

MISCH - UND KNETMASCHINE FÜR KONTINUIERLICHE AUFBEREITUNGSPROZESSE UND
VERFAHREN ZUR AUFBEREITUNG VON METALLEN

Die Erfindung betrifft eine Misch- und Knetmaschine für kontinuierliche Aufbereitungsprozesse gemäss den Ansprüchen 1 bis 17. Die Erfindung betrifft im
5 Weiteren ein Verfahren zur Aufbereitung von Metallen mittels einer gemäss den Ansprüchen 18 bis 22 ausgebildeten Misch- und Knetmaschine. Schliesslich betrifft die Erfindung auch die Verwendung einer Misch- und Knetmaschine gemäss dem Anspruch 23.

- 10 Misch- und Knetmaschinen der hier zur Rede stehenden Art werden bis anhin überwiegend zum Aufbereiten von schüttgutartigen (Pulver, Granulate, Flakes, etc.), plastischen und/oder pastösen Massen und Materialien eingesetzt.

Bei herkömmlichen Misch- und Knetmaschinen wird das Gehäuse üblicherweise mittels
15 eines flüssigen Mediums temperiert. So wird bei Temperaturen unterhalb von ca. 150°C vorzugsweise Wasser eingesetzt, während bei höheren Temperaturen üblicherweise Öle zum Einsatz kommen. Allerdings eignen sich auch Öle nicht, um bei Temperaturen oberhalb von 400°C eingesetzt zu werden. Je nach Auslegung und Einsatz der Misch- und Knetmaschine werden die genannten Medien zum Kühlen und/oder Erwärmen des
20 Gehäuses eingesetzt. Über die Temperierung des Gehäuses kann natürlich auch direkt Einfluss genommen werden auf die Temperatur des Arbeitsraums und damit auf die Temperatur der im Arbeitsraum aufgenommenen Materialien.

Aus der DE 40 14 408 C1 ist eine Einrichtung zum Erhitzen von Materialien während
25 des Verarbeitens in gattungsgemässen Misch- und Knetmaschinen bekannt. Diese Einrichtung umfasst eine starre und unbewegliche Leitung, welche sich in eine Sackbohrung des Arbeitsorgans erstreckt. Die Leitung ist mit einem offenen Ende versehen. Zwischen der genannten Leitung und der Sackbohrung im Arbeitsorgan wird ein Ringspalt gebildet. Über diese starre Leitung kann ein gasförmiges Medium,
30 vorzugsweise Luft oder ein Inertgas, in das Innere des Arbeitsorgans eingebracht werden, wobei das gasförmige Medium danach über den Ringspalt in ein Auffanggehäuse zurückströmen kann, um von dort nach aussen ins Freie zu gelangen.

Obwohl sich eine derartige Einrichtung zum Erhitzen des Arbeitsorgans eignet, können damit nur vergleichsweise geringe Energiemengen in den Arbeitsraum eingebracht werden.

5

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ausgebildete Misch- und Knetmaschine derart weiterzubilden, dass diese mit hohen Temperaturen betrieben werden kann und sich in besonders vorteilhafter Weise eignet, um Metalle wie Aluminium oder Magnesium derart aufzubereiten, dass diese eine für
10 einen nachfolgenden Druckgiessvorgang besonders vorteilhafte Temperatur und Struktur aufweisen.

Diese Aufgabe wird mit einer Misch- und Knetmaschine gelöst, welche die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale aufweist.

15

Indem sowohl das Gehäuse als auch das Arbeitsorgan der Misch- und Knetmaschine mit zumindest je einem Kanal zum zwangsweisen Durchleiten von gasförmigen Medien zum Temperieren des Prozessraums versehen ist, und die Misch- und Knetmaschine einen beheizbaren Einlauftrichter und/oder eine beheizbare Austrittsdüse aufweist, wird
20 die grundsätzliche Voraussetzung geschaffen, dass die Misch- und Knetmaschine einerseits mit hohen bis sehr hohen Temperaturen betrieben werden kann und andererseits das aufbereitete Material, insbesondere Aluminium oder Magnesium, am Ausgang der Maschine eine vorgegebene Temperatur und eine gleichmässige Struktur aufweist.

25

Bevorzugte Weiterbildungen der Misch- und Knetmaschine sind in den abhängigen Ansprüchen 2 bis 17 angegeben.

So ist bei einer besonders bevorzugten Weiterbildung der Misch- und Knetmaschine
30 vorgesehen, dass die Temperierkanäle durch in das Gehäuse eingelassene Vertiefungen gebildet werden, wobei die genannten Vertiefungen mittels Abdeckplatten verschlossen sind und die Abdeckplatten mittels Federelementen fixiert sind. Eine

solche Ausbildung erlaubt einerseits das Vorsehen von Temperierkanälen mit grossem Querschnitt, so dass über die Temperierkanäle auch hohe Energiemengen -Wärme- zu- und abgeführt werden können. Andererseits können die Temperierkanäle relativ einfach hergestellt werden, zumal diese nicht mittels nachträglicher Bearbeitung, beispielsweise
5 durch Bohren, in des Gehäuse eingebracht werden müssen. Auch sind praktisch beliebige Querschnittsgeometrien möglich. Schliesslich sind derartige Temperierkanäle auch unempfindlich in Bezug auf grosse Temperaturdifferenzen, zumal die Abdeckplatten mittels Federelementen angebracht sind und thermisch bedingte Verspannungen und Ausdehnungen von den Federelementen ausgeglichen werden
10 können, dies im Gegensatz zu Schweissverbindungen oder mechanischen Befestigungen wie Schraubverbindungen oder dergleichen.

