



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 940 206 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.09.1999 Patentblatt 1999/36

(51) Int. Cl.⁶: **B22D 17/10**

(21) Anmeldenummer: **98810180.4**

(22) Anmeldetag: **04.03.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder:
**Alusuisse Technology & Management AG
8212 Neuhausen am Rheinfall (CH)**

(72) Erfinder: **Röllin, Erich
8200 Schaffhausen (CH)**

(54) **Oxidabscheider**

(57) Horizontal-Druckgiessmaschine zur Herstellung von oxidfreien Formteilen aus thixotropen Metallbolzen (24) durch Thixoformen. Die Giesskammer (10) weist ein in den Giesskammerhohlraum (12) einfühbares, scheibenförmiges Oxidmesser (30) auf, welches eine jochförmige Randausnehmung (31) enthält, die derart ausgebildet ist, dass während dem Thixoformen eine obere Randzone (26) des thixotropen Metallbolzens (24) abgestreift werden kann. Die Gussform (40) weist zudem einen an den Giesskammerhohlraum (12) angrenzenden Einguss (36) auf, wobei die Formkavität (42) mit dem Einguss (36) durch einen Eingusskanal (37) verbunden ist, bei dem wenigstens der direkt vom Einguss (36) wegführende Teil ein vom obersten Bereich des Eingusses (36) ausgehendes, senkrecht nach oben verlaufendes Kanalstück (38) darstellt.

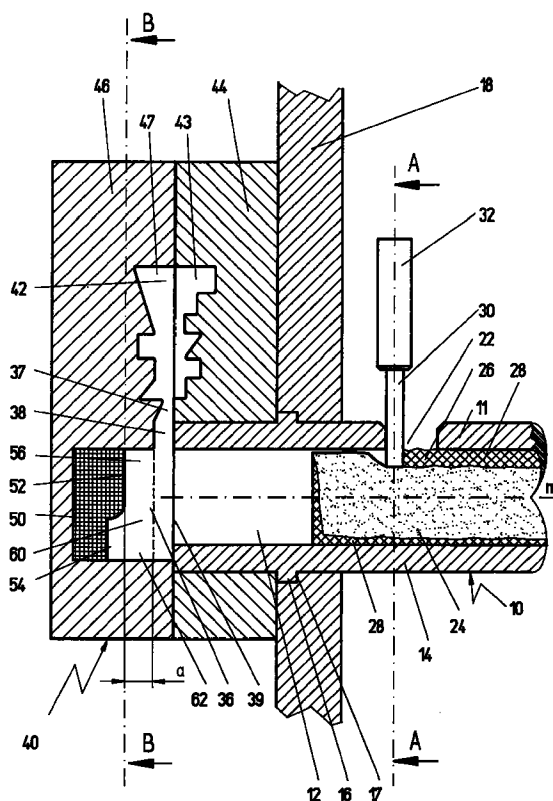


Fig. 1

EP 0 940 206 A1

Beschreibung

[0001] Vorliegende Erfindung betrifft eine Horizontal-Druckgiessmaschine zur Herstellung von Formteilen aus thixotropen Metallbolzen durch Thixoformen, enthaltend eine Gussform mit einer Formkavität und eine horizontal liegende Giesskammer mit einem Giesskammerhohlraum. Die Erfindung betrifft weiter ein Thixofom-Verfahren zur Herstellung von Formteilen aus thixotropen Metallbolzen in einer erfindungsgemässen Horizontal-Druckgiessmaschine, bei dem Einschlüsse der den thixotropen Metallbolzen umgebenden Oxidhaut im Legierungsgefüge des Formteils vermieden werden.

[0002] Das Thixoformen betrifft die Herstellung von Formteilen aus thixotropen Metallbolzen. Als Metallbolzen kommen dabei alle Bolzen aus einem in einen thixotropen Zustand überführbaren Metall in Frage.

[0003] Beim Thixoformen werden die thixotropen Eigenschaften teilflüssiger bzw. teilfester Metallegierungen ausgenützt. Die thixotropen Eigenschaften einer Metallegierung bedeuten, dass ein entsprechend vorbereitetes Metall sich unbelastet wie ein Festkörper verhält, unter Schubbeanspruchung seine Viskosität jedoch soweit verringert, dass es sich ähnlich einer Metallschmelze verhält. Dazu ist ein Aufheizen der Legierung in das Erstarrungsintervall zwischen Liquidus- und Solidustemperatur erforderlich. Die Temperatur ist dabei so einzustellen, dass beispielsweise ein Gefügeanteil von 20 bis 80 Gew.% aufgeschmolzen wird, der Rest jedoch in fester Form verbleibt.

[0004] Metallische Körper, beispielsweise Körper aus Aluminium, Magnesium oder Zink, oder deren Legierungen, überziehen sich im Kontakt mit ihrer Umgebungsatmosphäre mit einer natürlichen Oxidhaut, deren Dicke üblicherweise weit unter einem Mikrometer liegt. Während dem Aufheizprozess eines Metallbolzens zur Überführung desselben beispielsweise in einen thixotropen Zustand wird diese meist bereits natürlich vorhandene Oxidschicht am Umfang des Metallbolzens, die sogenannte Oxidhaut, verstärkt. Die Dicke der während dem Aufheizprozess gebildeten Oxidhaut hängt von der benötigten Aufheizzeit, der den Bolzen umgebenden Atmosphäre, sowie der Legierungszusammensetzung des betreffenden Bolzens ab. Die Dicke der während dem Aufheizprozess gebildeten Oxidhaut beträgt für Aluminiumbolzen typischerweise 0.1 bis 10 µm. Besonders bei Metallegierungen im schmelzflüssigen oder thixotropen Zustand können sich in der Oxidhaut zudem Verunreinigungen, wie beispielsweise Alkali- und Erdalkalimetalle, ablageren.

[0005] Bei Formteilen finden sich üblicherweise die beim Aufheizprozess gebildeten Oxide, d.h. Teile oder Partikel der während dem Aufheizen entstandenen Oxidhaut, wieder. Die in der thixotropen Metallegierung vorhandenen oxidischen Partikel bilden im Formteil beispielsweise oxidische Einschlüsse oder führen zur Bildung von Poren im Legierungsgefüge. Zudem können

Oxide und andere in der Oxidhaut befindliche nichtmetallische Einschlüsse im Formteil Gefügetrennstellen hervorrufen. Folglich beeinträchtigt die an der Oberfläche des thixotropen Metallbolzens vorhandene Oxidhaut die Legierungsqualität des Formteils und damit dessen mechanische Eigenschaften. Speziell für mechanisch stark beanspruchte Werkstücke sind daher Oxideinschlüsse unerwünscht oder verhindern gar deren Verwendung als mechanisch stark beanspruchbare Komponenten.

[0006] Ein Hauptproblem beim Thixoformen von thixotropen Metallegierungen beruht somit auf der Oxidbildung während der Vorbehandlung, wie beispielsweise dem Aufheizprozess oder dem Transport des Metallbolzens durch die ihn umgebende Atmosphäre. Die Dicke der gebildeten Oxidhaut kann durch spezielle Massnahmen während der Vorbehandlung der Metallbolzen, wie beispielsweise durch Verwendung einer den Metallbolzen umgebenden Inertgasatmosphäre verringert, jedoch nicht ganz vermieden werden. Zudem sind die zur Verringerung der Dicke der Oxidhaut zu treffenden Massnahmen, insbesondere bei einer Fertigung in industriellem Massstab, aufwendig und teuer.

[0007] Um Einschlüsse der den thixotropen Metallbolzen umgebenden Oxidhaut im Legierungsgefüge des Formteils zu vermeiden, beschreibt die EP-A 0 718 059 eine Horizontal-Druckgiessmaschine zur Herstellung von Formteilen aus thixotropen Metallbolzen, welche zwischen der Giesskammer und der Gussform einen ringförmigen Oxidabstreifer mit einem konzentrischen, ringförmigen Oxidsammelring aufweist, wobei der Oxidsammelring mit dem Innenraum des Oxidabstreifers über eine konzentrische, ringförmige Oxidabstreiferöffnung verbunden ist. Während dem Thixofomprozess durchströmt die thixotrope Metallegierung den Innenraum des ringförmigen Oxidabstreifers, wobei die den thixotropen Metallbolzen umgebende Oxidhaut strömungsmechanisch durch die Oxidabstreiferöffnung in den Oxidsammelring geleitet wird. Um trotz der bezüglich der Längsachse des thixotropen Metallbolzens üblicherweise asymmetrischen Viskositätseigenschaften der thixotropen Metallegierung, d.h. der asymmetrischen thermischen und mechanischen Eigenschaften der thixotropen Metallegierung, ein Abstreifen einer radial gleichmässig dicken Randschicht zu gewährleisten, weist die Oxidabstreiferöffnung einen entsprechend gewählten, asymmetrischen Öffnungsquerschnitt auf.

