50b), ein Federelement 21, hier als Tellerfederpaket 21 ausgebildet, welches die dynamische Bewegungsmechanik 3, 4, 5, 30, 50a, 50b gegen die statische Rahmengehäuseeinheit 2 verspannt bzw. vorspannt, sowie eine mit der Fluidikpositionierung 5 der Hebellagereinheit 3 koppelbare Fluidikeinheit 8 (Erläuterung weiter unten), welche unter anderem eine mit dem Hebel 30 in Kontakt stehende Ventileinheit 9 mit einer Düse 12 zur Dosierung des Dosiermediums in einer Dosierrichtung DR (hier nach unten) umfasst. Zur besseren Unterscheidung bzw. Trennung ist die statische Rahmengehäuseeinheit 2 in Figur 1 von links oben nach rechts unten schraffiert, wohingegen die dynamische Bewegungsmechanik 3, 4, 5, 30, 50a, 50b bis auf die zwei Aktoren 50a, 50b von links unten nach rechts oben schraffiert ist.

Bei der Hebelauflage 4 handelt es sich um einen innerhalb der Rahmengehäuseeinheit 2 befindlichen Teil der zumindest zweiteiligen Hebellagereinheit 3 des Dosiersystems 1. Bei der Fluidikpositionierung 5 handelt es sich um einen außerhalb der Rahmengehäuseeinheit 2 befindlichen Teil der Hebellagereinheit 3. Die beiden Teile 4, 5 sind u. a. über ein Drehgelenk 6 außerhalb der Rahmengehäuseeinheit 2 drehbar miteinander verbunden. Die im Wesentlichen längliche Fluidikpositionierung 5 verläuft dabei vom Drehgelenk 6 (in Figur 1 rechts, unterhalb der Rahmengehäuseeinheit 2) aus, in einem Abstand, parallel entlang der Rahmengehäuseeinheit 2 bzw. eines, vorzugsweise lösbar koppelbaren,

Gehäusebodens 2' der Rahmengehäuseeinheit 2 (also parallel entlang der innenseitig an der Rahmengehäuseeinheit 2 federnd gelagerten Hebelauflage 4) und lässt sich mittels eines Verstellelements 7, hier einer Stellschraube 7 zur Einstellung der Vorspannung eines Ausstoßelements 13, hier eines Stößels 13 gegen die Hebelauflage 4 ziehen. Zusammen
5 bilden die beiden Teile 4, 5 somit eine Art Ringkonstruktion bzw. Ring, welcher Ring den zuvor genannten Gehäuseboden 2' der Rahmengehäuseeinheit 2 (wie später noch erläutert) und das Federelement 21 ringartig umgreift bzw. einschließt.

Zwischen einem Endabschnitt 33 des Hebels 30 und der Fluidikpositionierung 5 ist die oben
10 bereits erwähnte Ventileinheit 9 eingesetzt. Die Ventileinheit 9 umfasst wiederum einen hohlzylindrischen Ventilkörper 10, in dem der Stößel 13 beweglich geführt ist. Zwischen dem Ventilkörper 10 und einem endseitigen Stößelkopf 14 am entgegengesetzten Ende einer Stößelspitze 16 des Stößels 13 ist dabei eine Stößelfeder 15 angeordnet, so dass der
15 Stößel 13 federnd gelagert ist. Mittels der Stellschraube 7 lässt sich somit der Abstand zwischen der Düse 12 und dem Endabschnitt 33 des Hebels 30 verändern, was ein genaues Einstellen einer Stößelendlage bezogen auf einen Düseneinsatz 12' ermöglicht und somit ein sicheres Schließen des Dosiersystems 1 ermöglicht. Die Stellschraube 7 weist dabei eine Feingewindespindel mit einer Schraubendruckfeder auf, um eine Feinjustierung des Abstands zwischen der Hebelauflage 4 und der Fluidikpositionierung 5
20 vornehmen zu können. Mit der Stellschraube 7 lässt sich also ein genaues Einstellen des Dosiersystems 1 auf die Eigenschaften der Düse 12 und des Stößels 13 gewährleisten, so dass mögliche Fertigungstoleranzen oder auch ein Verschleiß ausgleichbar sind.

Im Bereich der Ventileinheit 9 umfasst die Fluidikpositionierung 5 zudem eine in die
25 Fluidikpositionierung 5 integrierte Heizeinrichtung, welche von der Elektronik der Ventileinheit 9 versorgt und geregelt wird. Die Heizeinrichtung umfasst selbst wiederum eine Heizpatrone und einen Sensor, um das Dosiermedium für die Dosierung bei Bedarf zu heizen bzw. wärmen.

Neben der beschriebenen Ventileinheit 9 umfasst die mit der Fluidikpositionierung 5 lösbar
30 gekoppelte Fluidikeinheit 8 einen Dosiermedien-Versorgungsanschluss 17 zur ausreichenden sowie stetigen Versorgung bzw. Zuführung eines Dosiermediums für das Dosiersystem 1 aus einem Reservoir 17r, hier z. B. einer Dosierstoffkartusche 17r in die Ventilkammer 11. Zwischen dem Dosiermedien-Versorgungsanschluss 17 und der
35 Ventilkammer 11 verläuft hierzu innenliegend in der Fluidikeinheit 8 ein (nicht dargestellter) Medium-Zuführkanal bzw. medienführender Kanal.

Wie Figur 1 zu sehen, beinhaltet die Fluidikeinheit 8 ebenfalls eine Heizeinrichtung, nämlich eine Heizungseinheit 18 mit einer zweiten Heizzone entlang des medienführenden Kanals und einem Heizungselement 20 im Düsenbereich bzw. an der Düsenkammer 11 der Ventileinheit 9. Die Heizungseinheit 18 wird dazu über einen Anschluss 19 bzw. ein Heizungskabel 19 versorgt. Somit ist auch bei einer rein passiven, also nicht selbst beheizten und geregelten Fluidikeinheit, eine Temperierung im Düsenbereich möglich. Zusätzlich kann damit insbesondere auch der medienführende Kanal temperiert werden, so dass eine Vorwärmung des Dosiermediums verbessert werden kann, was vor allem bei großen Volumenströmen von Vorteil ist.

