



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: **AT 412 454 B**

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 64/2003
(22) Anmeldetag: 20.01.2003
(42) Beginn der Patentdauer: 15.08.2004
(45) Ausgabetag: 25.03.2005

(51) Int. Cl.⁷: **B22D 11/12**
B22D 11/06

(56) Entgegenhaltungen:
FR 2526340A DE 751073C WO 98/41342A1
DE 4127333A1

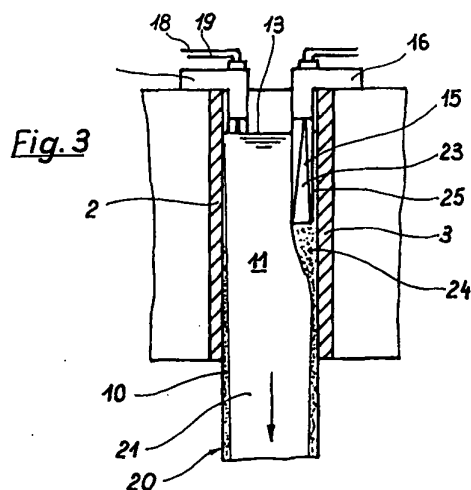
(73) Patentinhaber:
VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU
GMBH & CO
A-4031 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:
RESCH HELMUT DIPL.ING.
ZEILLERN, NIEDERÖSTERREICH (AT).
WIMMER FRANZ DIPL.ING.
RIEDAU, OBERÖSTERREICH (AT).
SHAN GUOXIN DIPL.ING. DR.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
HABERL MICHAEL DIPL.ING.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
PÖPPL JOHANN DIPL.ING.
KIRCHSCHLAG, OBERÖSTERREICH (AT).
THOENE HEINRICH DIPL.ING.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR TEMPERATURFÜHRUNG EINER SCHMELZE IN EINER GEKÜHLTEN STRANGGIESSKOKILLE

AT 412 454 B

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und zur Temperaturführung einer Schmelze in einer gekühlten Stranggießkokille (1), wobei der Schmelze Wärme durch die gekühlten Kokillenwände (2, 3, 6, 7) kontinuierlich entzogen und der Wärmeinhalt der Schmelze zusätzlich an mehreren über den Kokillenquerschnitt (14) verteilten Stellen beeinflusst wird, wobei der Wärmeinhalt der Schmelze durch Wärmetausch mit einem ein Wärmetauscherelement (15) durchströmendes Kühlmittel verringert wird. Um in der mit einer vorbestimmten Überhitzungstemperatur in die Stranggießkokille eingebrachten Schmelze möglichst schnell und großräumig Bedingungen für die Ausbildung einer ungeordneten Erstarrungsstruktur zu schaffen wird vorgeschlagen, dass an Stellen, an denen der Wärmeinhalt der Schmelze beeinflusst wird, in die Schmelze ragende Erstarrungszungen (24) ausgebildet werden, die mit den an den Kokillenwänden (2, 3, 6, 7) gebildeten Strangschalen (10) zusammenwachsen, bei der Ausförderung des teilerstarrten Stranges wieder aufschmelzen und die Temperatur der Schmelze absenken. Weiters wird eine Vorrichtung zur Umsetzung des Verfahrens vorgeschlagen.



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Temperaturführung einer Schmelze, vorzugsweise einer Stahlschmelze, in einer gekühlten Stranggießkokille, wobei der Schmelze Wärme durch die gekühlten Kokillenwände kontinuierlich entzogen und der Wärmeinhalt der Schmelze zusätzlich an mehreren über den Kokillenquerschnitt verteilten Stellen beeinflusst wird, wobei der Wärmeinhalt der Schmelze durch Wärmetausch mit einem ein Wärmetauscherelement durchströmendes Kühlmittel verringert wird. Die Erfindung betrifft weiters eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Beim kontinuierlichen Stranggießen von Metallen und Metalllegierungen, wie Stahl ist es notwendig die Schmelze im Verteiler auf eine Überhitzungstemperatur einzustellen, die für die meisten Stahlsorten etwa 15° bis 30° über der Liquidustemperatur liegt. Bei einer sehr niedrigen Überhitzungstemperatur kommt es beim Überleiten der Schmelze vom Verteiler in die Stranggießkokille leicht zum Einfrieren (örtlich begrenzten Erstarrungen) der Verteilerausgüsse (Tauchgießrohre). Andererseits besteht bei einer hohen Überhitzungstemperatur die Gefahr, dass die in der Kokille gebildete Strangschale unterhalb der Kokille wieder aufschmilzt und durchbricht. Außerdem treten durch den verzögerten Erstarrungsprozess Mittenseigerungen und Innenrisse vermehrt auf.

Der Erstarrungsprozess wird in der Stranggießkokille durch einen Primärkühlkreislauf eines Kühlmittels in den den Formhohlraum der Kokille bildenden Kokillenwänden eingeleitet. Durch die von den Kokillenwänden ausgehende zum Strangzentrum entgegengesetzt zur Wärmetransportrichtung fortschreitende Erstarrungsfront muss der gesamte Wärmeinhalt des Gussstranges nach außen abgeführt werden. Der teildurcherstarrte Gussstrang wird nach dem Austritt aus der Stranggießkokille in der Sekundärkühlzone der Stranggießanlage bis zu seiner Durcherstarrung einer weiteren intensiven Außenkühlung unterzogen.