[0008] Das strömungsmechanische Abstreifen der Oxidhaut gemäss EP-A 0 718 059 bedingt die genaue Kontrolle der strömungsmechanisch relevanten Parameter der durch den Oxidabstreifer strömenden, thixotropen Legierung. Dies erfordert beispielsweise die genaue Kenntnis der Viskositätseigenschaften der thixotropen Legierung oder die präzise Kontrolle des Anteiles fest/flüssig, des Druckes und der Temperatur.

[0009] Gegenüber dem bekannten Stand der Technik liegt vorliegender Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine

Horizontal-Druckgiessmaschine für die Herstellung von Formteilen aus thixotropen Metallbolzen zur Verfügung zu stellen, die die Herstellung von oxidfreien Formteilen ohne genaue Kenntnis der Viskositätseigenschaften der thixotropen Metallegierung erlaubt, bzw. das gleichmässige Abstreifen der Oxidhaut bei sich verändernden Viskositätseigenschaften der thixotropen Metallegierung ohne Vornahme von Anpassungen der Horizontal-Druckgiessmaschine erlaubt.

[0010] Erfindungsgemäss wird dies dadurch erreicht, dass

a) die Giesskammer ein in den Giesskammerhohlraum einführbares, scheibenförmiges Oxidmesser aufweist, welches eine jochförmige Randausnehmung enthält, die derart ausgebildet ist, dass während dem Thixoformen eine obere Randzone des thixotropen Metallbolzens abgestreift werden kann, und

b) die Gussform einen an den Giesskammerhohlraum angrenzenden Einguss aufweist, und die Formkavität mit dem Einguss durch einen Eingusskanal verbunden ist, wobei wenigstens der direkt vom Einguss wegführende Teil des Eingusskanales ein vom obersten Bereich des Eingusses ausgehendes, senkrecht nach oben verlaufendes Kanalsstück darstellt.

[0011] Bei Horizontal-Druckgiessmaschinen liegt die Giesskammer, die den thixotropen Metallbolzen aufnimmt waagrecht. Die konzentrische Mittelachse des Giesskammerhohlraumes wird als Längsachse m des Giesskammerhohlraumes bezeichnet. Beim Thixoformen wird ein thixotroper Metallbolzen in die Giesskammer gelegt und mittels eines Giesskolbens mit Druck beaufschlagt wodurch die thixotrope Metallegierung mit hoher Geschwindigkeit und unter hohem Druck in eine üblicherweise aus Stahl, insbesondere Warmarbeitsstahl, bestehende Gussform, genauer in die Formkavität oder den Formhohlraum der Gussform, eingeleitet wird, wobei die thixotrope Metallegierung in dieser erstarrt.

[0012] Die Metallbolzen können beispielsweise aus einer beliebigen Metallegierung, welche in den thixotropen Zustand überführt werden kann, bestehen. Bevorzugt werden Metallegierungen aus Aluminium, Magnesium, Zink, Stahl oder Kupfer, wobei Legierungen aus Aluminium, Magnesium oder Zink besonders bevorzugt werden. Die thixotropen Metallbolzen sind zylinderförmig und weisen bevorzugt einen runden oder ovalen Querschnitt auf, können jedoch auch polygonalen Querschnitts sein. Der Durchmesser der Metallbolzen beträgt beispielsweise 50 bis 180 mm, zweckmässigerweise 75 bis 150 mm und bevorzugt 100 bis 150 mm. Die Länge der Metallbolzen beträgt beispielsweise 80 bis 500 mm.

[0013] Die Giesskammer weist einen wannenförmigen Bereich zum Einlegen eines thixotropen Metallbolzens und einen daran in Richtung Gussform anschliessenden, geschlossenförmigen Bereich auf. Der wannenförmige Bereich weist zweckmässigerweise einen halbzylinderförmigen Aufnahmebereich für den thixotropen Metallbolzen auf, und der geschlossenförmige Bereich hat vorzugsweise eine hohlzylinderförmige Gestalt. Die Abmessungen des wannenförmigen Bereiches werden bevorzugt derart gewählt, dass die thixotropen Metallbolzen ohne eine dazu erforderliche Formänderung eingelegt werden können. Der Querschnitt des geschlossenförmigen Bereiches entspricht beispielsweise etwa demjenigen des thixotropen Metallbolzens.

[0014] Das Oxidmesser befindet sich bevorzugt zwischen dem wannenförmigen und dem geschlossenförmigen Bereich, d.h. dem Übergangsbereich der Giesskammer.

[0015] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemässen Horizontal-Druckgiessmaschine weist die Giesskammerwandung des geschlossenförmigen Bereiches in einem oberen Bereich eine Oxidöffnung auf, welche einerseits das Einführen, Absenken und Herausziehen des Oxidmessers erlaubt und andererseits das Entfernen der abgestreiften oberen Randzone aus dem Giesskammerhohlraum ermöglicht. Dabei kann die Oxidöffnung beispielsweise eine schlitzzartige Ausnehmung in der Giesskammerwandung darstellen.

[0016] In einer anderen bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemässen Horizontal-Druckgiessmaschine ist die Oxidöffnung hinsichtlich ihrer Abmessungen dergestalt, dass sie nur das Einführen, Absenken und Herausziehen des Oxidmessers erlaubt, wobei die Oxidhaut während dem Thixoformprozess im hinteren Bolzenteil zurückgehalten wird, bis das Oxidmesser am Ende des Thixoformprozesses aus dem Giesskammerhohlraum herausgezogen wird. Die zurückgehaltene Oxidhaut bleibt somit in demjenigen Bolzenteil, dessen Legierung nicht für das Formteil verwendet wird, im sogenannten Bolzenkuchen, der nach dem Thixoformprozess aus dem Giesskammerhohlraum entfernt und entsorgt wird.

[0017] Das Oxidmesser wird bevorzugt im wesentlichen senkrecht zur Längsachse des Giesskammerhohlraumes positioniert, oder kann weiter bevorzugt mit einer senkrecht durch die Längsachse verlaufenden Ebene einen spitzen Winkel von beispielsweise 0.5 bis 20°, bezogen auf eine Vollkreis von 360°, einschliessen.

[0018] Die jochförmige Randausnehmung des scheibenförmigen Oxidmessers stellt eine gegen den Giesskammerhohlraum gerichtete, konkave Ausnehmung dar, wobei die Randausnehmung eine bogenförmige Laibung aufweist. Beispielsweise kann die bogenförmige Stirnseite der jochförmigen Randausnehmung, d.h. die jochförmige Randausnehmung in einer Draufsicht von der Längsachse der Giesskammer aus gesehen, eine halbkreisförmige, halbellipsenförmige oder

parabelförmige Gestalt aufweisen.

[0019] Bevorzugt ist die jochförmige Randausnehmung des Oxidmessers dergestalt ausgebildet, dass durch deren Stirnfläche eine radial gleichmässig dicke, obere Randzone des thixotropen Metallbolzens abgestreift wird. Dabei betrifft die obere Randzone die in diesem Sektor des Bolzenquerschnittes vorhandene Oxidhaut. Zusätzlich kann die obere Randzone auch einen der Oxidhaut nahen Bereich der thixotropen Metallegierung betreffen. Demnach entspricht die Form der jochförmigen Randausnehmung bevorzugt derjenigen des thixotropen Metallbolzens, wobei die stirnseitigen Abmessungen der jochförmigen Randausnehmung gegenüber dem durch die Stirnseite der jochförmigen Randausnehmung überdeckten Querschnitts-Segment des thixotropen Metallbolzens um ein konstantes Mass kleiner sind. Der stirnseitige Öffnungsquerschnitt der jochförmigen Randausnehmung ist somit der Querschnittsform des thixotropen Metallbolzens angepasst, jedoch entsprechend der abzustreifenden Randzone des thixotropen Metallbolzens um ein vordefiniertes Mass kleiner.

[0020] Bevorzugt ist die jochförmige Randausnehmung dabei dergestalt, dass durch die bogenförmige Stirnseite der jochförmigen Randausnehmung eine Randschicht des thixotropen Metallbolzens einer Dicke von 0.5 bis 5 mm und besonders bevorzugt einer Dicke von 0.5 bis 3 mm abgestreift wird.

[0021] Im Spezialfall, bei dem der thixotrope Metallbolzen einen kreisrunden Querschnitt zeigt, weist die Randausnehmung somit zweckmässigerweise eine rundbogenförmige Öffnung mit einem Radius r auf, der vorzugsweise 0.5 bis 5 mm kleiner ist, als der Radius des thixotropen Metallbolzens. Üblicherweise weist der in den Giesskammerhohlraum gegebene thixotrope Metallbolzen jedoch keine kreisrunde Gestalt auf.

