

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 811 446 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG(43) Veröffentlichungstag:
10.12.1997 Patentblatt 1997/50(51) Int. Cl.⁶: **B22D 11/04**, B22D 11/07,
C22C 1/00, B22D 27/02

(21) Anmeldenummer: 96810369.7

(22) Anmeldetag: 06.06.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE(71) Anmelder:
Alusuisse Technology & Management AG
8212 Neuhausen am Rheinfall (CH)(72) Erfinder:
• **Carrupt, Bertrand**
1955 Chamoson (CH)
• **Constantin, Maurice**
1950 Sion (CH)(54) **Stranggusskokille**

(57) Kokille zum kontinuierlichen Stranggiessen von Bolzen oder Barren mit darin homogen verteilten, primär erstarrten Festteilchen, die aus einzelnen degenerierten Dendriten bestehen, wobei die Kokille eine elektromagnetische Rührereinrichtung (80) aufweist. Die Kokille ist modular aufgebaut und der von ihr umschlossene Kokillenhohlraum (10) weist drei sequentiell angeordnete Kokillenzonen (60, 70, 52) mit einer gemeinsamen konzentrischen Kokillenlängsachse (m) auf, und jede der drei Kokillenzonen ist durch die Innenwandung (64, 74, 56) eines entsprechenden Kokillenelementes (62, 72, 54) begrenzt, wobei das erste

Kokillenelement (62) eine Einleitöffnung (11) zum Einführen von Stranggussmaterial und das zweite Kokillenelement (72) Mittel zum Einleiten von Schmiermittel in den Kokillenhohlraum (10) aufweist, das dritte Kokillenelement (54) den formgebenden Kokillenberg beschreibt, und die elektromagnetische Rührereinrichtung (80) dergestalt ist, dass dessen Rührwirkung wenigstens teilweise alle drei Kokillenzonen (60, 70, 52), sowie die gesamte Verfestigungszone des Stranggussmaterials umfasst.

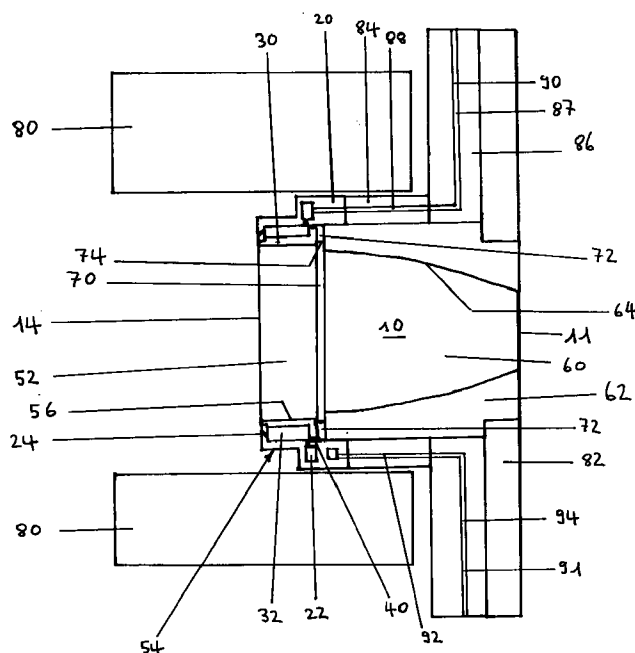


Fig. 1

EP 0 811 446 A1

Beschreibung

Vorliegende Erfindung betrifft eine Kokille zum kontinuierlichen Stranggiessen von Bolzen oder Barren mit darin homogen verteilten, primär erstarrten Festteilen, die aus einzelnen degenerierten Dendriten bestehen, wobei die Kokille eine elektromagnetische Rührereinrichtung aufweist. Die Erfindung betrifft weiter ein Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung von Bolzen oder Barren mit thixotropen Eigenschaften bei deren Weiterverarbeitung unter Verwendung der erfindungsgemässen Kokille.

Kokillen der eingangs genannten Art zur Herstellung von Barren oder Bolzen als Vormaterial für deren Weiterverarbeitung durch beispielsweise Schmieden, Druckgiessen oder Strangpressen im thixotropen Zustand sind beispielsweise aus der Patentschrift DE 30 06 618 bekannt.

Beim Stranggiessen sind die dem Stranggussmaterial ausgesetzten Innenwände der Kokillen einer hohen Abrasion ausgesetzt. Zudem führt das Stranggiessen zu einer hohen Temperatur- und Druckbelastung der Kokille, so dass die Kokille im Verlaufe ihrer Verwendung ihre zur Erreichung der gewünschten Barren- oder Bolzenform optimale Gestalt durch thermische und mechanische Einflüsse verlieren kann. Zur Erreichung einer konstanten Produktequalität müssen die als Vormaterial eingesetzten Metallbolzen oder -barren immer dieselben Querschnittsabmessungen aufweisen. Der geforderten hohen Massgenauigkeit der als Vormaterial eingesetzten Barren wegen, müssen die bisher bekannten Kokillen in kurzen Produktionsintervallen als Ganzes ersetzt werden, wobei -- bedingt durch den dazu notwendigen Austausch der Kokille aus der Stranggussereinrichtung -- ein hoher Zeit-, Material- und Kostenaufwand resultiert.

Mit den aus dem Stand der Technik bekannten Kokillen lassen sich zwar Bolzen oder Barren mit einem feinkörnigen Gussgefüge mit thixotropen Eigenschaften bei deren Weiterverarbeitung herstellen; im Randbereich der Bolzen oder Barren bildet sich jedoch eine verhältnismässig dicke Randschale aus dendritischem Material aus, welche sich auf die weitere Verarbeitung solcher Ausgangsmaterialien störend auswirken kann.

Ein weiterer Nachteil der aus dem Stand der Technik bekannten Kokillen liegt in deren eingeschränkten Einsatzfähigkeit. So beschreibt die DE 30 06 618 zur Verhinderung eines Überlaufens der Metallschmelze aufgrund des vom Magnetfeld der Rührvorrichtung bedingten Rührvorganges die Verwendung eines die Kokille oben teilweise abschliessenden Deckels. Eine derartige Vorrichtung eignet sich jedoch nur für vertikal montierte Kokillen.

Aufgabe vorliegender Erfindung ist somit die Schaffung einer Kokille, welche oben beschriebene Nachteile vermeidet und das Stranggiessen von Metallen oder Metallegierungen für die kostengünstige Herstellung von Bolzen oder Barren mit einer über den ganzen Barren- oder Bolzenquerschnitt feinkörnigen Mikrostruktur

mit thixotropen Eigenschaften bei der Weiterverarbeitung erlaubt. Eine weitere Aufgabe vorliegender Erfindung besteht zudem in der Angabe eines Verfahrens für die Herstellung von Bolzen oder Barren mit thixotropen Eigenschaften bei deren Weiterverarbeitung mittels einer erfindungsgemässen Kokille.

Erfindungsgemäss wird die die Kokille betreffende Aufgabe dadurch gelöst, dass die Kokille modular aufgebaut ist und der von ihr umschlossene Kokillenhohlraum drei sequentiell angeordnete Kokillenzonen mit einer gemeinsamen konzentrischen Kokillenlängsachse aufweist, und jede der drei Kokillenzonen durch die Innenwandung eines entsprechenden Kokillenelementes begrenzt wird, wobei das erste Kokillenelement eine Einleitöffnung zum Einführen von Stranggussmaterial aufweist, und wenigstens die Innenwandung des ersten Kokillenelementes eine im Vergleich zum Stranggussmaterial niedrige Wärmeleitfähigkeit hat, das zweite Kokillenelement Mittel zum Einleiten von Schmiermittel in den Kokillenhohlraum aufweist, das dritte Kokillenelement den formgebenden Kokillenzonenbereich beschreibt und wenigstens dessen Innenwandung eine zum Stranggussmaterial vergleichbare Wärmeleitfähigkeit aufweist, und die elektromagnetische Rührereinrichtung dergestalt ist, dass dessen Rührwirkung wenigstens teilweise alle drei Kokillenzonen, sowie die gesamte Verfestigungszone des Stranggussmaterials umfasst.

Bei der erfindungsgemässen Kokille ist insbesondere die Innenwandung der dritten Kokillenzonen einer hohen Abrasion ausgesetzt, d.h. dass insbesondere dieser Kokillenzonenbereich einer hohen Temperatur- und Druckbelastung während des Stranggiessens ausgesetzt ist. Wesentlich ist nun, dass die erfindungsgemässe Kokille die Zufuhr von Schmiermittel ermöglicht, wodurch genau in diesem kritischen Kokillenzonenbereich das Gleiten des Stranggussmaterials an der Innenwandung der dritten Kokillenzonenzone erheblich verbessert wird. Dadurch wird die thermische und mechanische Belastung, und somit die Abrasion der Innenwandung der dritten Kokillenzonenzone stark vermindert. Folglich erlaubt die erfindungsgemässe Kokille die Herstellung von Bolzen oder Barren mit konstanter Produktequalität.

