

**Milchfördervorrichtung für einen Kaffeevollautomaten und
korrespondierendes Verfahren**

Die Erfindung betrifft eine Milchfördervorrichtung mit einer
Dampfdüse zur Erzeugung eines Dampfstroms und einer sich an
5 eine Dampfaustrittsöffnung der Dampfdüse anschließenden
Mischkammer, wobei die Milch an einem Eintrittsort in die
Mischkammer geführt ist, wobei der Eintrittsort in Bezug auf
eine Richtung des Dampfstroms der Dampfaustrittsöffnung
vorgelagert ist. Eine solche Milchfördervorrichtung kann
10 insbesondere in einem Kaffeevollautomaten verwendet werden, um
Milch für Kaffeegetränke zu fördern. Darüber hinaus kann eine
solche Milchfördervorrichtung auch als eine
Milchaufschäumvorrichtung verwendet werden, um Milchschaum zu
produzieren und zu fördern.

15 Weiter betrifft die Erfindung ein zugehöriges Verfahren zum
Fördern von Milch, insbesondere in Form von Milchschaum, mit
Hilfe eines von einer Dampfdüse erzeugten Dampfstroms, wobei
die Förderung der Milch auf Basis des Venturi-Effekts erfolgt.

20 Viele Kaffeemaschinen, insbesondere Kaffeevollautomaten,
besitzen eine wie eingangs beschriebene Milchfördervorrichtung
zum Zubereiten von Kaffeespezialitäten mit Milch. Da Pumpen
teuer sind, wird dabei auf das Venturi-Prinzip
25 zurückgegriffen, um die Milch zu fördern: Hierbei wird mit
Hilfe der besagten Dampfdüse ein Unterdruck erzeugt, um Milch
aus einem Behälter oder ähnlichem anzusaugen, wobei sich der
Dampf mit der Milch in der besagten Mischkammer zu einem
Dampf-Milch Gemisch vermengt.

30 Der Venturi-Effekt beruht dabei auf der Tatsache, dass bei
Verengung eines Flussquerschnittes der Dampfdüse
notwendigerweise die Geschwindigkeit des Dampfstroms steigt,

was zu einem Absinken des Drucks führt. Diese Zusammenhänge werden durch die bekannte Bernoullie-Gleichung beschrieben. Steigert man die Geschwindigkeit des Dampfstroms, so sinkt der Druck unter den Umgebungsdruck und es entsteht somit ein
5 Unterdruck. Mittels dieses Unterdrucks können dann ein anderes Fluid, also beispielsweise Milch, oder sogar Festkörper angezogen werden.

Je nachdem, ob mit der Fördervorrichtung Milch oder
10 Milchschaum bereitgestellt werden soll, kann dem Dampf-Milch Gemisch zudem noch Luft zugeführt werden, um Milchschaum zu erhalten. Wird Milchschaum gefördert, so wird dabei typischerweise eine möglichst feinporige Qualität des Milchschaums angestrebt.

15
EP 2 540 200 A1 betrifft eine Milchaufschäumeinheit, die ebenfalls auf dem Venturi-Effekt beruht. Hierbei bildet die Milchstromleitung oder Milch-Luftstromleitung einen Teil der Mischkammer aus. Weiter ist die Milchstromleitung oder Milch-
20 Luftstromleitung hier nach dem Gegenstromprinzip aufgebaut - weist also Richtungswechsel auf, die nahezu 180 Grad aufweisen. Dadurch bilden sich Spitzkehren aus, die besonders zur Ablagerung von Verschmutzungen durch stehende Milch neigen können.

25
FR 2 638 083 A betrifft eine Milchaufschäumeinheit, bei der die Milchleitung nicht durch einen strukturell definierten Eintrittsort von der Mischkammer abgegrenzt ist.

30 Bei vorbekannten Milchfördervorrichtungen ist oftmals nicht optimal, dass ein Austrittsstrahl der Milch beziehungsweise des Milchschaums aus der Vorrichtung nicht kompakt ist. Dies hat oftmals damit zu tun, dass die Umsetzung des Venturi-Prinzips an ihre physikalischen Grenzen stößt. Dies gilt
35 insbesondere dann, wenn - beispielsweise zur Erzeugung einer

hohen Temperatur der Milch beziehungsweise des Milchschaums – die Milch nur mit einer sehr geringen Förderrate gefördert wird, bei konstanter Flussrate des Dampfstroms. Entsprechend ist bei sehr geringen Flussraten der Milch oftmals ein
5 Pulsieren des geförderten Milchstroms oder gar ein abruptes Abreißen desselben zu beobachten.

Ausgehend von diesen Beobachtungen ist es Aufgabe der Erfindung, eine Milchfördervorrichtung beziehungsweise ein
10 zugehöriges Verfahren bereit zu stellen, die eine stabile Förderung auch bei sehr geringen Flussraten noch ermöglichen.

Zur Lösung dieser Aufgabe sind erfindungsgemäß bei einer Milchfördervorrichtung die Merkmale von Anspruch 1 vorgesehen.
15 Insbesondere wird somit erfindungsgemäß zur Lösung der Aufgabe bei einer Milchfördervorrichtung der eingangs genannten Art vorgeschlagen, dass der Eintrittsort mittels einer Verengung gebildet ist. Durch die Verengung kann eine strukturelle Grenze der Mischkammer ausgebildet werden, so dass ein
20 Zurückströmen von Dampf und/oder einem Dampf-Milchgemisch aus der Mischkammer in die Milchleitung besser verhindert werden kann.

Mit anderen Worten wird demnach vorgeschlagen, dass die Milch
25 so in die Mischkammer eintritt, dass sie eine Strecke in Richtung des Dampfstroms oder längs zu diesem zurücklegt, bevor sie mit dem Dampfstrom vereinigt wird. Da die Milch typischerweise als ein Milchstrom in die Mischkammer gelangt, kann es somit innerhalb der Mischkammer einen Abschnitt geben,
30 in welchem der Milchstrom in gleicher Richtung wie der Dampfstrom fließt noch bevor sich der Milchstrom mit dem Dampfstrom zu einem Milch-Dampf-Strom vereinigt.

Unter Vorverlagerung des Eintrittsorts kann demnach
35 insbesondere eine Anordnung verstanden werden, in welcher der

Eintrittsort, entgegen einer Richtung des Dampfstroms in einer
Dampfaustrittsöffnung der Dampfdüse, beabstandet von der
Dampfaustrittsöffnung angeordnet ist (Vgl. dazu die Figur 3).
Bei einer solchen Anordnung ist demnach der Eintrittsort
5 bezogen auf die Dampfaustrittsöffnung und den Dampfstrom
zurückverlagert.

Vorteilhaft an allen diesen Ausgestaltungen ist, dass eine
Strömungsrichtung des Milchstroms in Richtung des Dampfstroms
10 ausgerichtet werden kann, noch bevor der Milchstrom mit dem
Dampfstrom vereinigt wird. Anders als bei vorbekannten
Vorrichtungen, trifft der Milchstrom also nicht mehr in einem
mehr oder weniger großen Winkel, insbesondere rechten Winkel
auf den Milchstrom, sondern der Milchstrom lagert sich an den
15 Dampfstrom tangential an und wird dabei von dem Dampfstrom
gleichmäßig befördert.

Im Ergebnis ist zu beobachten, dass mit der erfindungsgemäßen
Lösung ein mit der Vorrichtung geförderter Milch- oder
20 Milchschaumstrahl aus der Mischkammer viel sanfter austritt,
was insbesondere akustisch wahrnehmbar ist. Dieses
gleichmäßige Ausfließen aufgrund einer kontinuierlichen
Förderrate kann dabei auch bei sehr kleinen Förderraten
aufrecht erhalten werden, aufgrund der stabileren Umsetzung
25 des Venturi-Prinzips durch die neuartige Anordnung des
Eintrittsorts und die damit verbundene neuartige Heranführung
des Milchstroms an den ihn befördernden Dampfstrom.

Die Vorteile der erfindungsgemäßen Lösung lassen sich weiter
30 vergrößern durch Ausführungen, die in den Unteransprüchen
beschrieben sind.

So kann etwa eine Beimischöffnung für Milch oder auch für
Milch und Luft vorgesehen sein, die den Eintrittsort definiert
35 und in die Mischkammer mündet. Diese Beimischöffnung kann nun

gerade so ausgerichtet und/oder geformt sein, dass die Milch als ein Milchstrom in Richtung des Dampfstroms an den Dampfstrom heran geführt ist. Dieses Heranführen kann insbesondere so ausgestaltet sein, dass in einem Bereich, in dem der Milchstrom den Dampfstrom kontaktiert und/oder sich mit dem Dampfstrom vereinigt, eine Strömungsrichtung des Milchstroms bezogen auf eine Strömungsrichtung des Dampfstroms tangential verläuft. Hierbei kann nach der Vereinigung von Milch und Dampf die Strömungsrichtung des Milchstroms mit der des Dampfstroms gerade zusammenfallen, insbesondere derart, dass Milch und Dampf als ein gemeinsamer Milch-und-Dampf-Strom weiterfließen.