Nahe des Heizungselements 20 an einer drehgelenkfernen Schnittstelle 5s der Fluidikpositionierung 5 ist die oben bereits erwähnte Fluidikeinheit 8 lösbar angebracht, die ihrerseits wiederum einen Medium-Zuführkanal vom Dosiermedien-Versorgungsanschluss 17 zur Ventilkammer 11 der Ventileinheit 9 aufweist, um kontinuierlich Dosiermedium aus einem Reservoir 17r, hier z. B. einer Dosierstoffkartusche 17r über den Dosiermedien-Versorgungsanschluss 17 und den Medium-Zuführkanal in die Ventilkammer 11 zu leiten.

Mit dem Dosiersystem 1 wird im Betrieb ein gewünschtes Dosiermedium portionsweise vom Reservoir 17r aus einer Düse 12 der Ventilkammer 11 auf ein Werkstück aufgetragen. Dazu wird bei der Dosierung durch einen Öffnungsquerschnitt der Düse 12 bzw. eines Düseneinsatzes 12' in der Düse 12 zumindest ein in der Menge exakt dosierbarer Tropfen eines gewünschten Dosiermediums bzw. Dosierstoffs in einer Dosierrichtung DR abgegeben. Dies kann mittels einer schnellen Bewegung bzw. Stößelbewegung 30B des Stößels 13 indirekt über den Hebel 30 gesteuert und angetrieben durch die gegengleich arbeitenden Aktoren 50a, 50b erfolgen. Der wechselbare Düseneinsatz 12' in der Düse 12 der Ventilkammer 11 dient dabei dazu, die Dosiermenge und Form des Tropfens noch spezifischer für unterschiedliche Anwendungsgebiete einstellen zu können.

Im Folgenden werden nun die übrigen Komponenten innerhalb der Rahmengehäuseeinheit 2 beschrieben.

Dasjenige die Bewegungsmechanik 3, 4, 5, 30, 50a, 50b in der Rahmengehäuseeinheit 2 verspannende (oben bereits erwähnte) Federelement 21 steht innerhalb der Rahmengehäuseeinheit 2 unten am Gehäuseboden 2' der Rahmengehäuseeinheit 2 an und verspannt dabei den auf der Hebelaufgabe 4 drehbar um die Rotationsachse R

gelagerten Hebel 30 über die zwei am Hebel 30 nahe der Kippachse R anstehenden Aktoren 50a, 50b gegen einen oberen Abschnitt bzw. Rahmen der Rahmengehäuseeinheit 2. Mit der Verspannung werden die beiden Piezoelektrischen Aktoren über die Hebellagereinheit vorgespannt, was zur Vermeidung von Zugspannungen im dynamischen Betrieb erforderlich ist. Gleichzeitig werden dynamische Schwingungen aufgrund der relativ dazu trügender Masse der Rahmengehäuseeinheit 2 stark abgeschwächt und thermische Unterschiede bzw. Temperaturgradienten – die aufgrund der sehr dynamisch arbeitenden Bewegungsmechanik 3, 4, 5, 30, 50a, 50b entstehen können – von der Rahmengehäuseeinheit 2 des Dosiersystems 1 entkoppelt und mit der Ventileinheit 9 gekoppelt bzw. gleichgestellt. Dadurch haben diese Effekte nahezu keinen Einfluss auf den Dosierungsprozess des Dosiermediums aus einer Düse 12 der Ventileinheit 9. Im hier dargestellten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Dosiersystems 1 ist das Federelement 21 ein Tellerfederpaket 21 mit beispielsweise vier vertikal über einander gelagerten Einzelfedertellern, die untereinander federnd gelagert sind und deren Federkräfte sich addieren. Die Konstruktion wird flächig zusammengepresst, was eine hohe Dämpfung des Tellerfederpakets bewirkt und somit auch wieder zu einer Verringerung der Schwingungsneigung der Rahmengehäuseeinheit gegen die Hebellagereinheit führt.

Das Federelement 21 kann an der Unterseite wie bereits erwähnt mit dem Gehäuseboden 2', z. B. Blech, Platte etc., der Rahmengehäuseeinheit 2 verbunden, hier z. B. verschraubt sein. Es kann also einseitig, hier unterseitig, fest gekoppelt sein. Alternativ könnte das Federelement aber auch nur zwischengeklemmt sein.

Damit die beiden Teile 4, 5 in einem Abstand bzw. mit einem Abstandspalt zum Gehäuseboden 2' das Tellerfederpaket 21 ringförmig bzw. ringartig einschließend bzw. umgreifend gegeneinander verspannt werden können, weist der Gehäuseboden 2' in Figur 1 rechts und links des Tellerfederpakets 21 Ausschnitte (zur Seite bzw. nach unten) auf.

Oberseitig auf dem Federelement 21 liegt die Hebelauflage 4 auf und wird wie gesagt durch die Aktoren 50a, 50b gegen das Federelement 21 gedrückt.

Die Hebelauflage 4 weist zwei seitliche (in Figur 1 in Richtung der Zeichenebene hintereinander befindliche) „Schenkel“ mit nach oben halbkreisförmig geöffneten Mulden auf. Zwischen den Schenkeln ist ein an den Hebel 30 mit dem nötigen Bewegungsspielraum angepasster Innenraum zur teilweisen Aufnahme des Hebels 30 ausgebildet. In der Seitenansicht gemäß Figur 1 ist nur einer der beiden besagten Schenkel der Hebelauflage

4 sichtbar, da die beiden Schenkel – aus dieser Richtung betrachtet – hintereinanderliegen. In der Mulde des sichtbaren (hier vorderen) Schenkels ist einer der beiden die Rotationsachse R bildenden Zylinderstifte 42 (siehe Figur 5) zu erkennen. Um den Aufbau dieses Teils des Dosiersystems 1 besser erkennen zu können, nutzt auch die längs durch
5 den isoliert dargestellten Hebel 30 verlaufende Schnittlinie B-B in Figur 3 den Schnittlinienverlauf (nach Art eines „einzelnen Rechteckpulses“), wie ihn auch die oben bereits erwähnte Schnittlinie A-A aus Figur 2 nutzt.