Die für den Erstarrungsvorgang benötigte Zeit nimmt mit zunehmender Strangdicke zu. Bei dicken Brammen und großformatigen Vorblockquerschnitten erstreckt sich die Sumpfspitze bis in den horizontalen Auslaufbereich einer Stranggießanlage. Demnach ist eine intensiv gekühlte Transportstrecke bis zu 10 m Länge durchaus üblich. Die lange Durcherstarrungszeit und die notwendige Überhitzung der Schmelze bedingt nach einer ersten Strangschalenbildung eine Zone mit gerichteter dendritischer Erstarrung, die immer dann auftritt, wenn sich vor der Erstarrungsfront ein Temperaturgradient aufbaut. Bei hoher Überhitzungstemperatur wachsen die Stängelkristalle über weite Bereiche des Brammen- und Vorblockquerschnittes in Richtung zum Strangzentrum und verursachen gerichtetes Korn und vermehrte Zentrumsseigerungen. Besonders markant wirkt sich eine hohe Überhitzung der Schmelze bei Metallen aus, die keine Gefügeumwandlungen durchmachen, wie dies beispielsweise bei verschiedenen Stahlsorten, etwa ferritischen Stahl oder Siliziumstahl der Fall ist.

Zur grundlegenden Beeinflussung des Dendritenwachstums und zur Vermeidung von Zentrumsseigerungen in der Schmelze ist es bekannt, sowohl in der Kokille, als auch an einzelnen Bereichen in der Strangführung, beispielsweise der Sumpfspitze, mit elektromagnetischen Rühr Einrichtungen eine erzwungene Schmelzenströmung einzustellen und solcherart das Temperaturgefälle in der Restschmelze zu reduzieren und ausgeprägte Zentrumsseigerungen zu vermeiden. Durch die Rührbewegung der Schmelze werden Dendritenspitzen abgerissen, die in der Restschmelze als zusätzliche Erstarrungskeime wirken. Grundsätzlich soll durch die Rührbewegung ein feineres globulitisches Gefüge mit guten mechanischen Eigenschaften erzielt werden. Besonders bei Stählen mit einem hohen Anteil an zu Seigerungen neigenden Elementen, wie Kohlenstoff und Mangan werden Kokillen- und Strangrührer zum Überhitzungsabbau eingesetzt. Dies ändert jedoch nichts daran, dass die Überhitzungswärme durch die Strangschale nach außen abgeführt werden muss.

Zur gesteuerten oder geregelten Reduktion der Überhitzungstemperatur der Schmelze in einer Stranggießkokille ist es aus der US-A 3,831,660 und der US-A 3,726,331 beispielsweise bereits bekannt, einen Metalldraht in die Kokille kontrolliert einzuspulen. Damit kann das Strangschalenwachstum in der Kokille verstärkt werden, da der Draht Keime für eine globulare Erstarrung liefert. Um die Schmelzentemperatur entsprechend abzusenken, ist jedoch sehr viel Kühldraht einzuspulen. Es muss hierbei gesichert werden, dass der eingespulte Draht zur Gänze aufschmilzt und eine weitgehende Verteilung erfolgt, um nicht Gefügestörungen zusätzlich zu erzeugen. Dies erfordert jedoch aufwendige Einspuleinrichtungen. Auch bei dieser Lösung muss im Wesentlichen der gesamte Wärmeinhalt des gegossenen Stranges über seine Außenwände abgeführt werden.

Weiters ist die Möglichkeit bekannt, Metall in granulierter Form in die Stranggießkokille von

oben einzubringen und dadurch die Schmelzentemperatur in der Kokille abzusenken. Die zuvor bezüglich des Einspulens von Draht angegebenen Nachteile, stellen sich hier gleichermaßen ein. Zusätzlich muss verhindert werden, dass die Granulate auf der das Schmelzenbad bedeckenden Schlacke aufschwimmen.

5 Zur Abfuhr von Überhitzungswärme aus der Metallschmelze ist es aus der WO 00/54909 A1 bekannt, bei der Überleitung der Schmelze vom Verteilergefäß in die Kokille, somit noch im Bereich des Gießrohres, eine Kühleinrichtung vorzusehen. Diese von Kühlwasser durchströmte Kühleinrichtung tritt im Schmelzenkanal direkt mit der Schmelze in Kontakt, scheint jedoch für
10 einen kontinuierlichen Einsatz nicht geeignet, da einerseits die Gefahr einer Beschädigung der Kühleinrichtung zu groß scheint und andererseits die Zielsetzung, nämlich eine Schmelzenüberhitzung vorzusehen, damit im Gießrohr keine Verstopfungen auftreten, nicht erfüllt wird, wenn die Temperatur bereits vor dem Gießrohr wieder abgesenkt wird.

Aus der DE 751 073 und insbesondere der FR-A 2 526 340 ist es bereits bekannt, von Kühlmittel durchflossene Kühlelemente eingangsseitig in die Stranggießkokille einzubringen und der
15 Schmelze dadurch zusätzlich zur Primärkühlung durch die Kokillenwand Wärme zu entziehen. An den Kühlelementen lagert sich erstarrte Schmelze an, die in Abhängigkeit von der Kühlwirkung wachsen oder schrumpfen. In unbestimmten Zeitabständen lösen sich Erstarrungsstücke von den Kühlelementen und werden nach unten in den Strang eingetragen, schmelzen teilweise nicht zur Gänze auf und bilden Gefügeanomalien im gegossenen Strang, die zu Einschränkungen der
20 Produktqualität führen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher diese Nachteile des beschriebenen Standes der Technik zu vermeiden und ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Temperaturführung der Schmelze in der Stranggießkokille vorzuschlagen, wodurch bereits in der Stranggießkokille Bedingungen für eine in
25 weiten Bereichen ungerichtete Erstarrungsstruktur geschaffen werden. Ziel der Erfindung ist es daher, innerhalb der Stranggießkokille, in der Metallschmelze das Entstehen von Kristallisationskeime für eine bevorzugt globulitische Erstarrung der Schmelze in einer bevorzugten Verteilung zu ermöglichen.