Die Zufuhr von Schmiermittel erhöht zudem die durch die elektromagnetische Rührereinrichtung bewirkte Schergeschwindigkeit in der Randzone des Stranggussmaterials, wodurch die sich dort bildenden Dendriten besser abgesichert werden können, so dass die Bolzen oder Barren auch in der Randzone ein feinkörniges Gussgefüge mit thixotropen Eigenschaften bei deren Weiterverarbeitung aufweisen. Das bessere Gleiten des Stranggussmaterials an der Innenwandung des dritten Kokillenelementes ermöglicht zudem die Reduktion der Rührleistung bei gleichbleibenden Schergeschwindigkeiten, insbesondere im für das Abscheren der Dendriten kritischen Randbereich des Stranggussmaterials, wodurch beispielsweise die elektromagnetische Rührvorrichtung kleiner und energiesparender dimensioniert werden kann. Unter Schergeschwindigkeit wird dabei das Verhältnis der Geschwindigkeitsdif-

ferenz Δv zweier aneinander vorbeifliessender Schichten zu deren Abstand Δh senkrecht zur Strömungsrichtung verstanden. Der Ausdruck Schergeschwindigkeit ist somit gleichbedeutend mit dem Schergradienten oder dem Geschwindigkeitsgradienten.

Bevorzugt ist die elektromagnetische Rührereinrichtung derart dimensioniert, dass ein Magnetfeld eingestellt werden kann, welches eine Abscherrate zwischen 10 und 450 s^{-1} erzeugt, wobei ganz bevorzugt das Magnetfeld derart eingestellt wird, dass die Abscherrate im Stranggussmaterial zwischen 10 und 180 s^{-1} liegt.

Der Kokillenhohlraum der erfindungsgemässen Kokille, insbesondere deren dritte Kokillenzone, kann eine beliebige zylinderförmige oder kegelförmige Gestalt, insbesondere eine beliebige rotationssymmetrische Gestalt, aufweisen. Unter dem Begriff zylinderförmige Gestalt wird in diesem Zusammenhang ein beliebiger Hohlraum verstanden, der durch die Verschiebung eines durch eine geschlossene Kurve begrenztes ebenes Flächenstückes parallel zu sich um eine gewisse Strecke entsteht. Bevorzugt wird dabei jedoch ein zylinderförmiger Hohlraum, der durch eine Verschiebung eines durch eine geschlossene Kurve begrenztes ebenes Flächenstückes rechtwinklig zu dem Flächenstück entsteht. Der Querschnitt des Kokillenhohlraumes, insbesondere derjenige der dritten Kokillenzone, ist bevorzugt kreisrund, kann jedoch auch eine andere Querschnittsform, beispielsweise eine polygonale oder im speziellen eine rechteckige Querschnittsfläche aufweisen.

Der Durchmesser der dritten Kokillenzone hängt beispielsweise vom gewünschten Enddurchmesser der Bolzen oder Barren ab; er beträgt beispielsweise 3 bis 20 cm , zweckmässigerweise 4 bis 15 cm und bevorzugt zwischen 6 und 15 cm .

In einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemässen Kokille, ist der Querschnitt der Innenwandung des ersten Kokillenelementes auf der zur zweiten Kokillenzone anliegenden Seite grösser als der Querschnitt der Einleitöffnung. Ganz bevorzugt weist die Innenwandung des ersten Kokillenelementes, ausgehend von dem zur zweiten Kokillenzone anliegenden Querschnitt, einen gegen die Einleitöffnung hin sich kontinuierlich verjüngenden Querschnitt auf. Durch diese spezielle Ausgestaltung der ersten Kokillenzone wird die Rührwirkung der elektromagnetischen Rührereinrichtung gegen die Einleitöffnung hin derart vermindert, dass in der Einleitöffnung selbst im wesentlichen keine durch die elektromagnetische Rührereinrichtung bewirkte Rotation des eingeführten Stranggussmaterials stattfindet.

Der Durchmesser der Einleitöffnung, sowie der Durchmesser der zweiten Kokillenzone anliegenden Querschnittsfläche der ersten Kokillenzone hängen beispielsweise von den Abmessungen der Stranggussmaterial-Zuführung, von der Form der ersten Kokillenzone und dem gewünschten Enddurchmesser des Bolzen oder Barrens ab. Die Einleitöffnung ist bevorzugt kreis-

rund und weist einen Durchmesser von typischerweise 4 bis 5 cm auf. Der Durchmesser der zweiten Kokillenzone anliegenden Querschnittsfläche der ersten Kokillenzone beträgt beispielsweise 3 bis 19 cm , zweckmässigerweise 4 bis 14 cm , bevorzugt zwischen 6 und 14 cm und insbesondere zwischen 10 und 11 cm .

Das erste Kokillenelement, insbesondere dessen dem Stranggussmaterial ausgesetzte Innenwandung, besteht bevorzugt aus Keramik. Besonders bevorzugt ist zudem die Innenwandung des ersten Kokillenelementes im wesentlichen porenfrei. Wesentlich für die erste Kokillenzone ist weiter, dass zumindest die diese Zone begrenzende Innenwandung eine im Vergleich zum Stranggussmaterial geringe Wärmeleitfähigkeit aufweist.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die der zweiten Kokillenzone anliegende Querschnittsfläche der ersten Kokillenzone kleiner als jede beliebige Querschnittsfläche der zweiten Kokillenzone. Besonders bevorzugt ist jedoch die der zweiten Kokillenzone anliegende Querschnittsfläche der dritten Kokillenzone kleiner als jede beliebige Querschnittsfläche der zweiten Kokillenzone, jedoch grösser als die der zweiten Kokillenzone anliegende Querschnittsfläche der ersten Kokillenzone. Durch diese bevorzugten Weiterbildungen der erfindungsgemässen Kokille wird ein ringförmiger Hohlraum für die Aufnahme von aus dem zweiten Kokillenelement austretendem Schmiermittel gebildet, wobei zudem das heisse Stranggussmaterial keinen direkten thermischen und mechanischen Kontakt mit der Innenwandung des zweiten Kokillenelementes aufweist, so dass erstens die Innenwandung des zweiten Kokillenelementes nicht durch beispielsweise allfällig an der Innenwandung erstarrtes Stranggussmaterial für ausfliessendes Schmiermittel verstopft wird und zweitens die thermische Belastung des zweiten Kokillenelementes gering ist.

Bevorzugt besteht das zweite Kokillenelement aus einem, oder enthält das zweite Kokillenelement einen ringförmigen Körper. Dieser ringförmige Körper besteht bevorzugt aus hochporösem, temperaturbeständigem Material, wobei die Porosität zweckmässigerweise dergestalt ist, dass Schmiermittel durch das poröse Material hindurchdiffundieren kann. Insbesondere besteht dieser ringförmige Körper aus Graphit oder Keramik. Die Breite des ringförmigen Körpers beträgt beispielsweise zwischen 0.1 bis 5 mm , zweckmässigerweise 0.2 bis 3 mm , bevorzugt zwischen 0.3 bis 2 mm , und insbesondere zwischen 0.5 bis 0.8 mm .

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des zweiten Kokillenelementes besteht dieses aus, oder enthält dieses einen ringförmigen Körper aus flaumigem, filzartigem oder schwammartigem Material, enthaltend bevorzugt chemisch stabile, unbrennbare Mineralfasern, wobei die Mineralfasern insbesondere bis zu $62.3 \text{ Gew.-% Al}_2\text{O}_3$ und bis zu $37.2 \text{ Gew.-% SiO}_2$ enthalten. Derartig ausgebildete ringförmige Körper weisen zweckmässigerweise eine hohe Duktilität auf. Die Breite des ringförmigen Körpers im entspannten

Zustand beträgt beispielsweise 0.5 bis 5 mm, zweckmässigerweise 0.8 bis 3 mm und bevorzugt zwischen 0.8 bis 1.5 mm. Im eingebauten, d.h. zusammengepressten Zustand beträgt die Breite eines derartigen ringförmigen Körpers beispielsweise 0.1 bis 2 mm, zweckmässigerweise 0.1 bis 1 mm, bevorzugt 0.1 bis 0.5 mm und insbesondere zwischen 0.15 und 0.3 mm.