Wie in Figur 5 zu sehen ist, liegt jeder der besagten Zylinderstifte 42 jeweils seitlich in etwa
10 mit einer (entlang der Zylinderstiftachse) äußeren Hälfte 42a auf einem der Schenkel der Hebelauflage 4 auf und hält (um sich drehbar) mit der anderen, inneren Hälfte 42b zugleich den Hebel 30 im Innenraum der Hebelauflage 4. Hierzu ragen die Zylinderstifte 42 jeweils in eine seitliche, quer (in einer Querrichtung 30Q) im Hebel 30 ausgebildete, U-förmig nach unten offene (nach oben geschlossene) Aussparung 41 (Erläuterung weiter unten) des
15 Hebels 30 hinein, welche Aussparung 41 in der Aufsicht auf den Hebel 30 in Figur 3 gestrichelt angedeutet ist und in Figur 4 von der Seite gezeigt ist.

Anschaulich lässt sich die Form des Hebels 30 als ein zweiseitiger, dreidimensionaler, asymmetrischer Kraftwandler nach Art eines „Schrackenbaums“ (mit Gegengewicht)
20 beschreiben. Konkret umfasst der Hebelarm 31 des Hebels 30 in seiner Längsrichtung 30L auf in etwa einer Hälfte einen voluminösen, eher massiven, grob quaderförmigen Abschnitt und auf der anderen Hälfte einen schmalen, möglichst leicht konstruierten, länglichen Stiel bzw. „Ausleger“. Eine (hier in Figur 3 rechte) Hälfte des quaderförmigen Abschnitts gehört zu einer kürzeren Hebelarmseite 32 des zweiseitigen Hebelarms 31. Die andere (hier in
25 Figur 3 linke) Hälfte des quaderförmigen Abschnitts gehört zusammen mit dem daran anschließenden länglichen Ausleger zu einer längeren Hebelarmseite 35 des zweiseitigen Hebelarms 31. Dazwischen liegt die Rotationsachse R des Hebels 30, neben welcher die zwei Aktoren 50a, 50b der Bewegungsmechanik 3, 4, 5, 30, 50a, 50b an den Aktorangsgriffsstellen 36, 37 am Hebel 30 angreifen. Dabei greift ein erster (in Figur 1 und 2
30 linker) Aktor 50a an einer ersten (hier linken) vertieft im Innern des Hebels 30 versenkten bzw. ausgenommenen Aktorangsgriffsstelle 36 der ersten Hebelarmseite 35 des zweiseitigen Hebelarms 31 an und ein zweiter (hier rechter) Aktor 50b an einer zweiten (hier rechten) gleichermaßen versenkten bzw. ausgenommenen Aktorangsgriffsstelle 37 der zweiten Hebelarmseite 32 des zweiseitigen Hebelarms 31 an (siehe zur Lage der
35 Aktorangsgriffsstellen 36, 37 auch Figuren 3 bis 5).

Die beiden Aktoren 50a, 50b stehen also bei einer normalen Anordnung des Dosiersystems 1, wie sie hier in Figur 1 dargestellt ist, auf einer (Hebel-)Oberseite 40 (in Figur 1 in Tiefenrichtung 30T oben), im quaderförmigen Abschnitt beidseitig der Rotationsachse R des Hebels 30 direkt (an jeweils einem unten noch erläuterten Zylinderstift 36z, 37z der

5 Aktorangriffsstellen 36, 37) am Hebel 30 an.

Anhand des in Figur 5 in perspektivischer Ansicht teilweise transparent dargestellten Hebels 30 und eines Teils der beiden Aktoren 50a, 50b ist dabei gezeigt, wie die beiden Aktoren 50a, 50b bzw. deren Fronten 54 genau am Hebel 40 angreifen bzw. anstehen, um

10 diesen bestimmungsgemäß um einige Grad um die Rotationsachse R bzw. Kippachse R zu verkippen, d. h. wie sie in ihrer jeweiligen Wirkungsrichtung 52a, 52b ein Kippmoment bzw. eine Longitudinalauslenkung auf den Hebel 30 übertragen. Wie hierzu aus dem vergrößerten Ausschnitt in Figur 5 hervorgeht, stehen die Aktoren 50a, 50b mit ihren Wirkungsrichtungen 52a, 52b tangential an einem Kreis K der Angriffspunkte (bzw.

15 Aktorangriffsstellen 36,37) an, so dass die Wirkungsrichtungen 52a, 52b jeweils senkrecht auf einer radialen Verbindungslinie V_a , V_b zur gemeinsamen Rotationsachse R im Zentrum des Kreises K stehen. Da die Wirkungsrichtungen 52a, 52b dabei tangential am Kreis K angreifen, erzeugt eine Longitudinalauslenkung, d. h. ein Kippmoment eines jeweiligen Aktors 50a, 50b, dessen Front 54 dabei mit dem Hebel 30 um ein paar Grad minimal entlang

20 des Kreises K um die Rotationsachse R (um die in Figur 5 dargestellte tangentielle Position bzw. Mittelposition P_0 des Hebels) bogenförmig nach unten oder nach oben wandert, nur eine minimale Querbewegung. Würden die Aktoren 50a, 50b bzw. deren Wirkungsrichtungen 52a, 52b jeweils weiter oben oder unten entlang des Kreises K angreifen, würde dieselbe Auslenkung um ein paar Grad entlang des Kreises K, eine

25 deutliche größere Querbewegung der Front 54 des jeweiligen Aktors 50a, 50b verursachen. Diese andernfalls deutlich bogenförmigere Kreisbahnbewegung bzw. Pendelbewegung entlang des Kreises K kann mittels der tangentialen Anordnung der Wirkungsrichtungen 52a, 52b am Kreis K um die Rotationsachse R zu einer möglichst geradlinigen Longitudinalauslenkung reduziert werden.

