

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 718 059 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

26.06.1996 Patentblatt 1996/26(51) Int Cl.⁶: **B22D 17/10**(21) Anmeldenummer: **95810778.1**(22) Anmeldetag: **08.12.1995**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT CH DE ES FR GB IT LI SE(30) Priorität: **22.12.1994 CH 3878/94**(71) Anmelder: **Alusuisse-Lonza Services AG**
CH-8212 Neuhausen am Rheinfall (CH)

(72) Erfinder:

- **Röllin, Erich**
CH-8212 Neuhausen (CH)
- **Huber, Hansjörg**
CH-8212 Neuhausen (CH)
- **Gabathuler, Jean-Pierre**
CH-8226 Schleithem (CH)

(54) **Oxidabstreifer**

(57) Verfahren zur Herstellung von Formteilen aus thixotropen Metallbolzen in Horizontal-Druckgiessmaschinen, wobei Einschlüsse der den thixotropen Metallbolzen umgebenden Oxidhaut im Legierungsgefüge des Formteils vermieden werden. Die den thixotropen Metallbolzen umgebende Oxidhaut wird vor dem Einführen der thixotropen Metallegierung in den Formhohlraum der Gussform vom thixotropen Metallbolzen vollständig abgestreift und in einem Behältnis gesammelt, wobei das Mitabstreifen oxidfreier, homogener thixotroper Metallegierung, durch Berücksichtigung der bezüglich der Längsachse des Metallbolzens asymmetrischen thermischen und mechanischen Eigenschaften des thixotropen Metallbolzens, minimiert wird.

Das Abstreifen der Oxidhaut geschieht in einer Horizontal-Druckgiessmaschine, welche zwischen der Giesskammer (10) und der Gussform (70) einen Oxidabstreifer (30) enthält. Der Oxidabstreifer (30) stellt einen ringförmigen Körper mit einer horizontal liegenden, konzentrischen Mittelachse (m) sowie einer Durchgangsöffnung dar. Der Oxidabstreifer (30) enthält eine ringförmige Ausnehmung, den Oxidsammelring (40), der mit der Durchgangsöffnung (31) des Oxidabstreifers (30) über eine konzentrische, ringförmige Oxidabstreiferöffnung (42) verbunden ist, wobei die Oxidabstreiferöffnung (42) bezüglich der konzentrischen Mittelachse (m) des Oxidabstreifers (30) einen asymmetrischen Öffnungsquerschnitt aufweist.

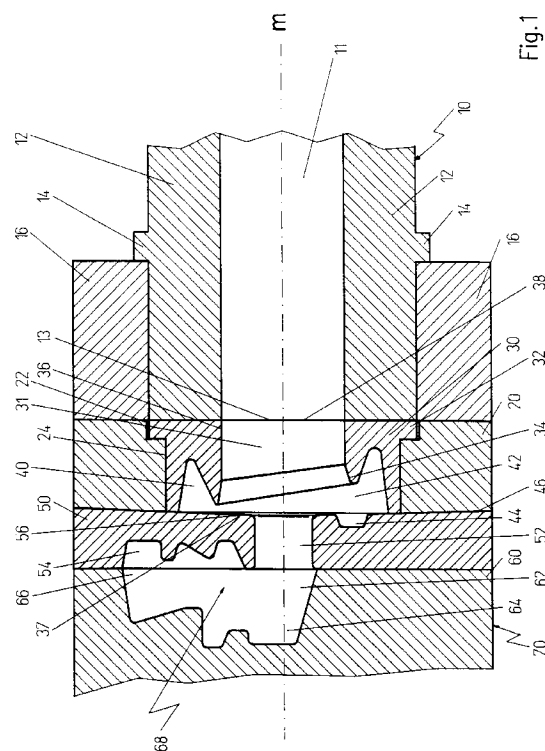


Fig. 1

EP 0 718 059 A1

Beschreibung

Vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Formteilen aus thixotropen Metallbolzen in Horizontal-Druckgiessmaschinen, wobei Einschlüsse der den thixotropen Metallbolzen umgebenden Oxidhaut im Legierungsgefüge des Formteils vermieden werden. Die Erfindung betrifft weiter eine speziell zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens ausgestaltete Druckgiessmaschine.

Das Verfahren zur Herstellung von Formteilen aus thixotropen, d.h. teilfesten/teillüssigen, Metallbolzen wird als Thixoformen bezeichnet. Als Metallbolzen kommen dabei alle Bolzen aus einem in einen thixotropen Zustand überführbaren Metall in Frage. Insbesondere können die Metallbolzen aus Aluminium, Magnesium oder Zink und den Legierungen dieser Metalle bestehen.

Das Thixoformen thixotroper Metallegierungen ist an sich bekannt. Bei diesem Verfahren werden die thixotropen Eigenschaften teillüssiger bzw. teilfester Metallegierungen ausgenützt. Im folgenden Text wird für den teilfesten/teillüssigen, d.h. thixotropen, Zustand der Metallegierung auch der in diesem Zusammenhang gleichbedeutende Ausdruck des teilfesten Zustandes verwendet. Unter thixotropem Verhalten einer Metallegierung wird verstanden, 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.

Beim Thixoformen wird teilfestes/teillüssiges Metall in einer modifizierten Druckgiessmaschine zu Formteilen verarbeitet. Die zum Thixoformen eingesetzten Druckgiessmaschinen unterscheiden sich gegenüber den Druckgiessmaschinen zum Druckgiessen von Metallschmelzen durch beispielsweise eine länger ausgestaltete Giesskammer zur Aufnahme des thixotropen Metallbolzens und einen dadurch benötigten grösseren Kolbenhub, und beispielsweise einer mechanisch verstärkten Ausgestaltung der die thixotrope Metallegierung führenden Teile der Druckgiessmaschine infolge der höheren Druckbelastung dieser Teile während dem Thixoformen.

Das Thixoformen geschieht üblicherweise mit einer Horizontal-Druckgiessmaschine. Bei diesen Maschinen liegt die Giesskammer, die den thixotropen Metallbolzen aufnimmt, waagrecht und ist im rechten Winkel zur Trennebene der Gussform, d.h. zur Frontfläche der Gussform mit der Eingussöffnung, angeordnet. Beim Thixoformen wird ein thixotroper Metallbolzen in eine solche horizontal liegende Giesskammer einer Druckgiessmaschine gegeben und durch Druckbeaufschla-

gung mittels eines Giesskolbens mit hoher Geschwindigkeit und unter hohem Druck in eine üblicherweise aus Stahl, insbesondere Warmarbeitsstahl, bestehende Gussform eingebracht bzw. eingeschossen, wobei die thixotrope Metallegierung in dieser erstarrt.

Das sich während der Erstarrung der thixotropen Metallegierung in der Gussform ausbildende Gussgefüge bestimmt wesentlich die Eigenschaften der Formteile. Die Gefügeausbildung ist gekennzeichnet durch die Phasen, wie Mischkristall und eutektische Phasen, das Gusskorn, wie Globuliten und Dendriten, Seigerungen als auch Gefügefehler wie Porosität (Gasporen, Mikrolunker) und Verunreinigungen, wie beispielsweise Oxide.

Die für das Thixoformen teilfester Legierungen verwendeten Metallbolzen weisen ein verfahrensbedingt feines Korn auf, das sich -- wenn während der Vorbehandlung der thixotropen Metallbolzen, d.h. während dem Aufheizen der Metallbolzen und deren Transport in die Druckgiessmaschine, keine Kornvergröberung eintritt -- wieder im Legierungsgefüge der Formteile findet. Ein feines Korn verbessert im allgemeinen die Werkstoffeigenschaften, erhöht die Homogenität des Legierungsgefüges und hilft Gefügefehler im Formteil zu vermeiden. Das Thixoformen teilfester Legierungen zeigt gegenüber dem Druckgiessen von Metallschmelzen zudem weitere wesentliche Vorteile. Dazu gehört eine bedeutende Energieeinsparung sowie kürzere Fertigungszeiten, da erstens die thixotropen Metallbolzen im Vergleich zum Druckgiessen von Metallschmelzen vorgängig zum Thixoformen weniger hoch und somit weniger lang aufgeheizt werden müssen und zweitens in der Gussform schneller abgekühlt, d.h. in einen festen Zustand zurückgeführt werden, was zu einer Verringerung der Kornvergröberung beiträgt. Die Energieeinsparung ergibt sich vorallem dadurch, dass ein Grossteil der Schmelzwärme sowie die gesamte Überhitzungswärme, d.h. die der Metallegierung zusätzlich zugeführte Wärme zur Erreichung einer Temperaturüberhöhung über dem Schmelzpunkt zur Sicherstellung des schmelzflüssigen Zustandes der Metallegierung, und die Energie für das Warmhalten der Schmelze entfallen. Als weiterer Vorteil ist zudem die bessere Massgenauigkeit aufgrund geringerer Schrumpfung und die Herstellung endabmessungsnaher Formteile zu betrachten, wodurch die Bearbeitungsschritte reduziert und Legierungsmaterial eingespart wird. Zudem ist durch die um etwa 100 °C geringere Verarbeitungstemperatur die Temperaturwechselbelastung der einzelnen Komponenten der Druckgiessmaschine kleiner, wodurch die Werkzeugstandzeit erhöht wird. Die gegenüber dem Druckgiessen von Metallschmelzen geringere Verarbeitungstemperatur beim Thixoformen ermöglicht auch das Verarbeiten von Legierungen mit tiefem Eisengehalt, da kein Ablegieren der Werkzeuge durch Anschmelzen geschieht. Zudem erlaubt das Thixoformen eine bessere Formfüllung mit weniger Lufteinschlüssen.

Körper aus beispielsweise 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, ablagern.

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.

Ein Hauptproblem beim Thixoformen von thixotropen Metallegierungen beruht somit auf der Oxidbildung während der Vorbehandlung, wie beispielsweise dem Aufheizprozess oder 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.

Angesichts dieser Schwierigkeiten beim Thixoformen hat sich der Erfinder zur Aufgabe gemacht die durch Oxideinschlüsse im Formteil auftretenden Gefügefehler kostengünstig zu minimieren und somit ein Verfahren zum Thixoformen bereitzustellen, welches Einschlüsse von Bestandteilen der Oxidhaut in den Formteilen vermeidet.

Erfindungsgemäss wird dies dadurch gelöst, dass die den thixotropen Metallbolzen umgebende Oxidhaut

vor dem Einführen der thixotropen Metallegierung in den Formhohlraum der Gussform vom thixotropen Metallbolzen vollständig abgestreift und in einem Behälter gesammelt wird, wobei das Mitabstreifen oxidfreier, homogener thixotroper Metallegierung, durch Berücksichtigung der bezüglich der Längsachse des Metallbolzens asymmetrischen thermischen und mechanischen Eigenschaften des thixotropen Metallbolzens, minimiert wird.

Folglich weisen die mit dem erfindungsgemässen Verfahren hergestellten Formteile keine, bzw. nur eine geringe und für die vorgesehene Verwendung der Formteile unterkritische Menge an Oxideinschlüssen auf.

Zweckmässigerweise liegt die zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens für die Herstellung des Formteils benötigte Menge einer Metallegierung in Bolzenform vor. Die Metallbolzen sind zylinderförmig und weisen in der Regel 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.

Als Metallegierungen für das erfindungsgemässe Verfahren kommen alle handelsüblichen Metallegierungen, die in einen thixotropen Zustand überführt werden können, in Frage. Besonders geeignet ist das erfindungsgemässe Verfahren für die Verarbeitung von Legierungen aus Aluminium, Magnesium oder Zink. 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 Al₂O₃-Partikel enthalten. Ganz besonders geeignet ist das erfindungsgemässe Verfahren für Aluminiumlegierungen, die ein ausgeprägtes Erstarrungsintervall aufweisen, wie beispielsweise AlSi7Mg.

Die Legierung der für das erfindungsgemässe Verfahren benötigten Metallbolzen enthält beispielsweise homogen verteilte, primär erstarrte Festteilchen, die aus einzelnen degenerierten Dendriten 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 Fliesen von Schmelze und Feststoff zu erreichen.

Die degenerierten Dendriten weisen allgemein vorzugsweise eine globulistische Gestalt auf, wodurch ein gleichmässig homogenes Fliesen von Schmelze und Feststoff ohne Entmischung erreicht werden kann. Die Herstellung eines Gefüges mit globulistischen Dendriten erfolgt u.a. durch ein Stranggiessverfahren, kombiniert mit einem intensiven elektromagnetischen Rühren auch während der Erstarrungsphase. Dadurch kommt es zum

Abschmelzen und Abbrechen von Dentrütenarmen, die sich nahe der Solidustemperatur einformen und das globulistische Gefüge bilden.

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.

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.

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 Kornvergröberung wegen, vermieden werden müssen 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 durch eine mit Sensoren geregelte Ofentemperatur.

Zum Aufheizen der Metallbolzen können diese direkt in einen Ofen gegeben werden, oder die Metallbolzen können in ein Behältnis, beispielsweise in einen metallischen Behälter, bevorzugt aus rostfreiem Stahl, oder einem Tiegel aus Ton-Graphit oder Ton-SiC gegeben werden. Während dem Aufheizprozess können sich die Metallbolzen bezüglich ihrer Längsachse in vertikaler oder horizontaler Lage befinden.

Zum Aufheizen eines Metallbolzens in horizontaler Lage befindet sich dieser beispielsweise in einem Behältnis. Der in den thixotropen Zustand überführte Metallbolzen kann dann im selben Behälter mittels beispielsweise einem Greifer in die Giesskammer der Horizontal-Druckgiessmaschine transferiert und der Weiterverarbeitung zur Herstellung eines Formkörpers zugeführt werden. In diesem Fall bleibt der Metallbolzen während dem Aufheizprozess und dem Transport in die Giesskammer im selben Behälter.