Das Heranführen kann ferner vorzugsweise derart ausgestaltet sein, dass in einem der Dampfaustrittsöffnung vorgelagerten Bereich der Mischkammer der Milchstrom in Richtung des Dampfstroms, insbesondere entlang einer Außenfläche der Dampfdüse, strömt. Dies ist beispielsweise möglich, wenn eine Dampfaustrittsöffnung der Dampfdüse und die besagte Beimischöffnung in dieselbe Richtung zeigen. Vorzugsweise kann die Beimischöffnung hierzu ringförmig ausgebildet und/oder konzentrisch zur Dampfdüse angeordnet sein. Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Beimischöffnung der Dampfaustrittsöffnung vorgelagert ist. Durch solche Ausgestaltungen kann insbesondere erzielt werden, dass der aus der Dampfaustrittsöffnung austretende Dampfstrom von einem in Richtung des Dampfstroms fließenden Mantelstrom aus Milch oder aus Milch-und-Luft ringförmig eingehüllt wird, was eine besonders gleichförmige Milchförderung in die Mischkammer zur Folge hat.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung kann eine Außenfläche der Dampfdüse den Eintrittsort, das heißt insbesondere die besagte Beimischöffnung zumindest abschnittsweise begrenzen. Dies ist beispielsweise möglich,

wenn die Beimischöffnung ringförmig um die Dampfdüse angeordnet ist.

Die Verengung kann eine der Mischkammer vorgelagerte
5 Ansaugkammer von der Mischkammer separieren. Eine solche Ansaugkammer ist vorteilhaft, um den Milchstrom vor Eintritt in die Mischkammer auszurichten. Ferner kann die Ansaugkammer auch dazu genutzt werden, Milch mit Luft zu einem Milch-und-Luft-Strom zu vermischen, der dann durch die Beimischöffnung
10 in die Mischkammer gelangen kann.

Es kann besonders vorteilhaft sein, wenn die Verengung durch einen Verengungsabschnitt mit konstantem Öffnungsquerschnitt ausgebildet ist. Insbesondere kann der Verengungsabschnitt
15 abschnittsweise einen konstanten Öffnungsquerschnitt, insbesondere über eine gesamte Länge des Verengungsabschnitts, aufweisen. Somit kann eine noch bessere strukturelle Grenze der Mischkammer gegenüber der Milchleitung eingerichtet werden. Somit ist eine besonders gute Beimischung der Milch
20 zum Dampf möglich.

Auch die Ansaugkammer kann die Dampfdüse ringförmig umgeben, was insbesondere bei Verwendung einer ringförmigen Beimischöffnung vorteilhaft ist.

25 Ganz besonders vorteilhaft ist es, wenn die Ansaugkammer und/oder die Dampfdüse eine Umlenkfläche zum Umlenken des Milchstroms in Richtung des Dampfstroms aufweist / aufweisen. Denn mit einer solchen Umlenkfläche ist es möglich einen
30 Milchstrom, der zunächst in einem, insbesondere rechten, Winkel zum Dampfstrom verläuft, in Richtung des Dampfstroms auszurichten.

Die Umlenkung des Milchstroms mittels einer oder mehrere
35 Umlenkflächen kann insbesondere derart ausgestaltet werden,

dass der Milchstrom die Beimischöffnung bereits in Richtung des Dampfstroms passiert, was eine besonders sanfte Milchförderung zur Folge hat.

- 5 Um Schmutzablagerungen ausgelöst durch stehende Milch innerhalb der Milchleitung besser vermeiden zu können, kann es vorgesehen sein, dass eine Strömungsführung eines Milchstroms oder eines Milch-Luft-Stroms vor dem Eintrittsort eine maximale Richtungsänderung von höchstens 120 Grad, insbesondere von höchstens 90 Grad, aufweist. Alternativ oder
10 ergänzend kann es vorgesehen sein, dass die Strömungsführung spitzkehrenfrei ausgebildet ist.

- Gemäß einer spezifischen Ausgestaltung ist es für eine
15 gleichmäßige Förderrate ferner vorteilhaft, wenn ein Abstand zwischen dem Eintrittsort und der Dampfaustrittsöffnung größer ist als ein lichter Durchmesser der Dampfaustrittsöffnung und/oder als eine lichte Weite der Beimischöffnung und/oder ein Außendurchmesser der Dampfdüse an der Stelle der
20 Dampfaustrittsöffnung. Durch solche Ausgestaltungen wird jeweils sichergestellt, dass der Milchstrom ohne größere Turbulenzen, wie sie beim Passieren der Beimischöffnung entstehen können, mit dem Dampfstrom vereinigt wird, sodass der entstehende Milch-und-Dampfstrom gleichmäßig gefördert
25 wird.

- Soll mit der Milchfördervorrichtung Milchschaum gefördert werden, so kann eine der Mischkammer in Dampfströmungsrichtung nachgelagerte Zerstäubungskammer, insbesondere als Teil der
30 Mischkammer, ausgebildet sein. Diese Zerstäubungskammer, die der Herstellung eines Aerosols aus Milch und Luft, also von Milchschaum, dient, kann vorzugsweise mittels einer Verengung von der Mischkammer separiert sein. Ferner kann die Zerstäubungskammer einen Prallkörper zum Zerstäuben von Milch
35 aufweisen. Dieser Prallkörper kann eine plane Fläche

ausbilden, die rechtwinklig zum Dampf-Milch-Strom ausgerichtet ist.

Um die Erzeugung von möglichst feinporigem Milchschaum zu ermöglichen, kann die Milchfördervorrichtung zwischen der Mischkammer und der Zerstäubungskammer einen Beschleunigungsabschnitt zum Beschleunigen eines Dampf-Milch-Gemischs ausbilden.

Für eine gleichmäßige Förderrate des Milchstroms beziehungsweise des Milch-Dampf-Stroms ist ferner entscheidend, dass die Vermischung der Milch mit dem Dampf ohne größere Turbulenzen geschieht. Hierzu wird vorgeschlagen, dass die Mischkammer einen Fangtrichter aufweist, der den Dampfstrom und Milchstrom auffängt und vereinigt. Dieser Fangtrichter ist bevorzugt zur Dampfaustrittsöffnung ausgerichtet, insbesondere derart, dass eine Rotationsachse des Fangtrichters mit einer Dampfaustrittsrichtung zusammenfällt. Ferner ist es vorteilhaft, wenn sich der Dampftrichter in Dampfströmungsrichtung verengt. Der Dampftrichter kann ferner in den besagten Beschleunigungsabschnitt münden.

Wie bereits erwähnt wurde, kann die Milchförderrichtung insbesondere in Form einer Milchaufschäumvorrichtung ausgestaltet sein beziehungsweise als eine solche verwendet werden. Hierzu kann ein von der Milchfördervorrichtung geförderter Milchstrom, der an dem Eintrittsort in die Mischkammer strömt, noch vor dem Eintrittsort mittels eines variablen Öffnungsquerschnitts einstellbar sein, wie weiter unten noch genauer zu erläutern sein wird.

Soll Milchschaum gefördert werden, so kann die Milchfördervorrichtung beziehungsweise die Milchaufschäumvorrichtung eine Luftzuführung aufweisen. Diese

Luftzuführung kann so ausgestaltet sein, dass, insbesondere gleichzeitig mit dem Milchstrom, ein Luftstrom durch den variablen Öffnungsquerschnitt leitbar ist.

Somit kann also insbesondere ein Milch-und-Luft-Strom am
5 Eintrittsort in die Mischkammer geführt sein.

Mit anderen Worten kann demnach der Milchstrom einen Luftanteil aufweisen und somit als ein Milch-und-Luft-Strom in die Mischkammer gelangen. In der Folge kann somit in der
10 Mischkammer insbesondere ein Dampf-Milch-Luft-Gemisch entstehen. Und aus dem Dampf-Milch-Luft-Gemisch kann dann durch entsprechende turbulente Verwirbelung in der besagten Zerstäubungskammer ein Milchschaum erzeugt werden.

15 Mit dem veränderbaren Öffnungsquerschnitt, durch den die Luft und die Milch als ein Milch-und-Luft-Strom fließen kann, kann eine Flussrate des Milch-und-Luft-Stroms eingestellt werden. Dabei kann das Verhältnis zwischen Luft und Milch beibehalten werden, da die Milch bei Durchströmen des Öffnungsquerschnitts
20 die Luft mitreißt. Dadurch kann es nicht mehr – wie vorher im Stand der Technik häufig zu beobachten – zu einem Abreißen des Milchstroms kommen, was für eine kontinuierliche Förderrate der Milch von großem Vorteil ist.

25 Zur Lösung der genannten Aufgabe sind zudem erfindungsgemäß die Merkmale des unabhängigen Verfahrensanspruchs vorgesehen. Insbesondere wird somit erfindungsgemäß zur Lösung der Aufgabe bei einem Verfahren zum Fördern von Milch der eingangs beschriebenen Art vorgeschlagen, dass die Milch als ein
30 Milchstrom längs des Dampfstroms ausgerichtet wird.

Bei diesem erfindungsgemäßen Verfahren ist es besonders vorteilhaft für die Erzeugung einer möglichst gleichmäßigen Milchförderung auch bei sehr geringen Flussraten, wenn eine
35 erfindungsgemäße Milchfördervorrichtung, insbesondere wie

zuvor beschrieben oder gemäß einem der auf eine
Milchfördervorrichtung gerichteten Ansprüche verwendet wird.