30

An einer (Hebel-)Unterseite (in Figur 1 in Tiefenrichtung 30T unten) liegt der Hebel 30 im quaderförmigen Abschnitt an der Rotationsachse R zwischen den Aktorangriffsstellen 36, 37 indirekt (mit den äußeren Hälften 42a der Zylinderstifte 42) auf der Hebelaufgabe 4 auf und steht im Endabschnitt 33 des länglichen Auslegers mit dem Stößelkopf 14 des Stößels

35 13 in Kontakt. Am Endabschnitt 33 des Auslegers des Hebels 30 ist eine weitere Bohrung 34 im Hebel 30 ausgebildet. Sie dient der Einbringung eines Permanentmagneten und

damit der Positionsbestimmung des Hebels 30 mit einem an der Hebellagereinheit 3 befestigten HALL-Sensor.

5 Damit die Aktoren 50a, 50b erstmals unterhalb einer Rotations- / Drehachsebene X_R an den Aktorangriffsstellen 36, 37 im Innern des Hebels 30 anstehen (und nicht bereits oberflächlich an der Oberseite 40 des Hebels 30), weist der Hebel 30 keilförmig nach unten zulaufende Keilaussparungen 39 auf, die an der Oberseite 40 beginnen und sich bis zu den Aktorangriffsstellen 36, 37 im Innern des Hebels 30 erstrecken. Die jeweiligen tiefsten Punkte bzw. Stellen der Keilaussparungen 39 im Hebel 30 definieren dabei eine erste
10 Aktorangriffsstelle 36 für einen ersten Aktor 50a (in Figur 1 der linke Aktor) und eine zweite Aktorangriffsstelle 37 für einen zweiten Aktor 50b (in Figur 1 der rechte Aktor). Die Keilaussparungen 39 sind so ausgebildet, dass darin die im bestimmungsgemäß zusammengesetzten Zustand des Dosiersystems 1 ebenfalls keilförmig zulaufenden Fronten bzw. Spitzen 54 der schräg zueinander gestellten Aktoren 50a, 50b umseitig Platz
15 finden bzw. mit etwas Spiel aufgenommen sind.

Wie insbesondere in Figur 5 zu sehen ist, bestehen die Aktorangriffsstellen 36, 37 konstruktiv aus den zwei bereits erwähnten Zylinderstiften 36z, 37z, an denen die Aktoren 50a, 50b mit ihren Fronten 54 anstehen und sich auf den Zylinderstiften 36z und 37z
20 abrollen können. Die anstehenden Vorderseiten der Fronten 54 der Aktoren 50a, 50b sind dabei jeweils vorne konkav an die Zylinderstifte 36z, 37z mit einem relativ gesehen etwas größeren Radius angepasst. Die Kernbohrungen sind dazu in Querrichtung 30Q durchgängig von einer Längsseite zur anderen Längsseite des Hebels 30 durch den Hebel 30 ausgebildet, werden nahezu vollständig durch die Zylinderstifte 36z, 37z ausgefüllt
25 (siehe Figur 5) und schneiden einen Endbereich der Keilaussparungen 39, so dass die Kernbohrungen abschnittsweise nach oben zu den Keilaussparungen 39 geöffnet sind. Dabei ist der Radius der Kernbohrungen auf die Zylinderstifte 36z, 37z angepasst, so dass ein sicherer Halt gewährleistet ist und die Aktoren 50a, 50b mit ihren Fronten 54 auf den feststehenden Zylinderstiften 36z, 37z, eine reibarme relative Rollbewegung gewährleisten.

30
Mittig in Längsrichtung 30L, schräg oberhalb zwischen den besagten Kernbohrungen befinden sich die oben bereits erwähnten Aussparungen 41 für die anderen bereits erwähnten Zylinderstifte 42, mittels derer ja der Hebel 30 kippbar um die Rotationsachse R im Innenraum zwischen den zwei Schenkeln der Hebelaufgabe 4 gelagert ist. Auch der
35 Radius der Aussparungen 41 ist etwas größer als der der Zylinderstifte 42, so dass ebenso eine „fixe“ Sollposition vorliegt und doch eine reibarme relative Rollbewegung gewährleistet

ist. Die Aussparungen 41 beginnen in Querrichtung 30Q betrachtet außerhalb der Keilaussparungen 39 in einander gegenüberliegenden, voneinander beabstandeten Randbereichen des Hebels 30 (siehe Figur 3). In Tiefenrichtung 30T des Hebels 30 erstrecken sie sich von der Unterseite bis oberhalb einer sogenannten

5 Angriffsachsenebene X_A des Hebels 30 (siehe Figur 4). Die Angriffsachsenebene X_A wird per Definition durch die Aktorangriffsstellen 36, 37 aufgespannt bzw. gebildet, welche Aktorangriffsstellen 36, 37 sich auf den Oberflächen der Zylinderstifte 36z, 37z befinden. In einer Mittelposition P_0 des Hebels 30 ist die Angriffsachsenebene X_A horizontal ausgerichtet. Die Zylinderstifte 42 sind dabei (wie in Figur 5 zu erkennen ist) in etwa zur

10 Hälfte ihrer Länge mit der inneren Hälfte 42b in den Aussparungen 41 aufgenommen (in denen sie wie oben erwähnt oberseitig bzw. mit ihrer Oberseite anstehen) und liegen mit der anderen äußeren Hälfte 42a mit ihrer Unterseite auf den Schenkeln in den halbkreisförmig nach oben offenen Mulden der Hebelauflage 4 auf. Der Hebel 30 lässt sich demzufolge sehr einfach bei einer Montage, um in diesen Betriebszustand zu gelangen,

15 von oben in die Hebelauflage 4 einsetzen, bevor die weiteren Komponenten aufgesetzt bzw. aufmontiert werden.