Wenn der Metallbolzen zu dessen Überführung in den thixotropen Zustand direkt, d.h. ohne ein diesen aufnehmendes Behältnis, in den Ofen gegeben wird, befindet sich der Metallbolzen bevorzugt in einer bezüglich seiner Längsachse vertikalen Lage.

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.-%.

Der Thixo-Rohling wird dann mittels der durch die Vorschubgeschwindigkeit eines Giesskolbens bewirkten Druckbeaufschlagung durch die Durchgangsöffnung eines vorzugsweise ringförmigen Körpers, dem sogenannten Oxidabstreifer, gestossen, in welchem die Oxidhaut des Thixo-Rohlings erfindungsgemäss abgestreift und in einem Behältnis gesammelt wird. Die derart vorbereitete thixotrope Metallegierung wird dann durch die Eingussöffnung der Gussform in den Formhohlraum eingeleitet. Die Gussform selbst besteht üblicherweise aus einer festen und einer beweglichen Formhälfte, wobei jede Formhälfte entsprechend eine Gussform-Ausnehmung aufweist und die Gussform-Ausnehmungen der beiden Formhälften zusammen den Formhohlraum der Gussform bilden. Der Formhohlraum kann während dem erfindungsgemässen Verfahren unter Umgebungsdruck stehen oder er kann evakuiert sein.

Bei der Erhitzung des Metallbolzens und dessen Umformung zu einem Thixo-Rohling wird eine über den ganzen Umfang des thixotropen Metallbolzens im wesentlichen gleichmässig dicke Oxidhaut gebildet. Beim Thixoformen mit horizontal liegender Giesskammer wird der Metallbolzen waagrecht positioniert. Der Durchmesser des Metallbolzens ist verfahrensbedingt üblicherweise kleiner als der Durchmesser des Giesskammer-Hohlraumes. Da der Giesskammer-Hohlraum in der Regel einen runden oder ovalen Querschnitt aufweist, liegt der horizontal im Giesskammer-Hohlraum befindliche thixotrope Metallbolzen verglichen mit seiner Oberfläche nur kleinflächig auf, d.h. der thixotrope Metallbolzen weist, beispielsweise an seiner Unterseite, nur einen kleinflächigen mechanischen und thermischen Kontakt mit der Giesskammerwandung auf.

Da die Giesskammer gegenüber dem thixotropen Metallbolzen auf einer tieferen Temperatur liegt, wird durch direkten thermischen Kontakt an der Unterseite des Metallbolzens mehr Wärme vom thixotropen Metallbolzen an die Giesskammer abgeführt als am restlichen Umfang des Metallbolzens, der keinen direkten mechanischen und thermischen Kontakt zur Giesskammerwandung aufweist und bei dem die Wärmeübertragung an die Giesskammerwandung nur durch Konvektion oder Wärmestrahlung erfolgt. Je nach der Dauer, während der der Metallbolzen in der Giesskammer lagert, können seine mechanischen Eigenschaften, d.h. insbesondere seine Teilfestigkeit oder die Viskosität, bezüglich dem Bolzenquerschnitt inhomogen werden. Liegt die Temperatur des Metallbolzens anfänglich im Temperaturbereich, der den thixotropen Zustand erlaubt, so

besteht zudem die Gefahr, dass die Auflageflächen des Metallbolzens unter die für den thixotropen Zustand erforderliche Temperatur fällt und sich dieser Teil des Metallbolzens somit schlecht verarbeiten lässt.

Da sich der Metallbolzen an seinen Auflageflächen verfahrensbedingt immer schneller abkühlt als der Rest des Metallbolzens, ist der Halbfestanteil oder die Viskosität im Auflageflächen nahen Bereich des thixotropen Metallbolzens üblicherweise geringer als im restlichen Aussenflächen nahen Bereich. Zumindest ist die Viskosität der Metallegierung im Auflageflächen nahen Bereich des thixotropen Metallbolzens höher als im restlichen thixotropen Metallbolzen. Der Halbfestanteil im Innern des Thixo-Rohlings weist jedoch keine merkliche Variation auf. Dieser Halbfestanteil entspricht im wesentlichen demjenigen des Aussenflächen nahen Bereiches des Thixo-Rohlings, dessen Oberfläche keinen direkten mechanischen und thermischen Kontakt mit der Giesskammer aufweist. Deshalb bedingt das optimale Abstreifen der Oxidhaut gemäss vorliegender Erfindung die Berücksichtigung der betreffend der Längsachse des Metallbolzens asymmetrischen thermischen und mechanischen Eigenschaften der Oxidhaut und des Oxidhaut nahen Bereiches der thixotropen Metallegierung. Unter optimalem Abstreifen wird in vorliegendem Text ein Abstreifen der Oxidhaut verstanden, bei dem kein wesentlicher Teil der für das Thixoformen verwendbaren thixotropen Legierung mitabgestreift wird. Prinzipiell kann natürlich ein grosser konzentrischer Aussenbereich des thixotropen Metallbolzens abgestreift werden, sodass nur der Kernbereich des Thixo-Rohlings in den Formhohlraum der Gussform eingebracht wird. Dabei würde aber neben der Oxidhaut auch viel thixotropes Metall der Formteilerfertigung entnommen. Selbst wenn dieses dem Thixoformprozess entnommene thixotrope Material einer Wiederverwertung zugeführt wird, ist die Bilanz einer solchen Vorgehensweise bezüglich dem Energieverbrauch und der Verfahrenskosten, insbesondere bei einer industriellen Formteil-Fertigung, uninteressant.

Da sich die inhomogenen Eigenschaften des thixotropen Metallbolzens -- je nach Vorbehandlung und Depositionszeit in der Giesskammer -- nicht zwangsläufig auf die Oxidhaut beschränken, wird in einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens der aus dem Auflageflächen nahen Bereich des thixotropen Metallbolzens in der Giesskammer stammende Teil der Metallegierung mit dem durch die stärkere Abkühlung bedingten geringeren Flüssiganteil während dem Abstreifen der Oxidhaut mitabgestreift.

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens wird die thixotrope Metallegierung durch einen zwischen der Giesskammer und der Gussform angeordneten ringförmigen Körper, den sogenannten Oxidabstreifer, geführt, wobei die Oxidhaut des thixotropen Metallbolzens strömungsmechanisch durch eine in den Oxidabstreifer eingelassene, konzentrische, ringförmige Öffnung, der sogenannten

Oxidabstreiferöffnung, mit einem bezüglich der konzentrischen Mittelachse der Oxidabstreiferöffnung asymmetrischen Öffnungsquerschnitt in ein ringförmiges Verhältnis, dem sogenannten Oxidsammelring, geleitet wird.

Dabei muss der ringförmige Körper nicht zwangsläufig ein separates Bauteil der Druckgiessmaschine bezeichnen, d.h. der ringförmige Körper kann auch einen entsprechend gestalteten Teil der die thixotrope Metallegierung umgebenden Wandung der Druckgiessmaschine im Bereich zwischen der Giesskammer und dem Formhohlraum der Gussform bezeichnen.

Der Oxidabstreifer kann beispielsweise ein torusförmiges Gebilde aus einem torusförmigen Oxidsammelring, der eine gegen seine konzentrische Mittelachse gerichtete ringförmige Oxidabstreiferöffnung aufweist, darstellen.

Da die Dicke der Oxidhaut des thixotropen Metallbolzens über seinen Umfang im wesentlichen konstant ist, ist auch die abgestreifte Oxidmenge über den ganzen Umfang des Oxidabstreifers vorzugsweise die selbe, so dass der Querschnitt des Oxidsammelringes bezüglich seiner Mittelachse vorteilhaft axialsymmetrisch ausgebildet ist. Die Querschnittsform des Oxidsammelringes ist für das erfindungsgemässe Verfahren unwesentlich und kann eine beliebige Gestalt, d.h. eine von einer im wesentlichen geschlossenen Kurve eingeschlossene Fläche mit einer gegen die konzentrische Mittelachse des Oxidsammelringes gerichteten Öffnung, annehmen. Hingegen ist es erfindungswesentlich, dass auch bei einer über den ganzen Bolzenumfang konstant abgestreiften Oxidmenge, d.h. eine über den ganzen zylinderförmigen Oberflächenbereich des thixotropen Legierungsbreies abgestreiften Schicht konstanter Schichtdicke, die konzentrische, ringförmige Oxidabstreiferöffnung einen bezüglich seiner konzentrischen Mittelachse asymmetrischen Öffnungsquerschnitt aufweist, wobei der Öffnungsquerschnitt insbesondere im unteren Teil des horizontal liegenden ringförmigen Oxidabstreifers gegenüber beispielsweise dem oberen Teil grösser ist. Damit wird beispielsweise der höheren Viskosität der dort vorbeifliessenden Metallegierung bzw. Oxidhaut, welche aus dem Auflageflächen nahen Bereich des thixotropen Metallbolzens in der Giesskammer stammt, Rechnung getragen.

Bevorzugt wird der bezüglich der konzentrischen Mittelachse (m) asymmetrische Öffnungsquerschnitt in Abhängigkeit der bezüglich dieser konzentrischen Mittelachse (m) asymmetrischen Viskositätseigenschaften der thixotropen Metallegierung derart gewählt, dass eine radial gleichmässig dicke Schicht der Oxidhaut und des Oxidhaut nahen Bereiches der thixotropen Metallegierung abgestreift wird.

Demgemäss wird das Abstreifen einer radial gleichmässig dicken Schicht aus Aluminiumoxid und thixotroper Metallegierung mit einer im wesentlichen über den Umfang des Thixo-Bolzens, d.h. dem Oberflächenbereich des thixotropen Legierungsbreies, unterschiedli-

chen Viskosität durch eine ringförmige Oxidabstreiferöffnung mit einem entsprechend der Viskosität gewählten, unterschiedlichen Öffnungsquerschnitt erreicht. Dabei wird insbesondere der Öffnungsquerschnitt im unteren Teil des ringförmigen Oxidabstreifers grösser gewählt, um die höhere Viskosität der aus dem Auflageflächen nahen Bereich stammenden thixotropen Metallegierung und der Oxidhaut zu berücksichtigen.

Für besonders empfindliche Formteile kann bereits die höhere Viskosität der aus dem Auflageflächen nahen Bereich stammenden thixotropen Metallegierung die Legierungsqualität beeinträchtigen. Deshalb wird in einem weiteren bevorzugten Verfahren dieser Teil der thixotropen Metallegierung zusammen mit der Oxidhaut mitabgestreift, d.h. anstatt dem Abstreifen einer radial gleichmässig dicken Schicht aus Aluminiumoxid und thixotroper Metallegierung, wird im unteren Teil des Oxidabstreifers im Vergleich zum oberen Teil eine dickere Schicht der thixotropen Metallegierung mitabgestreift. Da bei diesem Verfahren im unteren Teil des Oxidabstreifers mehr Material in den Oxidsammelring geleitet wird, weist der entsprechende Teil des Oxidsammelrings einen grösseren Querschnitt auf, wodurch der Oxidsammelring seine Axialsymmetrie verliert.

Unter dem Begriff unterer Teil bzw. oberer Teil des Oxidsammelrings wird in vorliegendem Text stets der entsprechende Teil bezüglich einer horizontalen Ebene durch die konzentrischen Mittelachse des Oxidabstreifers verstanden.

Bei sehr schneller Formfüllung können während dem Thixofillprozess turbulente Strömungsbedingungen auftreten, was zu Gaseinschlüssen (Luft, Trenn- oder Schmiermittel) im Formteil führen kann, wodurch eine allfällig gewünschte anschliessende Wärmebehandlung des Formteiles wegen der unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten zwischen der Metallegierung und den Gaseinschlüssen oft verunmöglicht wird. Solche Gaseinschlüsse führen zu Poren im Gussgefüge. Diese Porenbildung kann durch Evakuierung des Formhohlraumes der Gussform und/oder durch langsamere Formfüllung einschliesslich Entlüftung des Formhohlraumes verringert werden. Eine langsamere Formfüllung, d.h. der Füllung des Formhohlraumes, hat dabei die Vermeidung von Turbulenzen in der Metallegierung zum Ziel, was eine spezielle Steuerung der die Druckbeaufschlagung des Metallbolzens bewirkende Vorschubgeschwindigkeit des Giesskolbens bedingt. Wesentlich für das erfindungsgemässe Verfahren ist dabei, dass das Abstreifen der Oxidhaut während der ganzen Prozessdauer des Thixofillprozesses kontinuierlich geschieht, so dass die pro Zeiteinheit abgestreifte Materialmenge zur Vorschubgeschwindigkeit des thixotropen Metallbolzens proportional ist.

Die Druckbeaufschlagung des Giesskolbens zur Füllung des Formhohlraumes der Gussform während dem Thixofillprozess wird somit bevorzugt derart gewählt, dass Turbulenzen in der thixotropen Metallegierung und damit die Bildung von Gas- und Oxideinschlüs-

sen in 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 auf den Thixo-Rohling 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.

Während der Erstarrung des Formteiles führen hohe Drücke zur Verbesserung des Speiseverhaltens, d.h. zur Gewährleistung einer vollständigen Füllung des Formhohlraumes der Gussform, und zur Verringerung der Schrumpfporen, d.h. zur Vermeidung der Bildung von sogenannten Mikrolunkern. Während dem Abkühlen der thixotropen Metallegierung in der Gussform nimmt deren Dichte bis zum Erreichen des Erstarrungspunktes zu. Ein hohes Fehlstellenrisiko entsteht im Verlauf der Erstarrungsschrumpfung, während der es zur Ausbildung von Hohlräumen im Gefüge des Formteils kommen kann. Das durch die Erstarrungsschrumpfung verursachte Volumendefizit beträgt zwischen 4% und 7.1%. Die nach der Erstarrung bei weiterer Abkühlung bis auf Raumtemperatur ablaufende feste Schwindung wird mit Hilfe des sogenannten Schwindmasses bei der Herstellung der Gussformen kompensiert.