Ein weiteres Ziel der Erfindung ist es, die durch die Gießstrangoberfläche abzuführende Wärmemenge insgesamt zu reduzieren, ohne die Überhitzungstemperatur vor dem Einbringen der
30 Schmelze in die Kokille zu reduzieren.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass an Stellen, an denen der Wärmeinhalt der Schmelze beeinflusst wird, in die Schmelze ragende Erstarrungszungen ausgebildet werden, die mit den an den Kokillenwänden gebildeten Strangschalen zusammenwachsen, bei der
35 Ausförderung des teilerstarrten Stranges wieder aufschmelzen und die Temperatur der Schmelze absenken. Durch eine Veränderung der die einzelnen Wärmetauscherelemente durchströmenden Kühlmittelmenge kann das Wachstum der Erstarrungszungen dahingehend beeinflusst werden, dass sich diese Erstarrungszungen je nach Kühlintensität allmählich auf- oder abbauen.

Das Kühlelement besteht aus einem Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit, wie beispielsweise Cu oder eine Cu-Legierung.

40 Eine gezielte absenkende Temperaturbeeinflussung bei gleichzeitiger Reduzierung des Wärmeinhalts der Schmelze an mehreren Stellen dieses Kokillenquerschnittes in einer vorgegebener Verteilung schafft Zellen für die Erstarrungskeimbildung an vorbestimmten Orten in gewünschter Menge.

Zweckmäßig wird der Wärmeinhalt der in die Stranggießkokille eingebrachten Schmelze entlang der den Kokillenquerschnitt begrenzenden Kokillenwände abschnittsweise beeinflusst. Der
45 wesentliche Vorteil dieser Maßnahme besteht in einer gezielten Temperaturabsenkung, Reduzierung des Wärmeinhaltes der Schmelze und damit zusätzlichen Kristallisationskeimbildung knapp vor der Erstarrungsfront, die durch die Primärkühlung in der Stranggießkokille gebildet wird. Durch die Konzentration auf bestimmte Abschnitte entlang und im Abstand von den Formhohlraum begrenzenden Kokillenwänden wird der Wachstumsprozess der Strangschale an systemkritischen
50 Stellen besonders gefördert.

Bei einer Stranggießkokille mit Kreisquerschnitt wird der Wärmeinhalt der Schmelze in analoger Weise entlang der einzigen den Kokillenquerschnitt begrenzenden Kokillenwand an mehreren vorzugsweise radialsymmetrisch verteilten Stellen beeinflusst.

55 Bei üblichen, rechteckigen Brammenquerschnitten oder bei Vorkblockquerschnitten mit annä-

hernd quadratischem Querschnitt wird der Wärmeinhalt der Schmelze an mehreren Stellen entlang mindestens zweier den Kokillenquerschnitt begrenzenden Kokillenwänden beeinflusst.

Speziell bei einem rechteckigen Brammenquerschnitt ist es vorteilhaft, wenn der Wärmeinhalt der Schmelze entlang von zwei einander gegenüber liegenden Kokillenwänden beeinflusst wird.
 5 Durch die Reduktion des Wärmeinhalts der Schmelze wird an den Breitseitenwänden der Kokille ein gleichmäßiges und verstärktes Schalenwachstum im gegossenen Strang gefördert und der Durcherstarrungsprozess beschleunigt. An den Schmalseitenwänden der Kokille, die selten eine Breite von 300 mm übersteigen, ist eine zusätzliche Beeinflussung des Wärmeinhaltes der Schmelze, insbesondere bei Gussstrangdicken bis 200 mm nicht notwendig. Bei großen Vorblock-
 10 querschnitten mit annähernd quadratischem Querschnitt ist eine Beeinflussung des Wärmeinhaltes entlang aller Kokillenwände zweckmäßig.

Vorteilhaft wird der Wärmeinhalt der Schmelze in einem Bereich zwischen der Badoberfläche (Gießspiegel) und einer Badtiefe von bis zu 400 mm, vorzugsweise von bis zu 250 mm, beeinflusst. Über diesen vorgegebenen Tiefenbereich wird der Schmelze Wärme im vorbestimmten oder
 15 während des Gießprozesses ermittelten Ausmaß entzogen. Beim Gießen von Stahlsträngen mit Brammen- und Vorblockquerschnitt werden üblicherweise Kokillen mit einer Länge von 900 bis 1200 mm eingesetzt, sodass etwa über ein Viertel der Kokillenlänge eine zusätzliche aktive Beeinflussung des Wärmeinhaltes der Schmelze ermöglicht wird. Die positiven Effekte der Kristallisationskeimbildung wirken sich allerdings nachhaltig während des gesamten Erstarrungsprozesses
 20 aus.

Vorzugsweise erfolgt die erfindungsgemäße Beeinflussung des Wärmeinhaltes dadurch, dass der Wärmeinhalt der Schmelze verringert wird. Insbesondere soll die Überhitzungswärme der Schmelze verringert werden, wobei die Schmelze in diesem Einwirkbereich möglichst gleichmäßig bis nahe an die Liquidustemperatur abgekühlt werden soll. Auch eine Unterkühlung der Schmelze
 25 liegt im Zielbereich der Erfindung, da unter diesen Bedingungen die Kristallisationskeimbildung besonders rasch erfolgt.

Eine zweckmäßige Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, dass der Wärmeinhalt der Schmelze in Abhängigkeit von der durchströmenden Kühlmittelmenge geregelt oder gesteuert wird. Beispielsweise kommt es während des Vergießens einer Schmelzencharge über die Gießzeit zu
 30 einer allmählichen Temperaturabsenkung, die einige wenige Grad beträgt. Gleichmaßen kann es beim Sequenzgießen zu Temperatursprüngen kommen, die durch den Wechsel der Gießpfannen bedingt sind. Auf derartige Veränderungen kann durch eine gesteuerte oder geregelte Kühlmittelmenge Einfluss genommen und die Erstarrungsbedingungen in der Kokille konstant gehalten werden.