Demnach kann insbesondere alternativ zu der Ausrichtung des
5 Milchstroms bevorzugt jedoch ergänzend vorgesehen sein, dass
die Milch an einem Eintrittsort in die Mischkammer geführt
wird, der einer Dampfaustrittsöffnung der besagten Dampfdüse -
bezogen auf eine Richtung des Dampfstroms - vorgelagert ist.
Die Längs-Richtung beziehungsweise Strömungsrichtung des
10 Dampfstroms kann dabei bevorzugt durch die
Dampfaustrittsöffnung der Dampfdüse definiert sein.

Ein solches erfindungsgemäßes Verfahren realisiert alle zuvor
mit Bezug auf die erfindungsgemäße Vorrichtung beschriebenen
15 Vorteile, insbesondere eine gleichmäßige Förderung der Milch
auch bei sehr geringen Förderraten der Milch.

Ganz besonders vorteilhaft für eine effiziente und möglichst
sanfte, d.h. störungsfreie, Milchförderung auf Basis des
20 Venturi-Prinzips ist es, wenn der Milchstrom in Richtung des
Dampfstroms ausgerichtet wird, noch bevor der Dampfstrom mit
der Milch in einer Mischkammer vereinigt wird. Diese
Mischkammer kann sich, insbesondere wie bereits zuvor
beschrieben, an eine Dampfaustrittsöffnung der Dampfdüse
25 anschließen. Unter Vereinigung kann hier der Punkt verstanden
werden, an dem sich der Milchstrom und der Dampfstrom berühren
und zu einem gemeinsamen Milch-Dampf-Strom vereinigen, wobei
noch nicht notwendig eine turbulente Vermischung der Milch mit
dem Dampf stattfinden muss; letzteres kann vielmehr erst in
30 einer nachgelagerten Zerstäubungskammer erfolgen.

Besonders einfach lässt sich eine solche Führung des
Milchstroms erzielen, mit Hilfe einer Beimischöffnung, die
einer Dampfaustrittsöffnung der Dampfdüse vorgelagert ist.
35 Diese Beimischöffnung kann wie bereits zuvor beschrieben

ausgestaltet sein und insbesondere in Richtung des von der Dampfdüse abgegebenen Dampfstroms ausgerichtet sein. Durch die obigen Maßnahmen kann der Milchstrom insbesondere so geführt werden, dass der Milchstrom bereits in Richtung des
5 Dampfstroms strömt, wenn er in die Mischkammer, insbesondere durch die besagte Beimischöffnung, einströmt.

Eine solche Milchströmung lässt sich beispielsweise erzeugen, wenn der Milchstrom mittels mindestens einer Umlenkfläche in
10 einer der Mischkammer vorgelagerten Ansaugkammer ausgerichtet wird.

Ferner ist es für ein effizientes Befördern des Milchstroms auch bei geringen Förderraten vorteilhaft, wenn der Milchstrom
15 konzentrisch zur Dampfdüse in die besagte Mischkammer strömt.

Dies kann beispielsweise erreicht werden, wenn der Milchstrom in einem Bereich, der einer Dampfaustrittsöffnung der Dampfdüse vorgelagert ist, in Richtung des Dampfstroms entlang
20 einer Außenfläche der Dampfdüse strömt.

Um konstruktive Vorteile zu erzielen, beispielsweise um Raum in einem Kaffeevollautomaten optimal zu nutzen, kann es vorteilhaft sein, wenn der Milchstrom quer zur Richtung des
25 Dampfstroms in die zuvor erläuterte Ansaugkammer strömt. Danach kann der Milchstrom dann mittels der Umlenkflächen um 90° umgelenkt werden, um den Milchstrom zum Dampfstrom auszurichten.

30 Um turbulente Strömungen im Bereich der Dampfdüse noch zu vermeiden, kann gemäß der Erfindung vorgesehen sein, dass mittels eines Fangtrichters der Milchstrom mit dem Dampfstrom in der Mischkammer vereinigt wird. Der Fangtrichter kann dabei bevorzugt rotationssymmetrisch ausgebildet und/oder zu einer
35 Dampfaustrittsöffnung der Dampfdüse ausgerichtet sein.

In allen zuvor erläuterten Ausführungen kann zudem vorgesehen sein, dass der Milchstrom einen Luftanteil aufweist zur Bildung eines Dampf-Milch-Luft-Gemischs. Dieser Luftanteil
5 kann dem Milchstrom in Form eines Luftstroms beigemischt werden und zwar noch bevor der so entstehende Milch-Luft-Strom in die Mischkammer gelangt, um dort mit dem Dampfstrom zu einem Dampf-Milch-Luft-Gemisch vermengt zu werden.

10 Gerade wenn heißer Milchschaum erzeugt werden soll, ist es besonders vorteilhaft, wenn der besagte Luftanteil als ein Luftstrom zusammen mit dem Milchstrom als ein Milch-und-Luft-Strom durch einen variablen Öffnungsquerschnitt geleitet wird, noch bevor der Milch-und-Luft-Strom in die Mischkammer
15 gelangt. Die Vorteile eines solchen Vorgehens liegen darin, dass es zu keinem Überhandnehmen des Luftstroms mehr kommen kann, sodass auch bei geringen Förderraten stets ein gewünschtes Verhältnis von Luft zu Milch beibehalten werden kann, was bereits anhand der erfindungsgemäßen Vorrichtung
20 erläutert wurde und auch nochmals anhand der Figuren erläutert wird.

Weitere Ausgestaltungen umfassen darüber hinaus noch weitere innovative Aspekte und betreffen diesbezüglich eine
25 MilCHFördervorrichtung, die als eine Milchaufschäumvorrichtung eingesetzt werden kann, mit einer Dampfduße und einer sich an die Dampfduße anschließenden Mischkammer zum Herstellen von Milchschaum aus Dampf, Milch und Luft, wobei ein in die Mischkammer gelangender Milchstrom mittels eines veränderbaren
30 Öffnungsquerschnitts einstellbar ist. Diese MilCHFördervorrichtung beziehungsweise Milchaufschäumvorrichtung zum Erzeugen von Milchschaum kann insbesondere wie zuvor beschrieben ausgestaltet sein.

35 Weitere Ausgestaltungen betreffen ferner ein Verfahren zum

Erzeugen von Milchschaum mit Hilfe einer
Milchfördervorrichtung beziehungsweise
Milchaufschäumvorrichtung, insbesondere wie hier beschrieben,
wobei Luft und Milch in einer Mischkammer mittels eines
5 Dampfstroms zu dem Milchschaum aufgeschäumt werden und wobei
ein in die Mischkammer gelangender Milchstrom mittels eines
veränderbaren Öffnungsquerschnitts eingestellt wird. Dieses
Verfahren kann insbesondere Verfahrensschritte des zuvor
erläuterten Verfahrens zur Förderung von Milch umfassen.

10

Derartige Vorrichtungen und Verfahren sind ebenfalls bereits
bekannt und werden insbesondere in Kaffeevollautomaten
eingesetzt, um vollautomatisch Milchschaum für Kaffee-Getränke
herzustellen. Dabei soll typischerweise der Milchschaum
15 möglichst feinporig sein.

20

Oftmals kann der Benutzer des Kaffeevollautomaten zudem auch
die Temperatur des Milchschaums einstellen, in dem er den
besagten Milchstrom, aus welchem durch Vermischen mit Luft der
Milchschaum hergestellt wird, einstellt, sodass im Verhältnis
zu einer aufzuschäumenden Menge Milch mehr oder weniger heißer
Dampf pro Zeiteinheit zur Erwärmung des Milchschaums zur
Verfügung steht. Dabei erhöht sich typischerweise die
Temperatur des Milchschaumes, je geringer der Milchstrom
25 eingestellt wird, d.h. je stärker der Milchstrom gedrosselt
wird.

30

Mit diesem Ansatz lässt sich die Temperatur des Milchschaums
allerdings nicht beliebig steigern. Denn typischerweise ist zu
beobachten, dass die Feinporigkeit des Milchschaums mit
zunehmender Temperatur, d.h. bei abnehmender Flussrate des
Milchstroms, abnimmt, was unerwünscht ist. Daher kann die
Feinporigkeit des Milchschaums typischerweise nur bis zu
Temperaturen von 40-50°C aufrechterhalten werden.

35

Zudem ist ein häufiges Problem, dass der Milchstrom bei zu geringer Flussrate (d.h. zu geringem Milchstrom) zu pulsieren beginnt, oder ganz abreißt, was dann in einem unerwünschten Stocken beziehungsweise ungleichmäßigem Ausfließen des Milchschaums resultiert.

Zur Vermeidung der vorgenannten Nachteile wird vorgeschlagen, dass die Luft als ein Luftstrom durch den veränderbaren Öffnungsquerschnitt in die Mischkammer geführt ist.

Der veränderbare Öffnungsquerschnitt kann dabei als eine Drossel wirken, mit der eine Flussrate sowohl des Milchstroms (wie bislang üblich) aber auch eine Flussrate des Luftstroms regelbar ist. Anders als bei bislang bekannten Milchaufschäumvorrichtungen ist der Luftstrom somit nicht länger unabhängig von dem Milchstrom, sondern eine Flussrate des Luftstroms ist abhängig von einer Flussrate des Milchstroms. Dabei reduziert sich der Luftstrom automatisch, sobald der Milchstrom durch Verringerung des veränderbaren Öffnungsquerschnitts reduziert wird.