[0022] Die jochförmige Ausnehmung ist zudem bevorzugt dergestalt ausgebildet, dass im Querschnitt des thixotropen Metallbolzens gesehen, die abzustreifende, obere Randzone einen Zentriwinkel von 60° bis 200° und insbesondere von 90° bis 180° des Metallbolzenquerschnittes betrifft. Die Winkelangaben beziehen sich hierbei und im folgenden immer auf einen Vollkreis von 360° . Die abzustreifende, obere Randzone weist bevorzugt eine bezüglich einer vertikalen Ebene durch die Längsachse der Giesskammer symmetrische Gestalt auf. Demnach weist auch die jochförmige Randausnehmung bevorzugt eine entsprechend symmetrische Form auf.

[0023] Zwischen dem Giesskammerhohlraum und der Formkavität der Gussform befindet sich der Einguss und der Eingusskanal. Der Einguss enthält bevorzugt einen zylinderförmigen Hohlraum, der sich an den Giesskammerhohlraum anschliesst und dessen Längsachse bevorzugt parallel zu derjenigen des Giesskammerhohlraumes verläuft. Im weiteren liegen die Längsachse m des Giesskammerhohlraumes und die Längsachse des Eingusses bevorzugt in derselben vertikalen Ebene. In

einer besonders bevorzugten Ausführung weist der Einguss eine kreiszylinderförmige Gestalt auf.

[0024] Die Abmessungen und die Anordnung des Eingusses bezüglich dem formseitigen Ende des Giesskammerhohlraumes, der sogenannten Eingussöffnung, sind bevorzugt derart, dass die den Einguss begrenzende Wandung der Gussform in einem bezüglich einer horizontalen Ebene oberen Bereich eine Verlängerung der Wandung des Giesskammerhohlraumes darstellt.

[0025] Der Einguss weist zweckmässigerweise eine gegenüber dem angrenzenden Giesskammerhohlraum grössere Querschnittsfläche auf, wobei der Einguss gegenüber dem Giesskammerhohlraum derart angeordnet ist, dass der Einguss - zumindest in einem unteren Bereich - eine als Vertiefung ausgebildete Restschmelzenkavität aufweist. Die Restschmelzenkavität dient insbesondere der Aufnahme der während dem Thixoformen aus dem thixotropen Legierungsbrei heraustretenden Restflüssigkeit. Dabei bezeichnet der Begriff Restflüssigkeit einen flüssigen Legierungsanteil der thixotropen Metallegierung.

[0026] Ganz bevorzugt ist die Restschmelzenkavität derart ausgebildet, dass sie querschnittlich gesehen gegenüber der Eingussöffnung des Giesskammerhohlraumes eine sichelförmige Erweiterung bildet, dessen grösste Tiefe sich am unteren Rand des Eingusses befindet. Zudem ist die Restschmelzenkavität bezüglich einer vertikalen Ebene durch die Längsachse des Eingusses bevorzugt symmetrisch ausgebildet.

[0027] Das Volumen der Restschmelzenkavität beträgt vorteilhaft zwischen 1 und 10% und insbesondere zwischen 3 und 8% des Volumens des thixotropen Metallbolzens.

[0028] Der Eingusskanal, d.h. eine kanalähnliche Verbindung des Eingusses mit der Formkavität, beginnt bevorzugt am obersten Ende des Eingusses und beginnt weiter bevorzugt direkt nach der Eingussöffnung. Dabei stellt zumindest das direkt vom Einguss wegführende Kanalstück des Eingusskanales ein senkrecht nach oben verlaufendes Kanalstück dar.

[0029] Der Einguss wird auf der dem Giesskammerhohlraum abgekehrten Seite durch ein Aufprallelement begrenzt, wobei das Aufprallelement eine gegen den Einguss gerichtete Aufprallfläche und eine als Ausnehmung in einem unteren Bereich des Aufprallelementes gebildete, gegen den Einguss hin offene Aufprallkavität aufweist. Die Aufprallfläche ist bevorzugt senkrecht zur Einguss-Längsachse angeordnet.

[0030] Die Aufprallkavität betrifft bevorzugt ein bezüglich einer horizontalen Ebene durch die Längsachse des Eingusses unteres Segment des zylinderförmigen Eingusses, wobei die Aufprallkavität bezüglich einer senkrechten Ebene durch die Einguss-Längsachse bevorzugt symmetrisch ausgebildet ist. Die in Längsrichtung der Horizontal-Druckgiessmaschine gemessene Tiefe der Aufprallkavität beträgt bevorzugt 1 bis 15 mm und insbesondere zwischen 2 und 8 mm. Im Falle eines kreiszylinderförmigen Eingusses weist die Auf-

prallkavität bevorzugt einen kreissegmentförmigen Querschnitt auf.

[0031] Das senkrecht nach oben verlaufende Kanalstück des Eingusskanales ist bevorzugt in einem Abstand a zur Aufprallfläche angeordnet, so dass zwischen einer Tangentialebene an die der Giesskammer abgekehrten Seite des senkrechten Eingusskanalstückes, welche zudem senkrecht zur Einguss-Längsachse oder parallel zur Aufprallfläche liegt, und der Aufprallfläche eine Oxidkavität gebildet wird. Die Oxidkavität beschreibt somit bevorzugt einen zylinderförmigen Hohlraum des Eingusses, welcher einerseits durch die Aufprallfläche und andererseits durch eine Querschnittsfläche des Eingusses im Abstand a zur Aufprallfläche begrenzt wird. Die Oxidkavität dient insbesondere der Aufnahme der an der Stirnseite des thixotropen Metallbolzens vorhandenen Oxidhaut.

[0032] Die Oxidkavität bildet zusammen mit der Aufprallkavität und der Restschmelzenkavität eine Oxidtasche. Der Rauminhalt der Oxidtasche dient einerseits zur Aufnahme der stirnseitig am Bolzen vorhandenen Oxidhaut und der Restflüssigkeit, andererseits dient dieser Rauminhalt im wesentlichen zur Aufnahme der unteren Randzone des thixotropen Metallbolzens. Dabei bezeichnet die untere Randzone des thixotropen Metallbolzens einen zur oberen Randzone im wesentlichen komplementären, mantelförmigen Randbereich des thixotropen Metallbolzens. Die obere und die untere Randzone bilden zusammen im wesentlichen einen ringförmigen Bereich, enthaltend vorallem die Oxidhaut des thixotropen Metallbolzens, sowie gegebenenfalls einen der Oxidhaut nahen Bereich der thixotropen Legierung.

[0033] Das senkrecht nach oben verlaufende Kanalstück des Eingusskanales, sowie deren Anordnung bezüglich der Aufprallfläche bewirkt während dem Thixoformen einerseits einen gekrümmten Strömungsverlauf des thixotropen Legierungsbreis und andererseits eine im wesentlichen durch die Oxidtasche beschriebene Raumzone, in welcher nur geringe Strömungsgeschwindigkeiten auftreten. Durch dieses Strömungsbild während dem Thixoformen wird erreicht, dass die in der Oxidtasche abgelagerte Oxidhaut an den Wandungen der Oxidtasche kleben bleibt und nicht durch die Strömung des thixotropen Legierungsbreis mitgerissen und in der Formkavität abgelagert wird.

[0034] Die erfindungsgemässe Horizontal-Druckgiessmaschine ermöglicht somit die Herstellung von Formteilen aus thixotropen Metallbolzen ohne Einschlüsse von Komponenten der den Metallbolzen umgebenden Oxidhaut im Legierungsgefüge dieser Formteile. Zudem geschieht das Abstreifen der Oxidhaut, insbesondere in einem oberen Randbereich des thixotropen Metallbolzens, unabhängig von den Druckverhältnissen in der thixotropen Metallegierung, wodurch eine gegenüber dem Stand der Technik höhere Sicherheit und Reproduzierbarkeit des Thixoprozesses erreicht wird.

[0035] Die Erfindung betrifft weiter ein Thixoform-Verfahren zur Herstellung von Formteilen aus thixotropen Metallbolzen in einer erfindungsgemässen Horizontal-Druckgiessmaschine. Die dem erfindungsgemässen Verfahren zugrunde liegende Aufgabe besteht in der Herstellung von Druckgussteilen aus thixotropen Metallbolzen unter Vermeidung von Einschlüssen der den thixotropen Metallbolzen umgebenden Oxidhaut im Legierungsgefüge des Formteils, wobei das Thixoform-Verfahren im wesentlichen unabhängig von den Viskositätseigenschaften der thixotropen Metallegierung durchführbar sein soll.

[0036] Erfindungsgemäss wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass eine obere Randzone des thixotropen Metallbolzens, welche einen ringförmigen Sektor des Metallbolzens betrifft, im Bereich des Giesskammerhohlraumes abgestreift und aus dem Giesskammerhohlraum ausgestossen oder im Giesskammerhohlraum zurückgehalten wird, wobei die abgestreifte obere Randzone zumindest die in diesem Sektor vorhandene, den Metallbolzen umgebende Oxidhaut vollständig umfasst.