Alternativ oder ergänzend hierzu besteht die Möglichkeit, dass der Wärmeinhalt der Schmelze in Abhängigkeit von der Eintauchtiefe des Wärmetauscherelementes geregelt oder gesteuert wird.

Für derartige gießverfahrensbedingte und schmelzentemperaturabhängige Einflüsse wird vorgeschlagen, dass zur geregelten oder gesteuerten Beeinflussung des Wärmeinhaltes der Schmelze zumindest die Zulauftemperatur der Schmelze und die Kühlmittel-Zulauftemperatur vorgegeben
 40 oder zumindest einmalig gemessen einem Regler oder einer Recheneinheit zugeführt werden, vom Regler oder einer Recheneinheit auf der Grundlage eines mathematischen Kühlmodells die für eine optimale Gefügestrukturausbildung notwendige Kühlmittelmenge und/oder Eintauchtiefe des Wärmetauscherelementes ermittelt und diese gießverlaufsabhängig geregelt oder gesteuert wird.

Zur Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe wird weiters eine Vorrichtung zur Temperaturführung einer Schmelze, vorzugsweise einer Stahlschmelze, in einer Stranggießkokille mit gekühlten Kokillenwänden vorgeschlagen, wobei die Kokillenwände einen Formhohlraum für die Aufnahme der Schmelze und die Bildung eines Gießstranges formen, wobei an mehreren über einen Kokillenquerschnitt verteilten Stellen in die Schmelze eintauchende Wärmetauscherelemente angeordnet sind, die Wärmetauscherelemente als Kühlelemente ausgebildet sind und mindestens einen
 50 Kühlkanal für die Durchleitung eines Kühlmediums aufweisen. Die erfindungsgemäße Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass die Wärmetauscherelemente in ihrer Längserstreckung eine keilförmige Außenkontur aufweisen.

Durch diese Ausgestaltung wird den an den Wärmetauscherelementen gebildeten und mit der Strangschale zusammengewachsenen Erstarrungszungen ein leichtes Loslösen vom Wärmetauscherelement und eine mit der Ausförderbewegung des Metallstranges synchrone Bewegung ohne
 55

Rissbildungen ermöglicht.

Zweckmäßig sind die Wärmetauscherelemente entlang der den Kokillenquerschnitt begrenzenden Kokillenwände abschnittsweise angeordnet. Zumeist muss in Bereichen, in denen die Schmelze durch ein Tauchgießrohr unterhalb des Badspiegels in die Kokille eingebracht wird, aus Platzgründen ein größerer Abstand zwischen benachbarten Wärmetauscherelementen vorgesehen werden. Auch in den Kantenbereichen der Kokille wird auf die Anordnung von Wärmetauscherelementen verzichtet, da hier bereits ein verstärktes Schalenwachstum durch die Winkellage der anwachsenden Erstarrungsfronten gegeben ist.

Die Wärmetauscherelemente sind an mehreren Stellen entlang mindestens zweier den Kokillenquerschnitt begrenzenden Kokillenwände angeordnet, wobei diese Wärmetauscherelemente zur Einhaltung einer symmetrischen Strangbildung und im Hinblick auf die Strangverformung im Strangführungsgerüst bevorzugt an zwei einander gegenüberliegenden Kokillenwänden angeordnet sind. Zweckmäßig sind dies die Breitseitenwände der Kokille, die die Breitseiten des gegossenen Stranges ausbilden, im Rollengerüst der Strangführung abgestützt und einer besonderen mechanischen Belastung ausgesetzt sind.

Zur Ausbildung einer weitgehend gleichmäßigen Erstarrungsfront, insbesondere an den Breitseiten der Kokille, sind die entlang einer Kokillenwand angeordneten Wärmetauscherelemente zumindest abschnittsweise in einer Reihe mit konstantem Abstand voneinander angeordnet. Bei parallel zueinander angeordneten Reihen von Wärmetauscherelementen sind diese Reihen um den halben Abstand der Wärmetauscherelemente versetzt angeordnet.

Zweckmäßig sind die Wärmetauscherelemente eingangsseitig in den Formhohlraum der Stranggießkokille ragend angeordnet und tauchen bis zu 400 mm, vorzugsweise bis zu 250 mm, in die Schmelze ein. Damit wird über einen Teilbereich der Kokillenhöhe eine thermische Beeinflussung der in der Schmelze gezielt vorgenommen.

Die Wärmetauscherelemente sind gegebenenfalls an einem gemeinsamen Hubrahmen befestigt, der eine leichte Demontierbarkeit oder auch eine Relativbewegung zur Kokille ermöglicht, mit der die Eintauchtiefe des Wärmetauscherelementes gezielt einstellbar ist.

Um die Temperaturverhältnisse in einem ausreichenden Bereich vor der Erstarrungsfront beeinflussen zu können, sind die Wärmetauscherelemente im Querschnitt annähernd linsenförmig ausgebildet und mit ihrer linsenförmigen Längserstreckung normal zur Kokillenwand orientiert. Die im Wesentlichen flach ausgebildeten Wärmetauscherelemente ragen somit weit in das Kokillenninnere vor und beeinflussen in einem breiten Band vor der Erstarrungsfront die Temperaturverhältnisse in der Schmelze. Um die Ausbildung einer gleichmäßigen Erstarrungsfront durch die Primärkühlung der Kokille nicht zu stören, ist zwischen Kokillenwand und Wärmetauscherelement ein Abstand von mindestens 10 mm eingestellt.

Die Wärmetauscherelemente sind auf der Stranggießkokille abgestützt, gegebenenfalls unter Zwischenschaltung einer Versorgungskonsole, und oszillieren mit dieser synchron.