Das dritte Kokillenelement besteht bevorzugt aus zwei bezüglich der Kokillenlängsachse konzentrischen Hohlkörperelementen, wobei ein Element, die Innenhülse, bezüglich der Kokillenlängsachse innen liegt und die dritte Kokillenzonen seitlich begrenzt, und das andere Element, der Tragkörper, bezüglich der Kokillenlängsachse aussen liegt und die Innenhülse aufnimmt, wobei die Innenhülse und der Tragkörper lösbar miteinander durch Einschieben der Innenhülse in den Tragkörper verbunden sind. Die Innenhülse bildet dabei jenes Element, welches einer hohen Abrasion und Verschmutzung ausgesetzt ist. Die zweiteilige Ausgestaltung des dritten Kokillenelementes erlaubt den einfachen Ausbau des verschmutzten Kokillenteiles zur einfacheren Reinigung ohne die ganze Kokille aus der Stranggussvorrichtung ausbauen zu müssen und ermöglicht damit eine beträchtliche Kostenersparnis gegenüber der Verwendung von aus dem Stand der Technik bekannten Kokillen. Bei dieser bevorzugten Ausgestaltung des dritten Kokillenelementes weist der Tragkörper bevorzugt die mechanisch aufwendig herzustellenden Kühl- und Schmiermittelzuführungen auf.

Weitere vorteilhafte und bevorzugte Ausführungsformen der erfindungsgemässen Kokille betreffend die in den weiteren abhängigen Ansprüchen beschriebenen Weiterbildungen.

Die erfindungsgemässe Kokille weist somit verschiedene Kokillenelemente mit unterschiedlichen Funktionen auf, wobei die einzelnen Kokillenelemente auf ihre Funktion hin optimiert ausgebildet sind.

Die erfindungsgemässe Kokille eignet sich zum horizontalen oder vertikalen Stranggiessen von Metallegierungen zur Herstellung von Bolzen oder Barren mit darin homogen verteilten, primär erstarrten Festteilchen, die aus einzelnen degenerierten Dendriten bestehen. Solche als Vormaterial dienende Bolzen oder Barren zeigen nach deren Erwärmung auf eine Temperatur, welche zwischen der entsprechenden Solidus- und Liquidustemperatur der Metallegierung liegt, thixotrope Eigenschaften. Die Metallegierungen solcher Bolzen oder Barren enthalten im thixotropen Zustand die zurückentwickelten dendritischen, primär festen Partikel in einer diese umgebenden Matrix aus flüssigem Metall. Für die Erreichung beispielsweise guter Giess-, Schmiede-, Walz- und Fertigteileneigenschaften weisen Bolzen oder Barren, die im thixotropen Zustand weiterverarbeitet werden, bevorzugt ein homogen verteiltes, feines und isotropes Korn auf, wobei die degenerierten Dendriten vorzugsweise eine globulistische Form zeigen. Aufgrund der besonderen Ausgestaltung der erfindungsgemässen Kokille eignet sie sich insbesondere auch zum kontinuierlichen horizontalen Stranggiessen.

Die Verwendung der erfindungsgemässen Kokille ist nicht auf die Herstellung von Bolzen oder Barren eines bestimmten Werkstoffes beschränkt. Bevorzugte Werkstoffe sind jedoch Aluminium, Magnesium, Kupfer, Stahl, sowie deren Legierungen, wobei sich insbesondere bei Leichtmetallen und ganz besonders bevorzugt bei Aluminium- und Magnesiumlegierungen, die beispielsweise auch faser- oder partikelverstärkt sein können, ausgezeichnete Ergebnisse erzielen lassen.

Die auf das Verfahren gerichtete Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass Stranggussmaterial in die Einleitöffnung des ersten Kokillenelementes eingeleitet und nacheinander durch die erste, zweite und dritte Kokillenzonen geführt wird, und die elektromagnetische Rührereinrichtung ein um die Kokillenlängsachse rotierendes Magnetfeld in der Weise erzeugt, dass das Stranggussmaterial einerseits im zur Einleitöffnung nahen Bereich der ersten Kokillenzonen keine Rührwirkung erfährt, andererseits wenigstens im zur zweiten Kokillenzonen nahen Bereich der ersten Kokillenzonen, und in den zweiten und dritten Kokillenzonen, sowie in der gesamten Verfestigungszone des Stranggussmaterials kräftig gerührt wird, so dass bei der Erstarrung sich bildende Dendriten abgesichert werden, und die gesamte Innenfläche des dritten Kokillenelementes kontinuierlich geschmiert wird, das Stranggussmaterial an der Innenwandung des dritten Kokillenelementes einer primären Kühlung unterworfen wird, so dass der aus der Kokille austretende Bolzen oder Barren wenigstens in seiner äusseren Randzone in fester Form vorliegt, und der Bolzen oder Barren nach dessen Austritt aus der Kokille durch eine sekundäre Kühlung mittels Kühlmittelbeaufschlagung weiter gekühlt wird.

Das erfindungsgemässe Verfahren wird bevorzugt zur Herstellung von Bolzen oder Barren mit darin homogen verteilten, primär erstarrten Festteilchen, die aus einzelnen degenerierten, beispielsweise globulistisch degenerierten Dendriten bestehen, verwendet.

Das erfindungsgemässe Verfahren eignet sich besonders zum horizontalen oder vertikalen Stranggiessen von Aluminium, Magnesium, Zink, Kupfer, Stahl, sowie deren Legierungen. Ganz besonders geeignet ist das Verfahren zum Stranggiessen von Aluminium- oder Magnesiumlegierungen. Betreffend Aluminium und dessen Legierungen kommen Aluminium aller Reinheitsgrade, sowie alle handelsüblichen Aluminiumlegierungen in Frage. Besonders geeignete Legierungen sind AlSi-, AlSiMg-, AlSiCu-, AlMg-, AlCuTi- und AlCuZnMg-Legierungen.

Das Rühren des schmelzflüssigen Stranggussmaterials geschieht durch eine elektromagnetische Rührereinrichtung, die ein um die Kokillenlängsachse rotierendes Magnetfeld erzeugt. Bevorzugt geschieht das Rühren mittels einem Stator eines mehrpoligen, beispielsweise zwei, vier-, oder insbesondere sechspoligen Induktionsmotors.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden

Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele, sowie anhand der Figuren 1 und 2.

Figur 1 zeigt einen schematischen Längsschnitt durch eine erfindungsgemässe Kokille.

Figur 2 zeigt einen schematischen Längsschnitt durch eine bevorzugte Ausführungsform des dritten Kokillenelementes.

Figur 1 zeigt schematisch einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemässe, modular aufgebaute Stranggusskokille mit drei dicht aneinander gefügten Kokillenelementen 62, 72, 54, welche in ihrer Gesamtheit den Kokillenhohlraum 10 seitlich begrenzen. Die einzelnen Kokillenelemente 62, 72, 54 sind derart aneinander gefügt, dass während dem Stranggiessen kein Stranggussmaterial zwischen deren Kontaktflächen austreten kann.

Die Einleitöffnung 11 der erfindungsgemässen Kokille für das Einleiten des Stranggussmaterials befindet sich im ersten Kokillenelement 62. Die Austrittsöffnung 14 für den Austritt des Bolzens oder Barrens aus der erfindungsgemässen Kokille befindet sich im dritten Kokillenelement 54. Der zwischen der Einleit- 11 und Austrittsöffnung 14 befindliche Kokillenhohlraum 10 ist in drei sequentiell angeordnete Kokillenzonen 60, 70, 52 unterteilt.

Die an die zweite Kokillenzzone 70 angrenzende Querschnittsfläche der ersten Kokillenzzone 60 ist grösser als die Querschnittsfläche der Einleitöffnung 11, wobei sich die Querschnittsfläche der ersten Kokillenzzone 60, ausgehend von dem zur zweiten Kokillenzzone 70 anliegenden Querschnitt, kontinuierlich gegen die Einleitöffnung 11 hin verkleinert. Das erste Kokillenelement 62 gleicht somit einer umgekehrten Düse, bei der das Stranggussmaterial durch die Düsenöffnung eingeleitet wird.