Im Betriebszustand ist der Hebel 30 insgesamt sehr platzsparend auf bzw. in der Hebelauflage 4 angeordnet, da er in seiner Tiefenrichtung 30T in etwa bis zur Hälfte seiner

20 Höhe bzw. Tiefe mit gerade ausreichend viel Spiel in den Innenraum zwischen den Schenkeln der Hebelauflage 4 hineinragt bzw. darin aufgenommen ist. Mit dieser Art der Lagerung lässt er sich wie vorgesehen um die Kippachse R ohne direkten Kontakt zur Hebelauflage 4 zumindest um einige Grad, nämlich vorzugsweise zwischen $+0,1^\circ$ bis $+5^\circ$ (Grad), verkippen. Besonders bevorzugt ist dabei ein Kippwinkel von $+0,5^\circ$. Dabei verläuft

25 seine in Querrichtung durch den Hebel 30 verlaufende Drehachse R in Längsrichtung 30L außermittig seines Schwerpunkts.

Um das Gewicht des Hebels 30, insbesondere seines länglichen Auslegers möglichst zu reduzieren, weist der Hebel 30 neben der (in Figur 4 linken) auslegernahen Keilaussparung

30 39 vier Bohrungen 38 bzw. Ausnehmungen 38 auf. Die Bohrungen 38 sind kreisrund, unterschiedlich groß und nehmen in Richtung zum Endabschnitt 33 im Durchmesser ab, da sie der insgesamt zum Endabschnitt 33 flacher werdenden Form des Hebels 30 angepasst sind. Sie sind jeweils leicht voneinander beabstandet und verlaufen in Querrichtung 30Q betrachtet jeweils durchgängig durch den Hebel 30. Die Bohrungen 38 sorgen funktional

35 für eine maximale Gewichtsreduzierung des Hebels 30, ohne dabei die Stabilität des Hebels 30 zu beeinträchtigen. Mit der obigen Formulierung „flacher werdend“ ist gemeint, dass der

Hebel 30 beginnend mit der auslegernahen Keilaussparung 39 in Längsrichtung 30L zum Endabschnitt 33 hin eine schräg zur Oberseite 40 hin verlaufende Unterseite aufweist, also in Tiefenrichtung 30T weniger tief, respektive flacher wird. Dadurch liegt der mit dem Stoßelkopf 14 in Kontakt stehende Endabschnitt 33 am Ende des länglichen Auslegers in der Mittelposition P_0 des Hebels 30 genau in derselben Höhe, wie das obere Ende der Aussparungen 41 im Hebel 30 für die oben erwähnten Zylinderstifte 42 im voluminösen Abschnitt des Hebels 30. Mit anderen Worten liegt der Endabschnitt 33 in der Mittelposition P_0 des Hebels 30 also exakt in der Rotations- bzw. Drehachsebene X_R .

10 Auf die Hebelauflage 4 kann hierzu (nicht zwingend) oberseitig, zumindest die Zylinderstifte 42 nach oben hin einfassend, ein Hebellagerabschluss (zur besseren Übersichtlichkeit nicht dargestellt) als oberer Abschluss bzw. teilweise offener Deckel mit Löchern für die Aktoren 50a, 50b aufgesetzt werden. Um den Hebel 30 dabei nahezu vollständig von oben einzufassen bzw. einzuschließen, kann ein solcher Hebellagerabschluss in etwa dieselbe
15 Größe und Form aufweisen, wie die Hebelauflage 4 darunter. Dabei kann er schräg von oben nach unten verlaufende Durchgangsöffnungen für die Aktoren 50a, 50b aufweisen, durch die die Aktoren 50a, 50b mit ihren zylinderförmigen Übertragern 53 (in Wirkungsrichtung 52a, 52b hinter den Fronten 54 der Aktoren 50a, 50b) hindurchverlaufen, um an den Aktorangriffsstellen 36, 37 am Hebel 30 angreifen zu können. Mit einer
20 Hebelauflage 4 und einem Hebellagerabschluss darüber wird erreicht, dass der Hebel 30 darin weitestgehend gegenüber dem restlichen Dosiersystem 1 abgeschirmt beweglich gelagert ist.

Oberhalb des Hebels 30 sind die beiden schräg zueinander gestellten, symmetrisch zur Achse S_T ausgerichteten Aktoren 50a, 50b angeordnet, die wie erwähnt mit ihren konkav ausgebildeten Vorderseiten der Spitzen bzw. Fronten 54 an den Zylinderstiften 36z, 37z der Aktorangriffsstellen 36, 37 am Hebel 30 anstehen.

Bei den zwei baugleichen Aktoren 50a, 50b bzw. Piezoaktoren 50a, 50b handelt es sich jeweils um mehrere wie üblich zu einem Piezostack gestapelte Piezoelemente 51 bzw. „Piezoplättchen“, mit denen unter Anlegen einer elektrischen Spannung mittels des sogenannten „inversen Piezoeffekts“ eine mechanische Bewegung in Längsrichtung bzw. Wirkungsrichtung 52a, 52b der Aktoren 50a, 50b, d. h. eine Längenänderung normal bzw. senkrecht zur Fläche der Piezoelemente 51 entlang der Längsachse 52a, 52b des
35 jeweiligen Aktors 50a, 50b, erzeugt wird.

Die gekapselten Aktoren 50a, 50b sind dabei jeweils in einer mit O-Ringen 57 abgedichteten Aussparung 56 der Rahmengehäuseeinheit 2 um die Piezoelemente 51 eingebettet und werden im Betrieb mithilfe einer in der Rahmengehäuseeinheit 2 integrierten Kühleinrichtung 60 des Dosiersystems 1 innerhalb der Aussparung 56 in der
5 Rahmengehäuseeinheit 2 gekühlt.