Die Wärmetauscherelemente können jedoch auch über Versorgungskonsolen auf der Stranggießkokille abgestützt sein und die Versorgungskonsolen mit einer Hubeinrichtung relativ zur Stranggießkokille heb- und senkbar abgestützt sein. Damit können unterschiedliche Eintauchtiefen der Wärmetauscherelemente in der Schmelze eingestellt werden, wodurch die aktive Wärmetauscheroberfläche der Wärmetauscherelemente einzeln oder gruppenweise steuer- bzw. regelbar ist.

Die Wärmetauscherelemente können nach einer weiteren Ausführungsform auch an mit der Stranggießkokille nicht mitoszillierenden Versorgungskonsolen abgestützt sein. Die Versorgungskonsolen sind in diesem Fall an einem starren Traggerüst befestigt. Trotzdem besteht die Möglichkeit, dass die Eintauchtiefe einzelnen Wärmetauscherelemente oder Gruppen von Wärmetauscherelementen in die Metallschmelze im Formhohlraum der Stranggießkokille steuer- oder regelbar ist, wenn die einzelnen Versorgungskonsolen mittels Hubelementen relativbeweglich zum starren Traggerüst angeordnet sind.

Die Wärmetauscherelemente sind mit Zuleitungen und Ableitungen für das Kühlmittel verbunden, wobei der Zuleitung oder der Ableitung eine Mengenreguliereinrichtung für eine gesteuerte oder geregelte Durchleitung des Kühlmittels zugeordnet ist. Es können auch mehrere Wärmetauscherelemente mit einer Mengenreguliereinrichtung gekoppelt sein, wenn für Gruppen von Wärmetauscherelementen eine individuelle Kühlmittelversorgung nicht notwendig ist.

Zur Sicherstellung einer vom Gießprozess abhängigen Kühlmittelversorgung der Wärmetau-

scherelemente ist den Wärmetauscherelementen ein Regler oder eine Recheneinheit zugeordnet ist, dem/der zumindest die vorgegebene, vorzugsweise von einer Temperaturreineinrichtung im Verteilergefäß gemessene, Zulauftemperatur der der Stranggießkokille zugeführten Schmelze und zumindest eine Kühlmittelkenngroße, vorzugsweise die von einer Temperaturreineinrichtung

ermittelte Kühlmittel-Zulauftemperatur, aufgeschaltet ist und der/die auf der Grundlage eines mathematischen Kühlmodells den für eine optimale Gefügestrukturausbildung notwendige Kühlmittelmenge ermittelt und über ein Steuersignal die Mengenreguliereinrichtung und/oder eine Hubeinrichtung für die Wärmetauscherelemente steuert/regelt.

Eine Einbindung dieses Kühlmodells in ein bestehendes Kühlmodell für die Stranggießkokille oder eine Ergänzung unter Einbeziehung des Primärkühlkreislaufes in der Stranggießkokille ist mit zumindest einer zusätzlichen Kühlmittel-Temperaturmessung im Primärkühlkreislauf durchführbar. Auch eine Kopplung mit einem Strangkühlmodell, wie es für die Sekundärkühlung in der Strangführung einer Stranggießanlage üblicherweise vorgesehen ist, ist möglich.

Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung nicht einschränkender Ausführungsbeispiele, wobei auf die beiliegenden Figuren Bezug genommen wird, die folgendes zeigen:

- Fig. 1 eine Draufsicht auf eine Brammenkokille mit einer möglichen Anordnung der erfindungsgemäßen Wärmetauscherelemente,
- Fig. 2 eine analoge Anordnung der Wärmetauscherelemente für einen großformatigen Vorblockquerschnitt,
- Fig. 3 einen Längsschnitt durch eine Brammenkokille im Bereich eines Wärmetauscherelementes,
- Fig. 4 einen Querschnitt durch eine Brammenkokille mit einer symmetrischen Abfolge der Wärmetauscherelemente,
- Fig. 5 ein Wärmetauscherelement im Aufriss,
- Fig. 6 das Wärmetauscherelement gemäß Fig. 5 im Schrägriss,
- Fig. 7 Steuer- bzw. Regelschema für das Wärmetauscherelement,
- Fig. 8 Diagramm, welches den Temperaturverlauf im Brammenzentrum mit und ohne Einsatz der erfindungsgemäßen Wärmetauscherelemente zeigt.

In Fig. 1 ist in schematischer Darstellung eine Stranggießkokille 1 für die Herstellung eines Gussstranges mit Brammenquerschnitt dargestellt. Die Stranggießkokille besteht aus Breitseitenwände bildenden Kokillenwänden 2, 3, die sich an Stützwänden 4, 5 abstützen. Zwischen den Breitseitenwänden sind verstellbare Schmalseitenwände bildende Kokillenwände 6, 7 angeordnet, die sich an Stützwänden 8, 9 abstützen. Zwischen den Kokillenwänden 2, 3, 6, 7 und den zugehörigen Stützwänden 4, 5, 8, 9 sind nicht dargestellte Kühlmittelkanäle angeordnet, durch die Kühlmittel, vorzugsweise Kühlwasser, in vorbestimmter Menge gepumpt wird. Dieses Primärkühlsystem ermöglicht die Wärmeabfuhr aus der Schmelze durch die Kokillenwände und den Aufbau einer umlaufenden und in Strangförderrichtung stetig anwachsenden Strangschale 10 (siehe Fig. 3) an den Kokillenwänden. Die Kokillenwände bilden den Formhohlraum 11 der Stranggießkokille. Schmelze wird von einem nicht dargestellten Zwischengefäß, welches oberhalb der Stranggießkokille positioniert ist durch ein zentrisch in den Formhohlraum ragendes Gießrohr 12 in die Stranggießkokille 1 eingebracht. Bei laufendem Gießprozess ist die Stranggießkokille bis zu einer bestimmten Füllhöhe mit Schmelze gefüllt, wobei die Badoberfläche 13 (siehe Fig. 3) den Gießspiegel bildet und auf diesem Höhenniveau einen Kokillenquerschnitt 14 ausbildet.