Die Gestalt der ersten Kokillenzzone 60 bewirkt zusammen mit der Anordnung der elektromagnetischen Rührereinrichtung 80 eine Verminderung der durch die Rührereinrichtung 80 bewirkten Rotation des Stranggussmaterials an der Einleitöffnung 11. Die Länge der ersten Kokillenzzone 60 bestimmt sich durch dessen Aufgabe, nämlich der Bildung einer für die Verhinderung des Dendritenwachstums in der dritten Kokillenzzone 52 notwendigen Rotation des Stranggussmaterials, wobei das Stranggussmaterial nach Durchtritt der Einleitöffnung 11 im wesentlichen rotationsfrei ist. Das Stranggussmaterial in der ersten Kokillenzzone 60 ist somit an der Einleitöffnung 11 nahezu rotationsfrei und wird durch die elektromagnetische Rührereinrichtung 80 gegen die zweite Kokillenzzone 70 hin auf die für die Verhinderung des Dendritenwachstums erforderliche Rotation gebracht.

Die Formgebung des Stranggussmaterials geschieht erst in der dritten Kokillenzzone 52. Somit muss, um eine Erstarrung des Stranggussmaterials im Randbereich der ersten Kokillenzzone 60 zu verhindern, zumindest die Innenwandung 64 des ersten Kokillenelementes 62 thermisch gut isolierend sein.

Die sich an die erste Kokillenzzone 60 anschlies-

sende zweite Kokillenzzone 70 wird seitlich durch die Innenwandung 74 des zweiten Kokillenelementes 72 begrenzt. Das zweite Kokillenelement 72 wird durch ein hohlzylindelförmiges oder ringförmiges Element gebildet, dessen Innendurchmesser gegenüber demjenigen der an die zweite Kokillenzzone 70 angrenzenden Querschnittsfläche der ersten Kokillenzzone 60 grösser ist. Damit wird ein direkter Kontakt des Stranggussmaterials mit der Innenwandung 74 des zweiten Kokillenelementes 72 vermieden. Zudem ermöglicht diese Ausgestaltung des zweiten Kokillenelementes 72 die Bildung eines Hohlraumes zwischen Stranggussmaterial und Innenwandung 74 zur Aufnahme von Schmiermittel, wodurch eine radial gleichmässige Verteilung des Schmiermittels, sowie eine kleine Reservoirbildung von Schmiermittel in diesem Hohlraum gewährleistet wird. Während dem Stranggiessprozess wird das sich in diesem an die Innenwandung 74 angrenzenden Hohlraum befindliche Schmiermittel vom vorbeifliessenden Stranggussmaterial kontinuierlich erfasst, so dass sich zwischen Stranggussmaterial und Innenwandung 56 des dritten Kokillenelementes 54 ein dünner Schmiermittelfilm ausbildet.

Um während dem ganzen Stranggiessprozess eine gleichmässige Schmiermittelzufuhr durch das zweite Kokillenelement 72 zu erreichen, müssen die Diffusionseigenschaften des zweiten Kokillenelementes 72 im wesentlichen von der Temperatur unabhängig sein.

Die an die zweite Kokillenzzone 70 gegen die Austrittsöffnung 14 hin angrenzende dritte Kokillenzzone 52 bildet den formgebenden Bereich des Kokillenhohlraumes 10. Die dritte Kokillenzzone 52 wird seitlich durch die Innenwandung 56 des dritten Kokillenelementes 54 begrenzt.

Das dritte Kokillenelement 54 und somit auch dessen Innenwandung 56 wird mittels Kühlmittel gekühlt, wodurch im Randbereich des Stranggussmaterials eine Abkühlung und somit eine Verfestigung des Stranggussmaterials resultiert. Um eine ausreichende Kühlung des dritten Kokillenelementes 54 zu gewährleisten, enthält dieses eine zweite ringförmige Kühlmittelkammer 32, welche von einer ersten ringförmigen Kühlmittelkammer 22 gespiesen wird. Die erste 22 und die zweite 32 Kühlmittelkammer sind durch einen Kühlmittel-Verteilerring 26 miteinander verbunden. Diese Ausgestaltung des Kühlsystems erlaubt eine radial möglichst gleichmässige Wärmeabfuhr vom Stranggussmaterial. Um das Stranggussmaterial nach dessen Austritt aus der Austrittsöffnung 14 weiter zu kühlen, enthält das dritte Kokillenelement 54 radial gleichmässig verteilte Sekundär-Kühlmittelkanäle 24, welche mit der zweiten Kühlmittelkammer 32 in Verbindung stehen. Um die Primärkühlung des Stranggussmaterials möglichst effizient zu gestalten, befindet sich die zweite Kühlmittelkammer 32 möglichst nahe an der Innenwandung 56 des dritten Kokillenelementes 54. Zudem weist das dritte Kokillenelement 54 eine hohe Wärmeleitfähigkeit auf, welche zumindest vergleichbar mit derjenigen des Stranggussmaterials ist.

Das in Figur 1 dargestellte dritte Kokillenelement 54 besteht aus zwei hohlzylinderförmigen Kokillenteilen 20, 30, welche eine gemeinsame konzentrische Längsachse aufweisen, die mit der Kokillenlängsachse m zusammenfällt. Das eine Kokillenteil, die Innenhülse 30, liegt bezüglich der Kokillenlängsachse m innen und begrenzt die dritte Kokillenzzone 52 seitlich. Das andere Kokillenelement, der Tragkörper 20, liegt bezüglich der Kokillenlängsachse m aussen und nimmt die Innenhülse 30 in seinem Hohlraum auf. Die Innenhülse 30 und der Tragkörper 20 sind lösbar miteinander durch Einschieben der Innenhülse 30 in den Tragkörper 20 verbunden. Zudem sind die Innenhülse 30 auf der dem Tragkörper 20 zugewandten Seite und der Tragkörper 20 auf der der Innenhülse 30 zugewandten Seite derart beschaffen, dass durch das Einschieben der Innenhülse 30 in den Tragkörper 20 eine bezüglich der Kokillenlängsachse m konzentrische, ringförmige zweite Kühlmittelkammer 32 für die Aufnahme von Kühlmittel, sowie ein bezüglich der Kokillenlängsachse m konzentrischer, ringförmiger Hohlraum, der Schmiermittelverteilterring 40, entsteht. Der Schmiermittelverteilterring 40 steht über Schmiermittelkanäle 42 mit dem zweiten Kokillenelement 72 in Verbindung.

Die drei Kokillenelemente 62, 72, 54 sind mittels Befestigungselementen 84, 86 an einer Frontplatte 82 festgelegt. Das erste 84 und das zweite 86 Befestigungselement enthalten wenigstens eine Schmiermittelzuführung 91 für die Zufuhr von Schmiermittel aus einer externen Schmiermittelversorgung (nicht dargestellt) in das dritte Kokillenelement 54, sowie wenigstens eine Kühlmittelzuführung 87 für die Zufuhr von Kühlmittel aus einer externen Kühlmittelversorgung (nicht dargestellt) in das dritte Kokillenelement 54. Die Schmiermittel-91 und die Kühlmittelzuführung 87 weisen in einem zur Einleitöffnung 11 fernen Bereich, d.h. im ersten Befestigungselement 84 und in einem Teil des zweiten Befestigungselementes 86, einen im wesentlichen parallel zur Kokillenlängsachse m verlaufenden Teil 88, 92 und in einem zur Einleitöffnung 11 nahen Bereich, d.h. im zweiten Befestigungselement 86, einen radial nach aussen verlaufenden Teil (90, 94) auf. Diese Ausgestaltung der Kühlmittel- und Schmiermittelzuführungen 87, 91 ermöglicht eine gegen die Einleitöffnung 11 hin versetzt angeordnete Schmiermittel- und Kühlmittelspeisung, so dass die Schmier- und Kühlmittel ohne aufwendige Vorkehrungen in der elektromagnetischen Rührereinrichtung 80 in das dritte Kokillenelement 54 eingeführt werden können.

Das Einleiten des Schmiermittels aus der Schmiermittelzuführung 91 in das dritte Kokillenelement 54 geschieht über wenigstens einen im Tragkörper 20 befindlichen Schmiermittelfüllkanal 43. Das Einleiten des Kühlmittels aus der Kühlmittelzuführung 87 in das dritte Kokillenelement 54 geschieht über wenigstens einen im Tragkörper 20 befindlichen Kühlmittelkanal 21.

Die Innenwandung 56 des dritten Kokillenelementes 54 ist dergestalt, dass die dritte Kokillenzzone 52 eine zylinderförmige Gestalt mit der Kokillenlängsachse

m als konzentrische Längsachse aufweist. Die Querschnittsfläche der zylinderförmigen dritten Kokillenzzone 52 weist einen Durchmesser auf, der kleiner ist als der Durchmesser der zweiten Kokillenzzone, jedoch grösser ist als der Durchmesser der ersten Kokillenzzone 60. Dadurch gleitet das Stranggussmaterial von der ersten Kokillenzzone 60 in die dritte Kokillenzzone 52 ohne die Innenwandung 74 des zweiten Kokillenelementes 72 zu berühren.