Bei einer weiteren, besonders bevorzugten Weiterbildung der Misch- und Knetmaschine ist vorgesehen, dass das Arbeitsorgan nicht nur rotiert, sondern auch eine
15 translatorische Bewegung ausführt, d.h. in axialer Richtung eine Hubbewegung ausführt -oszilliert-. Mit einer derart ausgebildeten Misch- und Knetmaschine wird eine besonders homogene Durchmischung und Temperaturverteilung des zu verarbeitenden Materials erreicht.

20 Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zur Aufbereitung von Metallen mittels einer gemäss einem der Ansprüche 1 bis 17 ausgebildeten Misch- und Knetmaschine vorzuschlagen, mittels welchem Metalle wie Aluminium oder Magnesium derart aufbereitet werden können, dass diese am Ausgang der Maschine eine für einen nachfolgenden Druckgiessvorgang besonders vorteilhafte Temperatur und Struktur
25 aufweisen.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird gemäss dem Kennzeichen des Anspruchs 18 vorgeschlagen, sowohl das Gehäuse als auch das Arbeitsorgan mittels eines strömenden Gases derart zu temperieren, dass das in dem Prozessraum aufbereitete
30 Metall beim Austritt aus der Misch- und Knetmaschine einen thixotropen Zustand einnimmt. Im thixotropen Zustand weisen die insbesondere bevorzugten Metalle wie Aluminium oder Magnesium eine für einen nachfolgenden Druckgiessvorgang

besonders vorteilhafte Temperatur und Struktur auf, da sich im thixotropen Zustand die Viskosität des Materials unter der Einwirkung von Scherkräften verringert. Das sich im sogenannten semi-solid Zustand befindliche Metall lässt sich mit geringen Drücken sehr präzise in Formen pressen. Da die weiteren Vorteile beim Druckgiessen von sich in thixotropem Zustand befindlichen Metallen wie Aluminium oder Magnesium hinlänglich bekannt sind, braucht an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen zu werden. Bevorzugte Weiterbildungen des Verfahrens sind in den Ansprüchen 19 bis 22 näher definiert.

- 10 Schliesslich wird im Anspruch 23 die Verwendung einer gemäss einem der Ansprüche 1 bis 17 ausgebildeten Misch- und Knetmaschine beansprucht. Namentlich wird dabei die Verwendung einer Misch- und Knetmaschine zur Aufbereitung von Metallen wie Aluminium oder Magnesium beansprucht, indem das jeweilige Metall in der Misch- und Knetmaschine derart aufbereitet wird, dass es sich am Ausgang der Maschine in
15 thixotropem Zustand befindet und eine für einen anschliessenden Druckgiessvorgang optimierte Temperatur und Struktur besitzt.

Nachfolgend wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigt:

- 20
- Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine schematisch dargestellte Misch- und Knetmaschine;
- Fig. 2 einen Querschnitt durch das Gehäuse der schematisch dargestellten Misch- und Knetmaschine;
- 25
- Fig. 3 einen Querschnitt durch das Gehäuse der Misch- und Knetmaschine sowie Teile an deren Peripherie;
- 30
- Fig. 4 die Misch- und Knetmaschine in einer perspektivischen Seitenansicht;
- Fig. 5 die Misch- und Knetmaschine in einer perspektivischen Gesamtansicht, und

Fig. 6 einen Längsschnitt durch das Getriebe und Teile des Arbeitsorgans.

Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch eine schematisch dargestellte Misch- und Knetmaschine 1, welche sich insbesondere zum kontinuierlichen Aufbereiten von Leichtmetallen wie Aluminium oder Magnesium für einen nachfolgenden Druckgiessvorgang eignet. Wenn nachfolgend jeweils von Aluminium oder Magnesium gesprochen wird, so ist darunter nicht nur reines Aluminium bzw. Magnesium zu verstehen, sondern es sollen insbesondere auch deren Legierungen mitumfasst werden.

Die Misch- und Knetmaschine 1 weist ein von einem Gehäuse 2 umschlossenes Arbeitsorgan in Form einer Schneckenwelle 3 auf, welche mit einer Vielzahl von spiralförmig verlaufenden Schneckenflügeln versehen ist. Die nicht näher dargestellten Schneckenflügel der Schneckenwelle 3 sind in Umfangsrichtung unterbrochen, um axiale Durchtrittsöffnungen für am Gehäuse 2 angeordnete Knetbolzen oder Knetzähne zu schaffen, wie nachfolgend noch näher erläutert wird. Die Schneckenwelle 3 führt neben der eigentlichen Rotation auch eine axiale, d.h. eine translatorische Bewegung aus. Vorzugsweise führt die Schneckenwelle 3 pro Umdrehung eine oder zwei Hubbewegungen aus. Zwischen der Innenwand des Gehäuses 2 und der Schneckenwelle 3 wird der eigentliche Prozessraum 4 gebildet.

Im vorliegenden Beispiel ist die Misch- und Knetmaschine 1 auf eine maximale Betriebstemperatur von 750°C ausgelegt, bei einer Schneckenwellendrehzahl von ca. 10 bis 500 1/min und einem Verhältnis PI/Da von Prozessraumlänge PI zu Schneckenwellenaussendurchmesser Da zwischen 7 und 15.