Einzelne Wärmetauscherelemente 15 sind über Halterungen 16 auf der Stranggießkokille 1 befestigt. Vier Wärmetauscherelemente 15a sind in symmetrischer Verteilung um das Gießrohr 12 angeordnet, weitere Wärmetauscherelemente 15 sind parallel zu den die Breitseitenwände bildenden Kokillenwänden 2, 3 in zwei Reihen und im Abstand voneinander positioniert. Die beiden Reihen von Wärmetauscherelementen 15 sind versetzt positioniert. Den die Schmalseitenwände bildenden Kokillenwänden 6, 7 sind keine Wärmetauscherelemente zugeordnet, da ausgehend von den Kantenbereichen der Kokille bereits ein verstärktes Strangschalenwachstum stattfindet.

Fig. 2 zeigt in einer schematischen Darstellung eine Stranggießkokille 1 für die Herstellung eines Stahlstranges mit annähernd quadratischem Querschnitt. Der strukturelle Aufbau dieser Stranggießkokille mit Kokillenwänden 2, 3, 6, 7 und zugeordneten Stützwänden 4, 5, 8, 9 entspricht dem der Brammenkokille nach Fig. 1. Parallel zu jeder der vier Kokillenwände sind je zwei Wärme-

tauscheremente 15 über Halterungen 16 auf der Stranggießkokille 1 befestigt. Mehrere Halterungen 16 enden auf einer gemeinsamen Versorgungskonsole 17 mit Zuleitungen 18 und Ableitungen 19 für ein Kühlmittel. In der Versorgungskonsole 17 und den Halterungen 15 sind nicht dargestellte Versorgungsleitungen oder -kanäle vorgesehen, durch die das Kühlmittel zu den einzelnen Wärmetauscherementen 15 geleitet bzw. wieder abgeleitet wird.

In Fig. 3 ist ein Längsschnitt durch eine Stranggießkokille 1 schematisch dargestellt, der direkt neben einem Wärmetauscherement 15 geführt ist, wobei die Stranggießkokille durch die Kokillenwände 2, 3 veranschaulicht ist. Der Formhohlraum 11 der Stranggießkokille ist bis zur Badoberfläche 13 mit Schmelze gefüllt. Durch die Primärkühlung der Kokillenwände bildet sich an diesen eine allmählich anwachsende Strangschale 10 aus. Der gegossene Metallstrang 20 mit noch flüssigem Kern 21 wird in Pfeilrichtung kontinuierlich aus der Stranggießkokille 1 ausgefördert und anschließend in einer nicht dargestellten Strangführung durch Strangführungsrollen gestützt weiterbewegt.

In die Schmelze tauchen von oben an Halterungen 16, Zuleitungen 18 und Ableitungen 19 für das Kühlmittel angeschlossene Wärmetauscheremente 15 bis zu einer Badtiefe von vorzugsweise 150 bis 200 mm ein. An den innengekühlten Wänden 23 der Wärmetauscheremente 15 erstarrt Schmelze (hier nicht dargestellt) und bildet ebenfalls Strangschalen aus, die als Erstarrungszungen 24 von den Wärmetauscherementen 15 nach unten ragen und mit der an der Kokillenwand 3 gebildeten Strangschale 10 zu einer Einheit zusammengewachsen sind. Bei der Abwärtsbewegung dieser Erstarrungszungen 24 werden diese von der umgebenden heißeren Schmelze wieder aufgeschmolzen, bilden Erstarrungskeime in großer Zahl und fördern eine globulitische Erstarrung in Bereichen, in denen ansonsten üblicherweise dendritisches Kornwachstum auftritt. Die Wärmetauscheremente 15 sind mit ausreichendem Abstand 25 zu den Kokillenwänden 3 angeordnet, um das Strangschalenwachstum infolge der Primärkühlung nicht zu behindern. Bei einem zu frühen Zusammenwachsen von Strangschale und Erstarrungszungen besteht die Gefahr, dass die Strangschale zwischen den beiden Bauteilen hängen bleibt und dann abreißt.

In Fig. 4 ist in einem Querschnitt durch eine Brammenkokille mit mehreren Wärmetauscherementen eine gleichverteilte Anordnung der Wärmetauscheremente in zwei Reihen entlang zweier gegenüberliegender Kokillenwände 2, 3 veranschaulicht. Die Wärmetauscheremente 15 der beiden Reihen sind um deren halben Abstand a voneinander versetzt angeordnet und begünstigt den Wärmeaustausch und die Strömungsverhältnisse in der Schmelze. Dieser seitliche Abstand a benachbarter Wärmetauscheremente liegt vorzugsweise zwischen 150 und 200 mm.

Im Querschnitt sind die Wärmetauscheremente 15 trapezförmig ausgebildet. Auch eine linsenförmige, ovale oder elliptische Querschnittsform ist im Sinne der Erfindung als gleichwertig anzusehen. Der Querschnitt weist eine ausgeprägte Längserstreckung auf, die im Wesentlichen normal zur Kokillenwand 2, 3 orientiert ist. Durch diese Formgebung werden in einem weiten Bereich des Kokillenquerschnittes die Temperaturverhältnisse in der Schmelze gleichmäßig beeinflusst.

In den Figuren 5 und 6 ist ein erfindungsgemäßes Wärmetauscherement 15 in zwei Ansichten dargestellt. Das Wärmetauscherement ist im Wesentlichen zahn- oder keilförmig ausgebildet und wird nach unten zu schmaler, damit sich eine an der Außenwand 23 bildende Erstarrungszunge in Transportrichtung des zu gießenden Stranges leicht löst. Der Querschnitt ist linsenförmig. Ausgehend von einer Stirnseitenfläche 30 ist das Wärmetauscherement von Kühlmittelkanälen 31, 32 durchsetzt, die einen durchgehenden Strömungskanal bilden und einen Kühlmittelkreislauf ermöglichen. Mit der Stirnseitenfläche 30 schließt das Wärmetauscherement an die zuvor bereits beschriebene Halterung an, die über korrespondierende Kühlmittelkanäle verfügt. Alternativ besteht auch die Möglichkeit, dass die Halterung den schaftförmigen Kopfteil 33 des Wärmetauscherementes umspannt und Zuleitungen 18 und Ableitungen 19 für das Kühlmittel direkt an den Kühlmittelkanälen 31, 32 anschließen.