Die erfindungsgemäss hergestellten Formteile weisen typischerweise eine Porosität von weniger als 1 Vol.-% und einen Oxidanteil zwischen beispielsweise 0 und 3 Gew.-%, bevorzugt 0 bis 1 Gew.-%, auf. Das erfindungsgemässe Verfahren erlaubt somit die Herstellung von Sicherheitsbauteilen durch Thixofillformen, wobei die geforderten hohen Dehnungseigenschaften beispielsweise durch das Zusammenwirken von eisenarmen Legierungen (< 0.15 Gew.-% Fe), schneller Erstarrung und der Vermeidung von Oxideinschlüssen erreicht werden.

Die Erfindung betrifft weiter eine Horizontal-Druckgiessmaschine zur Herstellung von Formteilen aus thixotropen Metallbolzen, wobei Einschlüsse der den thixotropen Metallbolzen umgebenden Oxidhaut im Legierungsgefüge des Formteils vermieden werden, und die Horizontal-Druckgiessmaschine eine horizontal liegende Giesskammer mit einem zylinderförmigen Giesskammerhohlraum zur Aufnahme eines thixotropen Metallbolzens, einen Schild mit einer Schildöffnung und eine Gussform mit einer Eingussöffnung und einem Formhohlraum enthält.

Erfindungsgemäss wird dies dadurch erreicht, dass zwischen der Giesskammer und der Gussform ein Oxidabstreifer angeordnet ist, wobei der Oxidabstreifer einen ringförmigen Körper mit einer horizontal liegenden, konzentrischen Mittelachse sowie einer Aussen- und Innenfläche darstellt, und der senkrecht zur konzentrischen Mittelachse liegende Querschnitt durch die Innenfläche des Oxidabstreifers den Durchgangsquer-

schnitt des Oxidabstreifers definiert, der Oxidabstreifer eine ringförmige Ausnehmung, den Oxidsammelring, enthält, der mit dem durch die Innenfläche und die giessskammerseitige sowie die formseitige Stirnfläche des Oxidabstreifers definierten Durchgangsöffnung des Oxidabstreifers über eine konzentrische, ringförmige Oxidabstreiferöffnung verbunden ist, wobei die Oxidabstreiferöffnung bezüglich der konzentrischen Mittelachse des Oxidabstreifers einen asymmetrischen Öffnungsquerschnitt aufweist.

Der erfindungsgemäss Oxidabstreifer wirkt als Schälwerkzeug, das während des Füllprozesses des Formhohlraumes der Gussform die am Bolzenumfang vorhandene Oxidhaut des sich im thixotropen Zustand befindlichen Metallbolzens abstreift und diese im Oxidsammelring des Oxidabstreifers zurückbehält. Der Oxidabstreifer befindet sich deshalb zweckmässigerweise unmittelbar vor dem formgebenden Werkzeug, d. h. der Gussform.

Bei Horizontal-Druckgiessmaschinen ist der Bolzenaufnehmer, d. h. die Giesskammer, in welche der teilfeste Metallbolzen gelegt wird, waagrecht positioniert. Die Giesskammer stellt dabei im wesentlichen einen zylinderförmigen, durch die Giesskammerwandung begrenzten Körper mit einem Hohlraum, dem sogenannten Giesskammerhohlraum, dar, wobei der zum Einlegen des thixotropen Metallbolzens vorgesehene Bereich der Giesskammer, d. h. die der Gussform abgewandte Seite der Giesskammer, beispielsweise halbschalenförmig ausgebildet ist, während die der Gussform zugewandte Seite der Giesskammer geschlossen zylinderförmig ist und der dadurch bewirkte Hohlraum einen beispielsweise runden, ovalen oder polygonalen Querschnitt aufweist.

Der Durchmesser der Giesskammer entspricht zweckmässigerweise 102 bis 120 %, bevorzugt 103 bis 115 % und besonders bevorzugt 103 bis 110 % des Durchmessers des Metallbolzens, so dass der thixotrope Metallbolzen nach dem Einführen in die Giesskammer im wesentlichen nur an seiner Unterseite einen mechanischen und thermischen Kontakt mit der Giesskammer aufweist.

Die Gussform besteht beispielsweise aus einer festen und einer beweglichen Formhälfte, wobei jede Formhälfte eine Gussform-Ausnehmung aufweist und die Gussform-Ausnehmungen der beiden Formhälften zusammen den Formhohlraum der Gussform bilden. Die zum Einführen der thixotropen Metallegierung in den Formhohlraum der Gussform bedingte Eingussöffnung weist zweckmässigerweise einen bezüglich der Formfüllung optimierten Querschnitt auf, der üblicherweise vom Querschnitt des Giesskammerhohlraumes verschieden ist, wobei die Eingussöffnung zweckmässigerweise einen kleineren Querschnitt aufweist als der Querschnitt der formseitigen Giesskammeröffnung. Durch die unterschiedlichen Querschnitte der verschiedenen Fliesszonen (Giesskammer, Schildöffnung, Eingussöffnung Formhohlraum) der thixotropen Metalle-

gierung übt letztere entlang der einzelnen Bereiche der Fliesszonen unterschiedliche Kräfte auf die sie umgebenden Wandungen aus, so dass beispielsweise die axial auf die Wandungen der verschiedenen Komponenten der Horizontal-Druckgiessmaschine ausgeübte Kraftübertragung unterschiedlich ausfällt. Zur Aufnahme eines Teils dieser axial, d. h. in Fliessrichtung der thixotropen Metallegierung in Richtung der Gussform wirkenden Kräfte, befindet sich zwischen der Giesskammer und der Gussform üblicherweise ein Schild mit einer Schildöffnung.

Vorgängig zum Thixoformen werden die Metallbolzen entsprechend dem durch den Gussform-Hohlraum definierten Materialbedarf abgelängt und in einem Ofen, vorzugsweise einem Induktionsofen in den thixotropen Zustand überführt, wobei die im wesentlichen zylinderförmigen Metallbolzen während dem Aufheizprozess beispielsweise in einem halbschalenförmigen, zylindrischen Behälter horizontal gelagert sind. Danach werden die teilfesten Metallbolzen mittels einem Manipulator oder manuell in die waagrecht liegende Giesskammer überführt. Um ein Erstarren des Metallbolzens zu verhindern, muss der thixotrope Metallbolzen relativ schnell, d. h. beispielsweise innerhalb längstens einer Minute der weiteren Verarbeitung zugeführt werden. Die Giesskammer wird üblicherweise -- aus Kosten- und Energie-Ersparnisgründen nicht geheizt, d. h. der Metallbolzen kühlt sich, insbesondere an seinen Auflageflächen an der Giesskammerwandung, beständig ab.

Da der zylinderförmige thixotrope Metallbolzen zweckmässigerweise einen kleineren Querschnitt als die zylinderförmige bzw. halbzyylinderförmige Giesskammer aufweist, liegt dieser nur kleinflächig auf der Giesskammerwandung auf, womit -- bedingt durch den guten thermischen Kontakt dieser Auflageflächen, d. h. durch direkte Wärmeleitung -- eine inhomogene Temperaturverteilung im thixotropen Metallbolzen entsteht. Liegt der thixotrope Metallbolzen an mehreren über den Bolzenumfang verteilten kleinflächigen Teilflächen der Giesskammerwandung auf, weist der Metallbolzen zudem -- bedingt durch sein Eigengewicht -- auf den unteren Auflageflächen einen besseren thermischen Kontakt auf, so dass mehr Wärme vom Metallbolzen nach unten als nach oben abgegeben wird. Dadurch kühlt sich der Metallbolzen bezüglich seinem Umfang an seiner unteren Auflagefläche in der Giesskammer am stärksten ab. Dadurch geht die im Ofen erreichte Axialsymmetrie des thermischen und mechanischen Bolzenzustandes bezüglich der konzentrischen Längsachse des Metallbolzens verloren, wodurch beispielsweise die Viskosität oder der Flüssiganteil der thixotropen Legierung bezüglich der konzentrischen Längsachse des Metallbolzens asymmetrisch wird.

Während dem Aufheizprozess des thixotropen Metallbolzens und dessen Transport in die Giesskammer wird die meist bereits natürlich vorhandene Oxidhaut, der höheren Bolzentemperatur im teilfesten Zustand und damit der reaktiveren Bolzenoberfläche wegen, we-

sentlich verstärkt. Das Einbringen von Teilen oder Partikeln der Oxidhaut in den Formhohlraum der Gussform führt meist zu starken Gefügefehlern im Formteil oder zur Bildung von Poren, wodurch die Legierungsqualität des Formteiles stark beeinträchtigt werden kann. Mit der erfindungsgemässen Druckgiessmaschine kann nun die am Umfang des thixotropen Metallbolzens vorhandene Oxidhaut mittels einem zwischen der Giesskammer und der Gussform angeordneten Oxidabstreifer vollständig entfernt werden. Dabei soll möglichst wenig für den Thixoformprozess verwendbare thixotrope Metallegierung mitabgestreift werden, was die Berücksichtigung der bezüglich der konzentrischen Längsachse des Metallbolzens asymmetrischen thermischen und mechanischen Eigenschaften des thixotropen Metallbolzens bedingt.

Erfindungsgemäss stellt der Oxidabstreifer ein ringförmiger Körper dar, der im Innern eine konzentrische, ringförmige, beispielsweise torusförmige, Ausnehmung, den sogenannten Oxidsammelring aufweist. Der innere Teil oder den die Durchgangsöffnung darstellenden Teil des Oxidabstreifers, d.h. der durch die Innenfläche und die beiden Stirnflächen dieses Körpers begrenzte Innenraum, weist senkrecht zu den Stirnflächen eine konzentrische Mittelachse -- die konzentrische Mittelachse des Oxidabstreifers -- auf, die zweckmässigerweise mit der konzentrischen Längsachse des Giesskammerhohlraumes und insbesondere mit der konzentrischen Mittelachse der Eingussöffnung zusammenfällt. Der Querschnitt der Durchgangsöffnung senkrecht zur konzentrischen Mittelachse des Oxidabstreifers, der sogenannte Durchgangsquerschnitt, entspricht vorzugsweise dem Querschnitt der formseitigen Giesskammeröffnung, d.h. der der Gussform zugewandten Öffnung der zylinderförmigen Giesskammer.

Die giesskammerseitige Stirnfläche des Oxidabstreifers befindet sich üblicherweise direkt an der formseitigen Giesskammeröffnung. Die formseitige Stirnfläche des Oxidabstreifers befindet sich bevorzugt direkt am äusseren Rand der in das Innere der Gussform führenden Eingussöffnung, d.h. der formseitige Abschluss des Oxidabstreifers liegt direkt an der oxidabstreiferseitigen Frontseite der Gussform bzw. an der festen Formhälfte an.

Die Oxidabstreiferöffnung stellt eine ringförmige Ausnehmung der Innenfläche des Oxidabstreifers dar. Bevorzugt wird sie durch eine formseitige Ausnehmung am Oxidabstreifer gebildet, d.h. sie befindet sich an der formseitigen Stirnfläche oder auf der der Giesskammer abgewandten Seite des Oxidabstreifers. Dadurch entsteht zwischen dem formseitigen Ende der Innenfläche und der oxidabstreiferseitigen Frontseite der Gussform ein zylindermantelförmiger Abstand, so dass der durch diese Öffnung zwischen dem Innenraum, d.h. der Durchgangsöffnung des Oxidabstreifers, und dem Oxidsammelring geschaffene Raum, die sogenannten Oxidabstreiferöffnung, hohlzylinderförmig ist. Die durch einen Längsschnitt durch die konzentrische Mittelachse

des Oxidabstreifers aus dem Hohlzylinders geschnittene Fläche stellt dabei den Öffnungsquerschnitt der Oxidabstreiferöffnung dar.

Aus strömungsmechanischen Gründen kann sich die Durchgangsöffnung des Oxidabstreifers gegen die formseitige Stirnfläche des Oxidabstreifers hin konisch erweitern. Die Wandung der konischen Erweiterung schliesst mit dem waagrechten Teil der Innenfläche des Oxidabstreifers einen spitzen Winkel von beispielsweise 2 bis 30°, bevorzugt zwischen 5 und 15° und insbesondere zwischen 5 und 10° ein, wobei in vorliegendem Text die Winkelangaben immer auf einen Vollkreis von 360° bezogen sind.

Der erfindungsgemässe Oxidabstreifer, die Giesskammer sowie die Gussform bestehen zweckmässigerweise aus thermisch und mechanisch hoch belastbarem Material, beispielsweise aus Stahl, insbesondere Warmarbeitsstahl (DIN X 38 CrMoV51), aus keramischen Werkstoffen oder aus einem an der der thixotropen Metallegierung ausgesetzten Oberfläche mit einer keramischen Beschichtung versehenem Stahl. Bevorzugt bestehen zumindest die die thixotrope Metallegierung führenden Komponenten der Druckgiessmaschine und insbesondere der Oxidabstreifer aus Warmarbeitsstahl.

Die oxidabstreiferseitige Frontseite der Gussform weist aus strömungsmechanischen Gründen bevorzugt eine konisch sich nach Innen verjüngende Eingussöffnung auf, d.h. die meist durch die feste Formhälfte der Gussform führende Eingussöffnung weist an der oxidabstreiferseitigen Öffnung einen sich stark vergrössernden Öffnungswinkel, d.h. einen nur leicht von einem rechten Winkel abweichenden Öffnungswinkel von beispielsweise 80 bis 87°, auf.

Am frontseitigen Ende der Eingussöffnung, d.h. dort wo die im wesentlichen parallel zur konzentrischen Mittelachse der Eingussöffnung verlaufende thixotrope Metallegierung frontal gegen die Wandung des Formhohlraumes der beispielsweise beweglichen Formhälfte prallt, kann in diesem Bereich der Gussform zudem eine frontseitige Ausnehmung geschaffen sein, welche den der Gussform zugewandten, frontseitigen Teil der Oxidhaut des Thixo-Rohlings aufnehmen kann.

In einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemässen Druckgiessmaschine befindet sich der Oxidabstreifer in der Schildöffnung, wobei die Länge des ringförmigen Oxidabstreifers zweckmässigerweise der Dicke des Schildes, d.h. der Länge der Schildöffnung entspricht. Da während des Thixoformprozesses üblicherweise auf alle die thixotrope Legierung führenden Teile der Druckgiessmaschine hohe Kräfte in Fliessrichtung der thixotropen Metallegierung auftreten und der Oxidabstreifer beispielsweise an seiner formseitigen Stirnfläche, bedingt durch die Oxidabstreiferöffnung und den Oxidsammelring, eine dünnere Wandstärke aufweist als an seiner giesskammerseitigen Stirnfläche, weist der Oxidabstreifer zweckmässigerweise weitere Mittel auf, um die auf ihn wirkenden Kräfte

in Richtung Gussform aufzufangen. Dies kann beispielsweise mittels einer an der giesskammerseitigen Stirnfläche des Oxidabstreifers angeformten Anschlagrippe geschehen, die derart beschaffen ist, dass sie in eine nutzförmige Ausnehmung des Schildes greift und somit die parallel zur konzentrischen Mittelachse des Oxidabstreifers in Richtung Gussform wirkenden Kräfte aufnimmt. Die nutzförmige Ausnehmung sowie die angeformte Anschlagrippe sind dabei bevorzugt radialsymmetrisch ausgebildet, d.h. ihr Querschnitt senkrecht zur konzentrischen Mittelachse des Oxidabstreifers ist bevorzugt kreisringförmig.

Der Oxidsammelring muss jedoch nicht zwangsläufig als separates Bauteil der Druckgiessmaschine ausgebildet sein; d.h. der ringförmige Körper kann auch einen entsprechend gestalteten Teil der die thixotrope Metallegierung umgebenden Wandung der Druckgiessmaschine im Bereich zwischen der Giesskammer und dem Formhohlraum der Gussform oder ein entsprechend gestaltetes gussformseitiges Ende der Giesskammer bezeichnen. Bevorzugt wird jedoch die Ausbildung des Oxidabstreifers als separat hergestelltes und zwischen die Gussform und die Giesskammer einsetzbares Teil.

Falls der Oxidabstreifer als separates Teil der Druckgiessmaschine ausgebildet ist, wird dieser zweckmässigerweise zwischen Giesskammer und Gussform positioniert. Damit werden die durch die Druckbeaufschlagung des Thixo-Bolzens in der Giesskammer hervorgerufenen Kräfte in axialer Richtung auf den Oxidabstreifer übertragen. Um den Oxidabstreifer mechanisch nicht übermässig zu belasten, werden daher bevorzugt Mittel zum Auffangen dieser Kräfte am Schild vorgesehen. Dies kann beispielsweise durch eine am Schild angeformte oder festgelegte Giesskammerwandhalterung und eine als Giesskammerführung ausgebildete, beispielsweise am äusseren Umfang der Giesskammer angeformte oder festgelegte Rippe geschehen. Die Giesskammerwandhalterung und die Giesskammerführung sind dabei bevorzugt ringförmig ausgebildet, d.h. ihr Querschnitt senkrecht zur konzentrischen Mittelachse des Oxidabstreifers ist bevorzugt kreisringförmig.

Die für ein optimales Abstreifen der Oxidhaut erforderliche Ausbildung des bezüglich der Mittelachse des Oxidabstreifers asymmetrischen Öffnungsquerschnittes sowie die dazu notwendige optimale Gestalt und das erforderliche Fassungsvermögen des Oxidsammelringes hängen von der Dicke der den thixotropen Metallbolzen umgebenden Oxidhaut und der Grösse (Länge, Durchmesser) des Metallbolzens ab. Dabei hängt die Dicke der Oxidhaut weitgehend von der Legierungszusammensetzung und der Vorgeschichte des Metallbolzens ab. Die genauen Abmessungen des Öffnungsquerschnittes sowie die optimale Formgebung und das Fassungsvermögen des Oxidsammelringes müssen somit für die herzustellenden Formteile vorgängig berechnet bzw. durch Vorversuche bestimmt werden.

Bevorzugt weist der bezüglich einer horizontalen

Ebene durch die konzentrische Mittelachse des Oxidabstreifers untere Teil der Oxidabstreiferöffnung, zumindest in einem Teilbereich davon, d.h. in einem Segment der hohlzylinderförmigen Oxidabstreiferöffnung, einen grösseren Öffnungsquerschnitt auf als im oberen Teil. Dabei kann bis auf dieses Segment der hohlzylinderförmigen Oxidabstreiferöffnung der Öffnungsquerschnitt konstant sein oder sich kontinuierlich oder stufenweise gegen unten vergrössern. Der Öffnungsquerschnitt im unten liegenden Segment der hohlzylinderförmigen Oxidabstreiferöffnung mit grösserem Öffnungsquerschnitt kann ebenfalls konstant sein oder sich kontinuierlich oder stufenförmig von oben nach unten vergrössern. Dabei betrifft das Segment der hohlzylinderförmigen Oxidabstreiferöffnung mit grösserem Öffnungsquerschnitt im wesentlichen den Bereich der Oxidabstreiferöffnung, bei dem der aus dem Auflageflächen nahen Bereich stammende Teil der Oxidhaut und der thixotropen Metallegierung durchfliesst. Der durch das Segment der hohlzylinderförmigen Oxidabstreiferöffnung mit grösserem Öffnungsquerschnitt eingeschlossene Zentriwinkel beträgt -- bezogen auf einen Vollkreis mit 360° -- vorzugsweise zwischen 30° und 70° und insbesondere zwischen 50° und 65° .

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Oxidabstreifers weist in einem senkrecht durch die konzentrische Mittelachse verlaufenden Längsschnitt des Oxidabstreifer der bezüglich einer horizontalen Ebene durch die konzentrische Mittelachse obere Teil der Oxidabstreiferöffnung einen Abstand von 0.5 bis 4 mm, insbesondere 1 bis 3 mm, zwischen dem formseitigen Ende der Innenfläche des Oxidabstreifers und der formseitigen Stirnfläche des Oxidabstreifers, bzw. der oxidabstreiferseitigen Frontseite der Gussform, auf.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Oxidabstreifers weist in einem senkrecht durch die konzentrische Mittelachse verlaufenden Längsschnitt des Oxidabstreifer der bezüglich einer horizontalen Ebene durch die konzentrische Mittelachse untere Teil der Oxidabstreiferöffnung einen Abstand von 1 bis 10 mm, insbesondere 3 bis 6 mm, zwischen dem formseitigen Ende der Innenfläche des Oxidabstreifers und der formseitigen Stirnfläche des Oxidabstreifers auf.

Bei einer an der formseitigen Stirnfläche des Oxidabstreifers liegenden Oxidabstreiferöffnung kann der erfindungsgemäss erforderliche asymmetrische Öffnungsquerschnitt auch durch eine entsprechende Ausnehmung an der oxidabstreiferseitigen Frontseite der Gussform, durch eine sogenannte Aussparung, gebildet werden. Die Aussparung befindet sich vorzugsweise im bezüglich der horizontalen Ebene durch die konzentrische Mittelachse des Oxidabstreifers unteren Teil der Oxidabstreiferöffnung und ist derart angeordnet, dass der Öffnungsquerschnitt in diesem unteren Teilbereich der Oxidabstreiferöffnung, d.h. einem Segment der hohlzylinderförmigen Oxidabstreiferöffnung, ver-

grössert wird.

Der für das erfindungsgemässe, gleichmässige Abstreifen der Oxidhaut notwendige, bezüglich der konzentrischen Mittelachse des Oxidabstreifers asymmetrische Öffnungsquerschnitt kann demnach auch durch eine bezüglich der konzentrischen Mittelachse des Oxidabstreifers axialsymmetrische Oxidabstreiferöffnung mit einer erfindungsgemässen Aussparung an der oxidabstreiferseitigen Frontseite der Gussform erreicht werden. Eine entsprechende Aussparung an der oxidabstreiferseitigen Frontseite der Gussform kann jedoch auch zusätzlich zu einer Oxidabstreiferöffnung mit einem bereits bezüglich der konzentrischen Mittelachse des Oxidabstreifers asymmetrische Öffnungsquerschnitt angebracht sein und damit den Öffnungsquerschnitt in diesem Teilbereich der Oxidabstreiferöffnung vergrössern bzw. zur besseren Einleitung der Oxidhaut in den entsprechenden Teilbereich des Oxidsammelringes dienen.

Die Ausgestaltung der Aussparung an der oxidabstreiferseitigen Frontseite der Gussform kann eine beliebige Form aufweisen und insbesondere eine zylinderförmige Gestalt aufweisen, wobei mit zylinderförmig eine durch die Verschiebung einer durch eine beliebige geschlossenen Kurve begrenzte Fläche bewirkte Raumform beschrieben wird. Mit dem Begriff zylinderförmige Gestalt sind insbesondere auch quader-, zylindersegment- oder hohlzylindersegmentförmige Ausgestaltungen der Aussparung umfasst. Weitere bevorzugte Formen der Aussparung sind fass- oder pyramidenstumpfförmig. Die räumlichen Abmessungen der Aussparung sind bevorzugt derart gewählt, dass die Aussparung den Öffnungsquerschnitt der Oxidabstreiferöffnung in dem Bereich vergrössert, in dem die aus dem Auflageflächen nahen Bereich stammende Oxidhaut abgestreift wird. Bevorzugte Ausgestaltungen der Aussparung weisen in der vertikalen Ebene durch die konzentrische Mittelachse des Oxidabstreifers eine maximale Höhe von 10 bis 40 mm, insbesondere 10 bis 20 mm, sowie eine maximale Breite von 20 bis 80 mm, insbesondere 20 bis 50 mm, und in der Richtung der konzentrischen Mittelachse eine maximale Tiefe von 2 bis 20 mm und insbesondere von 2 bis 8 mm auf. Weiter bevorzugt weist die Aussparung ein Volumen von 0.4 bis 64 cm³ auf.

Um eine über den ganzen Umfang der thixotropen Metallegierung im wesentlichen konstant dicke Oxidhaut abzustreifen, wird ein Oxidsammelring mit betreffend der konzentrischen Mittelachse des Oxidabstreifers axialsymmetrischem Querschnitt bevorzugt. Die Gestalt des Oxidsammelringes ist dabei unwesentlich. Der Oxidsammelring kann beispielsweise eine torusförmige Ausnehmung im ringförmigen Oxidabstreifer mit einer ringförmigen Oxidabstreiferöffnung darstellen, wobei die torusförmige Ausnehmung beispielsweise durch Rotation einer von einer beliebigen geschlossenen Kurve umschlossenen Fläche mit einer gegen die Rotationsachse gerichteten Öffnung um die konzentri-

sche Mittelachse des Oxidabstreifers entstehen kann. Die konzentrische Mittelachse der torusförmigen Ausnehmung fällt somit bevorzugt mit der konzentrischen Mittelachse des Oxidabstreifers zusammen. Der Querschnitt des Oxidsammelringes kann insbesondere rechteckig, kreis- oder ellipsenförmig sein. Zur besseren, das Abstreifen der Oxidhaut betreffenden Prozesskontrolle kann der ringförmige Oxidsammelring zudem durch Trennwände in einzelne Bereiche aufgeteilt sein.

Das Fassungsvermögen des Oxidsammelringes, d. h. das Volumen der torusförmigen Ausnehmung, wird zweckmässigerweise derart gewählt, dass es mindestens dem abzustreifenden Materialvolumen von Oxidhaut und allfällig abzustreifender thixotroper Metallegierung entspricht. Bevorzugt beträgt das Fassungsvermögen des Oxidsammelringes zwischen 1 und 10 Vol.-% und insbesondere von 3 bis 6 Vol.-% des thixotropen Metallbolzens, d.h. des in die Giesskammer eingeführten Thixo-Rohlings.

Da zum Abstreifen der Oxidhaut und der Oxidhaut nahen thixotropen Metallegierung, d.h. dem abzustreifenden Material, aus strömungsmechanischen Gründen ein bestimmter Druck notwendig ist, damit das abzustreifende Material aufgrund beispielsweise seiner Viskosität und Kohäsion die Oxidabstreiferöffnung zu durchströmen vermag, sollte zur Erreichung eines kontinuierlichen, gleichmässigen Abstreifens der im thixotropen Legierungsbrei -- wenigstens im Bereich der Oxidabstreiferöffnung -- herrschende Druck bei einer vorgegebenen Oxidabstreiferöffnung konstant bleiben. Häufig ist der Druck im thixotropen Legierungsbrei mit der ihn umgebenden Oxidhaut während des Thixoprozesses jedoch nicht, oder wenigstens nicht genügend konstant.

In einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemässen Horizontal-Druckgiessmaschine besteht der Oxidsammelring deshalb aus mehreren ringförmigen Hohlräumen, den sogenannten Oxidsammelring-Kammern, d.h. anstatt nur einer einzigen torusförmigen Ausnehmung im ringförmigen Oxidabstreifer, sind mehrere torusförmige Ausnehmungen vorhanden, wobei die torusförmigen Ausnehmungen untereinander durch jeweils eine ringförmige Oxidabstreiferöffnung verbunden sind. Dabei können die Fassungsvermögen der einzelnen Oxidsammelring-Kammern gegenüber der Verwendung einer einzigen torusförmigen Ausnehmung entsprechend kleiner gewählt werden. Besonders bevorzugt stellen alle Oxidsammelring-Kammern eines Oxidabstreifers formseitige Ausnehmungen des entsprechenden Oxidabstreifers dar.