Dadurch kann gewährleistet werden, dass der Luftstrom nicht (wie bei vorbekannten Milchaufschäumvorrichtungen) die Oberhand gewinnt und der Milchstrom auf Kosten des Luftstroms abrupt abnimmt oder gar ganz abreißt, weil das Luftbeimischungsverhältnis zu groß geworden ist. Entsprechend kann ein Pulsieren oder ungleichmäßiges Ausfließen des Milchschaums aus der Milchaufschäumvorrichtung vermieden werden.

Eine mögliche Alternative hierfür bestünde in einer aktiven Drosselung beziehungsweise Regelung des Luftflusses mittels eines separaten Luftstrom-Regelventils oder dergleichen und zwar für den Fall, dass der Milchstrom abnimmt beziehungsweise aktiv reduziert wird, beispielsweise von einem Benutzer der Milchaufschäumvorrichtung.

Die Verwendung des wie zuvor beschriebenen veränderbaren Öffnungsquerschnitts hat den Vorteil, eine besonders einfache Ausgestaltung vorzuschlagen, mit der der Luftstrom - ohne
5 zusätzliche aktive Regelkomponenten wie steuerbare Ventile oder dergleichen - automatisch anpassbar ist, sobald der Milchstrom mit Hilfe des veränderbaren Öffnungsquerschnitts verändert wird. Genauer kann mit durch Verwendung eines solchen veränderbaren Öffnungsquerschnitts der Luftstrom
10 automatisch reduziert werden, sobald der Milchstrom reduziert wird.

Ursächlich hierfür könnte sein, dass die Luft mit der Milch eine gemeinsame fluidische Grenzfläche ausbildet, wenn die
15 Luft zusammen mit der Milch durch den veränderbaren Öffnungsquerschnitt strömt. Dadurch ist es in Strömungssituationen, wie sie für die Herstellung von Milchschaum benötigt werden, verunmöglicht, dass der Milchstrom ganz abreißt. Bei bisherigen Lösungen, die
20 getrennte Kanäle für Luft und Milch vorsehen, die erst kurz vor oder in der Mischkammer zusammengeführt sind, ist es hingegen durchaus möglich, dass der Milchstrom ganz abreißt, weil der Luftstrom die Oberhand gewinnt und die gesamte Mischkammer flutet.

25 Im Ergebnis kann mit dem zuvor erläuterten veränderbaren Öffnungsquerschnitt also selbst dann, wenn der Milchstrom sehr gering eingestellt wird (beispielsweise um eine entsprechend hohe Milchschaumtemperatur zu erzielen) durch eine
30 entsprechend starke Verringerung des Öffnungsquerschnitts gewährleistet werden, dass der Luftstrom ausreichend stark gedrosselt wird. Dadurch kann auch noch bei Temperaturen oberhalb von 50°C feinporiger Milchschaum mit der erfindungsgemäßen Milchaufschäumvorrichtung hergestellt
35 werden. Wird der Milchstrom minimiert, sind

Milchschaumtemperaturen von bis zu 75°C erzielbar, wobei sich auch bei diesen hohen Temperaturen feinporiger, cremiger Milchschaum gewinnen lässt.

Ein weiterer Vorteil der Milchaufschäumvorrichtung besteht
5 darin, dass zu Beginn eines Bezugs von Milchschaum aus der Milchaufschäumvorrichtung, also dann, wenn die Flussrate des Milchstroms von Null allmählich gesteigert wird, ein sanfter Austritt von Milchschaum zu beobachten ist und nicht etwa ein abrupter, teilweise explosionsartiger, Austritt, wie dies bei
10 vorbekannten Milchaufschäumvorrichtungen oftmals zu beobachten ist. Mit anderen Worten stellt die erfindungsgemäße Milchaufschäumvorrichtung sicher, dass Milchschaum auch bei sehr geringer Förderrate gleichmäßig, das heißt mit gleichbleibender Förderrate, aus der Milchaufschäumvorrichtung
15 fließt.

Die Milchaufschäumvorrichtung kann hierzu eine Milchezuführung und eine Luftzuführung aufweisen, die so ausgestaltet sind, dass die Luft zusammen, insbesondere gleichzeitig, mit der
20 Milch den veränderbaren Öffnungsquerschnitt als ein Milch-und-Luft-Strom passieren kann. Somit können also der Luftstrom und der Milchstrom den Milch-und-Luft-Strom ausbilden. Hierzu kann der Luftstrom noch vor dem veränderbaren Öffnungsquerschnitt mit dem Milchstrom vereinigt werden, etwa an einer
25 Mündungsstelle, an welcher die Luftzuführung in die Milchezuführung mündet.

Ferner kann im Bereich des veränderbaren Öffnungsquerschnitts der Luftstrom den Milchstrom zumindest teilweise begrenzen.
30 Mit anderen Worten kann der Luftstrom mit dem Milchstrom eine gemeinsame fluidische Grenzfläche ausbilden im Bereich des veränderbaren Öffnungsquerschnitts. Über diese Grenzfläche kann der Luftstrom fluidische Reibungskräfte auf den Milchstrom übertragen, sodass eine fluidische Kopplung
35 zwischen dem Milchstrom und dem Luftstrom erzielt wird.

Aufgrund der Kopplung bewirkt eine Zunahme/Abnahme des Luftstroms eine Zunahme/Abnahme des Milchstroms und umgekehrt.

Der veränderbare Öffnungsquerschnitt kann demnach gerade so
5 dimensioniert sein, dass eine Einstellung des veränderbaren Öffnungsquerschnitts sowohl den Milchstrom als auch den Luftstrom, insbesondere gleichzeitig, einstellt.

Durch eine solche Ausgestaltung kann insbesondere erreicht
10 werden, dass die Luft und die Milch stets gemeinsam, insbesondere gleichzeitig, durch den veränderbaren Öffnungsquerschnitt fließen können. Dies kann vorzugsweise derart geschehen, dass ein Abreißen und/oder Pulsieren des Milchstroms verhinderbar ist. Demnach kann also der Luftstrom
15 durch Einstellen des veränderbaren Öffnungsquerschnitts synchron und/oder gleichläufig mit dem Milchstrom einstellbar sein. Wie bereits eingangs erwähnt, kann eine solche Einstellung gemäß der Erfindung vorzugsweise unter Verzicht auf eine zusätzliche aktive Regelung des Luftstroms erfolgen.
20 Denn dadurch kann die Milchaufschäumvorrichtung konstruktiv einfach ausgestaltet und somit kostengünstig gefertigt werden.

Für eine gleichmäßige Produktion von feinporigem Milchschaum ist es besonders vorteilhaft, wenn der veränderbare
25 Öffnungsquerschnitt einer Beimischöffnung für Luft und Milch, welche in die Mischkammer mündet, (in Strömungsrichtung) vorgelagert ist. Denn dadurch kann bereits eine Durchmischung der Luft mit der Milch noch vor Eintritt in die eigentliche Mischkammer erfolgen, in welcher mit Hilfe von Dampf der
30 eigentliche Aufschäumprozess abläuft. Es kann somit insbesondere der zuvor erwähnte Milch-und-Luft-Strom durch die Beimischöffnung in die Mischkammer geführt sein.

Die Qualität des Milchschaums lässt sich weiter steigern, wenn
35 die Milchaufschäumvorrichtung so konstruktiv ausgestaltet ist,

dass der Milch-und-Luft-Strom noch vor der besagten Beimischöffnung durch eine Ansaugkammer geführt ist, welche der Mischkammer vorgelagert ist. Hierzu kann der Milch-und-Luft-Strom mittels einer Milch-und-Luft-Zuleitung in die
5 Mischkammer geführt sein. Diese Milch-und-Luft-Zuleitung kann dabei die besagte Ansaugkammer umfassen. In der Ansaugkammer kann eine Vorab-Durchmischung der Milch und der Luft erfolgen. Zudem kann in der Ansaugkammer der Milch-und-Luft-Strom zu einem von der Dampfdüse der Milchaufschäumvorrichtung
10 abgegebenen Dampfstrom ausgerichtet werden, wie noch genauer zu erläutern sein wird.

Aus all dem zuvor gesagten ist ersichtlich, dass es gemäß diesen Ausgestaltungen zu bevorzugen ist, die Milch mit der
15 Luft zu vermischen noch bevor diese in Kontakt mit dem Dampf gerät. Mit anderen Worten kann also in der Milchaufschäumvorrichtung eine Vereinigung der Milch mit der Luft der besagten Dampfdüse vorgelagert sein.

20 Die besagte Dampfdüse der Milchaufschäumvorrichtung kann bevorzugt insbesondere so geformt sein, dass ein Dampfstrom erzeugbar ist, der einen Unterdruck auf Basis des Venturi-Effekts verursacht. Mit Hilfe dieses Unterdrucks kann der Milch-und-Luft-Strom, vorzugsweise ohne Unterstützung durch
25 eine zusätzliche Pumpe, in die Mischkammer gefördert werden beziehungsweise förderbar sein. Dadurch kann die gesamte Milchaufschäumvorrichtung kostengünstig ohne eine separate Fördervorrichtung (wie etwa eine zusätzliche Pumpe) ausgestaltet werden.

30

Die Milchaufschäumvorrichtung kann ferner einen zusätzlichen Durchflussverminderer zum Begrenzen des Luftstroms aufweisen. Dies ist insbesondere dann sinnvoll, wenn der Luftstrom aus der Umgebungsluft bezogen wird.