Die Kühleinrichtung 60 bzw. das Kühlkanalsystem 60 umfasst einen Zuführkanal 61 zur Einführung eines Kühlmediums zur Kühlung der Piezoelemente 51 mittig zwischen den Aktoren 50a, 50b sowie zwei Abführkanäle 63a, 63b zur parallelen kontinuierlich
10 anschließenden Wiederabführung des Kühlmediums seitlich, in Längsrichtung 30L (in Figur 1 links und rechts) neben den Piezoelementen 51 bzw. Aktoren 50a, 50b. Von einer mit dem Dosiersystem 1 am oberen Abschnitt bzw. Rahmen der Rahmengehäuseeinheit 2 gekoppelten Quelle strömt das Kühlmedium im Zuführkanal 61 parallel zu den Aktoren 50a, 50b in einer (in Figur 1 nach unten gerichteten) Kühlstromrichtung 60i zu den Übertragern
15 53 der Aktoren 50a, 50b. Unmittelbar oberhalb der Übertrager 53 – abgedichtet durch zwei O-Ringe 57 zur Abdichtung des Spaltes zwischen der Aussparung 56 und einer Außenhaut der hermetisch gekapselten Aktoren 50a, 50b – wird es in eine Gegenrichtung entgegen der Wirkungsrichtung 52a, 52b der Aktoren 50a, 50b zu den endseitigen Anschlüssen 55 der Aktoren 50a, 50b (in Figur 1 schräg nach oben) umgelenkt bzw. umgeleitet und strömt
20 anschließend jeweils über seitliche Einlässe 62 des Zuführkanals 61 senkrecht (schräg nach unten) in die Aussparung 56 der Piezoelemente 51 der zueinander schräg gestellten Aktoren 50a, 50b hinein, so dass die Piezoelemente 51 der Aktoren 50a, 50b ringsum mit dem kühlen Kühlmedium umströmt werden. Das Kühlmedium propagiert dabei gleichmäßig von einer Innenseite mittig zwischen den Aktoren 50a, 50b (leicht schräg abwärts) nach
25 außen entlang der mäanderförmigen Außenhaut der hermetisch gehausten gestapelten Piezoelemente 51 bzw. um die Piezoelemente 51 herum, nimmt die von den Aktoren 50a, 50b erzeugte Wärme auf und strömt anschließend über seitliche Auslässe 64 aus der Aussparung 56 in die beiden Abführkanäle 63a, 63b (rechts und links) auf den Außenseiten der Aktoren 50a, 50b hinein. Dort, in den beiden seitlichen Abführkanälen 63a, 63b wird
30 das erwärmte Kühlmedium (nach oben hin) in einer (aufwärts) gerichteten Kühlstromrichtung 60o zu den beiden Ausgängen der Abführkanäle 63a, 63b des Kühlkanalsystems 60 am oberen Abschnitt bzw. Rahmen der Rahmengehäuseeinheit 2 angesaugt bzw. abgeführt. Mittels der einzelnen mittigen Einführung und der beidseitigen parallelen Abführung des Kühlmediums auf den beiden voneinander in Längsrichtung 30L
35 entfernten Außenseiten der Aktoren 50a, 50b kann ein Staudruck des Kühlmediums im

Kühlkanalsystem 60 minimiert werden und damit eine Kühlleistung bzw. Kühleffektivität des Kühlkanalsystems 60 maximiert werden.

5 Zusätzlich zu den endseitigen Anschlüssen 55 zur Steuerung der Strom- bzw. Spannungsversorgung der Aktoren 50a, 50b umfassen die Aktoren 50a, 50b jeweils einen Temperatursensor 65, welcher Temperaturdaten liefert, mittels derer unter anderem die Kühlleistung des Kühlkanalsystems 60 reguliert bzw. gesteuert werden kann.

10 Zusammenfassend lässt sich das Dosiersystem 1 strukturell sowie funktional im Wesentlichen in zwei gegeneinander über das Federelement 21 federnd gelagerte Einheiten 2, 60, 3, 4, 5, 30, 50a, 50b wie folgt aufteilen bzw. aufgliedern. Eine „statische“ Einheit 2 umfasst unter anderem die Rahmengehäuseeinheit 2 und den Gehäuseboden 2' der Rahmengehäuseeinheit 2. Zusätzlich kann sie zumindest die integrierte Kühleinrichtung 60, eine Steuerungsplatine zur Steuerung des Dosiersystems 1, eine Isolierplatine, eine 15 Anbindungsplatine, mögliche Anschlüsse, insbesondere für die Quelle und die Ausgänge des Kühlmediums und eine Spannungsversorgung für das Dosiersystem 1 umfassen.

Eine „dynamische“ Einheit 3, 4, 5, 30, 50a, 50b bzw. Bewegungsmechanik 3, 4, 5, 30, 50a, 50b umfasst mindestens die Hebellagereinheit 3 mit der Hebelauflage 4 und der 20 Fluidikpositionierung 5, den Hebel 30 und die beiden Aktoren 50a, 50b. Zusätzlich kann sie an der Fluidikpositionierung 5 mit der Ventileinheit 9 und der Fluidikeinheit 8 gekoppelt sein und gegebenenfalls einen Permanentmagneten am Hebel 30 und einen korrespondierenden HALL-Sensor an der Hebellagereinheit 3 zur Bestimmung der Position bzw. Stellung des Hebels 30 umfassen. An die Fluidikeinheit 8 kann dabei am 25 Dosiermedien-Versorgungsanschluss 17 entweder eine Dosierstoffkartusche 17r oder lediglich eine Zuleitung bzw. ein Schlauch von einem Dosierstofftank angeschlossen sein.

Die beiden zuvor erwähnten Einheiten können dabei vorteilhafterweise so dimensioniert und gewichtet sein, dass sie im Wesentlichen dieselbe Masse aufweisen, d. h. eine 30 Gesamtmasse des Dosiersystems 1 im Wesentlichen zu gleichen Teilen in die „statische“ Einheit sowie in die „dynamische“ Einheit aufgeteilt ist. Damit wird – wie mit der Erfindung bezweckt – insgesamt ein noch stabileres, qualitativ hochwertigeres Dosierergebnis mit einer besonders hohen Dosiergeschwindigkeit bzw. Dosierfrequenz erzielt, da sich die Schwingungen der beiden Einheiten gegenseitig abschwächen bzw. ausgleichen. Sofern 35 die Fluidikeinheit 8, wie in Figur 1 dargestellt, mit einer Dosierstoffkartusche 17r ausgebildet ist, deren Inhalt sich mit der Dosierung verändert, kann dies bei der Verteilung der

Gesamtmasse berücksichtigt werden, beispielsweise derart, dass sich die Hauptmassen der Gesamtmasse zumindest im Mittel ausgleichen.