[0037] Zweckmässigerweise liegt die zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens für die Herstellung des Formteiles benötigte Menge einer Metallegierung in Bolzenform vor. Als Metallegierungen für das erfindungsgemässe Verfahren kommen alle handelsüblichen Metalllegierungen, die in einen thixotropen Zustand überführt werden können, in Frage. Besonders geeignet ist das erfindungsgemässe Verfahren für die Verarbeitung von Legierungen aus Aluminium, Magnesium, Zink, Stahl oder Kupfer. Insbesondere werden Aluminium-Guss- sowie Aluminium-Knetlegierungen bevorzugt. Das erfindungsgemässe Verfahren eignet sich vorteilhaft auch für die Verarbeitung von partikelverstärkten Aluminiumlegierungen, die beispielsweise homogen verteilte SiC- oder Al_2O_3 -Partikel enthalten. Ganz besonders geeignet ist das erfindungsgemässe Verfahren für Aluminiumlegierungen, die ein ausgeprägtes Erstarrungsintervall aufweisen, wie beispielsweise AlSi7Mg.

[0038] Die Legierung der für das erfindungsgemässe Verfahren benötigten Metallbolzen enthält beispielsweise homogen verteilte, primär erstarrte Festteilchen, die aus einzelnen degenerierten Dentriten bestehen. Zweckmässigerweise beträgt der Anteil an primär erstarrten Festteilchen 40 Gew.-% oder mehr. Zur Erzielung eines guten thixotropen Verhaltens muss beispielsweise bei Aluminiumlegierungen der Alpha-Mischkristall in globulistischer Form vorliegen, um ein gleichmässiges Fliessen von Schmelze und Feststoff zu erreichen.

[0039] Die degenerierten Dentriten weisen allgemein vorzugsweise eine globulistische Gestalt auf, wodurch ein gleichmässig homogenes Fliessen von Schmelze und Feststoff ohne Entmischung erreicht werden kann. Die Herstellung eines Gefüges mit globulistischen Dentriten erfolgt u.a. durch ein Stranggiessverfahren, kom-

biniert mit einem intensiven elektromagnetischen Rühren auch während der Erstarrungsphase. Dadurch kommt es zum Abschmelzen und Abbrechen von Dentritenarmen, die sich nahe der Solidustemperatur einformen und das globulistische Gefüge bilden.

[0040] Der für das erfindungsgemässe Verfahren benötigte Metallbolzen wird vorgängig zum Thixoformen auf eine Temperatur oberhalb der Solidustemperatur und unterhalb der Liquidustemperatur, d.h. bis zur Erreichung eines teilfesten, thixotropen Zustandes, aufgeheizt.

[0041] Das Aufheizen der Metallbolzen geschieht üblicherweise in einem separaten Ofen. Die Beheizung der Öfen kann mit Brennstoff, wie beispielsweise Gas oder Öl, oder elektrischer Energie, wie beispielsweise Widerstandsheizung oder induktive Energieeinbringung, geschehen. Für das erfindungsgemässe Verfahren wird das Aufheizen des Metallbolzens in einem Induktionsofen bevorzugt.

[0042] Der Aufheizung der Metallbolzen kommt eine grosse Bedeutung zu, da der Bolzenzustand, d.h. seine Teilfestigkeit, üblicherweise nur in einem kleinen Temperaturbereich vorhanden ist, lang dauernde Aufheizzeiten, beispielsweise der Bildung einer dicken Oxidhaut oder einer möglichen Kornvergrößerung wegen, vermieden werden sollen und zur Erzielung eines homogenen Endproduktes die Temperaturverteilung im thixotropen Metallbolzen, dem sogenannten Thixo-Rohling, möglichst homogen sein soll. Deshalb geschieht das Überführen des Metallbolzens in den thixotropen Zustand, d.h. die Erwärmung des Bolzens bis der gewünschte Legierungsanteil aufgeschmolzen ist, bevorzugt in einem Ofen mit einer durch Sensoren geregelten Ofentemperatur.

[0043] Im teilfesten Zustand enthält die thixotrope Legierung, der sogenannte thixotrope Legierungsbrei, die zurückentwickelten dentritischen, primärfesten Partikel in einer diese umgebende Matrix aus flüssigem Metall. Der Anteil der primärfesten dentritischen Partikel wird zweckmässigerweise derart gewählt, dass der thixotrope Metallbolzen während dem Aufheizprozess, dem Transport in die Giesskammer und in der Giesskammer selbst keine merkliche Deformation erfährt und kein merklicher Materialverlust durch beispielsweise Abtropfen von Schmelze stattfindet. Bevorzugt enthält der thixotrope Legierungsbrei einen Anteil an primären Festteilchen von 40 bis 80 Gew.-%.

[0044] Für das Thixoform-Verfahren wird ein thixotroper Metallbolzen in den wannenförmigen Bereich des Giesskammerhohlraumes eingelegt und mittels eines Giesskolbens mit Druck beaufschlagt, so dass der thixotrope Metallbolzen durch den geschlossenförmigen Bereich des Giesskammerhohlraumes gestossen wird, wobei eine obere Randzone des thixotropen Metallbolzens abgestreift wird. Danach gelangt der druckbeaufschlagte thixotrope Legierungsbrei über den Einguss und den Eingusskanal in die Formkavität. Die Formkavität kann während dem erfindungsgemässen Verfahren

unter Umgebungsdruck stehen oder sie kann evakuiert sein.

[0045] Die Druckbeaufschlagung des thixotropen Metallbolzens durch den Giesskolben wird bevorzugt derart gewählt, dass Turbulenzen in der thixotropen Metallegierung und damit die Bildung von Gas- und Oxideinschlüssen im Formteil möglichst vermieden werden, d.h. die Druckbeaufschlagung des Giesskolbens geschieht bevorzugt derart, dass sich eine laminare Strömung der thixotropen Metallegierung mit der sie umgebenden Oxidhaut ausbildet. Der durch den Giesskolben ausgeübte Druck beträgt beispielsweise zwischen 200 bis 1500 bar, zweckmässigerweise zwischen 500 bis 1000 bar. Die dadurch bewirkte Strömungsgeschwindigkeit des thixotropen Legierungsbreis beträgt beispielsweise 0.2 bis 3 m/s, zweckmässigerweise 0.3 bis 2 m/s.

[0046] Weiter bevorzugt wird ein Thixoform-Verfahren, bei dem die auf der Stirnseite des thixotropen Metallbolzens vorhandene Oxidhaut, sowie eine untere Randzone des thixotropen Metallbolzens beim Auftreffen auf die Aufprallfläche des Aufprallelementes, zusammen mit der während dem Thixoformen aus der thixotropen Legierung heraustretenden Restflüssigkeit in die im Einguss befindliche Oxidtasche geleitet wird, wobei die untere Randzone einen ringförmigen Sektor des Metallbolzens betrifft, der zum entsprechenden ringförmigen Sektor der oberen Randzone komplementär ist, und die abgestreifte untere Randzone zumindest die in diesem Sektor vorhandene, den Metallbolzen umgebende Oxidhaut vollständig umfasst.

[0047] Weiter bevorzugt kann das Abstreifen der oberen Randzone des thixotropen Metallbolzens während der ganzen Dauer des Thixoformprozesses kontinuierlich geschehen, so dass die pro Zeiteinheit abgestreifte Materialmenge zur Vorschubgeschwindigkeit des Giesskolbens proportional ist. Dabei wird das Oxidmesser zu Beginn des Thixoformprozesses derart in den Giesskammerhohlraum eingeführt und einer vertikalen Position festgehalten, dass in der oberen Randzone des thixotropen Metallbolzens eine radial gleichmässig dicke Schicht der Oxidhaut und des Oxidhaut nahen Bereiches der thixotropen Metallegierung abgestreift wird, wobei das Oxidmesser aus dem Giesskammerhohlraum herausgezogen wird bevor der Giesskolben die Position des Oxidmessers erreicht.

[0048] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den in den Figuren 1 bis 4 dargestellten, bevorzugten Ausführungsbeispielen, sowie aus der Beschreibung der Figuren.

Figur 1 zeigt schematisch eine Teilansicht eines vertikal durch die konzentrische Mittelachse des Giesskammerhohlraumes verlaufenden Längsschnittes einer erfindungsgemässen Horizontal-Druckgiessmaschine.

Figur 2 zeigt eine Teilansicht eines vertikal durch

die konzentrische Mittelachse des Giesskammerhohlraumes verlaufenden Längsschnittes einer erfindungsgemässen Horizontal-Druckgiessmaschine während der Formfüllung.

Figur 3 zeigt einen Querschnitt durch die Giesskammer entlang der Linie A-A in Fig.1, d.h. einen Querschnitt durch die Giesskammer am Ort des Oxidmessers.

Figur 4 zeigt einen Querschnitt durch den Einguss der Gussform entlang der Linie B-B in Fig. 1, d.h. einen Querschnitt durch den Einguss am Ort der Aufprallfläche.