Die elektromagnetische Rührereinrichtung 80 ist dergestalt und bezüglich der Kokillenelemente 62, 72, 54 derart angeordnet, dass dessen Rührwirkung einen Teil der ersten Kokillenzzone 60, die gesamte zweite Kokillenzzone 70 und die gesamte dritte Kokillenzzone 52, sowie den gesamten flüssigen Teil des Stranggussmaterials nach dem Austritt des Bolzens oder Barrrens aus der Austrittsöffnung 14 erfasst. Dabei bezeichnet die gesamte dritte Kokillenzzone 52 und der Bereich des aus der Austrittsöffnung 14 austretenden Barrrens, in welcher ein Teil des Barren-Inneren noch im flüssigen Aggregatzustand vorliegt, die Verfestigungszone. Wesentlich für die Ausgestaltung und Positionierung der elektromagnetischen Rührereinrichtung 80 ist, dass deren Rührwirkung derart eingestellt wird, dass einerseits das Stranggussmaterial spätestens bei Erreichen der zweiten Kokillenzzone die für das Abscheren der Dendriten notwendige Schergeschwindigkeit aufweist und andererseits die Rührwirkung an der Einleitöffnung 11 dermassen reduziert ist, dass das Stranggussmaterial bei Eintritt in die Kokille, d.h. im eintrittsseitigen Bereich der ersten Kokillenzzone 60, keine wesentliche Rührwirkung erfährt.

Figur 2 zeigt zwei miteinander lösbar verbundene Kokillenteile des dritten Kokillenelementes 54. Die beiden Kokillenteile sind der Tragkörper 20 und die Innenhülse 30, welche beide eine konzentrische Mittelachse aufweisen, die mit der Kokillenlängsachse m zusammenfällt. Die beiden Kokillenteile 20, 30 weisen jeweils einen bezüglich der Kokillenlängsachse rotationssymmetrischen Querschnitt auf. Die ringförmige Innenhülse 30 dient der Formgebung des Stranggussmaterials und stellt damit denjenigen Kokillenteil dar, der einer hohen Abrasion und Verschmutzung ausgesetzt ist. Der ringförmig ausgebildete Tragkörper 20 nimmt in seinem im wesentlichen zylinderförmigen Hohlraum die Innenhülse 30 auf und verleiht dem dritten Kokillenelement 54 die für das Stranggiessen notwendige mechanische Stabilität.

Der zweiteilige Aufbau des dritten Kokillenelementes 54 erlaubt somit das Auswechseln von nur der Innenhülse 30, welche einer hohen Abrasion oder Verschmutzung ausgesetzt ist. Zudem erlaubt der zweiteilige Aufbau des dritten Kokillenelementes 54 den Ausbau der Innenhülse 30 zur einfacheren Reinigung ohne das ganze dritte Kokillenelement 54 oder gar die ganze Kokille aus der Stranggussvorrichtung ausbauen zu müssen und ermöglicht damit eine beträchtliche Kostenersparnis gegenüber der Verwendung von aus

dem Stand der Technik bekannten Kokillen.

Der Tragkörper 20 kann aus einem beliebigen Werkstoff, welcher dem dritten Kokillenelement 54 eine genügende mechanische und thermische Festigkeit sowie eine genügende Formbeständigkeit verschafft, bestehen. Zweckmässigerweise werden Metalle oder Metalllegierungen und insbesondere Aluminium oder dessen Legierungen eingesetzt. Ganz bevorzugt besteht der Tragkörper 20 aus AlMgSi-Legierungen.

Die Innenhülse 30 besteht bevorzugt aus Aluminium oder dessen Legierungen, oder Kupfer oder dessen Legierungen. Ganz bevorzugt besteht die Innenhülse 30 aus AlMgSi-Legierungen. In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Innenhülse 30, besteht diese aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung und weist an der gegen die dritte Kokillenzonzone 52 gerichteten Oberfläche 46 eine Graphitschicht oder einen Graphitring auf.

Die Abmessungen der dritten Kokillenzonzone 52 hängen beispielsweise von den gewünschten Endabmessungen der Bolzen oder Barren ab. Die Länge der dritten Kokillenzonzone 52 bzw. die Länge der Innenhülse 30 beträgt beispielsweise 2 bis 20 cm, zweckmässigerweise 2 bis 10 cm und bevorzugt zwischen 3 und 6 cm. Die Länge des Tragkörpers 20 beträgt beispielsweise 3 bis 25 cm, zweckmässigerweise 3 bis 15 cm und bevorzugt zwischen 4 und 8 cm. Der äussere Durchmesser des Tragkörpers 20 ist an sich unkritisch; er beträgt beispielsweise 8 bis 25 cm, zweckmässigerweise 9 bis 20 cm und bevorzugt zwischen 11 und 18 cm.

Der Tragkörper 20 enthält eine bezüglich der Kokillenachse m konzentrische, ringförmige, erste Kühlmittelkammer 22, die durch wenigstens einen Kühlmittelkanal 21 zum Einleiten des Kühlmittels in die erste Kühlmittelkammer 22 mit der zuflusseitigen Oberfläche des Tragkörpers 20 verbunden ist.

Die Innenhülse 30 und der Tragkörper 20 sind derart beschaffen, dass nach dem Zusammenfügen der beiden Kokillenelemente 20, 30 zwischen Innenhülse 30 und Tragkörper 20 eine bezüglich der Kokillenlängsachse m konzentrische, ringförmige, zweite Kühlmittelkammer 32 entsteht, die mit der ersten Kühlmittelkammer 22 über einen Kühlmittel-Verteilerring 26 verbunden ist.

Der Kühlmittel-Verteilerring 26 stellt einen als separates Kokillenelement gestalteten Metallring mit einer Vielzahl von Durchgangsbohrungen 27 dar, wobei zwei benachbarte Durchgangsbohrungen 27 querschnittlich betrachtet bezüglich der Kokillenachse m jeweils den selben Zentriwinkel einschliessen. Der Tragkörper 20 weist an seiner dem Kokillenhohlraum zugewandten Seite eine bezüglich der Kokillenachse m konzentrische, ringnutzförmige Ausnehmung auf, die wenigstens teilweise eine ringförmige Verbindungsöffnung mit der ersten Kühlmittelkammer 22 aufweist. Die ringnutzförmige Ausnehmung dient zur Aufnahme des mit Durchgangsbohrungen 27 versehenen Kühlmittel-Verteilerrings 26. Die ringnutzförmige Ausnehmung und der Kühlmittel-Verteilerring 26 sind derart ausgestaltet,

dass der Kühlmittel-Verteilerring 26 formschlüssig in die ringnutzförmige Ausnehmung des Tragkörpers 20 passt, d.h. dass die Innenfläche des Kühlmittel-Verteilerrings 26 bündig mit der Innenfläche 16 des Tragkörpers 20 abschliesst. Zum Einsetzen eines aus einem mit Durchgangsbohrungen 27 versehenen Metallring bestehenden Kühlmittel-Verteilerrings 26 in die ringnutzförmige Ausnehmung kann der Kühlmittel-Verteilerring 26 beispielsweise an einer Stelle aufgetrennt werden, so dass sich der Kühlmittel-Verteilerring 26 zum Einführen in die ringnutzförmige Ausnehmung elastisch verformen lässt.

Die Innenhülse 30 weist auf der dem Tragkörper 20 zugewandten Seite eine bezüglich der Kokillenlängsachse m ringnutzförmige Ausnehmung auf, die im Zusammenwirken mit der dem Kokillenhohlraum 10 zugewandten Seite des Tragkörpers 20 einen ringförmigen Hohlraum, den Schmiermittelverteillerring 40, zur Aufnahme von Schmiermittel bildet. Der Schmiermittelverteillerring 40 ist mit einem in den Tragkörper 20 eingelassenen Schmiermittelfüllkanal 43 verbunden. Der Schmiermittelverteillerring 40 dient somit zur radialen Verteilung des durch den Schmiermittelfüllkanal 43 einfließenden Schmiermittels. Dieser Schmiermittelverteillerring 40 steht zudem über eine Vielzahl von in die Innenhülse 30 eingelassene Schmiermittelkanäle 42 mit der zuflusseitigen Stirnfläche 48 der Innenhülse 30 in Verbindung, so dass das im Schmiermittelverteillerring 40 befindliche Schmiermittel durch die radial, beispielsweise gleichmässig, verteilten Schmiermittelkanäle 42 in den an der zuflusseitigen Stirnfläche 48 der Innenhülse 30 befindlichen Schmiermittelaustrittsring 41 fließen kann. Die Schmiermittelkanäle 42 sind bevorzugt derart angeordnet, dass in einem Kokillenquerschnitt betrachtet zwei benachbarte Schmiermittelkanäle 42 bezüglich der Kokillenlängsachse m jeweils den selben Zentriwinkel einschliessen. Im Schmiermittelaustrittsring 41 wird das Schmiermittel erneut radial gleichmässig verteilt und somit gleichmässig an das zweite Kokillenelement 72 abgegeben.