Ganz besonders bevorzugt sind die Oxidsammelring-Kammern bezüglich ihrer Form sowie die einzelnen Oxidsammelring-Kammern betreffenden Oxidabstreiferöffnungen derart ausgestaltet, dass sie bezüglich dem jeweiligen, während dem Thixoprozess in der thixotropen Legierung sich einstellenden Druck, bzw. entsprechend der Druckbeaufschlagung des Thixo-Rohlings, ein optimales Abstreifen der Oxidhaut und

des Oxidhaut nahen Bereiches der thixotropen Metalllegierung erlauben.

Besonders bevorzugt weist der Oxidsammelring 1 bis 5 und insbesondere 1 bis 3 Oxidsammelring-Kammern und eine entsprechende Anzahl Oxidabstreiferöffnungen auf. Dabei entspricht jede Oxidsammelring-Kammer und der zur Füllung dieser Kammer optimale Öffnungsquerschnitt der entsprechenden Oxidabstreiferöffnung einer Druckphase des Thixoformprozesses, wobei jede Druckphase derart gewählt ist, dass der Füllwiderstand des während der jeweiligen Prozessphase zu füllenden Gussformteils mit dem entsprechenden Formhohlraumquerschnitt überwunden werden kann.

Üblicherweise werden beim Thixoformen verschiedene Druckphasen benötigt. Zuerst geschieht beispielsweise eine erste Formfüllung mit einem relativ niedrigen Druck. Zur vollständigen Formfüllung in den Randbereichen des Formhohlraumes muss der Druck danach beispielsweise erhöht werden. Die Phase mit dem höchsten Druck findet -- zur Verhinderung von Mikrolunkern oder Poren -- während der Erstarrungsphase des Formteils statt, wobei in dieser letzten Phase kein das Formteil bildende Metall mehr nachfliesst und somit auch keine Oxidhaut abgestreift werden muss. In dieser letzten Phase, d.h. der Erstarrungsphase kann gegebenenfalls noch thixotropes Metall nachfliessen; die Menge des nachfliessenden Metalls ist üblicherweise jedoch derart gering, dass sie nicht mehr in den das Formteil bildenden Formhohlraum gelangt und somit für die Formteil-Eigenschaften unerheblich ist. Da die Druckbeaufschlagung gemäss dem zu überwindenden Füllwiderstand während dem Thixoformprozess kontinuierlich oder stufenweise erhöht wird, zeigen zweckmässigerweise die inneren, ringförmigen Oxidabstreiferöffnungen einen grösseren mittleren Öffnungsquerschnitt als die äusseren Oxidabstreiferöffnungen.

Um eine bessere Legierungsqualität des Formteils zu erreichen, kann die aus dem Auflageflächen nahen Bereich stammende, der Oxidhaut nahen, thixotrope Metallegierung mit höherer Viskosität zusammen mit der Oxidhaut mitabgestreift werden. Dazu wird ein Oxidsammelring mit einem in diesem Bereich grösseren Fassungsvermögen benötigt. In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des Oxidsammelringes weist somit der bezüglich einer horizontalen Ebene durch die konzentrische Mittelachse des Oxidabstreifers untere Teil des Oxidsammelringes, zumindest in einem Teilbereich davon, einen grösseren Querschnitt auf als im oberen Teil, d.h. der Oxidsammelring zeigt bezüglich der konzentrischen Mittelachse des Oxidabstreifers eine Asymmetrie. Bevorzugt zeigt ein durch die konzentrische Mittelachse des Oxidabstreifers senkrecht verlaufender Längsschnitt in der bezüglich einer horizontalen Ebene durch die konzentrische Mittelachse unteren Hälfte des Oxidabstreifers eine ein bis dreifach und insbesondere eine 1.1 bis 1.8 mal grössere Längsschnittfläche des Oxidsammelringes als in der oberen Hälfte des Oxidabstreifers.

Die erfindungsgemässe Horizontal-Druckgiessmaschine eignet sich prinzipiell für das Thixoformen aller Metallegierungen, die in einen thixotropen Zustand überführt werden können und eine Oxidhaut aufweisen oder während der Vorbehandlung, wie beispielsweise während dem Aufheizen, eine Oxidhaut bilden. Bevorzugt wird die erfindungsgemässe Horizontal-Druckgiessmaschine zum Thixoformen von Aluminium-, Magnesium- oder Zinklegierungen eingesetzt. Besonders bevorzugt eignet sich die erfindungsgemässe Horizontal-Druckgiessmaschine zum Thixoformen von Aluminiumdruckgusslegierungen, insbesondere für AlSi-, AlSiMg-, AlSiCu-, AlMg-, AlCuTi- und AlCuZnMg-Legierungen.

Die erfindungsgemässe Horizontal-Druckgiessmaschine erlaubt somit das optimale Entfernen der den Thixo-Rohling umgebenden Oxidhaut kurz vor der Formfüllung und ermöglicht damit die Herstellung von Formteilen ohne Einschlüsse von Teilen der Oxidhaut. Zudem erlaubt die erfindungsgemässe Horizontal-Druckgiessmaschine eine Minimierung des Materialverlustes von für das Thixoformen verwendbarer thixotroper Metallegierung.

Vorliegende Erfindung wird beispielhaft anhand der Figuren 1 bis 5 weiter erläutert.

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

Figur 2 zeigt eine Ansicht eines vertikal durch die konzentrische Mittelachse eines erfindungsgemässen Oxidabstreifers verlaufenden Längsschnittes, wobei der in Figur 2a dargestellte Oxidabstreifer einen zur konzentrischen Mittelachse des Oxidabstreifers axialsymmetrischen Oxidsammelring aufweist und der in Figur 2b dargestellte Oxidabstreifer einen bezüglich der konzentrischen Mittelachse asymmetrischen Oxidsammelring zeigt.

Figur 3 zeigt einen vertikalen Längsschnitt durch die konzentrische Mittelachse eines an der festen Formhälfte einer Gussform anliegenden Oxidabstreifers sowie einen rechtwinklig zur konzentrischen Mittelachse liegenden Querschnitt (Schnitt entlang A-A) durch die oxidabstreiferseitige Frontseite der Gussform.

Figur 4 zeigt einen vertikalen Längsschnitt durch die konzentrische Mittelachse eines an der festen Formhälfte einer Gussform anliegenden Oxidabstreifers, dessen Oxidsammelring drei Oxidsammelring-Kammern sowie drei diesen zugeordnete Oxidabstreiferöffnungen aufweist.

Figur 5 zeigt ein Diagramm des sich während dem Thixoformprozess in der thixotropen Metallegierung beispielhaft einstellenden Druckes p in Funktion der Zeit t .

Figur 1 zeigt beispielhaft eine Teilansicht eines vertikal durch die konzentrische Mittelachse einer Horizontal-Druckgiessmaschine verlaufenden Längsschnittes, wobei der oxidabstreiferseitige Teil der waagrecht liegenden Giesskammer 10, der Oxidabstreifer 30, der

Schild 20 sowie die Gussform 70 zu sehen sind. Der Oxidabstreifer 30 liegt innerhalb der Schildöffnung 24, d.h. zwischen der Giesskammer 10 und der Gussform 70.

Die Giesskammer 10 weist einen Giesskammerhohlraum 11 auf, der von einer zylinderförmigen Giesskammerwandung 12 umhüllt wird und der Aufnahme eines -- nicht dargestellten -- thixotropen Metallbolzens dient. Der Giesskammerhohlraum 11 stellt dabei einen im wesentlichen zylinderförmigen, durch die Giesskammerwandung 12 begrenzten Körper dar. Die Giesskammer 10 wird jedoch nur im Bereich der formseitigen Giesskammeröffnung 13 von einer geschlossenen zylinderförmigen Ummantelung, der Giesskammerwandung 12, umgeben und weist an der Gussform 70 abgewandten Seite eine halbzyklinderförmige Halbschale -- nicht eingezeichnet -- auf, die zur Einführung des thixotropen Metallbolzens dient. Der durch die zylinderförmige Giesskammerwandung 12 bewirkte Giesskammerhohlraum 11 weist beispielsweise einen runden, ovalen oder polygonalen Querschnitt auf. Im Bereich der formseitigen Giesskammeröffnung 13 weist die Giesskammer 10 somit eine hohlzylinderförmige Gestalt auf. Der Durchmesser des Giesskammerhohlraumes 11 entspricht bevorzugt 103 bis 115 % des Durchmessers des thixotropen Metallbolzens, so dass der Metallbolzen nach dem Einführen in die Giesskammer 10 nur an seiner Unterseite einen mechanischen und thermischen Kontakt mit der Giesskammerwandung 12 aufweist.

An der der Gussform 70 abgewandten Seite der Giesskammer 10 ist ein -- nicht eingezeichneter -- Gieskolben eingeführt, der während dem Thixoformen die thixotrope Legierung mit hohem Druck in den Formhohlraum 68 der Gussform 70 presst. Während dem Druckgiessvorgang wird der thixotrope Metallbolzen anfänglich mit hoher Geschwindigkeit in den hohlzylinderförmigen Teil der Giesskammer 10 befördert, wobei zumindest nach dem Auftreffen des Metallbolzens auf die oxidabstreiferseitige Frontseite 46 der Gussform 70 der thixotrope Metallbolzen oder Thixo-Rohling seine ursprüngliche Gestalt verliert und beispielsweise im Bereich der formseitigen Giesskammeröffnung 13 den ganzen Giesskammerhohlraum 11 ausfüllt.

Die in Figur 1 dargestellte Gussform 70 besteht aus einer festen Formhälfte 50 und einer beweglichen Formhälfte 60, wobei jede Formhälfte 50, 60 eine Gussform-Ausnehmung 54, 66 aufweist, und die Gussform-Ausnehmungen 54, 66 der beiden Formhälften 50, 60 zusammen den Formhohlraum 68 der Gussform 70 bilden. Die zum Einführen der thixotropen Metalllegierung in den Formhohlraum 68 der Gussform 70 bedingte Eingussöffnung 52 weist zweckmässigerweise einen bezüglich der Formfüllung optimierten Querschnitt auf, der gegenüber dem Querschnitt der formseitigen Giesskammeröffnung 13 kleiner ausgebildet ist.

Die in Figur 1 dargestellte oxidabstreiferseitige Frontseite 46 der Gussform 70 weist aus strömungsme-

chanischen Gründen einen sich konisch nach Innen verjüngenden Teil 56 der Eingussöffnung 52 auf, d.h. die durch die feste Formhälfte 50 der Gussform 70 führende Eingussöffnung 52 weist am oxidabstreiferseitigen Teil 56 der Eingussöffnung 52 einen sich stark vergrößernden Öffnungswinkel, d.h. einen nur leicht von einem rechten Winkel abweichenden Öffnungswinkel, auf.

Am frontseitigen Ende der Eingussöffnung 52, d.h. dort wo die im wesentlichen parallel zur konzentrischen Mittelachse m der Eingussöffnung 52 verlaufende thixotrope Metallegierung frontal gegen die Wandung des Formhohlraumes 66 der beweglichen Formhälfte 60 prallt, ist zudem eine frontseitige Ausnehmung 64 dargestellt, welche den der Gussform 70 zugewandten, frontseitigen Teil der Oxidhaut des Thixo-Rohlings aufnehmen kann.

Der Oxidabstreifer 30 stellt ein ringförmiger Körper dar, der im Innern eine konzentrische, ringförmige, beispielsweise torusförmige, Ausnehmung, den sogenannten Oxidsammelring 40 aufweist. Der innere Teil des Oxidabstreifers 30, d.h. der durch die Innenfläche 36 und die beiden Stirnflächen 37, 38 dieses Körpers begrenzte Innenraum, d.h. die Durchgangsöffnung 31 des Oxidabstreifers 30, weist senkrecht zu den Stirnflächen 37, 38 eine konzentrische Mittelachse -- die konzentrische Mittelachse m des Oxidabstreifers 30 -- auf, die mit der konzentrischen Längsachse des Giesskammerhohlraumes 11 und mit der konzentrischen Mittelachse der Eingussöffnung 52 zusammenfällt. Der Querschnitt der Durchgangsöffnung 31 senkrecht zur konzentrischen Mittelachse m des Oxidabstreifers 30, der sogenannte Durchgangsquerschnitt, entspricht dem Querschnitt der formseitigen Giesskammeröffnung 13, d.h. der der Gussform zugewandten Öffnung der zylinderförmigen Giesskammer 10.

Die giesskammerseitige Stirnfläche 38 des Oxidabstreifers 30 befindet sich direkt an der formseitigen Giesskammeröffnung 13. Die formseitige Stirnfläche 37 des Oxidabstreifers befindet sich direkt am äusseren Rand der in das Innere der Gussform 70 führenden Eingussöffnung 52 bzw. an dessen konischer Eingussöffnung 56, d.h. der formseitige Abschluss 37 des Oxidabstreifers 30 liegt direkt an der oxidabstreiferseitigen Frontseite 46 der Gussform bzw. an der festen Formhälfte 50 an.

Die Oxidabstreiferöffnung 42 stellt eine ringförmige Ausnehmung der Innenfläche 36 des Oxidabstreifers 30 dar. Sie wird durch eine formseitige Ausnehmung am Oxidabstreifer 30 gebildet, d.h. sie befindet sich an der formseitigen Stirnfläche 37 oder auf der der Giesskammer 10 abgewandten Seite des Oxidabstreifers 30. Dadurch entsteht zwischen dem formseitigen Ende der Innenfläche 36 und der oxidabstreiferseitigen Frontseite 46 der Gussform 70 ein zylindermantelförmiger Abstand, so dass der durch diese Öffnung zwischen der Durchgangsöffnung 31 des Oxidabstreifers 30 und dem Oxidsammelring 40 geschaffene Raum, d.h. die Oxidabstreiferöffnung 42, hohlzylinderförmig ist. Die durch

einen Längsschnitt durch die konzentrische Mittelachse m des Oxidabstreifers 30 aus dem Hohlzylinders geschnittene Fläche stellt dabei den Öffnungsquerschnitt der Oxidabstreiferöffnung 42 dar. Die in Figur 1 gezeigte Durchgangsöffnung 31 des Oxidabstreifers 30 erweitert sich konisch gegen die formseitige Stirnfläche 37 des Oxidabstreifers 30 hin, wobei eine konischen Erweiterung 34 geschaffen wird. Im unteren Teil der in Fig. 1 dargestellten festen Formhälfte 50 ist an der oxidabstreiferseitigen Frontseite 46 zudem eine Aussparung 44 eingezeichnet, die den Öffnungsquerschnitt an der entsprechenden Stelle der Oxidabstreiferöffnung 42 vergrößert.