[0049] Figur 1 zeigt beispielhaft eine Teilansicht eines vertikal durch die konzentrische Mittelachse m des Giesskammerhohlraumes 12 verlaufenden Längsschnittes einer erfindungsgemässen Horizontal-Druckgiessmaschine, wobei in diesem Längsschnitt ein Teil der horizontal liegenden Giesskammer 10 und die Gussform 40 zu sehen sind.

[0050] Die Giesskammer 10 weist einen Giesskammerhohlraum 12 auf, der von einer zylinderförmigen Giesskammerwandung 14 umhüllt wird, wobei die Giesskammer 10 einen wannenförmigen Bereich und einen geschlossenförmigen Bereich 11 aufweist. In Figur 1 ist nur ein Teil des geschlossenförmigen Bereiches 11 dargestellt. Die Giesskammer 10 dient einerseits der Aufnahme eines thixotropen Metallbolzens 24 und andererseits der Druckbeaufschlagung desselben durch einen Giesskolben 20.

[0051] Der Giesskammerhohlraum 12 stellt dabei einen im wesentlichen zylinderförmigen, durch die Giesskammerwandung 14 begrenzten Rauminhalt mit einer konzentrischen Mittelachse, der Längsachse m, dar. Der Giesskammerhohlraum 12 wird jedoch nur in einem formseitigen Bereich, d.h. dem geschlossenförmigen Bereich 11 von einer geschlossenen hohlzylinderförmigen Ummantelung, der Giesskammerwandung 14, umgeben und weist an der Gussform 40 abgewandten Seite eine beispielsweise halbzyylinderförmige Halbschale -- nicht eingezeichnet -- auf, die zum Einlegen des thixotropen Metallbolzens 24 dient. Der durch die hohlzylinderförmige Giesskammerwandung 14 bewirkte geschlossenförmige Giesskammerhohlraum 11 weist beispielsweise einen runden, ovalen oder polygonalen Querschnitt auf. Der Durchmesser des geschlossenförmigen Giesskammerhohlraumes 11 entspricht bevorzugt 103 bis 115 % des Durchmessers des thixotropen Metallbolzens, so dass der Metallbolzen 24 nach dem Einführen in den wannenförmigen Bereich des Giesskammerhohlraumes 12 üblicherweise nur an seiner Unterseite einen mechanischen und thermischen Kontakt mit der Giesskammerwandung 14 aufweist.

[0052] An der der Gussform 40 abgewandten Seite der Giesskammer 10 wird ein Giesskolben 20 einge-

führt, der während dem Thixoformen die thixotrope Legierung 24 mit hohem Druck in die Formkavität 42 der Gussform 40 presst. Dabei verliert die thixotrope Metallegierung 24 die anfänglich vorhandene Bolzenform, so dass die im geschlossenförmigen Bereich 11 der Giesskammer 10 befindliche, thixotrope Metallegierung 24 den ganzen Querschnitt des Giesskammerhohlraumes 12 ausfüllt; dies zumindest im Gussformnahen Bereich der Giesskammer 10. In vorliegendem Text gilt die Referenznummer 24 gleichermassen für den thixotropen Metallbolzen und die thixotrope Metallegierung.

[0053] In Figur 1 ist ebenfalls das erfindungswesentliche, scheibenförmige Oxidmesser 30 zu sehen, welches hier im geschlossenförmigen Bereich 11 der Giesskammer 10 angeordnet ist. Zum Einführen, Absenken und Herausziehen des Oxidmessers 30 mittels einer Oxidmesserführung 32 weist die horizontal liegende Giesskammerwandung 14 des geschlossenförmigen Bereiches 11 eine Oxidöffnung 22 auf. Das Oxidmesser 30 enthält eine jochförmige Randausnehmung 31, die derart ausgebildet ist, dass während dem Thixoformen eine obere Randzone 26 des thixotropen Metallbolzens 24 abgestreift wird. Dabei betrifft die obere Randzone 26 die mantelförmige oder hohlzylinderförmige Oxidhaut 28 des thixotropen Metallbolzens 24 in einem querschnittlich gesehen, oberen Sektor des Bolzenquerschnittes. Neben dem Einführen, Absenken und Herausziehen des Oxidmessers 30 dient die Oxidöffnung 22 weiter zum Entfernen der abgestreiften oberen Randzone 26 aus dem Giesskammerhohlraum 12.

[0054] Die in Figur 1 dargestellte Gussform 40 besteht aus einer festen Formhälfte 44 mit einer Formhälften-Ausnehmung 43 und einer beweglichen Formhälfte 46 mit einer Formhälften-Ausnehmung 47, wobei die Formhälften-Ausnehmungen 43 und 47 der beiden Formhälften 44 und 46 zusammen die Formkavität 42 der Gussform 40 bilden.

[0055] Zwischen dem Giesskammerhohlraum 12 und der Formkavität 42 befindet sich der Einguss 36 und der Eingusskanal 37. Dabei ist die Formkavität 42 mit dem Einguss 36 durch einen Eingusskanal 37 verbunden. Der direkt vom Einguss 36 wegführende Teil des Eingusskanales 37 betrifft ein röhrenförmiges Kanalstück 38, welches im obersten Bereich des Eingusses 36 beginnt und senkrecht nach oben verläuft. Das an das senkrechte Kanalstück 38 des Eingusskanales 37 anschliessende Kanalstück verjüngt sich gegen die Formkavität 42 hin.

[0056] Der Einguss 36 hat die Gestalt eines zylinderförmigen Hohlraumes, der sich an den Giesskammerhohlraum 12 anschliesst und eine zur Längsachse m des Giesskammerhohlraumes 12 parallele konzentrische Längsachse aufweist. Die Längsachse m des Giesskammerhohlraumes 12 und die Längsachse des Eingusses 36 befinden sich in derselben vertikalen Ebene.

[0057] Die Anordnung des Einguss 36 bezüglich dem

formseitigen Ende des Giesskammerhohlraumes 12, der sogenannten Eingussöffnung 39, ist derart, dass die Wandung des Eingusses 36 in einem oberen Bereich eine Verlängerung der Giesskammerwandung 14 darstellt.

[0058] Der Einguss 36 weist eine gegenüber dem angrenzenden Giesskammerhohlraum 12 grössere Querschnittsfläche auf, wobei der Einguss 36 bezüglich dem formseitigen Ende des Giesskammerhohlraumes 12, der sogenannten Eingussöffnung 39, derart angeordnet ist, dass die Wandung des Eingusses 36 im obersten Bereich eine Verlängerung der Giesskammerwandung 14 darstellt und der Einguss 36 gegenüber dem Giesskammerhohlraum 12 in einem unteren Bereich eine als Vertiefung ausgebildete Restschmelzenkavität 62 bildet. Demnach ist die Längsachse des Eingusses 36 gegenüber der Längsachse m des Giesskammerhohlraumes 12 vertikal nach unten verschoben.

[0059] In vorliegendem Text beziehen sich die Begriffe oben und unten immer auf eine horizontale Ebene durch die Längsachse m des Giesskammerhohlraumes 12 bzw. durch die Längsachse des Eingusses 36.

[0060] Der Einguss 36 wird auf der der Eingussöffnung 39 abgekehrten Seite durch ein Aufprallelement 50 begrenzt, wobei das Aufprallelement 50 eine gegen den Einguss 36 gerichtete Aufprallfläche 52 und eine als Ausnehmung in einem unteren Bereich des Aufprallelementes 50 gebildete, gegen den Einguss 36 hin offene Aufprallkavität 54 aufweist. Die Aufprallfläche 52 ist parallel zu einer Querschnittsfläche des Eingusses 36 angeordnet und liegt damit senkrecht zur konzentrischen Längsachse des Eingusses 36.

[0061] Das senkrecht nach oben verlaufende Kanalstück 38 des Eingusskanales 37 ist einerseits in einem Abstand a zur Aufprallfläche 52 und andererseits direkt an die Eingussöffnung 39 anschliessend angeordnet. Der Rauminhalt des Eingusses 36 zwischen der Querschnittsfläche durch die der Aufprallfläche 52 nächstliegende Begrenzung des senkrechten Kanalstückes 38 und der Aufprallfläche 52 beschreibt die Oxidkavität 56. Die Oxidkavität 56 bildet zusammen mit der Aufprallkavität 54 und der Restschmelzenkavität 62 die Oxidtasche 60.