Der aus der ringnutzförmigen Ausnehmung der Innenhülse 30 und der Innenfläche 16 des Tragkörpers 20 gebildete Schmiermittelverteillerring 40 ist zuflusseitig 12 und austrittsseitig 14 mit ringförmigen Dichtungsmitteln 44, die zwischen die Innenhülse 30 und den Tragkörper 20 zu liegen kommen, abgedichtet, d.h. beidseitig der für die Bildung des Schmiermittelverteillerrings 40 notwendigen, ringnutzförmigen Ausnehmung der Innenhülse 30 kann die Innenhülse parallel zum Schmiermittelverteillerring 40 verlaufende, senkrecht zur Kokillenachse befindliche, weitere ringnutzförmige Ausnehmungen aufweisen, die -- beispielsweise zusammen mit entsprechenden Ausnehmungen im Tragkörper 20 -- zur Aufnahme von ringförmigen Dichtungsmitteln 44, wie Dichtungsringe, dienen.

Der Tragkörper 20 weist an der dem Kokillenhohlraum zugewandten Seite eine zylinderförmige Innenfläche 16 auf, an die am austrittsseitigen Ende 14 eine gegen den Kokillenhohlraum 10 gerichtete, ringförmige Rippe 18 angeformt ist. Die Innenhülse 30 weist einen

hohlzylinderförmigen Teil 34 mit einem am zuflusseitigen Ende 12 angeformten ringförmigen Flansch 36 auf, wobei der ringförmige Flansch 36 gegen den Tragkörper 20 gerichtet ist. Der ringförmige Flansch 36 enthält die Schmiermittelkanäle 42 und die für die Schaffung des Schmiermittelverteillerringes 40, des Schmiermittelaustrittsrings 41 sowie die zur Aufnahme der Dichtungsmittel 44 benötigten ringnutförmigen Ausnehmungen. Der hohlzylinderförmige Teil 34 der Innenhülse 30 weist im austrittsseitigen Bereich 14 auf der gegen den Tragkörper gerichteten Seite eine weitere ringnutförmige Ausnehmung, den Anschlag 39, auf. Dieser dient zur formschlüssigen Aufnahme des äusseren, gegen den Kokillenhohlraum 10 ragenden Bereiches der ringförmigen Rippe 18 des Tragkörpers 20.

Das Zusammenfügen der beiden Kokillenelemente 20, 30 geschieht zweckmässigerweise durch Einschieben der Innenhülse 30 in den Tragkörper 20, wobei der im austrittsseitigen Bereich der Innenhülse 30 liegende, ringförmige Anschlag 39 formschlüssig in den äusseren Bereich der gegen den Kokillenhohlraum 10 ragenden, ringförmigen Rippe 18 des Tragkörpers 20 greift. Beim Ineinanderschieben der Kokillenelemente 20, 30 kommt somit der hohlzylinderförmige Teil 34 der Innenhülse 30 auf die ringförmige Rippe 18 und der ringförmige Flansch 36 auf die zylinderförmige Innenfläche 16 des Tragkörpers 20 zu liegen, so dass der durch die Innenhülse 30 und den Tragkörper 20 eingeschlossene ringförmige Hohlraum die zweite Kühlmittelkammer 32 bildet. Die Höhe des Flansch 36 und die Höhe der ringförmigen Rippe 18 sind derart gewählt, dass die Innenfläche 46 der Innenhülse 30 eine gerade Zylinderfläche darstellt, dessen Zylinderachse mit der Kokillenlängsachse m zusammenfällt.

Der hohlzylinderförmige Teil 34 der Innenhülse 30 dient der Primärkühlung des durch den Kokillenhohlraum 10 fliessenden Stranggussmaterials und weist demzufolge -- der guten Wärmeableitung vom Stranggussmaterial auf das Kühlmittel wegen -- vorzugsweise eine dünne Wandstärke auf. Bevorzugt besteht wenigstens der hohlzylinderförmige Teil 34 der Innenhülse 30 aus einem gut wärmeleitenden Material, bevorzugt Kupfer, Kupferlegierungen, Aluminium oder Aluminiumlegierungen. Weiter bevorzugt werden hohlzylinderförmige Teile 34 aus Aluminium oder Aluminiumlegierungen, welche auf der dem Kokillenhohlraum zugewandten Seite einen Graphitring aufweisen.

Die ringförmige Rippe 18 des Tragkörpers 20 weist weiter eine Vielzahl, beispielsweise 40 bis 60, von schräg auf den aus der Kokille austretenden Barren gerichteten Sekundär-Kühlmittelkanälen 24 auf, die mit der zweiten Kühlmittelkammer 32 in Verbindung stehen und zur Sekundärkühlung mittels Kühlmittelbeaufschlagung des Bolzens oder Barrens nach dessen Verlassen der Austrittsöffnung 14 dienen.

Die Innenhülse 30 weist zudem an ihrer Innenfläche 46 parallel zur Kokillenachse m verlaufende Rillen 50 auf, wobei sich die Rillen 50 bezüglich ihrer Rillen-

tiefe und Rillenbreite in Richtung der Austrittsöffnung 14 konisch erweitern. Diese Rillen 50 dienen im wesentlichen zur Führung des Schmiermittels im austrittsseitigen Bereich der Innenwandung 56 des dritten Kokillenelementes 54, d.h. sie dienen zur radial gleichmässigen Verteilung des Schmiermittels. Damit das Schmiermittel nicht zum wesentlichen Teil durch die Rillen 50 wegfliessen ohne einen gleichmässig über die Innenfläche 46 verteilten Schmiermittelfilm zu bilden, beginnen die in die Innenhülse eingearbeiteten Rillen 50 in Fliessrichtung des Stranggussmaterials erst nach einer gewissen Strecke, die beispielsweise 1/4 bis 1/3 der Länge der Innenhülse 30 entspricht.

Die zuflusseitige Stirnfläche 48 der Innenhülse 30 ist bezüglich der zuflusseitigen Stirnfläche des Tragkörpers 20 zurückversetzt, so dass dadurch ein Hohlraum, die Aussparung 28, zur formschlüssigen Aufnahme der ersten (62) und zweiten (72) Kokillenelemente entsteht.

Patentansprüche

1. Kokille zum kontinuierlichen Stranggiessen von Bolzen oder Barren mit darin homogen verteilten, primär erstarrten Festteilchen, die aus einzelnen degenerierten Dendriten bestehen, wobei die Kokille eine elektromagnetische Rührereinrichtung (80) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Kokille modular aufgebaut ist und der von ihr umschlossene Kokillenhohlraum (10) drei sequentiell angeordnete Kokillenzonen (60, 70, 52) mit einer gemeinsamen konzentrischen Kokillenlängsachse (m) aufweist, und jede der drei Kokillenzonen durch die Innenwandung (64, 74, 56) eines entsprechenden Kokillenelementes (62, 72, 54) begrenzt wird, wobei das erste Kokillenelement (62) eine Einleitöffnung (11) zum Einführen von Stranggussmaterial aufweist, und wenigstens die Innenwandung (64) des ersten Kokillenelementes (62) eine im Vergleich zum Stranggussmaterial niedrige Wärmeleitfähigkeit hat, das zweite Kokillenelement (72) Mittel zum Einleiten von Schmiermittel in den Kokillenhohlraum (10) aufweist, das dritte Kokillenelement (54) den formgebenden Kokillenberg beschreibt und wenigstens dessen Innenwandung (56) eine zum Stranggussmaterial vergleichbare Wärmeleitfähigkeit aufweist, und die elektromagnetische Rührereinrichtung (80) dergestalt ist, dass dessen Rührwirkung wenigstens teilweise alle drei Kokillenzonen (60, 70, 52), sowie die gesamte Verfestigungszone des Stranggussmaterials umfasst.
2. Kokille nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Querschnitt der Innenwandung (64) des ersten Kokillenelementes (62) auf der zur zweiten Kokillenzonen (70) anliegenden Seite grösser ist als der Querschnitt der Einleitöffnung (11).
3. Kokille nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,

dass die Innenwandung (64) des ersten Kokillenelementes (62), ausgehend von dem zur zweiten Kokillenzzone (70) anliegenden Querschnitt, einen gegen die Einleitöffnung (11) hin sich kontinuierlich verjüngenden Querschnitt aufweist

5

4. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die der zweiten Kokillenzzone (70) anliegende Querschnittsfläche der ersten Kokillenzzone (60) kleiner ist als jede beliebige Querschnittsfläche der zweiten Kokillenzzone (70).