35

Der Durchflussverminderer kann sehr einfach in Form einer Lochblende, beispielsweise mit einem Öffnungs-Durchmesser von < 0.5 mm, realisiert sein. Hierbei ist es bevorzugt, wenn zusätzlich zum Durchflussverminderer eine Lippendichtung zur
5 Verhinderung eines Milchrückflusses vorgesehen ist. Diese kann idealerweise dem Durchflussverminderer in Luftstromrichtung nachgelagert sein, um zu verhindern, dass Milch durch den Durchflussverminderer fließt.

10 In allen vorherigen Ausgestaltungen ist es grundsätzlich zu bevorzugen, wenn der Öffnungsquerschnitt zumindest stufenweise, bevorzugt jedoch kontinuierlich veränderbar ist. Denn in diesem Fall ist ein Durchfluss des Milch-und-Luft-Stroms durch den veränderbaren Öffnungsquerschnitt zumindest
15 stufenweise, bevorzugt jedoch kontinuierlich, einstellbar. Dadurch lässt sich die Temperatur des Milchschaums je nach persönlichen Bedürfnissen individuelle sehr genau einstellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung kann der
20 Öffnungsquerschnitt durch Rotation eines Regelkörpers um eine Regelachse veränderbar sein. Vorzugsweise kann hierzu der veränderbare Öffnungsquerschnitt mittels eines Oberflächenkanals von variabler Tiefe auf dem Regelkörper realisiert sein. Dieser Oberflächenkanal, der vornehmlich den
25 Milchstrom führen kann, kann vorzugsweise außenumfangsseitig, also insbesondere auf einem Außenumfang des Regelkörpers, ausgestaltet sein.

Ferner kann bei dieser Ausgestaltung vorgesehen sein, dass die
30 die Luft mittels eines ebenfalls auf dem Regelkörper ausgebildeten Luft-Oberflächenkanals zum veränderbaren Öffnungsquerschnitt hingeführt ist. Vorzugsweise mündet dabei der Luft-Oberflächenkanal in den zuvor erläuterten Oberflächenkanal. Mit anderen Worten können somit der Luft-
35 Oberflächenkanal und der (für den Milchstrom vorgesehene)

Oberflächenkanal in einer Mündungsstelle zusammengeführt sein.
In diesem Fall fließen somit nach dieser Mündungsstelle Luft
und Milch gemeinsam durch den besagten Oberflächenkanal. Der
veränderbare Öffnungsquerschnitt kann dabei an der
5 Mündungsstelle oder nach der Mündungsstelle in dem
Oberflächenkanal ausgebildet sein.

Gemäß einer weiteren, besonders vorteilhaften Ausgestaltung,
kann zudem vorgesehen sein, dass der besagte Luftstrom nicht
10 wie üblich aus der Umgebungsluft, sondern aus einer
abschaltbaren Luftzufuhr gewonnen wird. Mit anderen Worten
kann die Milchaufschäumvorrichtung somit eine Luft-
Abschaltvorrichtung aufweisen, mit der der Luftstrom an- und
abschaltbar ist.

15 Wird der Luftstrom mittels der Luft-Abschaltvorrichtung
abgeschaltet, kann keine Luft mehr in die Mischkammer
gelangen, während der Milchstrom weiterhin in die Mischkammer
förderbar ist. Somit kann bei abgeschaltetem Luftstrom mit der
20 Milchaufschäumvorrichtung ein reiner Milchstrom gefördert
werden. Dieser reine Milchstrom, der keinerlei Luft enthalten
kann, kann dabei mit Hilfe der Dampfdüse erwärmt werden. Durch
eine solche Ausgestaltung ist es mit der erfindungsgemäßen
Milchaufschäumvorrichtung möglich, einen bis zu 80°C heißen
25 Milchstrom zu fördern.

Vorteilhaft ist also, dass die Luftzufuhr beziehungsweise der
Luftstrom in die Mischkammer mithilfe der Abschaltvorrichtung
ein- und ausschaltbar ist. Dies kann insbesondere automatisch
30 durch eine entsprechende Maschinensteuerung realisiert sein.
Beispielsweise kann die Abschaltvorrichtung als ein elektrisch
steuerbares Abschaltventil ausgestaltet sein. Dadurch muss
keine separate Leitung mehr für die Förderung von heißer Milch
vorgesehen werden, sondern aus der erfindungsgemäßen
35 Milchaufschäumvorrichtung kann sowohl Milchschaum als auch

heiße Milch förderbar sein.

Zur Vermeidung der vorgenannten Nachteile kann zudem
vorgesehen sein, dass die Luft durch den veränderbaren
5 Öffnungsquerschnitt in die Mischkammer einströmt. Mit diesem
Verfahren lassen sich alle Vorteile realisieren, die bereits
mit Bezug auf die Milchaufschäumvorrichtung erläutert wurden.

Die zuvor erläuterten Verfahren können in weiteren
10 Ausgestaltungen noch weitere vorteilhafte Merkmale aufweisen.

Beispielsweise kann die Luft einen Luftstrom ausbilden, der
zusammen, insbesondere gleichzeitig, mit dem Milchstrom als
ein Milch-und-Luft-Strom durch den veränderbaren
15 Öffnungsquerschnitt strömt. Dabei kann der Milch-und-Luft-
Strom insbesondere durch Einstellen des veränderbaren
Öffnungsquerschnitts eingestellt beziehungsweise geregelt
werden. Ferner kann im Bereich des veränderbaren
Öffnungsquerschnitts der Milchstrom durch den Luftstrom
20 zumindest teilweise begrenzt werden, wie bereits zuvor
erläutert wurde.

Durch Einstellen des veränderbaren Öffnungsquerschnitts kann
gemäß dem Verfahren sowohl der Luftstrom als auch der
25 Milchstrom eingestellt werden. Dies kann insbesondere
gleichzeitig und/oder gleichläufig geschehen, sodass also etwa
der Luftstrom automatisch reduziert wird, wenn der Milchstrom
reduziert wird und/oder der Luftstrom automatisch erhöht wird,
wenn der Milchstrom erhöht wird.

30

Ferner kann diese Einstellung vorzugsweise unter Verzicht auf
eine zusätzliche aktive Regelung des Luftstroms geschehen.

Darüber hinaus ist es möglich, dass stets Luft und Milch
35 gemeinsam, insbesondere gleichzeitig, durch den veränderbaren

Öffnungsquerschnitt fließen, vorzugsweise ohne ein Abreißen und/oder Pulsieren des Milchstroms.

Der Dampfstrom kann bevorzugt mittels einer Dampfdüse erzeugt
5 werden. Hierbei kann die Milch und die Luft ausschließlich aufgrund eines von der Dampfdüse der Milchaufschäumvorrichtung auf Basis des Venturi-Effekts erzeugten Unterdrucks, vorzugsweise ohne Unterstützung durch eine Pumpe, in die Mischkammer gefördert werden. Dieses Fördern kann vorzugsweise
10 durch eine gemeinsame Milch-und-Luft-Zuleitung geschehen, die in einer Beimischöffnung für Luft und Milch endet, die ihrerseits in die Mischkammer mündet.

Mittels der Dampfdüse kann ein Unterdruck in der Mischkammer
15 erzeugt werden, der die Milch zusammen mit der Luft aus der gemeinsamen Milch-und-Luft-Zuleitung ansaugt. Die gemeinsame Milch-und-Luft-Zuleitung kann vorzugsweise eine der Mischkammer in Milchströmungsrichtung vorgelagerte Ansaugkammer umfassen, in der der Milch-und-Luft-Strom zu dem
20 Dampfstrom ausgerichtet werden kann, noch bevor der Milch-und-Luft-Strom durch die Beimischöffnung in die Mischkammer eintritt.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens kann die
25 Temperatur des Milchschaums erhöht werden, indem der Milch-und-Luft-Strom durch Verringern des Öffnungsquerschnitts reduziert wird. Hierbei kann insbesondere der Dampfstrom konstant gehalten oder erhöht werden. Ferner kann durch Verringern des Öffnungsquerschnitts sowohl der Luftstrom als
30 auch der Milchstrom reduziert werden.

Schließlich kann der Luftstrom zusätzlich mittels eines Durchflussverminderers vermindert werden. Dies kann insbesondere mit einem Durchflussverminderer in Form einer
35 Lochblende (vgl. die Erläuterungen oben) sowie vorzugsweise in

Verbindung mit einer Lippendichtung (vgl. oben) zur Verhinderung eines Milchrückflusses geschehen.

Der Öffnungsquerschnitt kann stufenweise, bevorzugt jedoch
5 kontinuierlich, verändert werden, um so den Milch-und-Luft-Strom stufenweise, bevorzugt jedoch kontinuierlich, einzustellen. Dadurch lässt sich die Temperatur des Milchschaums fein regeln.

10 Ferner kann der Öffnungsquerschnitt, wie bereits zuvor erläutert wurde, durch Rotation eines Regelkörpers um eine Regelachse verändert werden. Bevorzugt geschieht dies dadurch, dass eine den Öffnungsquerschnitt bestimmende Tiefe eines Oberflächenkanals auf dem Regelkörper durch Rotation des
15 Regelkörpers verändert wird.