[0062] Zur Aufnahme der axial, d.h. in Fliessrichtung der thixotropen Metallegierung 24 in Richtung des Eingusses 36 wirkenden Kräfte, ist die feste Formhälfte 44 der Gussform 40 an einem Schild 18, d.h. einem starken Wandelement der Druckgiessanlage, festgelegt. Der Schild 18 und die feste Formhälfte 44 weisen eine durchgehende Öffnung zur Aufnahme der Giesskammer 10 auf. Der Schild 18 weist zudem eine gegen die durchgehende Öffnung gerichtete und randständig zur Gussform 40 angeordnete, nutförmige Ausnehmung 17 auf. Diese nutförmige Ausnehmung 17 dient zur Aufnahme einer komplementär geformten Anschlagrippe 16 der Giesskammer 10. Die nutförmige Ausnehmung 17 des Schildes 18 sowie die angeformte Anschlagrippe 16 der Giesskammer 10 sind zweckmässiger-

weise radialsymmetrisch ausgebildet. Wird nun die Giesskammer 10 in die durchgehende Öffnung des Schildes 18 soweit eingeführt, dass die Anschlagrippe 16 vollständig in die nutförmige Ausnehmung 17 greift und die feste Formhälfte 44 ebenfalls bündig mit dem Schild 18 festgelegt, so nimmt der Schild 18 die während dem Thixoformen in der Giesskammer 10 entstehenden axialen Kräfte auf.

[0063] Figur 1 stellt die Horizontal-Druckgiessmaschine im Anfangszustand des Thixoformprozesses dar, d.h. die Füllung der Formkavität 42 hat noch nicht begonnen. Die thixotrope Metalllegierung 24 befindet sich im Giesskammerhohlraum 12 und hat ihre äussere Bolzenform bereits verloren, d.h. die thixotrope Metallegierung 24 und die diese umgebende Oxidhaut 28 füllen im wesentlichen die gesamte Querschnittsfläche des Giesskammerhohlraumes 12 aus. Im Längsschnitt durch die Horizontal-Druckgiessmaschine gesehen, ist die Oxidhaut 28 am unteren und oberen Rand der thixotropen Metallegierung zu erkennen. Durch das Oxidmesser 30 wird eine obere Randzone 26 der Oxidhaut 28 abgestreift und durch die Oxidöffnung 22 aus dem Giesskammerhohlraum 12 ausgeschieden. In Druckrichtung gesehen, fehlt demnach der nach dem Oxidmesser 30 befindlichen Metallegierung 24 in einer oberen Randzone die Oxidhaut, wobei aufgrund des thixotropen Zustandes der Metallegierung und des Druckes wegen, der in Fliessrichtung gesehen, nach dem Oxidmesser befindliche thixotrope Legierungsbrei sofort wieder den gesamten zur Verfügung stehenden Querschnitt des Giesskammerhohlraumes 12 einnimmt.

[0064] Figur 2 zeigt eine Teilansicht eines vertikal durch die konzentrische Mittelachse m des Giesskammerhohlraumes verlaufenden Längsschnittes einer erfindungsgemässen Horizontal-Druckgiessmaschine während der Formfüllung. Die in Figur 2 gezeigte Horizontal-Druckgiessmaschine entspricht derjenigen in Figur 1, wobei der Giesskolben 20 bereits bis kurz vor das Oxidmesser 30 eingeführt und die Formkavität 42 schon teilweise mit thixotroper Legierung gefüllt ist. In der Zeichnung ist die thixotrope Metallegierung 24 gepunktet dargestellt.

[0065] In Figur 2 ist weiter die teilweise mit Teilen der Oxidhaut 28 und Restschmelze gefüllte Oxidtasche 60 zu sehen. Die untere Randzone der Oxidhaut 28 wird zusammen mit der thixotropen Legierung 24 bis in den Einguss 36 geschoben, wobei die Oxidhaut 28, d.h. die stirnseitig am Metallbolzen vorhandene Oxidhaut und die untere Randzone, durch das Aufprallen an der Aufprallfläche 52 im wesentlichen in die Aufprall- 54 und Oxidkavität 56 der Oxidtasche 60 geleitet wird. Ein Teil der Oxidhaut 28 wird - zusammen mit der während dem Thixoformen aus dem thixotropen Legierungsbrei 24 austretenden Restschmelze - in die Restschmelzenkavität 62 geleitet. Durch die hier dargestellte Ausbildung des Eingusses 36 wird eine Oxidtasche 60 gebildet, in welcher betragsmässig nur eine sehr geringes

Geschwindigkeitsfeld der die Formkavität füllenden Strömung ausgebildet wird. Die Hauptströmung der thixotropen Metallegierung 24 verläuft waagrecht von der Eingussöffnung 39 herkommend stromlinienförmig senkrecht nach oben zum Eingusskanal 37. Durch das geringe Geschwindigkeitsfeld in der Oxidtasche 60 wird vermieden, dass bereits in der Oxidtasche 60 abgelagerte Bestandteile der Oxidhaut 28 mit der Hauptströmung mitgerissen und in der Formkavität 42 abgelagert werden.

[0066] Figur 3 zeigt einen Querschnitt durch die Giesskammer 10 entlang der Linie A-A in Fig. 1. Dies entspricht einem Schnitt durch die Horizontal-Druckgiessmaschine senkrecht zur Längsachse m des Giesskammerhohlraumes 12 am Ort des Oxidmessers 30, wobei der Schnitt A-A entlang der Stirnfläche 33 des Oxidmessers 30 verläuft. Dabei zeigt Figur 3 einen Querschnitt durch die hohlzylinderförmige Giesskammerwandung 14 des geschlossenförmigen Bereiches 11 der Giesskammer 10, den darin befindlichen thixotropen Metallbolzen 24, das Oxidmesser 30, und einen Teil der Oxidmesserführung 32. Der Giesskammerhohlraum 12 weist einen kreisrunden Querschnitt und die jochförmige Randausnehmung 31 des Oxidmessers 30 einen kreisbogenförmigen Querschnitt auf. Der Radius r der jochförmigen Randausnehmung 31 ist um das Mass b kleiner als der Radius des Giesskammerhohlraumes 12. Dadurch wird während dem Thixoform-Verfahren eine mantelförmige obere Randzone 26 der Dicke b des thixotropen Metallbolzens 24 abgestreift.

[0067] Die jochförmige Randausnehmung 31 umfasst im Querschnitt gesehen einen Zentriwinkel von 180° , oder eine Bogenlänge von $r \cdot \pi$, so dass die abgestreifte, obere Randzone 26 ebenfalls einen Zentriwinkel von 180° umfasst und die obere Randzone 26 eine Querschnittsfläche von $b \cdot \pi \cdot (r+b/2)$ aufweist. Die jochförmige Randausnehmung 31 und damit auch die obere Randzone 26 sind bezüglich der vertikalen Ebene durch die Längsachse m des Giesskammerhohlraumes 12 symmetrisch.

[0068] Figur 4 zeigt einen Querschnitt durch den Einguss 36 der Gussform 40 entlang der Linie B-B in Fig. 1. Dies entspricht einem Schnitt durch die Horizontal-Druckgiessmaschine senkrecht zur konzentrischen Längsachse des Eingusses 36 am Ort der Aufprallfläche 52. Dabei zeigt Figur 3 einen Querschnitt durch die bewegliche Formhälfte 46 und den Einguss 36. Der Einguss 36 ist kreiszylinderförmig. Die gestrichelte Linie c stellt den auf die in Figur 4 dargestellte Querschnittsfläche projizierten Umfang des Giesskammerhohlraum-Querschnittes dar. Der in Figur 4 dargestellte Querschnitt zeigt auch die Restschmelzenkavität 62, welche gegenüber der Querschnittsfläche des Giesskammerhohlraumes, d.h. gegenüber der von der gestrichelten Linie c eingeschlossenen Fläche, eine sichelförmige Gestalt aufweist. Dadurch bildet die Restschmelzenkavität 62 eine sichelförmige Erweiterung des Giesskammerhohlraumes 12, welche am unteren Rand des

Eingusses 36, d.h. am unteren Rand der in Figur 4 gezeigten Querschnittsfläche, die grösste Tiefe aufweist.

[0069] Im weiteren zeigt Figur 4 die Aufprallkavität 54, welche ein unteres Segment des zylinderförmigen Eingusses 36 betrifft, wobei die Aufprallkavität 54 bezüglich einer Senkrechten durch den Mittelpunkt des Eingusses 36 symmetrisch ausgebildet ist. Im weiteren wird die Aufprallkavität 54 in ihrem unteren Bereich von der Restschmelzenkavität 62 überlagert.

Patentansprüche

1. Horizontal-Druckgiessmaschine zur Herstellung von Formteilen aus thixotropen Metallbolzen (24) durch Thixoformen, enthaltend eine Gussform (40) mit einer Formkavität (42) und eine horizontal liegende Giesskammer (10) mit einem Giesskammerhohlraum (12), dadurch gekennzeichnet, dass

a) die Giesskammer (10) ein in den Giesskammerhohlraum (12) einfühbares, scheibenförmiges Oxidmesser (30) aufweist, welches eine jochförmige Randausnehmung (31) enthält, die derart ausgebildet ist, dass während dem Thixoformen eine obere Randzone (26) des thixotropen Metallbolzens (24) abgestreift werden kann, und

b) die Gussform (40) einen an den Giesskammerhohlraum (12) angrenzenden Einguss (36) aufweist, und die Formkavität (42) mit dem Einguss (36) durch einen Eingusskanal (37) verbunden ist, wobei wenigstens der direkt vom Einguss (36) wegführende Teil des Eingusskanales (37) ein vom obersten Bereich des Eingusses (36) ausgehendes, senkrecht nach oben verlaufendes Kanalstück (38) darstellt.