10

5. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die der zweiten Kokillenzzone (70) anliegende Querschnittsfläche der dritten Kokillenzzone (52) kleiner ist als jede beliebige Querschnittsfläche der zweiten Kokillenzzone (70), jedoch grösser ist als die der zweiten Kokillenzzone (70) anliegende Querschnittsfläche der ersten Kokillenzzone (60).

15

20

6. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Kokillenelement (62) aus Keramik besteht, wobei bevorzugt zumindest dessen Innenwandung (64) im wesentlichen porenfrei ist.

25

7. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Kokillenelement (72) einen ringförmigen Körper aus hochporösem, temperaturbeständigem Material enthält oder daraus besteht, wobei die Porosität dergestalt ist, dass Schmiermittel durch das poröse Material hindurchdiffundieren kann.

30

35

8. Kokille nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der ringförmige Körper aus Graphit oder Keramik besteht.

9. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Kokillenelement (72) einen ringförmigen Körper aus flaumigem, filzartigem oder schwammartigem Material enthält oder aus einem derartigen ringförmigen Körper besteht.

40

45

10. Kokille nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der ringförmige Körper des zweiten Kokillenelementes (72) aus chemisch stabilen, unbrennbaren Mineralfasern, enthaltend bis zu 62.3 Gew.-% Al_2O_3 und bis zu 37.2 Gew.-% SiO_2 , besteht.

50

11. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das dritte Kokillenelement (54) wenigstens eine Kühlmittelkammer (22, 32) zur primären Kühlung von dessen Innenwandung (56), sowie Mittel (24) für eine sekundäre, gleichmässige Kühlmittelbeaufschlagung der Oberfläche des Bolzens oder Barrens nach dessen Aus-

55

tritt aus dem Kokillenhohlraum (10) aufweist, wobei die Mittel (24) vorzugsweise aus einer Vielzahl von Sekundär-Kühlmittelkanälen (24) bestehen, die einerseits mit der Kühlmittelkammer (32) in Verbindung stehen und andererseits schräg auf die Oberfläche des aus der Kokille austretenden Bolzens oder Barrens gerichtet sind.

12. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Kokille Befestigungselemente (84, 86) zur Halterung der Kokillenelemente (54, 62, 72) aufweist, welche eine Kühlmittelzuführung (87) für die Zufuhr von Kühlmittel in das dritte Kokillenelement (54) enthalten, wobei die Kühlmittelzuführung (87) in einem zur Einleitöffnung (11) fernen Bereich einen im wesentlichen parallel zur Kokillenlängsachse (m) verlaufenden Teil (88) und in einem zur Einleitöffnung (11) nahen Bereich einen radial nach aussen verlaufenden Teil (90) aufweist, und der radial nach aussen verlaufende Teil (90) bezüglich der elektromagnetischen Rührereinrichtung (80) gegen die Einleitöffnung (11) hin versetzt angeordnet ist.

13. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das dritte Kokillenelement (54) an seiner Kontaktfläche mit dem zweiten Kokillenelement (72) eine bezüglich der Kokillenlängsachse (m) konzentrische, ringnutförmige Ausnehmung, den Schmiermittelaustrittsring (41), für die Zufuhr von Schmiermittel in das zweite Kokillenelement (72), sowie Mittel (40, 42, 43) für die Zufuhr von Schmiermittel in den Schmiermittelaustrittsring (41) aufweist.

14. Kokille nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Kokille Befestigungselemente (84, 86) zur Halterung der Kokillenelemente (54, 62, 72) aufweist, welche wenigstens eine Schmiermittelzuführung (91) für die Zufuhr von Schmiermittel in das dritte Kokillenelement (54) enthalten, wobei die Schmiermittelzuführung (91) in einem zur Einleitöffnung (11) fernen Bereich einen im wesentlichen parallel zur Kokillenlängsachse (m) verlaufenden Teil (92) und in einem zur Einleitöffnung (11) nahen Bereich einen radial nach aussen verlaufenden Teil (94) aufweist, und der radial nach aussen verlaufende Teil (94) bezüglich der elektromagnetischen Rührereinrichtung (80) gegen die Einleitöffnung (11) hin versetzt angeordnet ist.

15. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das dritte Kokillenelement aus einer Innenhülse (30) und einem Tragkörper (20) besteht, wobei die Innenhülse (30) und der Tragkörper (20) eine gemeinsame konzentrische Längsachse aufweisen, welche mit der Kokillenlängsachse (m) zusammenfällt, und die Innenhülse (30) bezüglich der Kokillenlängsachse

(m) innen liegt und die dritte Kokillenzzone (52) seitlich begrenzt, und der Tragkörper (20) bezüglich der Kokillenlängsachse (m) aussen liegt und die Innenhülse (30) aufnimmt, wobei die Innenhülse (30) und der Tragkörper (20) lösbar miteinander durch Einschieben der Innenhülse (30) in den Tragkörper (20) verbunden sind, und die Innenhülse (30) auf der dem Tragkörper (20) zugewandten Seite und/oder der Tragkörper (20) auf der der Innenhülse (30) zugewandten Seite derart beschaffen sind, dass durch das Einschieben der Innenhülse (30) in den Tragkörper (20) eine bezüglich der Kokillenlängsachse (m) konzentrische, ringförmige Kühlmittelkammer (32) für die Aufnahme von Kühlmittel entsteht.

16. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenwandung (56) des dritten Kokillenelementes (54) an ihrer Oberfläche (46) Schmiermittel-Führungsmittel (50), die bevorzugt parallel zur Kokillenlängsachse (m) verlaufen, aufweist.

17. Kokille nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmiermittel-Führungsmittel (50) parallel zur Kokillenachse (m) verlaufende Rillen (50) darstellen, die zuflusseitig erst nach einer Strecke von 1/4 bis 1/3 der Länge der dritten Kokillenzzone (52) beginnen und sich bevorzugt bezüglich ihrer Rillentiefe und Rillenbreite in Richtung der Austrittöffnung (14) der dritten Kokillenzzone (52) konisch erweitern.

18. Verwendung der Kokille gemäss wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 17 zum kontinuierlichen horizontalen Stranggiessen von Bolzen oder Barren mit darin homogen verteilten, primär erstarrten Festteilchen, die aus einzelnen degenerierten Dendriten bestehen.

19. Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung von Bolzen oder Barren mit thixotropen Eigenschaften bei deren Weiterverarbeitung durch Stranggiessen von Stranggussmaterial mit einer Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass

Stranggussmaterial in die Einleitöffnung (11) des ersten Kokillenelementes (62) eingeleitet und nacheinander durch die erste (60), zweite (70) und dritte (52) Kokillenzzone geführt wird, und die elektromagnetische Rühreinrichtung (80) ein um die Kokillenlängsachse (m) rotierendes Magnetfeld in der Weise erzeugt, dass das Stranggussmaterial einerseits im zur Einleitöffnung (11) nahen Bereich der ersten Kokillenzzone (60) keine Rührwirkung erfährt, andererseits wenigstens im zur zweiten Kokillenzzone (70) nahen Bereich der ersten Kokillenzzone (60), und in den zweiten (70) und dritten (52) Kokillenzonen, sowie in der gesamten Verfestigungs-

zone des Stranggussmaterials kräftig gerührt wird, so dass bei der Erstarrung sich bildende Dendriten abgesichert werden, und die gesamte Innenfläche (46) des dritten Kokillenelementes (54) kontinuierlich geschmiert wird, das Stranggussmaterial an der Innenwandung (56) des dritten Kokillenelementes (54) einer primären Kühlung unterworfen wird, so dass der aus der Kokille austretende Bolzen oder Barren wenigstens in seiner äusseren Randzone in fester Form vorliegt, und der Bolzen oder Barren nach dessen Austritt aus der Kokille durch eine sekundäre Kühlung mittels Kühlmittelbeaufschlagung weiter gekühlt wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Rühren mittels einem Stator eines mehrpoligen, beispielsweise zwei-, vier-, oder insbesondere sechspoligen Induktionsmotors geschieht.