Um der Misch- und Knetmaschine 1 die zu verarbeitenden Materialien zuführen zu können, ist einlassseitig ein Einlauftrichter 5 angeordnet, während auslassseitig eine Austrittsdüse 8 vorgesehen ist, über welche das aufbereitete Material austreten kann. Der Begriff Einlauftrichter wird im vorliegenden Zusammenhang für jegliche Art von Einlauföffnung, Zuführöffnung usw. verwendet, wobei darunter nicht nur ein

trichterförmig ausgebildeter Einlass zu verstehen ist. Der Einlaufrichter 5 ist mit einer Heizung 6 versehen, welche ein ringförmiges Element umfasst, das mit einer Vielzahl von Gasdüsen 7 versehen ist. Der Einlaufrichter 5 ist gegenüber dem Gehäuse 2 weitgehend isoliert, indem dieser nur mit vergleichsweise kleinen Flächen an dem Gehäuse 2 zur Anlage kommt. Vorzugsweise kommt eine mit fossilen Brennstoffen betreibbare Heizung 6 zum Einsatz, da diese den Eintrag von hohen Energiemengen ermöglicht. Die Heizung 6 ist im vorliegenden Beispiel als Gasbrenner ausgebildet, wodurch hohe Heizleistungen zusammen mit hohen Temperaturen ermöglicht werden. Ggf. könnte natürlich auch eine andere Form einer Heizung, beispielsweise eine elektrische Widerstands- oder Induktionsheizung, vorgesehen werden. Die Austrittsdüse 8 ist demgegenüber vorzugsweise mit einem elektrischen Heizelement 9 versehen.

In axialer Richtung vor dem Gehäuse 2 ist ein Getriebe 11 angeordnet, welches sowohl die Drehbewegung wie auch die Hubbewegung des -Arbeitsorgans- Schneckenwelle 3 bewirkt. Das Getriebe 11 ist über ein Lüfterrad 17 mit der Schneckenwelle 3 gekoppelt. Die Schneckenwelle 3 ist mit einem Kanal in Form einer axialen Bohrung 12 versehen, welche nicht vollständig durch die Schneckenwelle 3 hindurchgeführt ist, sondern als Sackbohrung vor dem distalen Ende der Schneckenwelle 3 endet. Ausserdem sind auch das Getriebe 11 und das Lüfterrad 17 mit einer zentralen Bohrung versehen, so dass ein durchgehender Kanal 12A gebildet wird, über welchen die Schneckenwelle 3 temperiert werden kann. Innerhalb des genannten Kanals 12A ist ein zentrales Rohr 13 angeordnet. Dieses Rohr 13 ist feststehend, d.h. nicht drehend, angeordnet und bis kurz vor das Ende der Sackbohrung 12 herangeführt. Das genannte Rohr 13 ist mittels nicht näher dargestellten Lagern in dem Kanal 12A abgestützt.

Zwischen der Aussenseite des Rohrs 13 und der Wandung des Kanals 12A verbleibt ein Ringspalt 15, welcher proximal in das Lüfterrad 17 mündet. Das Rohr 13 dient dem Zuführen eines gasförmigen Mediums. Konkret wird mittels eines am einlassseitigen Ende des Rohrs 13 angeordneten Heizgebläses 16 heisse Luft zugeführt, welche am Rohrende 14 austritt und über den Ringspalt 15 zu dem Lüfterrad 17 zurückströmt. Das mit der Schneckenwelle 3 mitdrehende Lüfterrad 17 ist mit Lüfterschaufeln 18 versehen.

Diese Lüfterschaufeln 18 bewirken eine Sogwirkung im Ringspalt 15, so dass das Durchströmen der heissen Luft begünstigt und diese zwangsweise nach aussen abgeführt wird. Die abgeführte Heissluft wird einem Abluftrohr 19 zugeführt, von wo diese in einen Sammelbehälter (nicht dargestellt) geleitet wird. Mittels der durch den Ringspalt 15 geleiteten Luft kann die Temperatur der Schneckenwelle 3 und damit natürlich auch die Temperatur des im Prozessraum 4 aufgenommenen Materials beeinflusst werden. Das aus einem keramischen Werkstoff gefertigte Lüfterrad 17 dient gleichzeitig auch als Isolator, indem es das Getriebe 11 gegenüber der Schneckenwelle 3 thermisch isoliert.

10

Ggf. kann das Lüfterrad 17 zweiteilig ausgebildet werden, indem dieses einen Heissgasabschnitt und einen Kaltgasabschnitt aufweist. Der Heissgasabschnitt dient dabei, wie vorgängig ausgeführt, zum Abführen der heissen Gase aus dem Ringspalt 15 nach aussen. Der Kaltgasabschnitt wird anschliessend anhand der Figur 6 noch näher erläutert. Ein solches Lüfterrad kann im Stile eines Abgasturboladers konstruiert werden, wobei der Heissgasabschnitt der Abgasseite und der Kaltgasabschnitt der Frischluftseite entspricht. Allerdings wird das Lüfterrad 17 nicht von dem Abgasstrom angetrieben, sondern ist mechanisch mit dem Arbeitsorgan 3 gekoppelt.

15

Vorzugsweise ist coaxial zu dem durch das Getriebe 11 führenden Teil des Rohrs 13 zumindest ein weiteres Rohr (nicht dargestellt) angeordnet, welches als thermischer Isolator wirkt, indem zwischen dem Getriebe 11 und dem feststehenden 13 Rohr ein statisches Luftpolster gebildet wird. Alternativ oder zusätzlich kann auch noch eine Kühlung mittels eines strömenden Kühlgases vorgesehen werden, welches entweder durch das genannte weitere Rohr oder allenfalls ein zusätzliches coaxiales Rohr geleitet wird. Eine bevorzugte Ausbildung wird anschliessend anhand der Figur 6 ebenfalls noch näher erläutert.

25

Um den Prozessraum 4 eingangsseitig abzudichten, sind schwimmend auf der Schneckenwelle 3 gelagerte Dichtpackungen 21 vorgesehen, welche in axialer Richtung gegen die Stirnseite 22 des Gehäuses 2 verspannt sind. Der gesamte Prozessraum 4 ist derart ausgebildet und abgedichtet, dass darin flüssiges Aluminium

30

oder Magnesium verarbeitet werden kann. Es versteht sich, dass sämtliche thermisch hochbelasteten Teile aus hitzebeständigen Werkstoffen hergestellt und/oder mit hitzebeständigen Schichten versehen sind. Zudem werden die mit dem zu verarbeitenden Material -flüssiges Aluminium oder Magnesium- in Kontakt kommenden

5 Teile aus Materialien hergestellt und/oder mit Schichten versehen, welche weder chemisch noch physikalisch mit Aluminium und/oder Magnesium reagieren. Während die thermisch hochbelasteten Teile vorzugsweise aus einem hitzebeständigen Stahl gefertigt werden, wird das Gehäuse auf der den Prozessraum bildenden Seite vorzugsweise schweisstechnisch gepanzert. Weitere hochbelastete Elemente können

10 beispielsweise auch mittels einer Permanent-Schlichte beschichtet werden.