2. Horizontal-Druckgiessmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Giesskammer (10) einen wannenförmigen Bereich zum Einlegen des thixotropen Metallbolzens (24) und einen daran in Richtung Gussform (40) anschliessenden, geschlossenförmigen Bereich (11) aufweist, wobei eine Giesskammerwandung (14) des geschlossenförmigen Bereiches (11) in einer oberen Hälfte eine Oxidöffnung (22) aufweist, welche das Einführen, Absenken und Herausziehen des Oxidmessers (30) erlaubt.

3. Horizontal-Druckgiessmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Giesskammer (10) einen wannenförmigen Bereich zum Einlegen des thixotropen Metallbolzens (24) und einen daran in Richtung Gussform (40) anschliessenden, geschlossenförmigen Bereich (11) aufweist, wobei das Oxidmesser (30) im Übergangsbereich zwi-

schen dem wannen- und dem geschlossenförmigen Bereich (11) positioniert ist.

4. Horizontal-Druckgiessmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die jochförmige Randausnehmung (31) dergestalt ausgebildet ist, dass durch deren Stirnfläche (33) eine radial gleichmässig dicke, obere Randzone (26) des thixotropen Metallbolzens (24) abgestreift wird. 5 10
5. Horizontal-Druckgiessmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Einguss (36) eine gegenüber dem angrenzenden Giesskammerhohlraum (12) grössere Querschnittsfläche aufweist, wobei der Einguss (36) gegenüber dem Giesskammerhohlraum (12) derart angeordnet ist, dass der Einguss (36) - zumindest in einem unteren Bereich - eine als Vertiefung ausgebildete Restschmelzenkavität (62) aufweist. 15 20
6. Horizontal-Druckgiessmaschine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Restschmelzenkavität (62) eine sichelförmige Querschnittsfläche aufweist, wobei sich die grösste Tiefe der Restschmelzenkavität (62) am unteren Rand des Eingusses (36) befindet. 25
7. Horizontal-Druckgiessmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Einguss (36) auf der dem Giesskammerhohlraum (12) abgekehrten Seite durch ein Aufprallelement (50) begrenzt wird, wobei das Aufprallelement (50) eine gegen den Einguss (36) gerichtete Aufprallfläche (52) und eine als Ausnehmung in einem unteren Bereich des Aufprallelementes (50) gestaltete, gegen den Einguss (36) hin offene Aufprallkavität (54) aufweist. 30 35
8. Horizontal-Druckgiessmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Einguss (36) dergestalt ausgebildet ist, dass das vom Einguss (36) wegführende Kanalstück (38) des Eingusskanales (37) in einem Abstand a zur Aufprallfläche (52) angeordnet ist, so dass zwischen der Aufprallfläche (52) und einer dazu im Abstand a angeordneten Querschnittsfläche des Eingusses (36) eine Oxidkavität (56) gebildet wird. 40 45
9. Thixoform-Verfahren zur Herstellung von Formteilen aus thixotropen Metallbolzen in einer Horizontal-Druckgiessmaschinen nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem Einschlüsse der den thixotropen Metallbolzen (24) umgebenden Oxidhaut (28) im Legierungsgefüge des Formteils vermieden werden, dadurch gekennzeichnet, dass eine obere Randzone (26) des thixotropen Metall-

bolzens (24), welche einen ringförmigen Sektor des Metallbolzens (24) betrifft, im Bereich des Giesskammerhohlraumes (12) abgestreift und aus dem Giesskammerhohlraum (12) ausgestossen oder im Giesskammerhohlraum (12) zurückgehalten wird, wobei die abgestreifte obere Randzone (26) zumindest die in diesem Sektor vorhandene, den Metallbolzen (24) umgebende Oxidhaut (28) vollständig umfasst.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine auf der Stirnseite des thixotropen Metallbolzens (24) vorhandene Oxidhaut sowie eine untere Randzone des thixotropen Metallbolzens (24) beim Auftreffen auf die Aufprallfläche (52) des Aufprallelementes (50), zusammen mit der während dem Thixoformen aus der thixotropen Legierung heraustretenden Restflüssigkeit in eine im Einguss (36) befindliche Oxidtasche (60) geleitet wird, wobei die untere Randzone einen ringförmigen Sektor des Metallbolzens (24) betrifft, der zum entsprechenden ringförmigen Sektor der oberen Randzone (26) komplementär ist, und die abgestreifte untere Randzone zumindest die in diesem Sektor vorhandene, den Metallbolzen umgebende Oxidhaut (28) vollständig umfasst.