Die Erfindung wird nun anhand eines Ausführungsbeispiels näher beschrieben, ist aber nicht auf dieses Ausführungsbeispiel beschränkt. Weitere Ausführungsbeispiele ergeben sich durch
20 Kombination der Merkmale einzelner oder mehrerer Schutzansprüche untereinander und/oder mit einzelnen oder mehreren Merkmalen des Ausführungsbeispiels. Insbesondere können somit Ausbildungen der Erfindung aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels in
25 Verbindung mit der allgemeinen Beschreibung, den Ansprüchen sowie den Zeichnungen gewonnen werden.

Es zeigt:

30 Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Milchfördervorrichtung,

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht auf einen Längsschnitt der Milchfördervorrichtung aus Figur 1,

- Fig. 3 eine Draufsicht auf den Längsschnitt gemäß Figur 2,
- Fig. 4 eine Seitenansicht auf die Milchfördervorrichtung aus Figur 1,
- 5 Fig. 5 eine Aufsicht von oben auf die Milchfördervorrichtung aus Figur 1,
- Fig. 6 eine perspektivische Detailansicht eines partiellen vertikalen Schnitts durch die Milchfördervorrichtung der Figur 1 entlang der in Figur 5 gezeigten Schnittlinie,
- 10 Fig. 7 eine Draufsicht von oben auf einen horizontalen Schnitt durch den Regelkörper in der Stellung gemäß der Figur 6,
- 15 Fig. 8 die Detailansicht aus Figur 6 nach Drehung des Regelkörpers der Milchfördervorrichtung um 90° im Uhrzeigersinn,
- 20 Fig. 9 eine Draufsicht von oben auf einen horizontalen Schnitt durch den Regelkörper in der Stellung gemäß der Figur 8, in Analogie zu Figur 7,
- 25 Fig. 10 eine perspektivische Detailansicht des Regelkörpers der Milchfördervorrichtung aus Figur 1 in der in Figur 1 und Figur 6 gezeigten 0° Position und
- 30 Fig. 11 eine detaillierte Schnittansicht einer Mischkammer der Milchfördervorrichtung der Figur 1.

Die Figur 1 zeigt eine im Ganzen mit 1 bezeichnete erfindungsgemäße Milchfördervorrichtung, die zur Verwendung an
35 einem Kaffeevollautomaten vorgesehen ist, mit dem sich

verschiedene Kaffee-Getränke bereitstellen lassen, wobei die Milchfördervorrichtung 1 Milch für die Kaffee-Getränke durch den Kaffeevollautomaten und schließlich bis in eine Tasse befördert.

5

Wie in Figur 2 zu erkennen ist, weist die Milchfördervorrichtung 1 eine Dampfdüse 2 zur Erzeugung eines Dampfstroms 9 auf sowie eine Mischkammer 3, die sich an eine Dampfaustrittsöffnung 16 der Dampfdüse 2 anschließt. Die
10 geförderte Milch 7 wird dabei als ein Milchstrom 8 entlang des in Figur 11 als eine gestrichelte Linie gezeigten (und mit Bezugszeichen 8 / 14 versehenen) Strömungspfads durch eine Beimischöffnung 4 in die Mischkammer 3 geführt. Die Beimischöffnung 4 mündet dabei in die Mischkammer 3 und
15 definiert somit den Eintrittsort 38.

Wie insbesondere in den Figuren 2 und 11 gut zu erkennen ist, ist der Eintrittsort 38 der Dampfaustrittsöffnung 16 vorgelagert und zwar bezogen auf die Richtung des Dampfstroms
20 9, die in den Figuren mithilfe eines durch die Dampfaustrittsöffnung 16 verlaufenden geraden Pfeils illustriert ist. Die Vorverlagerung ist dabei derart bemessen, dass der in Figur 2 und noch besser in Figur 11 zu messende (in den Figuren vertikale) Abstand zwischen dem Eintrittsort
25 38 und der Dampfaustrittsöffnung 16 größer ist als der lichte Durchmesser 47 der Dampfaustrittsöffnung 16, größer als eine lichte Weite 43 der Beimischöffnung 4 und sogar größer als ein Außendurchmesser 48 der Dampfdüse 2 an der Stelle der Dampfaustrittsöffnung 16.

30

Durch dieses großzügige Vorverlagern des Eintrittsorts bzw. Verlängern der Dampfdüse 2 (jeweils im Vergleich zu
vorbekannten Vorrichtungen) wird die in Figur 11 mithilfe der Strichlinie illustrierte Strömungsführung erreicht, bei der
35 die Milch 7 als ein Milchstrom 8 in Richtung 51 des

Dampfstroms 9 (vergleiche den Pfeil in Figur 11) an den Dampfstrom 9 herangeführt ist. Wie in Figur 11 zu erkennen ist, strömt dabei der Milchstrom 8 bereits in einem Bereich 42 der Mischkammer 3, der der Dampfaustrittsöffnung 16 vorgelagert ist, in Richtung 51 des Dampfstroms 9. Dies erkennt man insbesondere an der gestrichelten Linie in dem Bereich 42, wo der Milchstrom 8 entlang einer Außenfläche 39 der Dampfdüse 2 strömt.

Genauer ist in der Figur 11, aber noch besser in der Figur 2, zu sehen, dass die Dampfdüse 2 die Beimischöffnung 4 mit begrenzt und somit den Eintrittsort 38 mit definiert. Denn die besagte Beimischöffnung 4 ist ringförmig ausgestaltet und konzentrisch zur Dampfdüse 2 angeordnet, wie man gut in der perspektivischen Ansicht der Figur 2 oder etwa in den Figuren 6 und 8 erkennt.

Der Eintrittsort 38 ist dabei durch eine Verengung 40 gebildet (Vgl. Figur 3), die eine Ansaugkammer 17, welche der Mischkammer 3 in Strömungsrichtung des Milchstroms 8 vorgelagert ist, von der Mischkammer 3 separiert. In die Ansaugkammer 17 strömt der Milchstrom 8 als ein Milch-und-Luft-Strom 14. Mit anderen Worten enthält der Milchstrom 8 somit einen Luftanteil, dessen Zweck weiter unten noch genauer zu erläutern sein wird.

Die Ansaugkammer 17 umgibt die Dampfdüse 2 ringförmig (vergleiche Figur 2 und 6) und bildet eine ebenfalls ringförmig ausgebildete Umlenkfläche 46 aus. Mittels dieser Umlenkfläche 46 wird der zunächst quer in Bezug zum Dampfstrom 9 in die Ansaugkammer 17 einströmende Milchstrom 8 so umgelenkt, dass der Milchstrom 8 die Beimischöffnung 4 bereits in Richtung 51 des Dampfstroms 9 passiert, gut anhand der gestrichelten Linie in Figur 11 zu erkennen ist.

Genauer umströmt der Milchstrom 8 bereits in der Ansaugkammer 17 die Dampfdüse 2 und tritt danach als ein Mantelstrom durch die ringförmig ausgebildete Beimischöffnung 4 in die Mischkammer 3 ein. Danach nähert sich der Milchstrom 8 als ein
5 Mantelstrom dem Dampfstrom 9 kontinuierlich an und hüllt diesen mantelförmig ein, bis er sich mit diesem zu einem Dampf-Milch-Strom 49 vereinigt (Vgl. Figur 11).

Genauer geschieht diese Vereinigung mithilfe eines
10 Fangtrichters 44 (Vgl. Fig. 6 und 11), der in der Mischkammer 3 ausgebildet ist und der die Milch 7 und den Dampf 5 auffängt und vereinigt. Der Fangtrichter 44 verengt sich dabei in Richtung 51 des Dampfstroms 9, wobei er gerade zentrisch zur Dampfaustrittsöffnung 16 ausgerichtet ist (Vgl. Figur 11).

15 Durch diese weitere Verengung 40 wird die Mischkammer 3 von einer nachgelagerten Zerstäubungskammer 41 separiert, wobei gleichzeitig durch die Verengung 40 ein Beschleunigungsabschnitt 45 zum Beschleunigen des Dampf-Milch-Stroms 49 ausgebildet wird (Vgl. Figur 11). Dadurch strömt der Dampf-Milch-Strom 49 in hoher Geschwindigkeit in die
20 nachfolgende Zerstäubungskammer 41 und prallt dort auf einen zentral angeordneten Prallkörper 31, wodurch es zu einer turbulenten Verwirbelung des Dampf-Milch-Stroms 49 und damit zu einem Wärmeübertrag von dem heißen Dampf 5 auf die zu
25 erwärmende Milch 7 kommt.

Im Ergebnis kann die zuvor beschriebene Vorrichtung 1 Milch mit Temperaturen bis zu 80°C aus der Milchaustrittsöffnung 28
30 fördern (Vgl. Fig. 3), ohne dass es - trotz sehr geringer Förderrate - zu einem Abriss des Milchstroms 8 kommt.

Wie weiter unten noch im Detail erläutert wird, kann die zuvor anhand der Figuren erläuterte Milchfördervorrichtung 1 auch
35 als eine Milchaufschäumvorrichtung 50 verwendet werden. In

diesem Fall fördert die Milchfördervorrichtung 1 einen Milchstrom 8 in die Mischkammer 3, der einen Luftanteil enthält. Wird dieser Milch-und-Luft-Strom 14 mit dem Dampf 5 in der Zerstäubungskammer 41 verwirbelt, so entsteht
5 Milchschaum.