Die Schneckenwelle 3 ist vorzugsweise modular aufgebaut, indem sie als sogenannte Steckwelle ausgebildet ist, bei welcher einzelne Schneckenelemente auf eine vielkeilverzahnte Welle aufgesteckt sind. Dadurch ist die Welle modular konfigurierbar

15 und die einzelnen Module können individuell an die gewünschten bzw. notwendigen Anforderungen angepasst werden. Vorzugsweise bewirkt zumindest eines der Module eine hohe Scherwirkung, so dass die sich bildenden Festkomponenten, namentlich kristallisierende Tendride, zerteilt werden und die aufbereitete Masse damit möglichst feinkörnig und homogen ausfällt.

20 Die Fig. 2 zeigt einen Querschnitt durch das aus zwei Hälften 2A, 2B bestehende Gehäuse 2 der Misch- und Knetmaschine 1 in vereinfachter Darstellung. Das Gehäuse 2 besteht vorzugsweise aus einem temperaturbeständigen Stahl bzw. einer Stahllegierung. Aus dieser Darstellung sind vier in das Gehäuse 2 eingelassene

25 Vertiefungen 27 ersichtlich, welche axial entlang des Gehäuses 2 verlaufen und zur Bildung von Temperierkanälen mittels Abdeckplatten 28 verschlossen sind. Die beiden Gehäusehälften 2A, 2B werden vorzugsweise aus einem massiven Stahlblock mittels spanabhebender Bearbeitung wie Fräsen, Bohren, oder dergleichen gefertigt. Bei der Fertigung der jeweiligen Gehäusehälfte 2A, 2B werden auch gleichzeitig die

30 Vertiefungen 27 eingelassen. Ggf. könnte das Gehäuse 2 auch durch Giessen hergestellt werden, wobei die Vertiefungen 27 vorzugsweise direkt beim Giessvorgang ausgebildet werden. Die Abdeckplatten 28 sind mittels Federelementen fixiert, wie

anschliessend anhand der Fig. 3 noch erläutert wird. Zudem sind in den Prozessraum 4 ragende Knetbolzen 32 ersichtlich. Vorzugsweise sind mehrere, axial entlang des Prozessraums 4 angeordnete Knetbolzen 32 mit Temperatursensoren versehen, so dass die Temperatur des sich im Prozessraum befindlichen Materials während der
5 Aufbereitung/Verarbeitung entlang des Prozessraums 4 erfasst werden kann. Ggf. können auch einige Temperatursensoren radial versetzt werden. Im vorliegenden Fall ist es besonders wichtig, dass das Material am Ausgang der Misch- und Knetmaschine 1 eine vorbestimmte Temperatur aufweist.

10 Die Fig. 3 zeigt einen Querschnitt durch das Gehäuse der Misch- und Knetmaschine sowie Teile der Peripherie. So sind aus dieser Darstellung insbesondere vier Heissgas-Zuführleitungen 24 ersichtlich, welche mit je einem der Temperierkanäle 30 verbunden sind. Jedem der vier Heissgas-Zuführleitungen 24 ist ein elektrisches Heizelement 25 vorgeschaltet, mittels welchem das zuzuführende Gas -Luft- auf die gewünschte
15 Temperatur erhitzt werden kann. Die Heizelemente 25 sind derart ausgelegt, dass die durchströmende Luft bis auf ca. 750°C erhitzt werden kann. Wie ersichtlich, ist jede Gehäusehälfte separat temperierbar. Vorzugsweise sind die Gehäusehälften auch in axialer Richtung in mehrere Temperierzonen unterteilt, wie nachfolgend noch erläutert wird.

20 Auslassseitig sind die Temperierkanäle 30 mit Heissgas-Abführleitungen (nicht dargestellt) versehen. Diese Heissgas-Abführleitungen münden vorzugsweise ebenfalls in den vorgängig genannten Sammelbehälter, so dass die von der Schneckenwelle abgeführten Heissgase mit den aus dem Gehäuse abgeführten Heissgasen
25 zusammengeführt werden. Die Enthalpie der abgeführten Gase wird vorzugsweise zum Erhitzen der den Temperierkanälen 30 zuzuführenden heissen Medien genutzt. Diese Nutzung kann entweder direkt erfolgen, indem die Heissgase in einem Kreislauf zirkulieren. Alternativ könnte die Nutzung beispielsweise über einen Wärmetauscher erfolgen.

30 Die Fig. 4 zeigt das Gehäuse der Misch- und Knetmaschine 1 in einer perspektivischen Aussenansicht. Aus dieser Darstellung sind insbesondere die axial in das Gehäuse 2