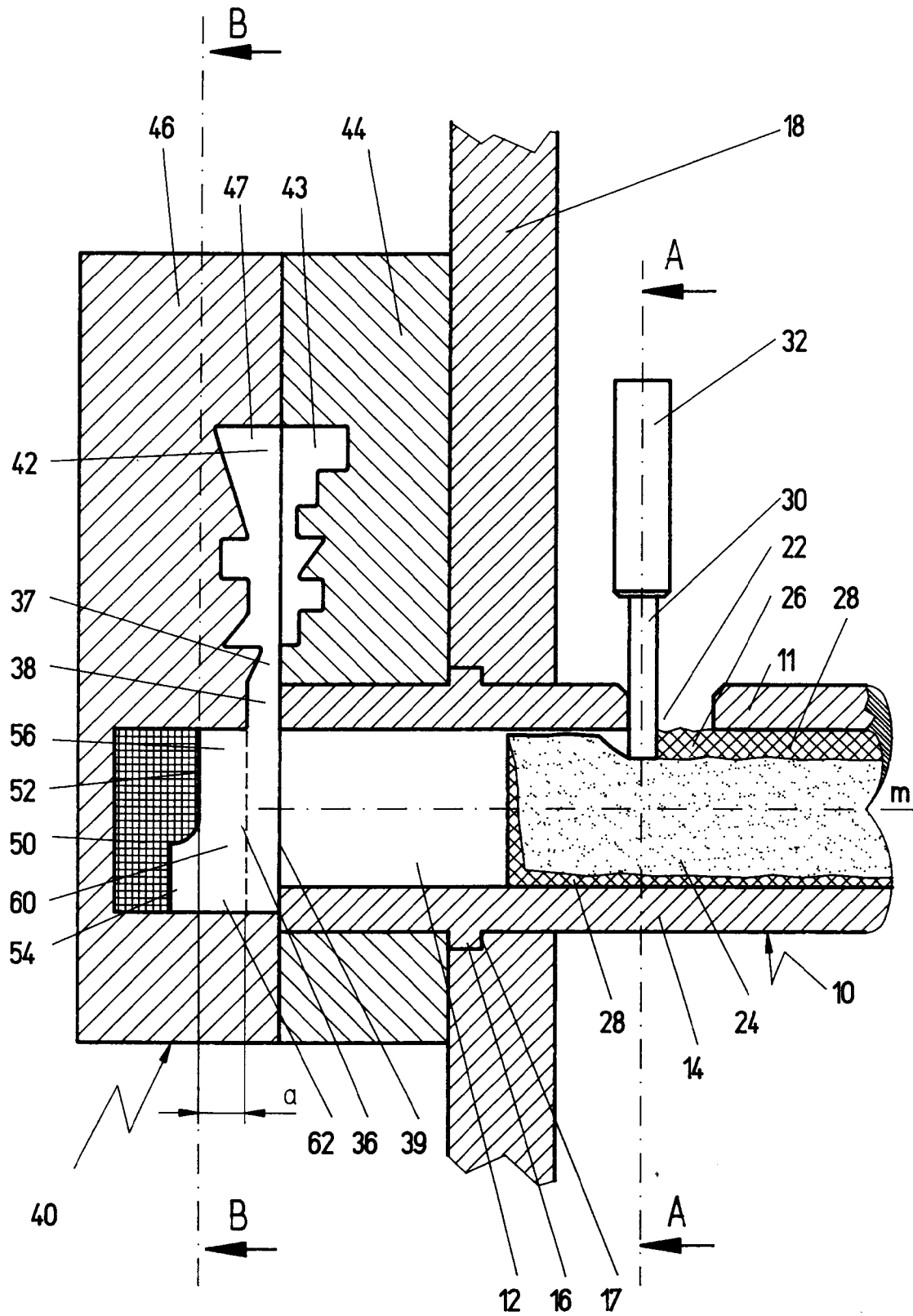


Fig. 1

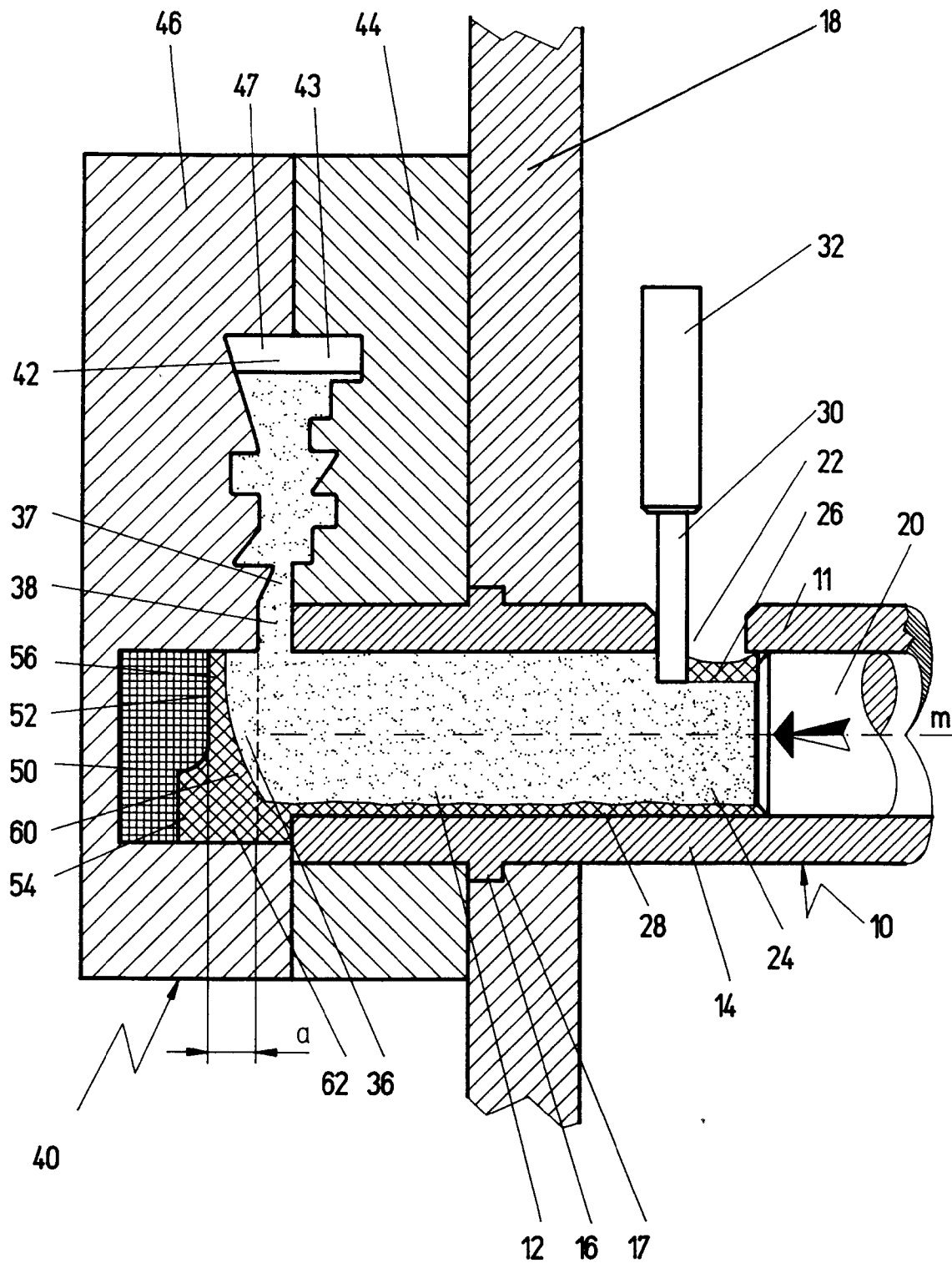


Fig. 2

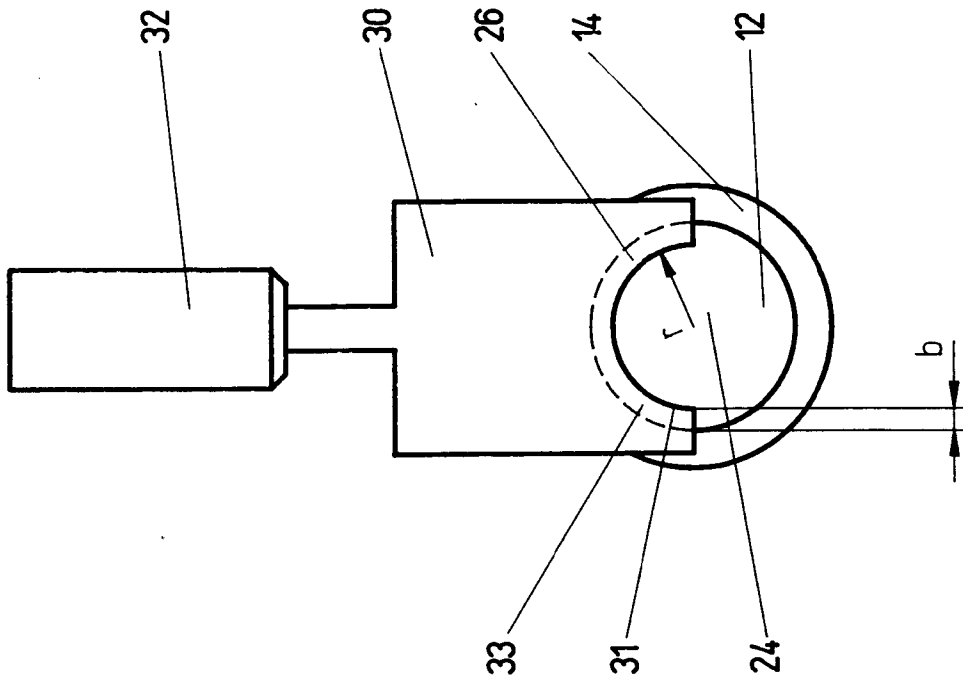


Fig. 3

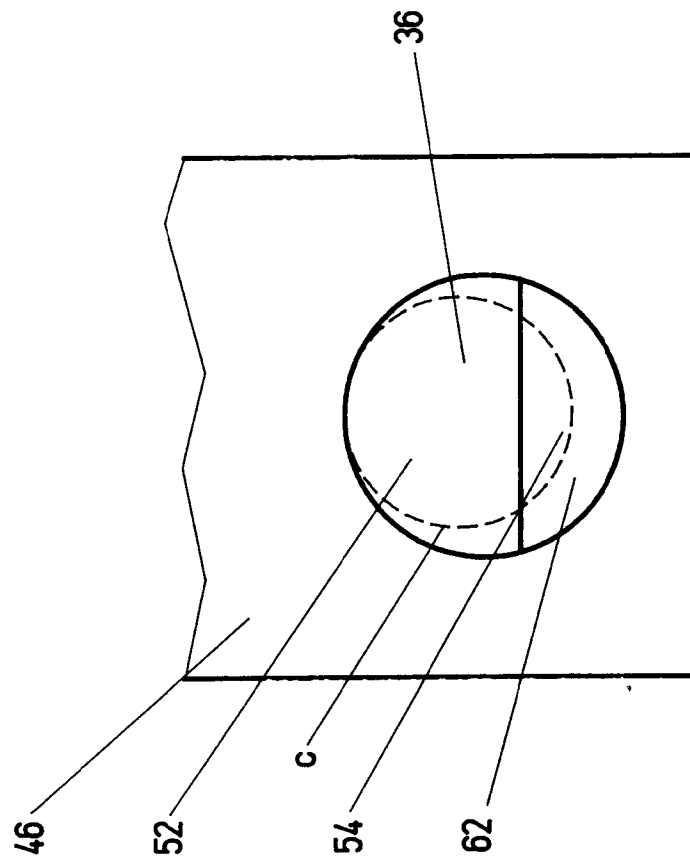


Fig. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 81 0180

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A,D	EP 0 718 059 A (ALUSUISSE-LONZA SERVICES AG) * Anspruch 1; Abbildungen 1-5 *	1,9	B22D17/10
A	EP 0 254 437 A (ALUMAX, INC.) * Anspruch 1; Abbildung 1 *	1	
A	EP 0 710 515 A (REYNOLDS WHEELS INTERNATIONAL LTD.) * Anspruch 1; Abbildung 3 *	1	
A	DE 195 07 995 A (BÜHLER AG) * Anspruch 1; Abbildungen 2-4 *	1	
A	DE 40 15 174 A (BÜHLER AG) * Anspruch 1; Abbildung 9 *	1	
A	DE 30 44 992 A (OSKAR FRECH GMBH + CO) * Anspruch 1; Abbildung 2 *	1	
A	US 3 658 121 A (W. E. DOUGLAS) * Anspruch 1; Abbildungen 1,2 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) B22D
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 30.März 1998	Prüfer Sutor, W
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)