In einem solchen Fall ist es ganz besonders vorteilhaft, wenn die Milchfördervorrichtung 1 einen variablen Öffnungsquerschnitt 10 aufweist, durch den ein Luftstrom 14,
10 vorzugsweise gleichzeitig mit dem Milchstrom 8, geleitet werden kann. Denn wie noch genauer zu erläutern sein wird, kann dadurch auch bei geringen Förderraten sichergestellt werden, dass der Milchstrom 8 nicht abreißt, weil der Luftstrom 14 die Oberhand gewinnt.

15 Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung kann mit der in den Figuren gezeigten Milchfördervorrichtung 1 auch Milchschaum gefördert werden. Das heißt die Milchfördervorrichtung 1 kann insbesondere als eine Milchaufschäumvorrichtung 50 eingesetzt
20 werden, die in dem besagten Kaffeevollautomaten verwendet werden kann, um Kaffee-Getränke bereitzustellen, die Milchschaum beinhalten, also beispielsweise Cappuccino.

Wie in den Figuren 2 und 3 gut zu erkennen ist, weist die
25 Milchaufschäumvorrichtung 50 hierzu eine Dampfdüse 2 auf, mit der ein Dampfstrom 9 erzeugbar ist, der aus einer Dampfaustrittsöffnung 16 austritt und in eine der Dampfdüse 2 nachgelagerte Mischkammer 3 strömt. Zu diesem Zweck ist auch ein Dampfzufuhranschluss 32 vorgesehen von dem Dampf 5 in die
30 Dampfdüse 2 gelangt.

Mithilfe des Dampfstroms 9 kann sowohl Milch 7 als auch Luft 6 in die Mischkammer 3 mit Hilfe des Venturi-Effekts gefördert werden, um dort die Milch 7 und die Luft 6 zu einem stabilen
35 Milchschaum 13 aufzuschäumen. Um die Milchaufschäumvorrichtung

50 konstruktiv einfach zu gestalten, ist dabei auf eine zusätzliche Pumpe verzichtet worden, sodass die Milch 7 und die Luft 6 als ein Milch-und-Luft-Strom 14 ausschließlich aufgrund des mit der Dampfdüse 2 erzeugten Unterdrucks in die Mischkammer 3 gefördert werden.

Zum Aufschäumen der Milch 7 ist in der Mischkammer 3 ein Prallkörper 31 vorgesehen, an welchem es zu einer turbulenten Verwirbelung der Milch 7 und der Luft 6 kommt, sodass feinporiger Milchschaum 13 entsteht, der dann aus einer Milchschaumaustrittsöffnung 28 des in den Figuren 2 und 3 gezeigten Auslaufmoduls 29 strömt.

Die Milch 7 wird dabei über einen Milchzufuhranschluss 26 und eine sich daran anschließende Milchzuführung 12, die in Figur 1 zu erkennen ist, der Milchaufschäumvorrichtung 50 zugeführt, sodass ein Milchstrom 8 (Vgl. die Figur 6) in die Mischkammer 3 geführt ist. Ferner ist auch eine entsprechende Luftzuführung 11 vorgesehen, mit der ein Luftstrom 15 in die Mischkammer 3 geführt ist, wobei der Luftstrom 15 aus der Umgebungsluft gewonnen wird, wie anhand der Figuren 2 und 3 zu erkennen ist.

Die Milchaufschäumvorrichtung 50 weist ferner einen Regelkörper 22 auf, der drehbar um eine Regelachse 23 gelagert ist. Mit dem Regelkörper 22 ist ein veränderbarer Öffnungsquerschnitt 10 einstellbar, der eine Durchflussrate des Milchstroms 8 vermindert beziehungsweise einstellt. Wie noch genauer zu erläutern sein wird, kann dabei durch eine Rotation des Regelkörpers 22 eine Flussrate des Milchstroms 8 präzise und kontinuierlich eingestellt werden.

Da die Dampfdüse 2 im Wesentlichen einen konstanten Dampfstrom 9 erzeugt, kann die Temperatur des austretenden Milchschaums 13 mithilfe des Regelkörpers 22 eingestellt werden. Denn

sobald die Flussrate des Milchstroms 8 verringert wird, bei im Wesentlichen gleichbleibender Flussrate des Dampfstroms 9, erhöht sich die Temperatur des Milchschaums 13 entsprechend. Dies bedeutet, dass besonders hohe Temperaturen des
5 Milchschaums 13 gerade dann erreicht werden, wenn die Flussrate des Milchstroms 8 am geringsten ist.

Um nun in einer solchen Situation zu verhindern, dass der Milchstrom 8 abreißt und nur noch Luft 6 in die Mischkammer 3
10 strömt, ist erfindungsgemäß der Luftstrom 15 durch den veränderbaren Öffnungsquerschnitt 10 in die Mischkammer 3 geführt.

Wie die detaillierte Ansicht des Regelkörpers 22 gemäß der
15 Figur 10 zeigt, weist der Regelkörper 22 dazu einen ersten Oberflächenkanal 24 zur Führung der Milch 7 beziehungsweise des Milchstroms 8 auf sowie einen Luft-Oberflächenkanal 25 zur Führung der Luft 6 beziehungsweise des Luftstroms 15. Diese beiden Oberflächenkanäle 24, 25 sind jeweils
20 außenumfangsseitig in einer Umfangsaußenfläche beziehungsweise in einer Außenkontur 36 des Regelkörpers 22 ausgebildet. Die Umfangsaußenfläche / Außenkontur 36 des Regelkörpers 22 ist dabei zylindrisch ausgebildet, um eine Rotation des Regelkörpers 22 zu ermöglichen, wie die Detailansicht der
25 Figur 10 zeigt.

Anhand der detaillierten Ansichten gemäß den Figuren 6 und 8 ist ersichtlich, dass der Regelkörper 22 abdichtend in einer korrespondierend zu dem Regelkörper 22 ausgebildeten
30 Regelkörperaufnahme 34 gelagert ist. Dabei definiert eine Innenfläche der Regelkörperaufnahme 34 mit dem jeweiligen Oberflächenkanal 24, 25 einen jeweiligen Durchflussquerschnitt, der eine Flussrate des Milchstroms 8 beziehungsweise des Luftstroms 15 mitbestimmt.

Wie die Detailansicht der Figur 10 zeigt, ist eine Kanaltiefe des Oberflächenkanals 24 in Umfangsrichtung veränderlich ausgestaltet. Dabei bestimmt die jeweilige Kanaltiefe des Oberflächenkanals 24 zusammen mit der Regelkörperaufnahme 34
5 den veränderbaren Öffnungsquerschnitt 10, durch welchen sowohl der Luftstrom 15 als auch der Milchstrom 8 geführt sind, wie anhand der gestrichelten beziehungsweise gepunkteten Linien in der Detailansicht der Figur 10 zu erkennen ist.

10 Zu diesem Zweck mündet der Luft-Oberflächenkanal 25 in den Oberflächenkanal 24, sodass an der in Figur 10 gezeigten Mündungsstelle 37 die Luftzuführung 11 und die Milchzuführung 12 gerade zusammengeführt sind und zwar noch vor dem veränderbaren Öffnungsquerschnitt 10. Mit anderen Worten ist
15 somit die Luft 6 beziehungsweise der Luftstrom 15 mithilfe des Luft-Oberflächenkanals 25 an die Mündungsstelle 37 und von dort zu dem veränderbaren Öffnungsquerschnitt 10 hingeführt.

Mit anderen Worten verändert sich somit die Querschnittsfläche
20 des Öffnungsquerschnitts 10, sobald der Regelkörper 22 rotiert wird. Diese Veränderung geschieht kontinuierlich, sodass der Öffnungsquerschnitt 10 durch Rotation des Regelkörpers 22 kontinuierlich veränderbar ist. Folglich kann dadurch eine Flussrate des Milch-und-Luft-Stroms 14 durch den veränderbaren
25 Öffnungsquerschnitt 10 kontinuierlich verändert werden.

In der in den Figuren 6 und 7 gezeigten 0°-Position des Regelkörpers 22 ist der veränderbare Öffnungsquerschnitt 10 dabei gerade durch eine Durchgangsöffnung 35 bestimmt, die in
30 eine Kammer 30 im Innern des Regelkörpers 22 mündet (Vgl. Figur 7 mit Figur 3). In dieser Position des Regelkörpers 22 strömt somit sowohl der Luftstrom 15 als auch der Milchstrom 8 durch die als variabler Öffnungsquerschnitt 10 fungierende Einströmöffnung 33 in die Kammer 30 und von dort als Milch-
35 und-Luft-Strom 14 durch eine Einströmöffnung 33 in eine

Ansaugkammer 17 und von dort durch eine Beimischöffnung 4 in die Mischkammer 3 (Vgl. die Figuren 6 und 8).

In der in den Figuren 8 und 9 gezeigten 90°-Position des Regelkörpers 22 hingegen strömt sowohl der Luftstrom 15 als
5 auch der Milchstrom 8 in dem Oberflächenkanal 24 zunächst entlang des Umfangs des Regelkörpers 22, dann durch den in Figur 10 als schraffierte Fläche illustrierten variablen Öffnungsquerschnitt 10 und erst danach durch die Durchgangsöffnung 35 in die Kammer 30, um von dort in die
10 Ansaugkammer 17 und schließlich in die Mischkammer 3 zu gelangen. In dieser Situation ist also gerade die als schraffierte Fläche in Figur 10 illustrierte Querschnittsfläche für den Durchfluss des Milch-und-Luft-Stroms 14 bestimmend und fungiert daher als variabler
15 Öffnungsquerschnitt 10 im Sinne der Erfindung.