eingelassenen Vertiefungen 27, die Abdeckplatten 28, die dem Fixieren der Abdeckplatten 28 dienenden Federelemente 29, sowie eine Vielzahl von Knetbolzen 32 ersichtlich. Die Federelemente 29 drücken mit ihrem nach innen gewölbten Mittelteil auf die jeweilige Abdeckplatte 28, so dass diese dicht auf einer planen Oberfläche oberhalb
5 des jeweiligen Vertiefung 27 aufzuliegen kommt. Eine derartige Ausbildung hat den Vorteil, dass auf einfache Weise Temperierkanäle mit grossem Querschnitt realisiert werden können. Indem die Abdeckplatten 28 mittels Federelementen 29 fixiert sind, können auch sehr grosse Temperaturdifferenzen von bis zu mehreren hundert Grad und die daraus resultierenden, unterschiedlichen Temperaturdehnungen aufgenommen
10 werden, was bei einer mechanischen Befestigung der Abdeckplatten 28 mittels Schrauben, Schweissen oder dgl. mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden wäre, zumal sich das eine grosse Masse aufweisende Gehäuse 2 nicht gleich schnell erwärmt bzw. abkühlt wie die Abdeckplatten 28. Die Federelemente 29 sind am Gehäuse mittels Verschraubung befestigt und dies durch eine Hohlspannung und nicht auf block. Eine
15 derartige Befestigung bewirkt, dass Fertigungstoleranzen beim Biegen der Federelemente 29 bei der Montage ausgeglichen werden können und damit alle Federelemente 29 mit der gleichen Federkraft auf die Abdeckplatten 28 drücken.

Im weiteren sind zwei Heissgas-Zuführleitungen 24 ersichtlich, mittels welchen den
20 Temperierkanälen ein Heissgas zugeführt werden kann. Es versteht sich, dass jeder der durch eine Vertiefung 27 gebildeten Temperierkanäle mit je einer Heissgas-Zuführleitung 24 sowie einer Heissgas-Abführleitung versehen ist. Jeder Heissgas-Zuführleitung ist ein Heizelement zum Aufheizen eines gasförmigen Mediums, vorzugsweise Luft, vorgeschaltet. Im vorliegenden Beispiel sind die Heizelemente
25 ausgelegt, um die durchströmende Luft auf Temperaturen von über 500°C zu erhitzen. Um den Druckverlust bzw. den Druckunterschied bei unterschiedlich langen Heissgas-Zuführleitungen 24 ausgleichen zu können, können die kürzeren Heissgas-Zuführleitungen ggf. mit Drosseln versehen werden. Vorzugsweise sind entlang des Gehäuses 2 mehrere Temperierzonen vorgesehen, indem die Temperierkanäle in
30 axialer Richtung unterteilt werden, so dass einzelne Bereiche des Gehäuses 2 individuell temperiert werden können. Jede dieser Temperierzonen ist mit einer Heissgas-Zuführleitung sowie einer Heissgas-Abführleitung versehen, wobei die

einzelnen Leitungen zugunsten einer übersichtlichen Darstellung nicht dargestellt sind. Vorzugsweise ist das Gehäuse 2 in axialer Richtung in zwei bis vier unterschiedliche Temperierzonen unterteilt, wobei vorzugsweise jede Temperierzone mit zumindest einem Temperatursensor versehen ist.

5

Die Vertiefungen 27 ermöglichen Temperierkanäle 30 mit grossem Querschnitt, so dass mittels des bewegten Gases grosse Energiemengen auf das Gehäuse übertragen bzw. vom Gas aufgenommen werden können, womit letztlich die Temperierung des Prozessraums und damit des zu verarbeitenden Materials in der gewünschten Weise

10 bewirkt werden kann.

Vorzugsweise ist das Gehäuse auf der Aussenseite mit einer thermischen Isolation versehen, welche zugunsten einer übersichtlichen Darstellung ebenfalls nicht eingezeichnet ist. Die Isolation kann in Segmente unterteilt werden, was insbesondere

15 dann vorteilhaft ist, wenn das Gehäuse 2 in axialer Richtung in mehrere unterschiedliche Temperierzonen unterteilt ist. In diesem Fall ist vorzugsweise jeder einzelnen Temperierzone eine separate Isolation zugeordnet.

Die Fig. 5 zeigt die Misch- und Knetmaschine in einer perspektivischen Gesamtansicht.

20 Aus dieser Darstellung ist einerseits die ringförmig um den Einlaufrichter 5 herum laufende Gas-Heizung 6 ersichtlich. Zudem ist eine Schneidvorrichtung 35 erkennbar, mittels welcher das aus der Austrittsdüse austretende Material abgetrennt werden kann, damit es beispielsweise chargenweise einer Giessvorrichtung zugeführt werden kann.

25 Um die aus der Düse austretende Masse, welche sich in semi-solidem Zustand befindet, aufzufangen, ist vorzugsweise eine beheizte Form, welche beispielsweise als Rohrhälfte ausgebildet ist, vorgesehen. Die genannte Form ist nicht dargestellt. Die genannte Form kann beispielsweise mittels eines Roboters von der Misch- und Knetmaschine zu der Giessvorrichtung hinbewegt werden.

30

Anhand der Figur 6, welche einen Längsschnitt durch schematisch dargestellte Teile der Misch- und Knetmaschine zeigt, namentlich das Getriebe 11 und Teile des

Arbeitsorgans 3, soll die Temperierung des Arbeitsorgans 3 sowie die Kühlung des Getriebes 11 näher erläutert werden. Die mittels des Heizgebläses 16 erhitzte Luft 36 strömt durch das zentrale Rohr 13 in Richtung des Arbeitorgans 3. Am Ende 14 tritt die erhitzte Luft 36 aus dem Rohr 13 aus und strömt, begünstigt durch die Sogwirkung der Lüfterschaukeln 18, über den Ringspalt 15 zu dem Lüfterrad zurück. Die abgeführte Heissluft 36a wird dann über ein Abluftrohr (nicht dargestellt) abgeführt und ggf. in einen Sammelbehälter (nicht dargestellt) weitergeleitet.