In Fig. 7 ist ein mögliches Regelschema zur Absenkung des Wärmeinhaltes der Schmelze in einer Stranggießkokille 1 in Grundstrukturen dargestellt. Einer Recheneinheit 40 werden Basisdaten 41 über die zu vergießende Schmelze, insbesondere den Überhitzungsgrad, so er nicht gemessen wird, und Basisdaten 42 über das zu vergießende Produkt (z.B. Querschnittsformat) aufgegeben. Weiters werden an die Recheneinheit laufend oder in Zeitabständen von einer Temperaturregelschaltung 43 die im Verteilergefäß 44 gemessene aktuelle Zulauftemperatur der

Schmelze, weiters die von einer Temperaturreineinrichtung 45 laufend oder in Zeitabständen gemessenen aktuelle Zulaufemperatur im Primärkühlkreislauf 46 der Stranggießkokille 1 und die von einer Temperaturreineinrichtung 47 gemessene Zulaufemperatur im Kühlkreislauf der Wärmetauscher-elemente 15 übermittelt. Von der Recheneinheit wird auf der Grundlage eines mathematischen Kühlmodells, die für die optimale Gefügeausbildung notwendige Kühlmittelmenge bzw. Strömungsgeschwindigkeit im Kühlmittelkreislauf errechnet und mit entsprechenden Steuersignalen eine Mengenreguliereinrichtung 48 im Kühlkreislauf der Wärmetauscher-elemente geregelt. Dem mathematischen Kühlmodell liegen Kühl- und Erstarrungsmodelle, vorzugsweise unter Einbeziehung metallurgischer Modelle entsprechend der Produktpalette zugrunde. Ein Modell zur Berücksichtigung des Primärkühlkreislaufes ist vorzugsweise eingebunden, da sich die Wirkung aus den beiden Kühlkreisläufen überlagern und deren Wechselwirkung berücksichtigt werden muss. Dementsprechend ist zur Beeinflussung des Primärkühlkreislaufes auch eine Signalleitung vom Rechner zum Regler der Kühlmittelpumpe 49 des Primärkühlkreislaufes vorgesehen.

Alternativ oder in Ergänzung ist es möglich, die abzuführende Wärmemenge auch in Abhängigkeit von der Eintauchtiefe des Wärmetauscher-elementes zu regeln. Die auf einer Versorgungskonsolle 17 befestigten Wärmetauscher-elemente werden entsprechend einem Steuersignal an eine beispielsweise elektrohydraulisch oder elektromechanisch betätigbare Hubeinrichtung 50 in die optimale Betriebsposition gebracht.

Schnittstellendaten des die Stranggießkokille verlassenden Gussstranges werden zweckmäßig an das Kühlmodell des Sekundärkühlkreislaufes der Strangführung übergeben.

Für die Herstellung eines Stahlstranges mit einem Brammenquerschnitt von 1600 mm Breite (B) und 200 mm Dicke (D) soll bei einer Gießgeschwindigkeit von $v_g = 1,2 \text{ m/min}$ eine Reduktion der Überhitzungstemperatur im der Stranggießkokille von 20°C erreicht werden. Bei einer Wärmekapazität des Stahles $c_p = 700 \text{ J/kg K}$ und einer Dichte des Stahles $\rho = 7040 \text{ kg/m}^3$ ergibt sich daraus eine abzuführende spezifische Wärmeleistung $P = 630,8 \text{ KW}$. Dieser Wert entspricht ca. 15 % der gesamten Wärmeleistung der Kokille. Daraus ist bereits ersichtlich, dass ein Überhitzungsabbau in dieser gewünschten Größenordnung, nur sehr schwer bis gar nicht in den der Kokille vorgeschalteten Aggregaten (insbesondere einem Gießrohr) zu realisieren wäre. Ein wirkungsvoller Überhitzungsabbau kann erst in der Kokille selbst erfolgen und hier auch nur, wenn der Stahl zuerst teilweise erstarrt und dann wieder teilweise aufgeschmolzen wird, wie dies mit den beschriebenen Erstarrungsungen realisiert ist.

Um die zuvor ermittelte abzuführende Wärmeleistung auch tatsächlich abführen zu können, sind bei Annahme einer Kontaktfläche mit der Schmelze für ein Wärmetauscher-element (Breite 70 mm, Länge 200 mm \Rightarrow Kontaktfläche daher $0,028 \text{ m}^2$) und einer Wärmestromdichte im oberen Kokillenbereich von $2,0 \text{ MW/m}^2$ insgesamt 12 Wärmetauscher-elemente anzuordnen. Fig. 1 zeigt diese Anordnung von 12 Wärmetauscher-elementen in der Kokille, wobei die Dicke d des Wärmetauscher-elementes an der dicksten Stelle 25 mm und der Durchmesser der Kühlbohrung 12 mm beträgt. Bei üblichen Annahmen für das Kühlwasser ergibt sich ein Kühlwasserbedarf von ca 54 l/min für jedes Wärmetauscher-element.