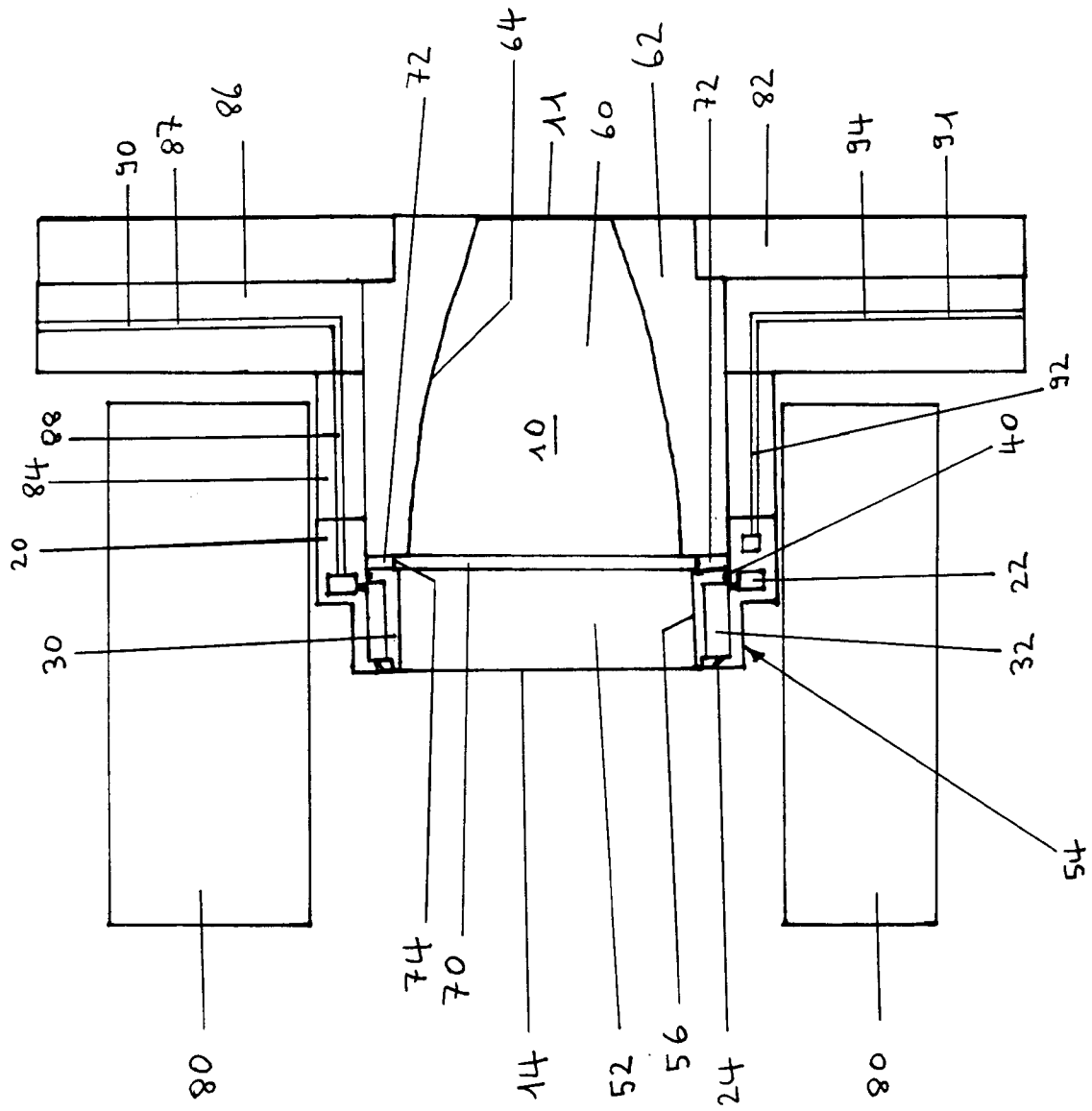


Fig. 1

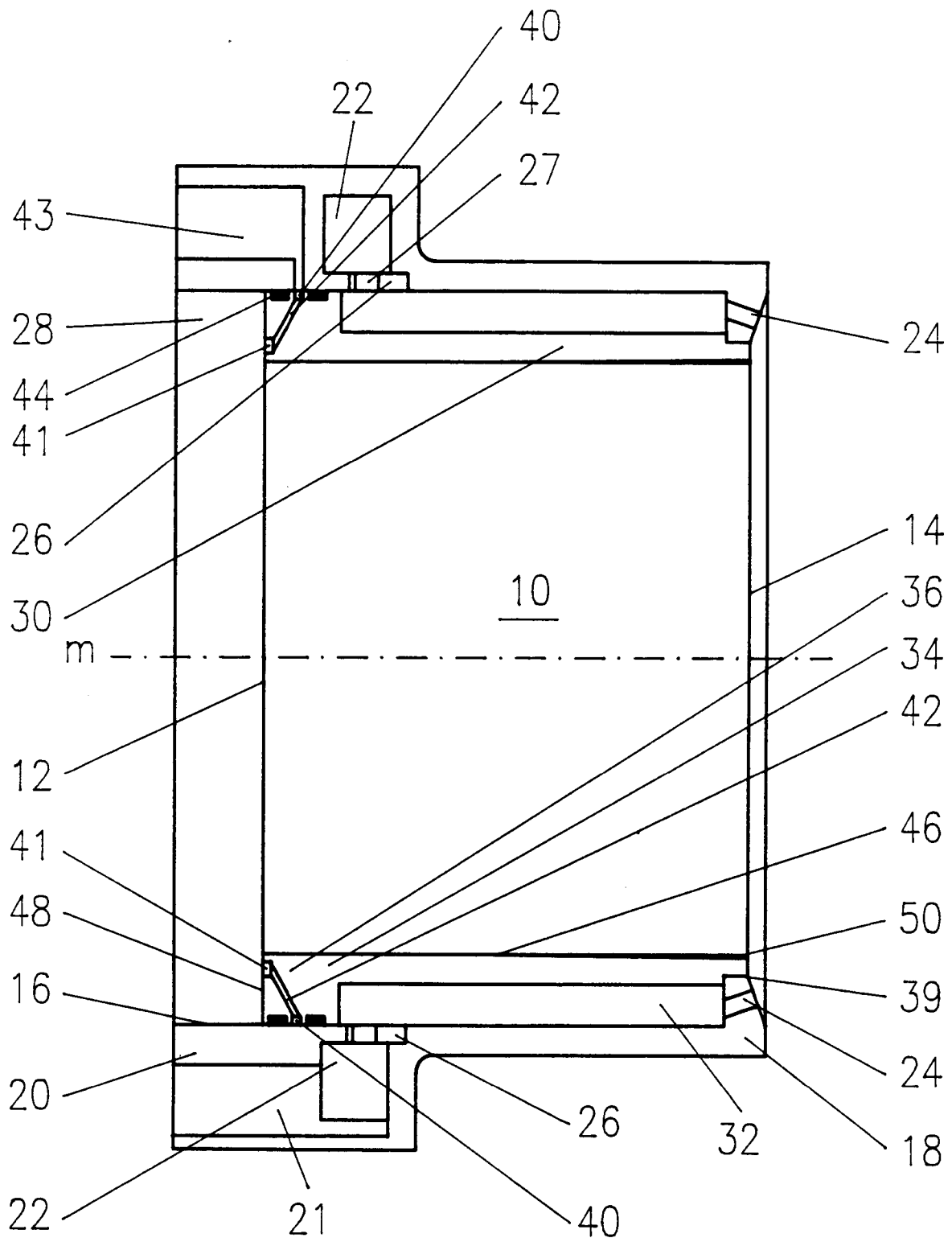


Fig. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 81 0369

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Y	US-A-4 597 432 (COLLINS R.I., WAGSTAFF W.) * Spalte 5 - Spalte 7; Abbildungen 3-5 *	1-4,6-8, 11-14, 18-20	B22D11/04 B22D11/07 C22C1/00 B22D27/02
Y	EP-A-0 063 757 (DEUTSCHE ITT INDUSTRIES) * Seite 3, Zeile 6 - Seite 4, Zeile 6; Abbildungen 1,5,8 * * Seite 8 - Seite 10 *	1-4,6-8, 11-14, 18-20	
A	EP-A-0 167 056 (KAISER ALUMINIUM EUROPE) * Seite 4 - Seite 5; Abbildung 1 *	1-4,6-14	
A	GB-A-2 129 344 (WAGSTAFF ENGINEERING) * Ansprüche 30-33; Abbildungen 1-12 *	1-15	
A	EP-A-0 416 262 (ALUMINIA S.P.A.) * Abbildung 1 *	1,3	
A	EP-A-0 247 766 (ALCAN INTERNATIONAL)		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) B22D C22C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 25. Oktober 1996	Prüfer Bombeke, M
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 Patentedokument, 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 03/82 (P4/C03)