In beiden Situationen (Figur 6 / Figur 8) passiert die Luft 6 zusammen und gleichzeitig mit der Milch 7 den veränderbaren Öffnungsquerschnitt 10 als ein Milch-und-Luft-Strom 14, wobei
20 der eingangs erwähnte Luftstrom 15 und der eingangs erwähnte Milchstrom 8 den Milch-und-Luft-Strom 14 ausbilden.

Wie anhand der Detailansicht der Figur 10 leicht vorstellbar ist, strömen dabei beide Fluide, also die Milch 7 und die Luft
25 6, nebeneinander durch den variablen Öffnungsquerschnitt 10 und bilden dabei eine gemeinsame fluidische Grenzfläche aus, über die die beiden Fluide miteinander wechselwirken. Dies hat zur Folge, dass im Bereich des veränderbaren Öffnungsquerschnitts 10 der Luftstrom 15 den Milchstrom 8
30 zumindest teilweise begrenzt. Die restliche Begrenzung wird dabei durch die Wände des Oberflächenkanals 24 geschaffen sowie durch die Innenfläche der Regelkörperaufnahme 34.

Hierbei ist der durch die variable Kanaltiefe des
35 Oberflächenkanals 24 bestimmte veränderbare

Öffnungsquerschnitt 10 gerade so dimensioniert, dass eine Einstellung des veränderbaren Öffnungsquerschnitts 10 durch Rotieren des Regelkörpers 22 sowohl den Milchstrom 8 als auch den Luftstrom 15 gleichzeitig und insbesondere gleichläufig
5 einstellt. Dies bedeutet, dass für den Fall, dass durch eine Rotation des Regelkörpers 22 von der in Figur 6 gezeigten 0°-Position in die in Figur 8 gezeigte 90°-Position der veränderbare Öffnungsquerschnitt 10 reduziert wird, sowohl eine Flussrate des Milchstroms 8 als auch gleichzeitig eine
10 Flussrate des Luftstroms 15 reduziert wird. Somit wird also automatisch der Luftstrom 15 gedrosselt, sobald der Milchstrom 8 reduziert wird, beispielsweise um eine hohe Temperatur des austretenden Milchschaums 13 zu erreichen.

15 Aufgrund der fluidischen Kopplung zwischen dem Milchstrom 8 und dem Luftstrom 15, die durch die gemeinsame fluidische Grenzfläche entsteht, kann es dabei praktisch nicht mehr vorkommen, dass der Milchstrom 8 abreißt.

20 Die insbesondere in der Längsschnitt-Ansicht der Figur 3 (in Verbindung mit Figur 3) gut zu erkennen ist, ist der veränderbare Öffnungsquerschnitt 10 der Beimischöffnung 4, durch die Luft 6 und Milch 7 die Mischkammer 3 gelangt, gerade vorgelagert in Bezug auf die Strömungsrichtung des Milch-und-
25 Luft-Stroms 14. Ferner ist zu erkennen, dass der Milch-und-Luft-Strom 14 noch vor der Beimischöffnung 4 durch die der Mischkammer 3 vorgelagerte Ansaugkammer 17 geführt ist.

Die Durchgangsöffnung 35, die Kammer 30, die Einströmöffnung
30 33, die Ansaugkammer 17, und die Beimischöffnung 4 bilden somit eine Milch-und-Luft-Zuleitung 21 aus, die den Milch-und-Luft-Strom 14 von dem veränderbaren Öffnungsquerschnitt 10 ausgehend in die Mischkammer 3 führt.

Wie zum Beispiel in den Figuren 2, 3 und 6 zu erkennen ist, strömt die Luft 6 zunächst durch einen Durchflussverminderer 18 in Form einer Lochblende 19 und danach durch eine Lippendichtung 20. Während die Lochblende 19 eine Flussrate
5 des Luftstroms 15 vermindert dient die Lippendichtung dazu, einen eventuellen Rückfluss der Milch 7 in Richtung der Lochblende 19 zu verhindern.

Nicht gezeigt in den Figuren ist eine weitere mögliche
10 Ausgestaltung der Milchaufschäumvorrichtung 50, bei welcher der Luftstrom 15, welcher durch den veränderbaren Öffnungsquerschnitt 10 in die Mischkammer 3 einströmt, mittels einer Luft-Abschaltvorrichtung in Form eines elektrisch oder manuell ansteuerbaren Sperrventils an- beziehungsweise
15 abschaltbar ist. Wird die Luft-Abschaltvorrichtung von dem Kaffeevollautomaten aktiviert, so kann keine Luft 6 mehr in die Mischkammer 3 strömen aber weiterhin kann Milch 7 durch den variablen Öffnungsquerschnitt 10 in die Mischkammer 3 strömen. In diesem Fall fördert die Milchaufschäumvorrichtung
20 50 durch die in Figur 3 gezeigte Milchschaumaustrittsöffnung 28 des Auslaufmoduls 29 also gerade keinen Milchschaum 13, sondern durch den Dampf 5 erhitzte Milch 7. Bei einer solchen Ausgestaltung kann also mit der Milchaufschäumvorrichtung 50 sowohl Milchschaum 13 als auch heiße Milch 7 ausgegeben
25 werden.

Zusammenfassend schlägt die Erfindung gemäß einem ersten Aspekt für eine MilCHFördervorrichtung 1, die Milch 7 auf Basis des Venturi-Effekts mit Hilfe eines von einer Dampfdu
30 2 abgegebenen Dampfstroms 9 fördert, vor, durch entsprechende Ausrichtung einer Beimischöffnung 4 und gegebenenfalls unter Zuhilfenahme von Umlenkflächen 46 einen von einem Dampfstrom 9 angesaugten Milchstrom 8 tangential auf den Dampfstrom 9 auffließen zu lassen, um so eine möglichst störungsfreie
35 Förderung des Milchstroms 8 auch bei sehr geringen Flussraten

des Milchstroms 8 noch gewährleisten zu können. Zu diesem Zweck wird noch bevor der Milchstrom 8 in Kontakt zu dem Dampfstrom 9 gerät, der Milchstrom 8 in Richtung 51 des Dampfstroms 9 ausgerichtet.

5

Gemäß einem zweiten Aspekt hat die Erfindung zudem die Verbesserung der Qualität eines Milchschaums 13 zum Ziel, der mittels der Milchfördervorrichtung 1 - die hierzu als eine Milchaufschäumvorrichtung 50 verwendet wird - hergestellt wird. Dazu weist die Milchfördervorrichtung 1 beziehungsweise die Milchaufschäumvorrichtung 50 eine Mischkammer 3 auf, in welcher mittels eines Dampfstroms 9 Luft 6 und Milch 7 zu dem Milchschaum 13 aufschäumbar sind. Es wird vorgeschlagen, dass eine jeweilige Flussrate eines Luftstroms 15 als auch eines Milchstroms 8, die jeweils in die Mischkammer 3 strömen, dadurch eingestellt wird, dass die Luft 6 und die Milch 7 stets gemeinsam durch einen einstellbaren, variablen Öffnungsquerschnitt 10 in die Mischkammer 3 fließen, der als ein Flussratenverminderer beziehungsweise als eine Drossel für den Luftstrom 15 und den Milchstrom 8 wirkt.

20

/ Bezugszeichenliste

Bezugszeichenliste

	1	Milchfördervorrichtung
	2	Dampfdüse
5	3	Mischkammer
	4	Beimischöffnung
	5	Dampf
	6	Luft
	7	Milch
10	8	Milchstrom
	9	Dampfstrom
	10	veränderbarer Öffnungsquerschnitt
	11	Luftzuführung
	12	Milchzuführung
15	13	Milchschaum
	14	Milch-und-Luft-Strom
	15	Luftstrom
	16	Dampfaustrittsöffnung
	17	Ansaugkammer
20	18	Durchflussverminderer (für 15)
	19	Lochblende
	20	Lippendichtung
	21	Milch-und-Luft-Zuleitung
	22	Regelkörper
25	23	Regelachse
	24	Oberflächenkanal (für 7/8)
	25	Luft-Oberflächenkanal (für 6/15)
	26	Milchzufuhranschluss
	27	Milch-und-Luft-Zuleitung
30	28	Milchaustrittsöffnung / Milchschaumaustrittsöffnung
	29	Auslaufmodul
	30	Kammer
	31	Prallkörper
	32	Dampfzufuhranschluss
35	33	Einströmöffnung

- 34 Regelkörperaufnahme
- 35 Durchgangsöffnung
- 36 Außenkontur (von 22)
- 37 Mündungsstelle
- 5 38 Eintrittsort (für 7 in 3)
- 39 Außenfläche (von 2)
- 40 Verengung
- 41 Zerstäubungskammer
- 42 Bereich (von 3)
- 10 43 lichte Weite (von 4)
- 44 Fangtrichter
- 45 Beschleunigungsabschnitt
- 46 Umlenkfläche
- 47 lichter Durchmesser (von 16)
- 15 48 Außendurchmesser (von 2)
- 49 Dampf-und-Milch-Strom
- 50 Milchaufschäumvorrichtung
- 51 Richtung des Dampfstroms
- 52 Verengungsabschnitt

20

/ Ansprüche