Zur Aufnahme der axial, d.h. in Fliessrichtung der thixotropen Metallegierung in Richtung der Gussform 70 wirkenden Kräfte befindet sich zwischen der Giesskammer 10 und der Gussform 70 ein Schild 20 mit einer Schildöffnung 24. Der Oxidabstreifer 30 befindet sich in der Schildöffnung 24, wobei die Länge des ringförmigen Oxidabstreifers 30 der Dicke des Schildes 20, d.h. der Länge der Schildöffnung 24 entspricht. Da während des Thixoformprozesses üblicherweise auf alle die thixotrope Legierung führenden Teile 12, 30, 70 der Druckgiessmaschine hohe Kräfte in Fliessrichtung der thixotropen Metallegierung auftreten und der Oxidabstreifer 30 an seiner formseitigen Stirnfläche 37, bedingt durch die Oxidabstreiferöffnung 42 und den Oxidsammelring 40, eine dünnere Wandstärke aufweist als an seiner giesskammerseitigen Stirnfläche 38, weist der Oxidabstreifer 30 eine an der giesskammerseitigen Stirnfläche 38 angeformte Anschlagrippe 32 auf, die derart beschaffen ist, dass sie in eine nutförmige Ausnehmung 22 des Schildes 20 greift und somit einen Teil der parallel zur konzentrischen Mittelachse m des Oxidabstreifers 30 in Richtung Gussform 70 wirkenden Kräfte aufnimmt. Die nutförmige Ausnehmung 22 sowie die angeformte Anschlagrippe 32 sind radialsymmetrisch ausgebildet, d.h. ihr Querschnitt senkrecht zur konzentrischen Mittelachse m des Oxidabstreifers 30 ist kreisringförmig.

Um die Übertragung von axial wirkenden Kräften von der Giesskammer 10 auf den Oxidabstreifer 30 zu reduzieren, ist am Schild 20 eine Giesskammerwandhalterung 16 angeformt oder festgelegt. In einem Abstand von der formseitigen Giesskammeröffnung 13, der der Länge der Giesskammerwandhalterung 16 entspricht, ist am äusseren Umfang der Giesskammer 10 eine als Giesskammerführung 14 ausgebildete Rippe angeformt oder festgelegt. Die Giesskammerwandhalterung 16 und die Giesskammerführung 14 sind dabei ringförmig ausgebildet, d.h. ihr Querschnitt senkrecht zur konzentrischen Mittelachse m des Oxidabstreifers 30 ist kreisringförmig. Der Innendurchmesser der ringförmigen Giesskammerwandhalterung 16 entspricht im wesentlichen dem Aussendurchmesser der Giesskammerwandung 12, und der Aussendurchmesser der Giesskammerführung 14 ist grösser als der Innendurchmesser der Giesskammerwandhalterung 16.

Figur 2a zeigt eine Ansicht eines vertikal durch die

konzentrische Mittelachse m eines erfindungsgemässen Oxidabstreifers 30 verlaufenden Längsschnittes, wobei der Oxidabstreifer 30 einen zur konzentrischen Mittelachse m axialsymmetrischen Oxidsammelring 40 aufweist. Der bezüglich einer horizontalen Ebene durch die konzentrische Mittelachse m des Oxidabstreifers 30 untere Teil der Oxidabstreiferöffnung 42 weist, zumindest in einem Teilbereich davon, d.h. in einem Segment der hohlzylinderförmigen Oxidabstreiferöffnung 42, einen grösseren Öffnungsquerschnitt auf als im oberen Teil. Dabei kann bis auf dieses Segment der hohlzylinderförmigen Oxidabstreiferöffnung 42 der Öffnungsquerschnitt konstant sein oder sich kontinuierlich oder stufenweise gegen unten vergrössern. Der Öffnungsquerschnitt im unten liegenden Segment der hohlzylinderförmigen Oxidabstreiferöffnung 42 mit grösserem Öffnungsquerschnitt kann ebenfalls konstant sein oder sich kontinuierlich oder stufenförmig von oben nach unten vergrössern. Dabei betrifft das Segment der hohlzylinderförmigen Oxidabstreiferöffnung 42 mit grösserem Öffnungsquerschnitt im wesentlichen den Bereich der Oxidabstreiferöffnung 42, bei dem der aus dem Auflageflächen nahen Bereich stammende Teil der Oxidhaut und der thixotropen Metallegierung durchfliesst.

Die Durchgangsöffnung 31 erweitert sich unter Bildung einer konischen Erweiterung 34 gegen die formseitige Stirnfläche 37 des Oxidabstreifers 30 hin und erlaubt dadurch ein besseres Einleiten der Oxidhaut und der Oxidhaut nahen thixotropen Metallegierung in den Oxidsammelring.

Der in Figur 2a gezeigte Oxidsammelring 40 ist bezüglich der konzentrischen Mittelachse m des Oxidabstreifers 30 axialsymmetrisch und eignet sich für das Abstreifen einer über den ganzen Umfang der thixotropen Metallegierung im wesentlichen konstant dicken Oxidhaut. Der in Figur 2a dargestellte Querschnitt des Oxidsammelringes zeigt besonders gute Eigenschaften bezüglich dem Einleiten der Oxidhaut und der Oxidhaut nahen Bereiche der thixotropen Metallegierung.

Figur 2b zeigt eine Ansicht eines vertikal durch die konzentrische Mittelachse m eines erfindungsgemässen Oxidabstreifers 30 verlaufenden Längsschnittes, wobei der Oxidabstreifer 30 einen zur konzentrischen Mittelachse m asymmetrischen Oxidsammelring 40 aufweist. Der bezüglich einer horizontalen Ebene durch die konzentrische Mittelachse m des Oxidabstreifers 30 untere Teil des Oxidsammelringes 40 weist, zumindest in einem Teilbereich davon, einen grösseren Querschnitt auf als im oberen Teil, d.h. der Oxidsammelring 40 zeigt bezüglich der konzentrischen Mittelachse m des Oxidabstreifers 30 eine Asymmetrie. Ein derart ausgebildeter Oxidsammelring 40 mit einem im unteren Teil vergrössertem Fassungsvermögen eignet sich insbesondere zum Mitabstreifen der aus dem Auflageflächen nahen Bereich stammenden, der Oxidhaut nahen, thixotropen Metallegierung mit gegenüber dem Inneren der thixotropen Metallegierung höherer Viskosität.

Der in Figur 2b dargestellte Längsschnitt durch den

Oxidabstreifer 30 zeigt wiederum einen zum besonders guten Einleiten des abzustreifenden Materials geeigneten Querschnitt des Oxidsammelringes 40. Die Oxidabstreiferöffnung 42 hat die selbe Gestalt wie diejenige des in Figur 2a dargestellten Oxidabstreifers 30.

Figur 3 zeigt einen vertikalen Längsschnitt durch die konzentrische Mittelachse m eines an der festen Formhälfte 50 einer Gussform 70 anliegenden Oxidabstreifers 30 sowie einen rechtwinklig zur konzentrischen Mittelachse m liegenden Querschnitt (Schnitt entlang A-A) durch die oxidabstreiferseitige Frontseite 46 der Gussform 70. Die Aussparung 44 befindet sich vorzugsweise im bezüglich der horizontalen Ebene durch die konzentrische Mittelachse des Oxidabstreifers unteren Teil der Oxidabstreiferöffnung 42 und ist derart angeordnet, dass der Öffnungsquerschnitt in diesem unteren Teilbereich der Oxidabstreiferöffnung 42, d.h. einem Segment der hohlzylinderförmigen Oxidabstreiferöffnung 42, vergrößert wird. Die Aussparung 44 an der oxidabstreiferseitigen Frontseite 46 der Gussform 70 ist zusätzlich zu einer Oxidabstreiferöffnung 42 mit einem bereits bezüglich der konzentrischen Mittelachse m des Oxidabstreifers 30 asymmetrische Öffnungsquerschnitt angebracht und vergrößert damit den Öffnungsquerschnitt in diesem Teilbereich der Oxidabstreiferöffnung 42, bzw. dient zur besseren Einleitung der Oxidhaut in den entsprechenden Teilbereich des Oxidsammelringes 40.

Die im Schnitt A-A dargestellte Draufsicht auf die oxidabstreiferseitige Frontseite 46 der Gussform 70 bzw. der festen Formhälfte 50 zeigt insbesondere eine bevorzugte Ausgestaltung der Aussparung 44 sowie deren Lage bezüglich der Oxidabstreiferöffnung 42 und der Eingussöffnung 52. Die in Figur 3 entlang dem Schnitt A-A dargestellte Aussparung 44 betrifft ein Segment der Oxidabstreiferöffnung 42, welches einen Zentrivinkel von ca. 65° einschliesst.

Figur 4 zeigt einen vertikalen Längsschnitt durch die konzentrische Mittelachse m eines an der festen Formhälfte 50 einer Gussform 70 anliegenden Oxidabstreifers 30, dessen Oxidsammelring 40 drei Oxidsammelring-Kammern 40a, 40b, 40c und drei diesen zugeordneten Oxidabstreiferöffnungen 42a, 42b, 42c aufweist, wobei die Oxidsammelring-Kammern 40a, 40b, 40c bezüglich ihrem Fassungsvermögen und die Oxidabstreiferöffnungen 42a, 42b, 42c bezüglich ihrem Öffnungsquerschnitt derart ausgestaltet sind, dass sie bezüglich dem jeweiligen, während dem Thixoformprozess in der thixotropen Legierung sich einstellenden Druck p ein optimales, d.h. ein kontinuierliches und gleichmässig über den ganzen Umfang des thixotropen Legierungsbreies stattfindendes Abstreifen der Oxidhaut und des Oxidhaut nahen Bereiches der thixotropen Metallegerung erlauben.

Die Oxidsammelring-Kammern 40a, 40b, 40c sind untereinander durch je eine Oxidabstreiferöffnung 42a, 42b, 42c verbunden, d.h. eine Oxidabstreiferöffnung 42a zum Verbinden der Durchgangsöffnung 31 des

Oxidabstreifers 30 mit der Oxidsammelring-Kammer 40 a, eine Oxidabstreiferöffnung 42b zum Verbinden der Oxidsammelring-Kammer 40a mit der Oxidsammelring-Kammer 40b und eine Oxidabstreiferöffnung 42c zum Verbinden der Oxidsammelring-Kammer 40b mit der Oxidsammelring-Kammer 40c. Die Oxidabstreiferöffnungen 42a, 42b und 42c sind dabei derart gewählt, dass sie ein kontinuierliches Entfernen des abzustreifenden Materials während der drei Phasen des Thixoformprozesses erlauben. Folglich zeigen die ringförmigen Oxidabstreiferöffnungen 42a, 42b, 42c von Innen nach Aussen einen kleiner werdenden mittleren Öffnungsquerschnitt, d.h. der mittlere Öffnungsquerschnitt der Oxidabstreiferöffnung 42a ist grösser als der mittlere Öffnungsquerschnitt der Oxidabstreiferöffnung 42b und der mittlere Öffnungsquerschnitt der Oxidabstreiferöffnung 42b ist grösser als der mittlere Öffnungsquerschnitt der Oxidabstreiferöffnung 42c. Unter mittlerem Öffnungsquerschnitt wird hierbei der über die ringförmige Oxidabstreiferöffnung gemittelte Öffnungsquerschnitt verstanden.