Damit das über das zentrale Rohr 13 zugeführte Heissgas 36 das Getriebe 11 nicht übermässig erhitzt, ist das zentrale Rohr 13 im Bereich des Getriebes 11 von einem weiteren, koaxial zum zentralen Rohr 13 angeordneten Rohr 37 umgeben. Durch dieses weitere Rohr 37 wird auf der Aussenseite des zentralen Rohrs 13 ein Ringspalt 38 mit einem stehenden Luftpolster 39 gebildet, welches als Isolator wirkt. Das erste koaxiale Rohr 37 kann ggf., wie dargestellt, von einem zusätzlichen koaxialen Rohr 40 umschlossen sein, welches mit einem Einlass 41 und einem Auslass 42 versehen ist. Dieses zusätzliche koaxiale Rohr 40 dient dem Durchleiten von Kaltluft. Der Auslass 42 des zusätzlichen koaxialen Rohrs 40 ist vorzugsweise mit der Kaltgasseite 44 des Lüfterrads 17 verbunden. Über den Einlass 41 des zusätzlichen (äusseren) koaxialen Rohrs 40 wird Kaltluft 43 zugeführt. Diese Kaltluft 43 strömt auf der Aussenseite des inneren koaxialen Rohrs 37 vorbei und kühlt dieses. Die Kaltluft 43a tritt über den Auslass 42 des zusätzlichen koaxialen Rohrs 40 aus und strömt, begünstigt durch die Sogwirkung der Lüfterschaukeln 43, über radiale Kanäle 45 nach aussen. Ggf. kann auf die unterstützende Sogwirkung des Lüfterrads 17 verzichtet werden, indem die Kaltluft 43 nur mit Hilfe eines Gebläses (nicht dargestellt) durch das zusätzliche koaxiale Rohr 40 geleitet wird. Die kühle Luft bewirkt neben der Kühlung des Getriebes 11 auch eine Kühlung des Lüfterrads 17. Daneben kann die austretende Kühlluft ggf. noch weitere Bauteile, Verbindungsteile, Gehäuseteile etc. kühlen, indem die Kühlluft an den zu kühlenden Elementen vorbei geleitet wird. Dies kann durch eine entsprechende Luftführung erreicht werden.

Nachfolgend wird die Funktionsweise der Misch- und Knetmaschine anhand des Aufbereitens von Aluminium für einen nachfolgenden Druckgiessvorgang näher

erläutert, wobei beispielhaft davon ausgegangen wird, dass Aluminium aufbereitet wird, welches eine Schmelztemperatur in der Grössenordnung von ca. 650°C besitzt.

5 Bevor der Misch- und Knetmaschine 1 das aufzubereitende Material -Aluminium-
zugeführt wird, wird die Maschine soweit erhitzt, dass das Gehäuse 2 inkl. des
Arbeitsorgans 3 -Schneckenwelle- und des Prozessraums 4 eine Temperatur im
Bereich des Schmelzpunktes von Aluminium aufweist. Das Erhitzen erfolgt, indem über
die Temperierkanäle 30 des Gehäuses 2 wie auch der Schneckenwelle 3 Heissgas mit
einer entsprechenden Temperatur zugeführt wird.

10

Danach wird der Misch- und Knetmaschine 1 über den Einlaufrichter 5 flüssiges, d.h.
geschmolzenes Aluminium zugeführt. Der Einlaufrichter 5 wird mittels der Heissgas-
Heizung 6 über den Schmelzpunkt von Aluminium hinaus erwärmt, so dass keine
Gefahr besteht, dass Anteile des mit dem Einlaufrichter 5 in Berührung kommenden
15 Aluminiums erstarren und Rückstände am Einlaufrichter 5 haften bleiben. Jedenfalls
wird der Einlaufrichter 5 auf zumindest ca. 650°C bzw. über den Schmelzpunkt des zu
verarbeitenden Leichtmetalls erhitzt, wobei diese Temperatur in Abhängigkeit der
Legierung des zu verarbeitenden Materials und dem damit zusammenhängenden
Schmelzpunkt variieren kann und daher nur als Grössenordnung zu verstehen ist.

20

Alternativ kann das aufzubereitende Material natürlich auch in fester Form,
beispielsweise in der Form von Granulat, Pellets (Bällchen, Kügelchen), Chips, Spänen,
Pulver o.ä. zugeführt werden. Vorzugsweise wird das feste Material vor der
Zudosierung jedoch erhitzt, insbesondere auf eine Temperatur nahe dem
25 Schmelzpunkt, so dass in der Misch- und Knetmaschine 1 nur noch vergleichsweise
wenig Wärme -Energie- bis zum idealen Semi-Solid Zustand zugeführt werden muss.

30

Das Aluminium wird mittels der rotierenden und in axialer Richtung oszillierenden
Schneckenwelle 3 einerseits vorwärts transportiert und andererseits homogen
vermischt. Der Arbeitsraum der Misch- und Knetmaschine wird dabei derart temperiert,
dass das Aluminium bis zum Auslass hin auf eine Temperatur unterhalb des
eigentlichen Schmelzpunkts abgekühlt wird. Konkret wird das Aluminium soweit

abgekühlt, dass es sich am Ausgang der Misch- und Knetmaschine 1 in thixotropem Zustand befindet. Unter thixotropem Zustand ist ein teilerstarrter Zustand zu verstehen, in dem das genannte Material -Aluminium- sowohl flüssige wie auch feste Anteile aufweist. Im vorliegenden Beispiel wird eine Temperatur zwischen ca. 570°C und 620°C angestrebt, da sich das Aluminium bzw. die Aluminiumlegierung bei dieser Temperatur in thixotropem Zustand befindet. Wie bereits vorgängig erwähnt, weist das Aluminium in thixotropem Zustand eine für einen nachfolgenden Druckgiessvorgang besonders vorteilhafte Temperatur und Struktur auf. Es versteht sich, dass der genannte Temperaturbereich von 570°C bis 620°C lediglich beispielhaft ist und in Abhängigkeit von den geforderten Giesseigenschaften wie auch der jeweiligen Legierung variieren kann.