- Es wird abschließend noch einmal darauf hingewiesen, dass es sich bei den vorhergehend
- 5 detailliert beschriebenen Vorrichtungen lediglich um Ausführungsbeispiele handelt, welche vom Fachmann in verschiedenster Weise modifiziert werden können, ohne den Bereich der Erfindung zu verlassen. So könnte beispielsweise das Dosiersystem auch konstruktiv derart umgestaltet sein, dass als Federelement eine entsprechend ausgebildete und angeordnete Zugfeder verwendet werden könnte. Weiterhin schließt die Verwendung der unbestimmten
- 10 Artikel „ein“ bzw. „eine“ nicht aus, dass die betreffenden Merkmale auch mehrfach vorhanden sein können.

Bezugszeichenliste

	1	Dosiersystem
5	2	Rahmengehäuseeinheit
	2'	Gehäuseboden
	3	Hebellagereinheit
	4	Hebelaufklage
	5	Fluidikpositionierung
10	5s	Schnittstelle zwischen Fluidikpositionierung und Fluidikeinheit
	6	Drehgelenk
	7	Verstellelement / Stellschraube
	8	Fluidikeinheit
	9	Ventil / Ventileinheit
15	10	Ventilkörper
	11	Ventilkammer / Düsenkammer
	12	Düse
	12'	Düseneinsatz
	13	Ausstoßelement / Stößel
20	14	Stößelkopf
	15	Stößelfeder
	16	Stößelspitze
	17	Dosiermedien-Versorgungsanschluss
	17r	Reservoir / Dosierstoffkartusche
25	18	Heizungseinheit
	19	Anschluss / Heizungskabel
	20	Heizungselement
	21	Federelement / Tellerfederpaket
	30	Hebel
30	30B	Stößelbewegung
	30L	Längsrichtung des Hebels
	30Q	Querrichtung des Hebels
	30T	Tiefenrichtung des Hebels
	31	Hebelarm, zweiseitig
35	32	kürzere Hebelarmseite
	33	Endabschnitt

	34	Bohrung (für Permanentmagneten)
	35	längere Hebelarmseite
	36	erste Aktorangriffsstelle
	36z	erster Zylinderstift der ersten Aktorangriffsstelle
5	37	zweite Aktorangriffsstelle
	37z	zweiter Zylinderstift der zweiten Aktorangriffsstelle
	38	Bohrungen / Durchgangsbohrungen / Ausnehmungen
	39	Keilaussparungen
	40	(Hebel-)Oberseite des Hebels
10	41	Aussparung für Zylinderstifte in der Hebelaufgabe
	42	Zylinderstifte
	42a	äußere Hälfte des Zylinderstifts
	42b	innere Hälfte des Zylinderstifts
	50a, 50b	Aktoren / Piezoaktoren (hier gekapselt)
15	51	Piezoelemente
	52a	erste Wirkungsrichtung / Längsachse des ersten Aktors
	52b	zweite Wirkungsrichtung / Längsachse des zweiten Aktors
	53	Übertrager der Aktoren
	54	Fronten / Spitzen der Aktoren
20	55	Anschlüsse der Aktoren
	56	Aussparung für die Piezoaktoren
	57	O-Ring
	60	Kühleinrichtung / Kühlkanalsystem
	60i, 60o	Kühlstromrichtungen
25	61	Zuführkanal
	62	Einlässe des Zuführkanals in die Aktoren
	63a, 63b	Abführkanäle, zwei
	64	Auslässe des Abführkanals aus den Aktoren
	65	Temperatursensor
30		
	A-A	Schnittlinie durch das Dosiersystem
	B-B	Schnittlinie durch den Hebel
	DR	Dosierichtung
	K	Kreis der Aktorangriffsstellen
35	P ₀	Mittelposition
	R	Rotations- / Kippachse

	S_T	erste Symmetrieachse der Symmetrieebene der Aktoren
	S_Q	zweite Symmetrieachse der Symmetrieebene der Aktoren
	V_a	erste Verbindungslinie
	V_b	zweite Verbindungslinie
5	X_A	Angriffsachsenebene
	X_R	Rotations- / Drehachsenebene

Patentansprüche

1. Dosiersystem (1) zur Dosierung eines Dosiermediums umfassend
- eine Rahmengehäuseeinheit (2),
 - 5 - eine an der Rahmengehäuseeinheit (2) gelagerte Hebellagereinheit (3) mit einer Hebelauflage (4),
 - einen mittels der Hebelauflage (4) um eine Kippachse (R) drehbar gelagerten, vorzugsweise asymmetrischen, Hebel (30) mit einem sich im Wesentlichen in einer Längsrichtung (30L) des Hebels (30) erstreckenden, zweiseitigen Hebelarm (31),
 - 10 wobei eine Hebelarmseite (35), vorzugsweise die längere Hebelarmseite (35), kippachsennah eine erste Aktorangriffsstelle (36) aufweist und kippachsenfern an einem Endabschnitt (33) mit einem Ausstoßelement (13), vorzugsweise einem Stößel (13), in Kontakt steht und
 - wobei die andere Hebelarmseite (32), vorzugsweise die kürzere Hebelarmseite (32),
 - 15 kippachsennah eine zweite Aktorangriffsstelle (37) aufweist,
 - zwei Aktoren (50a, 50b), die im Betrieb gegenläufig ein Kippmoment an der ersten und zweiten Aktorangriffsstelle (36, 37) auf den Hebel (30) ausüben,
 - wobei die Aktoren (50a, 50b) schräg zueinander gestellt sind und wobei die Hebellagereinheit (3), der Hebel (30) und die beiden Aktoren (50a, 50b) gemeinsam eine
 - 20 Bewegungsmechanik (3, 4, 5, 30, 50a, 50b) bilden, die mittels zumindest eines Federelements (21), vorzugsweise eines Tellerfederpakets (21), an der Rahmengehäuseeinheit (2) verspannt ist,
 - wobei vorzugsweise das Federelement (21) so angeordnet ist, dass es die Hebellagereinheit (3) über den Hebel (30) sowie über die beiden Aktoren (50a, 50b) gegen
 - 25 die Rahmengehäuseeinheit (2) verspannt.
2. Dosiersystem nach Anspruch 1, wobei sich die beiden Aktoren (50a, 50b) auf einer gemeinsamen Längsseite des Hebels (30) befinden.
- 30 3. Dosiersystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Aktoren (50a, 50b) V-förmig, vorzugsweise maximal in einem 150° Winkel, weiter bevorzugt maximal in einem 120° Winkel, noch weiter bevorzugt maximal in einem 90° Winkel, besonders bevorzugt maximal in einem 60° Winkel und ganz besonders bevorzugt maximal in einem 30° Winkel, zueinander schräg gestellt sind.
- 35

4. Dosiersystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Aktorangriffsstellen (36, 37) am Hebel (30) für die Aktoren (50a, 50b) nicht in einer Ebene der Kippachse (R) liegen.
- 5 5. Dosiersystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Hebel (30) derart ausgebildet und angeordnet ist, dass die Aktorangriffsstellen (36, 37) weiter entfernt von einer zu den Aktoren (50a, 50b) weisenden Längsseite des Hebels (30) im Hebel (30) positioniert sind als die Kippachse (R), an welcher Kippachse (R) der Hebel (30) drehbar gelagert aufliegt.
- 10 6. Dosiersystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Aktoren (50a, 50b) derart an den Aktorangriffsstellen (36, 37) angreifen, dass in einer Mittelposition (P_0) des Hebels (30) jeweils eine Längsachse (52a, 52b) der Aktoren (50a, 50b) im Wesentlichen senkrecht auf einer jeweiligen Verbindungslinie (V_a , V_b) zwischen der betreffenden
- 15 Aktorangriffsstelle (36, 37) und der Kippachse (R) steht.
7. Dosiersystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Aktoren (50a, 50b) derart tangential an einem Kreis (K) um die Kippachse (R) an den Aktorangriffsstellen (36, 37) angeordnet sind, dass sie im Betrieb zur Dosierung eines Dosiermediums bei einer
- 20 Ausstoß- und Rückzugsbewegung im Wesentlichen eine geradlinige Bewegung durchführen.
8. Dosiersystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Hebel (30) eine inhomogene Massenverteilung aufweist,
- 25 wobei vorzugsweise eine Masse des Hebels (30) derart entlang des Hebels (30) relativ zur Kippachse (R) verteilt ist, dass der Hebel (30) insgesamt bezogen auf die Kippachse (R) ein möglichst geringes (Massen-)Trägheitsmoment aufweist.
9. Dosiersystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Hebel (30) eine
- 30 Mehrzahl von Ausnehmungen (38), vorzugsweise querverlaufenden Durchgangsbohrungen (38), zur Gewichtsreduzierung aufweist.
10. Dosiersystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei eine Gesamtmasse des Dosiersystems (1) im Wesentlichen gleichmäßig auf die Rahmengehäuseeinheit (2) und
- 35 die Hebellagereinheit (3) aufgeteilt ist.

11. Dosiersystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Hebellagereinheit (3) mehrteilig ausgebildet ist, insbesondere zusätzlich zur Hebelauflage (4) eine Fluidikpositionierung (5) für eine Fluidikeinheit (8) des Dosiersystems (1) umfasst, wobei vorzugsweise die Hebelauflage (4) über ein Drehgelenk (6) mit der
5 Fluidikpositionierung (5) drehbar verbunden ist, und/oder wobei die Hebelauflage (4) und die Fluidikpositionierung (5) mechanisch gegeneinander verstellbar gelagert sind.

12. Dosiersystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Hebellagereinheit
10 (3) eine Ringkonstruktion (4, 5) umfasst, welche unter Belassen mindestens eines Spalts einen Abschnitt (2') der Rahmengehäuseeinheit (2) ringartig umschließt, und wobei vorzugsweise die Hebellagereinheit (3) mittels des Federelements (21), welches vorzugsweise in einem Spalt zwischen der Hebellagereinheit (3) und dem Abschnitt (2') der
15 Rahmengehäuseeinheit (2) angeordnet ist, verschiebbar an der Rahmengehäuseeinheit (2) gelagert ist, und/oder wobei vorzugsweise die Ringkonstruktion (4, 5) ein (das) Drehgelenk (6) umfasst und die Hebelauflage (4) der Hebellagereinheit (3) über den Hebel (30) und den Stößel (13) zur
20 Einstellung eines Stößel-Düsen-Abstandes an einer drehgelenkfernen Seite der Fluidikpositionierung (5) mittels eines Verstellelements (7), insbesondere einer Stellschraube (7), mit der Fluidikpositionierung (5) mechanisch einstellbar gekoppelt ist.

13. Dosiersystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Aktoren (50a, 50b)
25 jeweils gekapselt ausgebildet sind, und/oder wobei beide Aktoren (50a, 50b) jeweils zumindest einen Temperatursensor (65) umfassen.

14. Dosiersystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Aktoren (50a, 50b)
30 jeweils eine Gas-, vorzugsweise Luft-, oder Flüssigkeit-durchströmte Kühleinrichtung (60) umgibt, wobei die Kühleinrichtung (60) vorzugsweise einen Zuführkanal (61) zwischen den Aktoren (50a, 50b) mit Einlässen (62) in die Aktoren (50a, 50b) und zwei außermittige Abführkanäle (63a, 63b) mit Auslässen (64) in die Abführkanäle (63a, 63b) aufweist.