Figur 5 zeigt schematisch ein Diagramm des sich während dem Thixoformprozess in der thixotropen Metallegerung beispielhaft einstellenden Druckes p in Funktion der Zeit t. In einer ersten Phase des Thixoformprozesses bis zur Prozesszeit t_1 , d.h. während dem Durchtritt des thixotropen Legierungsbreies durch die Eingussöffnung und während der Füllung der an die Eingussöffnung 52 angrenzenden grossvolumigen Bereiche des Formhohlraumes 68, baut sich im Legierungsbrei nur ein geringer Druck p_1 auf, so dass -- um den Durchtritt des abzustreifenden Materials durch die Oxidabstreiferöffnung 42a zu ermöglichen -- letztere einen grossen Öffnungsquerschnitt aufweisen muss. In einer zweiten Phase des Thixoformprozesses im Zeitintervall zwischen der Prozesszeit t_1 und t_2 , d.h. während der Formfüllung der kleinvolumigen Bereiche des Formhohlraumes 68, bzw. in den Formhohlraum-Bereichen mit kleinem Querschnitt, insbesondere in den Randbereichen des Formhohlraumes 68, steigt der Druck p_2 im thixotropen Legierungsbrei meist oft schlagartig an, bzw. muss die Druckbeaufschlagung des Thixo-Bolzens entsprechend erhöht werden. Entsprechend dem höheren Druck muss zur Erreichung eines kontinuierlichen und gleichmässigen Abstreifverhalten der Öffnungsquerschnitt der Oxidabstreiferöffnung 42b gegenüber 42a kleiner gewählt sein. In einer dritten Phase des Thixoformprozesses im Zeitintervall zwischen der Prozesszeit t_2 und t_3 wird die Druckbeaufschlagung des Thixo-Bolzens weiter auf einen Druck p_3 erhöht, um beispielsweise Bereiche des Formhohlraumes 68 mit sehr kleinem Querschnitt zu füllen, was für die dritte Phase einen gegenüber dem Öffnungsquerschnitt für die zweite Phase weiter verkleinerten Öffnungsquerschnitt der Oxidabstreiferöffnung 42c bedingt. Danach wird die Druckbeaufschlagung üblicherweise weiter erhöht, um die Bildung von beispielsweise Mikrolunkern oder Poren während der Erstarrungsphase des Formteiles zu ver-

hindern. Während der dritten Phase des Thixoformprozesses fliesst aber kein weiteres, das Formteil bildende, thixotropes Material in den Formhohlraum 68, so dass während dieser Phase die Oxidhaut bzw. der Oxidhaut nahe Bereich der thixotropen Legierung nicht mehr abgestreift werden muss.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Formteilen aus thixotropen Metallbolzen in Horizontal-Druckgiessmaschinen, wobei Einschlüsse der den thixotropen Metallbolzen umgebenden Oxidhaut im Legierungsgefüge des Formteils vermieden werden

dadurch gekennzeichnet, dass

die den thixotropen Metallbolzen umgebende Oxidhaut vor dem Einführen der thixotropen Metallegierung in den Formhohlraum (68) der Gussform (70) vom thixotropen Metallbolzen vollständig abgestreift und in einem Behältnis (40) gesammelt wird, wobei das Mitabstreifen oxidfreier, homogen thixotroper Metallegierung, durch Berücksichtigung der bezüglich der Längsachse des Metallbolzens asymmetrischen thermischen und mechanischen Eigenschaften des thixotropen Metallbolzens, minimiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der aus dem Auflageflächen nahen Bereich des thixotropen Metallbolzens in der Giesskammer (10) stammende Teil der Metallegierung mit dem durch die stärkere Abkühlung bedingten geringeren Flüssiganteil während dem Abstreifen der Oxidhaut mitabgestreift wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die thixotrope Metallegierung durch einen zwischen der Giesskammer (10) und der Gussform (70) angeordneten ringförmigen Körper, den Oxidabstreifer (30), geführt wird, wobei die Oxidhaut des thixotropen Metallbolzens strömungsmechanisch durch eine in den Oxidabstreifer (30) eingelassene, konzentrische, ringförmige Öffnung, die Oxidabstreiferöffnung (42), mit einem bezüglich der konzentrischen Mittelachse (m) der Oxidabstreiferöffnung (42) asymmetrischen Öffnungsquerschnitt in ein ringförmiges Behältnis, den Oxidsammelring (40), geleitet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der bezüglich der konzentrischen Mittelachse (m) asymmetrische Öffnungsquerschnitt in Abhängigkeit der bezüglich dieser konzentrischen Mittelachse (m) asymmetrischen Viskositätseigen-

schaften der thixotropen Metallegierung derart gewählt wird, dass eine radial gleichmässig dicke Schicht der Oxidhaut und des Oxidhaut nahen Bereiches der thixotropen Metallegierung abgestreift wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der aus dem Auflageflächen nahen Bereich des Metallbolzens in der Giesskammer (10) stammende Teil der thixotropen Metallegierung mit einer gegenüber dem restlichen thixotropen Legierungsbrei höheren Viskosität zusammen mit der Oxidhaut mitabgestreift wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Abstreifen der Oxidhaut während der ganzen Prozessdauer des Thixoformprozesses kontinuierlich geschieht, so dass die pro Zeiteinheit abgestreifte Materialmenge zur Vorschubgeschwindigkeit des thixotropen Metallbolzens proportional ist.

7. Horizontal-Druckgiessmaschine zur Herstellung von Formteilen aus thixotropen Metallbolzen, wobei Einschlüsse der den thixotropen Metallbolzen umgebenden Oxidhaut im Legierungsgefüge des Formteils vermieden werden, und die Horizontal-Druckgiessmaschine eine horizontal liegende Giesskammer (10) mit einem zylinderförmigen Giesskammerhohlraum (11) zur Aufnahme eines thixotropen Metallbolzens, einen Schild (20) mit einer Schildöffnung (24) und eine Gussform (70) mit einer Eingussöffnung (52) und einem Formhohlraum (68) enthält,

dadurch gekennzeichnet, dass

zwischen der Giesskammer (10) und der Gussform (70) ein Oxidabstreifer (30) angeordnet ist, wobei der Oxidabstreifer (30) einen ringförmigen Körper mit einer horizontal liegenden, konzentrischen Mittelachse (m) sowie einer Aussen- und Innenfläche (36) darstellt, und der senkrecht zur konzentrischen Mittelachse (m) liegende Querschnitt durch die Innenfläche (36) des Oxidabstreifers (30) den Durchgangsquerschnitt des Oxidabstreifers (30) definiert, der Oxidabstreifer (30) eine ringförmige Ausnehmung, den Oxidsammelring (40), enthält, der mit dem durch die Innenfläche (36) und die giesskammerseitige (38) sowie die formseitige (37) Stirnfläche des Oxidabstreifers (30) definierten Durchgangsöffnung (31) des Oxidabstreifers (30) über eine konzentrische, ringförmige Oxidabstreiferöffnung (42) verbunden ist, wobei die Oxidabstreiferöffnung (42) bezüglich der konzentrischen Mittelachse (m) des Oxidabstreifers (30) einen asymmetrischen Öff-

nungsquerschnitt aufweist.

8. Druckgiessmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die konzentrische Mittelachse (m) des Oxidabstreifers (30) mit der konzentrischen Mittelachse der Eingussöffnung (52) der Gussform (70) und der konzentrischen Längsachse des Giesskammerhohlraumes (11) zusammenfällt.
9. Druckgiessmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Querschnitt der Durchgangsöffnung (31) dem Querschnitt der formseitigen Giesskammeröffnung (13) entspricht.
10. Druckgiessmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die ringförmige Oxidabstreiferöffnung (42) durch eine formseitige Ausnehmung am Oxidabstreifer (30) gebildet wird.
11. Druckgiessmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der bezüglich einer horizontalen Ebene durch die konzentrische Mittelachse (m) des Oxidabstreifers (30) untere Teil der Oxidabstreiferöffnung (42), zumindest in einem Teilbereich davon, einen grösseren Öffnungsquerschnitt aufweist als im oberen Teil.
12. Druckgiessmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass in einem senkrecht durch die konzentrische Mittelachse (m) verlaufenden Längsschnitt des Oxidabstreifers (30) der bezüglich einer horizontalen Ebene durch die konzentrische Mittelachse (m) obere Teil der Oxidabstreiferöffnung (42) einen Abstand von 0.5 bis 4 mm zwischen dem formseitigen Ende der Innenfläche (36) des Oxidabstreifers (30) und der formseitigen Stirnfläche (37) des Oxidabstreifers (30) aufweist.
13. Druckgiessmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass in einem senkrecht durch die konzentrische Mittelachse (m) verlaufenden Längsschnitt des Oxidabstreifers (30) der bezüglich einer horizontalen Ebene durch die konzentrische Mittelachse (m) untere Teil der Oxidabstreiferöffnung (42) einen Abstand von 1 bis 10 mm zwischen dem formseitigen Ende der Innenfläche (36) des Oxidabstreifers (30) und der formseitigen Stirnfläche (37) des Oxidabstreifers (30) aufweist.
14. Druckgiessmaschine nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer an der formseitigen Stirnfläche (37) des Oxidabstreifers (30) liegenden Oxidabstreiferöffnung (42) an der oxidabstreiferseitigen Frontseite (46) der Gussform (70) eine Ausnehmung, die Aussparung (44), angebracht ist, wobei die Aussparung (44) derart angeordnet ist, dass der Öffnungsquerschnitt im bezüglich einer horizontalen Ebene durch die konzentrische Mittelach-

se (m) des Oxidabstreifers (30) unteren Teil der Oxidabstreiferöffnung (42) oder einem Teilbereich davon vergrössert wird.

15. Druckgiessmaschine nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Aussparung (44) zylinder-, fass- oder pyramidenstumpfförmig ausgebildet ist.
16. Druckgiessmaschine nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Aussparung (44) in der vertikalen Ebene durch die konzentrische Mittelachse (m) des Oxidabstreifers (30) eine maximale Höhe von 10 bis 40 mm sowie eine maximale Breite von 20 bis 80 mm und in der Richtung der konzentrischen Mittelachse (m) eine maximale Tiefe von 2 bis 20 mm aufweist.
17. Druckgiessmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Fassungsvermögen des Oxidsammelringes (40) zwischen 1 und 10 Vol.-% des thixotropen Metallbolzens aufweist.
18. Druckgiessmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Oxidsammelring (40) aus mehreren ringförmigen Hohlräumen, den Oxidsammelring-Kammern (40a, 40b, 40c), mit einer gemeinsamen konzentrischen Mittelachse (m), die der konzentrischen Mittelachse (m) des Oxidabstreifers (30) entspricht, besteht und die Oxidsammelring-Kammern (40a, 40b, 40c) untereinander mit jeweils einer ringförmigen Oxidabstreiferöffnung (42a, 42b, 42c) verbunden sind.
19. Druckgiessmaschine nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Oxidsammelring-Kammern (40a, 40b, 40c) bezüglich ihrer Form sowie der die einzelnen Oxidsammelring-Kammern (40a, 40b, 40c) betreffenden Oxidabstreiferöffnungen (42a, 42b, 42c) derart ausgestaltet sind, dass sie bezüglich dem jeweiligen, während dem Thixoformprozess in der thixotropen Legierung sich einstellenden Druck (p) ein optimales Abstreifen der Oxidhaut und des Oxidhaut nahen Bereiches der thixotropen Metalllegierung erlauben.
20. Druckgiessmaschine nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Oxidsammelring (40) 1 bis 5 Oxidsammelring-Kammern (40a, 40b, 40c) und 1 bis 5 diese verbindende, ringförmige Oxidabstreiferöffnungen (42a, 42b, 42c) enthält.
21. Druckgiessmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der bezüglich einer horizontalen Ebene durch die konzentrische Mittelachse (m) des Oxidabstreifers (30) untere Teil des Oxidsammelringes (40), zumindest in einem Teilbereich davon, einen grösseren Querschnitt aufweist als im

oberen Teil.

- 22.** Druckgiessmaschine nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass ein durch die konzentrische Mittelachse (m) des Oxidabstreifers (30) senkrecht verlaufender Längsschnitt in der bezüglich einer horizontalen Ebene durch die konzentrische Mittelachse (m) unteren Hälfte des Oxidabstreifers (30) eine ein bis dreifach grössere Längsschnittfläche des Oxidsammelringes (40) zeigt als in der oberen Hälfte des Oxidabstreifers (30).
- 23.** Druckgiessmaschine nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass ein durch die konzentrische Mittelachse (m) des Oxidabstreifers (30) senkrecht verlaufender Längsschnitt in der bezüglich einer horizontalen Ebene durch die konzentrische Mittelachse (m) unteren Hälfte des Oxidabstreifers (30) eine 1.1 bis 1.8 mal grössere Längsschnittfläche des Oxidsammelringes (40) zeigt als in der oberen Hälfte des Oxidabstreifers (30).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