Durch die entlang des Prozessraums 4 angeordneten Temperatursensoren kann die Temperatur des Aluminiums überwacht und geregelt werden. Die Misch- und Knetmaschine ist dazu mit einer Steuerungsvorrichtung (nicht dargestellt) versehen, mittels welcher die für die Temperatur des Aluminiums massgebenden Parameter, insbesondere die Temperatur der zugeführten Heissgase, beeinflusst werden können. Dies geschieht über die Ansteuerung der einzelnen, den Heissgasleitungen vorgeschalteten Heizelemente 16, 25. Natürlich kann auch über die Temperatur des Einlauftrichters 5 und insbesondere über die Temperatur der Austrittsdüse 8 Einfluss auf die Austrittstemperatur des Aluminiums genommen werden.

Es versteht sich, dass die angeführten Temperaturen variieren können, je nachdem ob reines Aluminium oder eine Aluminiumlegierung aufbereitet werden soll, wobei insbesondere bei unterschiedlichen Aluminiumlegierungen nennenswerte Unterschiede hinsichtlich der Temperatur gefordert sein können. Gleiches gilt natürlich für Magnesium bzw. Magnesium-Legierungen.

Der Vorteil des Aufbereitens von Aluminium oder Magnesium mittels einer erfindungsgemäss ausgebildeten Misch- und Knetmaschine besteht darin, dass einerseits die Temperatur im Prozessraum bzw. des zu verarbeitenden Leichtmetalls sehr genau eingestellt werden kann. Andererseits kann sichergestellt werden, dass eine

homogene Durchmischung und Struktur sowie eine bezüglich des Querschnitts durchgehend gleichmässige Temperatur des zu verarbeitenden Materials erreicht wird, was sehr wichtig ist, da das Temperaturfenster, innerhalb welchem sich das Aluminium bzw. Magnesium in thixotropem Zustand befindet, relativ schmal ist und in der

5 Grössenordnung von $\pm 5^{\circ}\text{C}$ liegt.

Bezugszeichenliste :

	1. Misch- und Knetmaschine	36. Heissgas (Luft)
	2. Gehäuse	37. weiteres koaxiales Rohr
5	3. Arbeitsorgan	38. Ringspalt
	4. Prozessraum	39. stehendes Luftpolster
	5. Einlaufrichter	40. zusätzliches koaxiales Rohr
	6. Heizung	41. Lufteinlass
	7. Gasdüsen	42. Luftauslass
10	8. Austrittsdüse	43. Kaltgas
	9. elektr. Heizelement	44. Lüfterschaufeln (Kaltgasseite)
	10.	45. radiale Kanäle
	11. Getriebe	46.
	12. zentrale Bohrung	47.
15	13. zentrales Rohr	48.
	14. Rohrende	49.
	15. Ringspalt	50.
	16. Heizgebläse	51.
	17. Lüfterrad	52.
20	18. Lüfterschaufeln	53.
	19. Abluftrohr	54.
	20.	55.
	21. Dichtpackungen	56.
	22. Stirnseite Gehäuse	57.
25	23.	58.
	24. Heissgas- Zuführleitung	59.
	25. Heizung	60.
	26.	61.
	27. Vertiefungen	62.
30	28. Abdeckplatten	63.
	29. Federelemente	64.
	30. Temperierkanal	65.
	31.	66.
	32. Knetbolzen	67.
35	33. Temperatursensor	68.
	34.	69.
	35. Schneidvorrichtung	70.

Patentansprüche

1. Misch- und Knetmaschine (1) für kontinuierliche Aufbereitungsprozesse, mit
5 einem einen Prozessraum (4) umschliessenden Gehäuse (2) und einem im
Gehäuse (2) rotierenden Arbeitsorgan (3), mit einem Einlaufrichter (5) zum
Einfüllen von im Prozessraum (4) aufzubereitendem Material und einer
Austrittsdüse (8) für das aufbereitete Material, **dadurch gekennzeichnet, dass**
10 sowohl das Gehäuse (2) als auch das Arbeitsorgan (3) mit zumindest je einem
Kanal (12A, 30) zum zwangsweisen Durchleiten von gasförmigen Medien zum
Temperieren des Prozessraums (4) versehen ist/sind, und dass die Misch- und
Knetmaschine (1) einen beheizbaren Einlaufrichter (5) und/oder eine beheizbare
Austrittsdüse (8) aufweist.
- 15 2. Misch- und Knetmaschine (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**
den genannten Kanälen (12A, 30) Heizelemente (16, 25) zum Aufheizen eines
gasförmigen Mediums auf Temperaturen von über 500°C vorgeschaltet sind.
- 20 3. Misch- und Knetmaschine (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch**
gekennzeichnet, dass das Arbeitsorgan als Schneckenwelle (3) ausgebildet ist,
wobei die Schneckenwelle (3) mit einer zentralen Bohrung (12) versehen ist,
über welche ein gasförmiges Medium zum Temperieren der Schneckenwelle (3)
zuführbar ist.
- 25 4. Misch- und Knetmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (2) mit axial verlaufenden
Temperierkanälen (30) versehen ist, über welche ein gasförmiges Medium zum
Temperieren des Gehäuses (2) zuführbar ist.
- 30 5. Misch- und Knetmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Temperierkanäle (30) durch in das
Gehäuse (2) eingelassene Vertiefungen (27) gebildet werden, welche mittels

Abdeckplatten (28) verschlossen sind, wobei die Abdeckplatten (28) mittels Federelementen (29) fixiert sind.