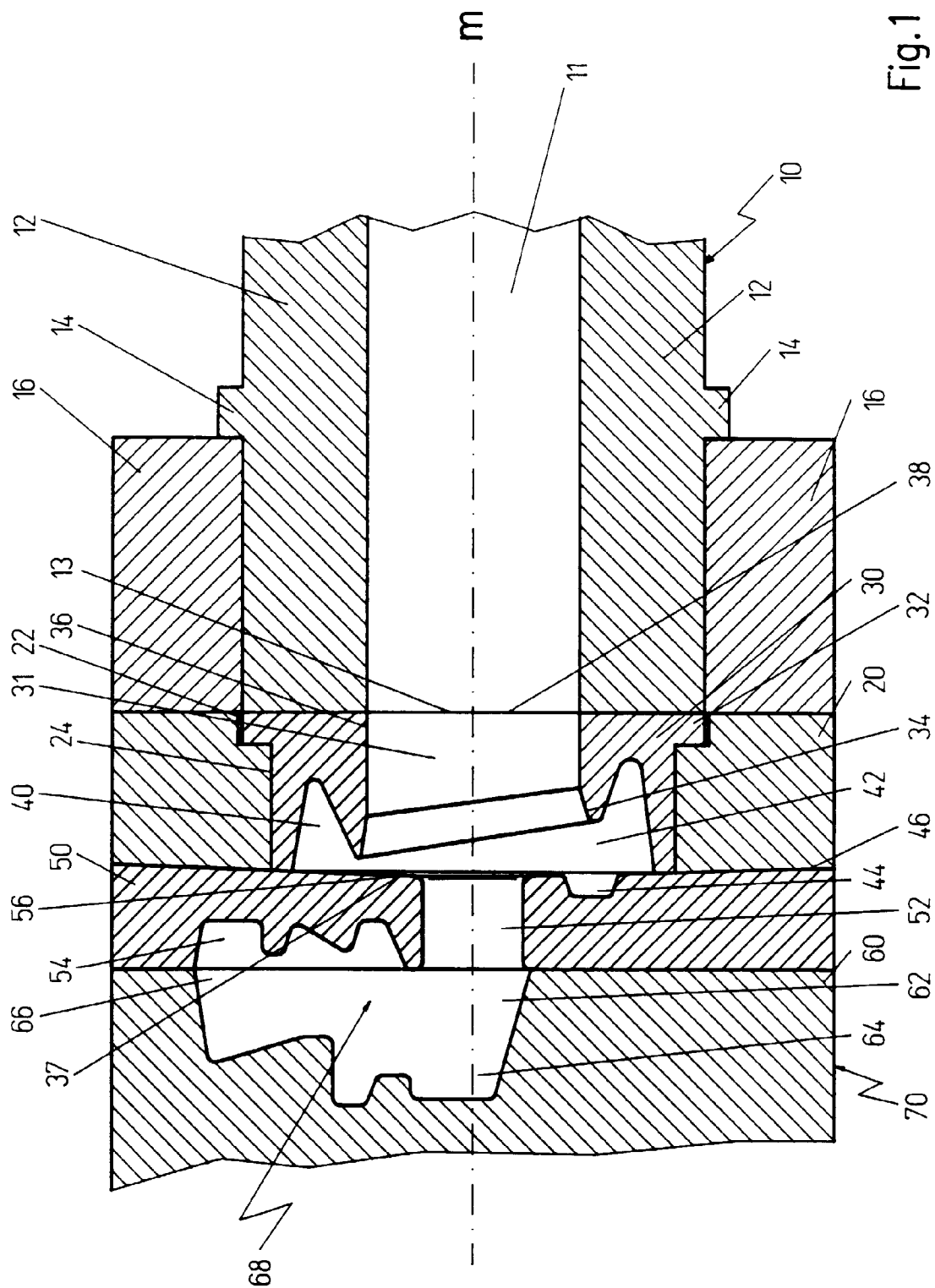


Fig. 1

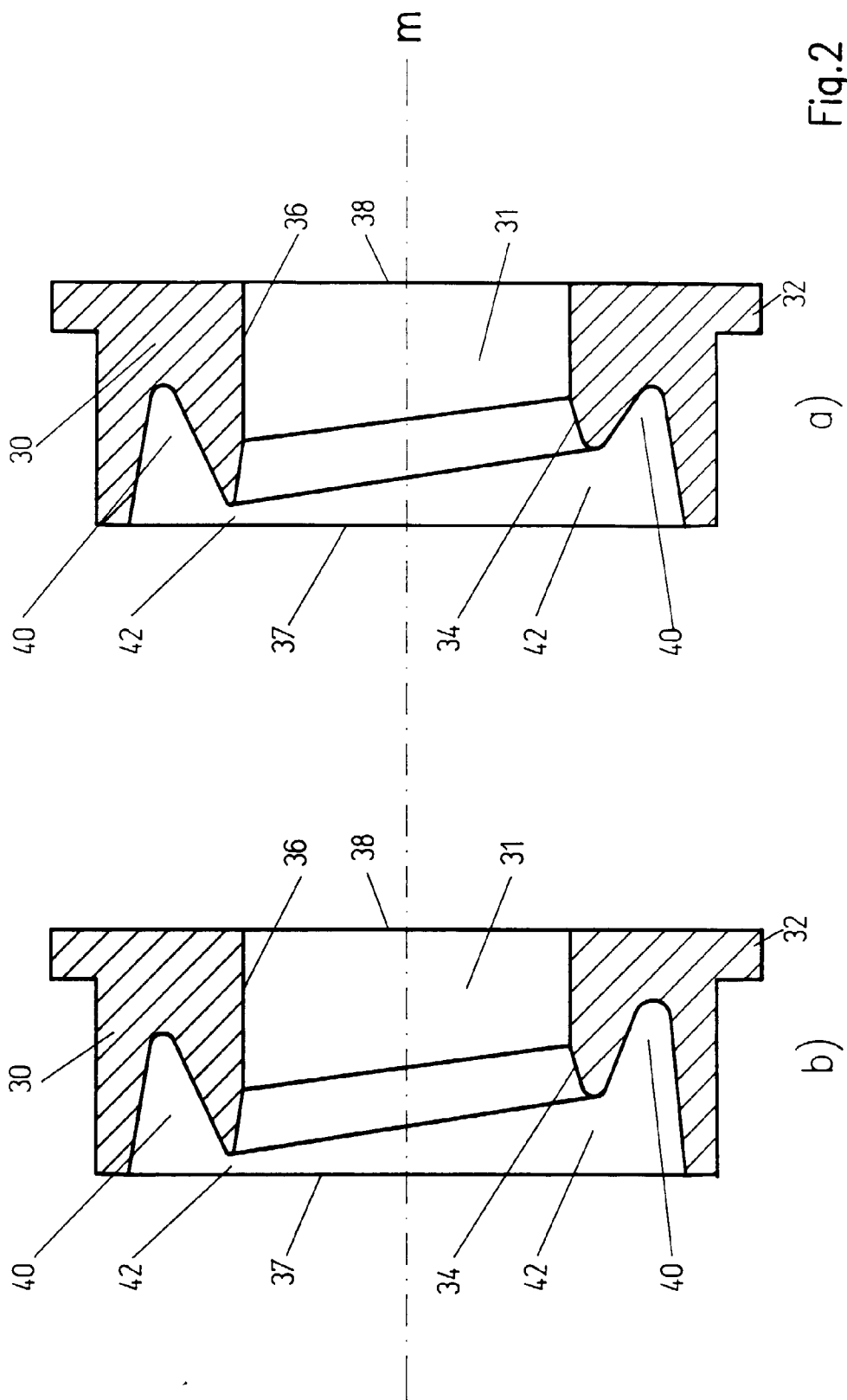


Fig. 2

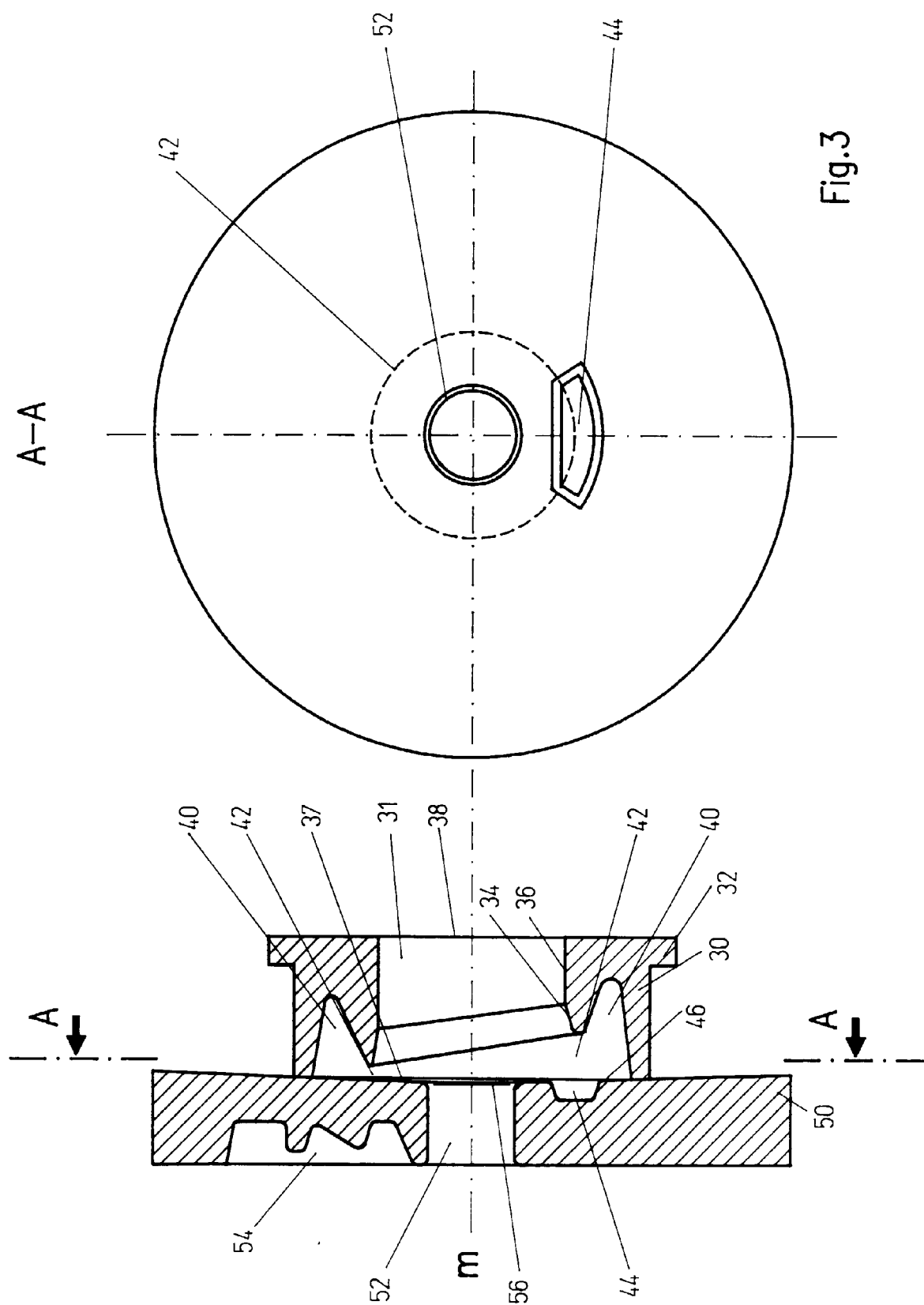


Fig. 3

Fig.4

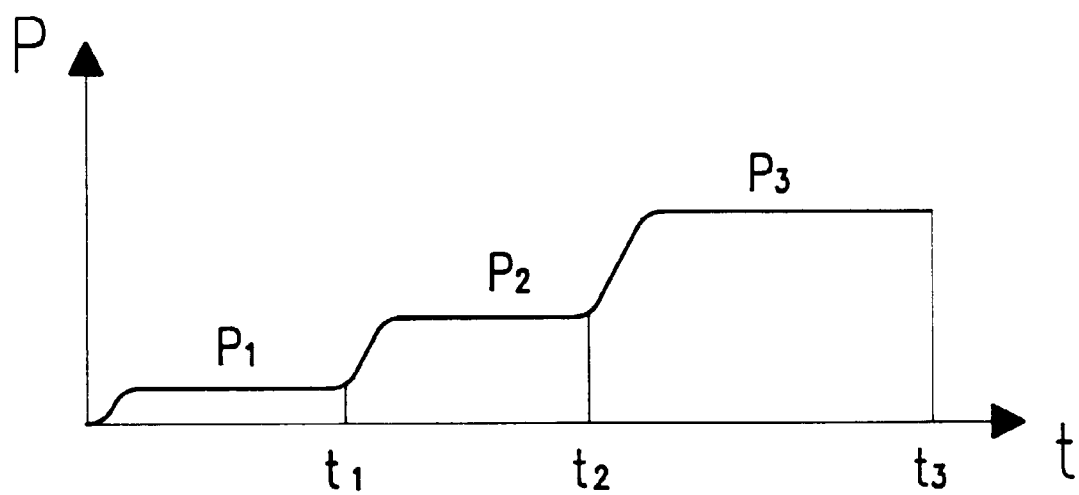
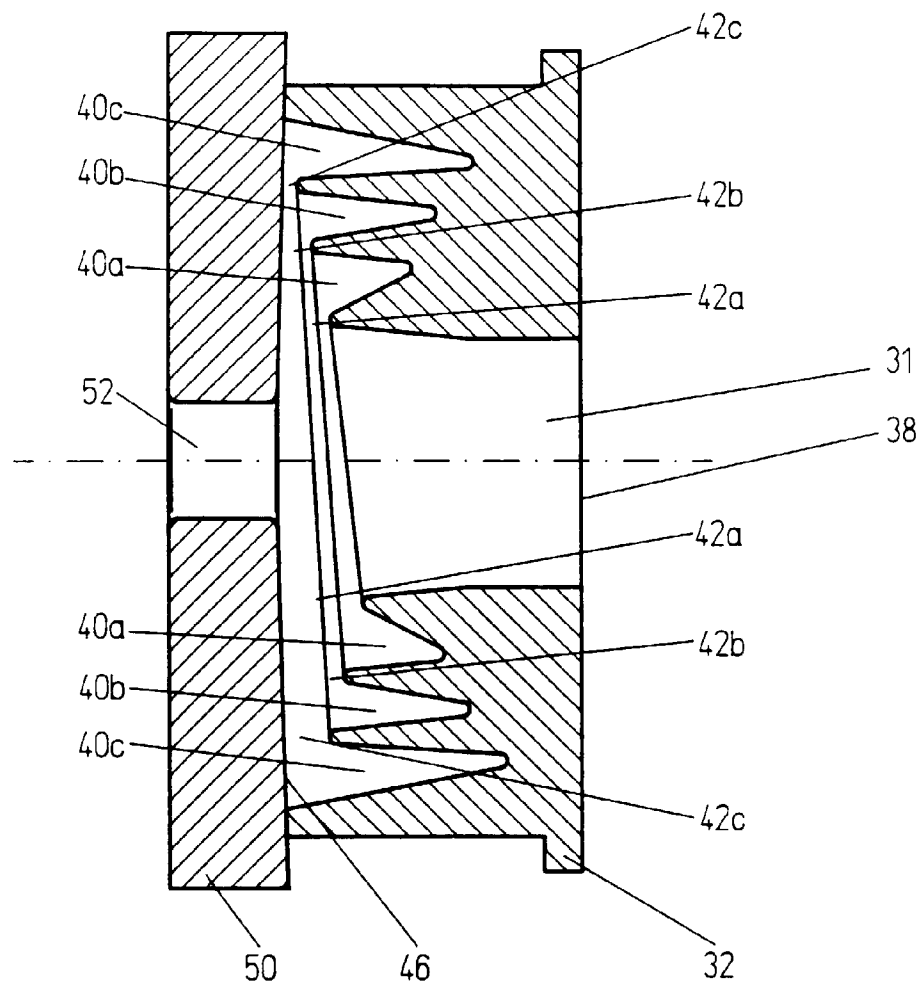


Fig.5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 95 81 0778

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	US-A-4 687 042 (KENNETH P. YOUNG) 18.August 1987 * Spalte 3, Zeile 28 - Zeile 37; Abbildung 1B *	1,7	B22D17/10
A	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 14, no. 69 (M-932), 8.Februar 1990 & JP-A-01 289556 (KOBE STEEL LTD), 21.November 1989, * Zusammenfassung *	1,7	
A	--- MARCEL LOHER: "Zukunftsperspektiven für Aluminium-Druckguss mit neuen Werkstoffen und modernen Maschinen", GIESSEREI 78, 1991, NR. 19, 16. SEPTEMBER, DÜSSELDORF XP002001416 -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 24.April 1996	Prüfer WOUDENBERG, S
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patendokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)