- 5 6. Misch- und Knetmaschine (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Auslass der in die Schneckenwelle (3) eingelassenen Bohrung (12) mit einem mit der Schneckenwelle (3) gekoppelten, eine Saugwirkung in der genannten Bohrung (12) bewirkenden Lüfterrad (17) verbunden ist.
- 10 7. Misch- und Knetmaschine (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lüfterrad (17) aus Keramik gefertigt ist.
- 15 8. Misch- und Knetmaschine (1) nach Anspruch 3 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der genannten Bohrung (12) der Schneckenwelle (3) ein feststehendes Rohr (13) angeordnet ist, wobei zwischen dem Rohr (13) und der zentralen Bohrung (12) der Schneckenwelle (3) ein Ringspalt (15) gebildet wird, über welchen das gasförmige Medium nach dem Austreten aus dem Rohr (12) zurückströmen kann.
- 20 9. Misch- und Knetmaschine (1) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schneckenwelle (3) axial mit einem Getriebe (11) gekoppelt ist das genannte Rohr (13) derart durch das Getriebe (11) hindurch nach aussen geführt ist, dass das gasförmige Medium über das Rohr (13) zu der Schneckenwelle (3) geleitet werden kann.
- 25 10. Misch- und Knetmaschine (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** koaxial zu dem durch das Getriebe (1) führenden Teils des zentralen Rohrs (13) zumindest ein weiteres Rohr (38) angeordnet ist, welches zwischen sich und dem zentralen Rohr (13) einen Ringspalt (38) begrenzt, wobei der Ringspalt (38) als thermischer Isolator wirkt, indem darin ein statisches Luftpolster (39) gebildet wird.
- 30

11. Misch- und Knetmaschine (1) nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** koaxial zu dem durch das Getriebe (1) führenden Teils des zentralen Rohrs (13) ein zusätzliches Rohr (40) angeordnet ist, welches mit einem Einlass (41) und einem Auslass (42) versehen ist, und dass Mittel (18, 44) zum zwangsweisen Durchleiten eines Kaltgases, insbesondere Luft, durch das zusätzliche Rohr (40) vorgesehen sind.
12. Misch- und Knetmaschine (1) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannten Mittel ein Gebläse und/oder ein mit dem Arbeitsorgan gekoppeltes Lüfterrad (18) umfassen, welches letzteres mit Lüfterschaufeln (44) zum Erzeugen einer Sogwirkung in dem zusätzlichen Rohr (40) versehen ist.
13. Misch- und Knetmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** entlang des Prozessraums (4) mehrere Temperatursensoren angeordnet sind.
14. Misch- und Knetmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schneckenwelle (3) zusätzlich zu der Rotation eine Hubbewegung ausführt, indem sie in axialer Richtung oszilliert, und dass am Gehäuse (2) eine Vielzahl von in den Prozessraum (4) ragenden Knetbolzen (32) angeordnet sind.
15. Misch- und Knetmaschine (1) nach Anspruch 13 und 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest einzelne Knetbolzen (32) mit einem Temperatursensor zum Messen der im Prozessraum (4) vorherrschenden Temperatur versehen ist.
16. Misch- und Knetmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (2) mehrere, individuell temperierbare Temperierzonen aufweist.

17. Misch- und Knetmaschine (1) nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperierzonen in axialer und/oder radialer Richtung entlang des Prozessraums (4) angeordnet sind.
- 5 18. Verfahren zur Aufbereitung von Metallen, insbesondere von Leichtmetallen und deren Legierungen, mittels einer kontinuierlich arbeitenden Misch- und Knetmaschine (1), welche mit einem einen Prozessraum (4) umschliessenden Gehäuse (2), einem im Gehäuse (2) rotierenden Arbeitsorgan (3) sowie einer Austrittsdüse (8) versehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Prozessraum
- 10 (4) mittels eines gasförmigen Mediums derart temperiert wird, dass das im Prozessraum (4) aufbereitete Metall beim Austritt aus der Austrittsdüse (8) einen thixotropen Zustand einnimmt.
- 15 19. Verfahren nach Anspruch 18 zur Aufbereitung von Metallen mittels einer gemäss einem der Ansprüche 1 bis 17 ausgebildeten Misch- und Knetmaschine (1), **dadurch gekennzeichnet, dass** sowohl das Gehäuse (2) als auch das Arbeitsorgan (3) mittels eines strömenden Gases derart temperiert werden, dass das in dem Prozessraum (4) aufbereitete Metall beim Austritt aus der Austrittsdüse (8) einen thixotropen Zustand einnimmt.
- 20 20. Verfahren nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einlauftrichter (5) und/oder die Austrittsdüse (8) auf eine Temperatur oberhalb von 500°C erhitzt wird/werden.
- 25 21. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metall der Misch- und Knetmaschine (1) in flüssigem Zustand zugeführt wird.
- 30 22. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schneckenwelle (3) und/oder das Gehäuse (2) der Misch- und Knetmaschine (1) mittels des gasförmigen Mediums auf einer Temperatur

zwischen 500°C und 750°C, insbesondere zwischen 550°C und 650°C gehalten wird/werden.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21, **dadurch gekennzeichnet,**
5 **dass** der Prozessraum (4) mittels auf über 400°C, insbesondere auf über 500°C erhitzter Luft gekühlt wird.
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 23, **dadurch gekennzeichnet,**
10 **dass** die Enthalpie der aus den Temperierkanälen (12A, 30) abgeleiteten Gase direkt oder indirekt zur Erwärmung der den Temperier-Kanälen (12A, 30) zuzuführenden Gase genutzt wird.
25. Verwendung einer gemäss einem der Ansprüche 1 bis 17 ausgebildeten Misch- und Knetmaschine (1) **dadurch gekennzeichnet, dass** die Misch- und
15 Knetmaschine (1) zur Aufbereitung von Leichtmetallen oder deren Legierungen, insbesondere Aluminium, Magnesium oder deren Legierungen verwendet wird, indem das jeweilige Metall in der Misch- und Knetmaschine (1) derart aufbereitet wird, dass es sich am Ausgang der Misch- und Knetmaschine (1) in thixotropem Zustand befindet und eine für einen anschliessenden Druckgiessvorgang
20 optimierte Temperatur und Struktur besitzt.