Anhand von Rechenmodellen wurde der Temperaturverlauf im Brammenzentrum mit und ohne Wärmetauscher-elemente entsprechend den oben zitierten Annahmen ermittelt. Dieser Vergleich ist in Fig. 8 als Temperaturverlauf über der Gießzeit bzw. Verweilzeit des Gussstranges in der Stranggießanlage dargestellt. Es ist klar erkennbar, dass in einem ersten Zeitabschnitt eine sehr schnelle und starke Reduzierung der Überhitzungstemperatur der Schmelze gegenüber einem konventionellen Gießverfahren ohne Wärmetauscher-elemente auftritt. Auch die Durcherstarrung des Stranges (Erreichen der Solidustemperatur) erfolgt in der Strangführung der Gießanlage um etwa 1 m früher, d.h. stromaufwärts, als bei einem konventionellen Gießverfahren ohne Einsatz von Wärmetauscher-elementen.

Insgesamt bietet das erfindungsgemäße Verfahren folgende Vorteile:

- auf Kokillenrührer und Final- oder Sumpfspitzenrührer kann verzichtet werden,
- das Verfahren hat auf die Gefügestruktur einen ähnlichen Effekt wie eine Soft Reduction,
- es entsteht ein wesentlich verbessertes ungerichtetes, globulares Kristallgefüge mit stark verringerten Seigerungen,
- es können Stahlgüten mit hohem C-Gehalt, wie Kugellagerstahl und Stahl für Reifen-

draht vergießbar gemacht werden,

- Anlageninvestitionen und der Betrieb der Stranggießanlagen werden billiger,
- es besteht die Möglichkeit die Gießanlage mit höherer Gießgeschwindigkeit bei gleichbleibender Anlagenlänge zu betreiben oder bei gleicher Gießgeschwindigkeit eine kürzere Gießanlage einzusetzen,
- die Sekundärkühlung in der Strangführungszone kann reduziert werden,
- die Wärmetauscherelemente haben zusätzlich eine bremsende Wirkung auf laufende Wellen am Badspiegel, wodurch eine Beruhigung des Badspiegels eintritt,
- durch Variation der Eintauchtiefe der Wärmetauscherelemente kann deren Wirkung gesteuert werden, d.h. die Eintauchtiefe kann in Abhängigkeit von der Stahltemperatur bzw. der Überhitzung eingestellt werden.

PATENTANSPRÜCHE:

15

1. Verfahren zur Temperaturführung einer Schmelze, vorzugsweise einer Stahlschmelze, in einer gekühlten Stranggießkokille (1), wobei der Schmelze Wärme durch die gekühlten Kokillenwände (2, 3, 6, 7) kontinuierlich entzogen und der Wärmeinhalt der Schmelze zusätzlich an mehreren über den Kokillenquerschnitt (14) verteilten Stellen beeinflusst wird, wobei der Wärmeinhalt der Schmelze durch Wärmetausch mit einem ein Wärmetauscherelement (15) durchströmendes Kühlmittel verringert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass an Stellen, an denen der Wärmeinhalt der Schmelze beeinflusst wird, in die Schmelze ragende Erstarrungszungen (24) ausgebildet werden, die mit den an den Kokillenwänden (2, 3, 6, 7) gebildeten Strangschalen (10) zusammenwachsen, bei der Ausförderung des teilerstarrten Stranges wieder aufschmelzen und die Temperatur der Schmelze absenken.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmeinhalt der Schmelze entlang der den Kokillenquerschnitt (14) begrenzenden Kokillenwände (2, 3, 6, 7) abschnittsweise beeinflusst wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmeinhalt der Schmelze an mehreren Stellen entlang mindestens zweier den Kokillenquerschnitt (14) begrenzenden Kokillenwände (2, 3, 6, 7) beeinflusst wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmeinhalt der Schmelze entlang von zwei einander gegenüber liegenden Kokillenwänden (2, 3) beeinflusst wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmeinhalt der Schmelze in einem Bereich zwischen der Badoberfläche (13) und einer Badtiefe von bis zu 400 mm, vorzugsweise von bis zu 250 mm, beeinflusst wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmeinhalt der Schmelze verringert wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Überhitzungswärme der Schmelze verringert wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmeinhalt der Schmelze in Abhängigkeit von der durchströmenden Kühlmittelmenge geregelt oder gesteuert wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmeinhalt der Schmelze in Abhängigkeit von der Eintauchtiefe des Wärmetauscherelementes (15) geregelt oder gesteuert wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur geregelten oder gesteuerten Beeinflussung des Wärmeinhaltes der Schmelze zumindest die Zulauftemperatur der Schmelze und die Kühlmittel-Zulauftemperatur vorgegeben oder zumindest einmalig gemessen einem Regler oder einer Recheneinheit (40) zugeführt werden, vom Regler oder einer Recheneinheit auf der Grundlage eines mathematischen Kühlmodells die für eine optimale Gefügestrukturausbildung notwendige Kühlmittelmenge und/oder Eintauchtiefe des Wärmetauscherelementes (15) ermittelt und diese gießverlaufsabhängig geregelt oder gesteuert wird.

11. Vorrichtung zur Temperaturführung einer Schmelze, vorzugsweise einer Stahlschmelze, in einer Stranggießkokille (1) mit gekühlten Kokillenwänden (2, 3, 6, 7), die einen Formhohlraum (11) für die Aufnahme der Schmelze und die Bildung eines Gießstranges (20) formen, wobei an mehreren über einen Kokillenquerschnitt (14) verteilten Stellen in die Schmelze eintauchende Wärmetauscherelemente (15) angeordnet sind, die Wärmetauscherelemente (15) als Kühlelemente ausgebildet sind und mindestens einen Kühlmittelkanal (31, 32) für die Durchleitung eines Kühlmittels aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wärmetauscherelemente (15) in ihrer Längserstreckung eine keilförmige Außenkontur aufweisen.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wärmetauscherelemente (15) entlang der den Kokillenquerschnitt (14) begrenzenden Kokillenwände (2, 3, 6, 7) abschnittsweise angeordnet sind.
13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wärmetauscherelemente (15) an mehreren Stellen entlang mindestens zweier den Kokillenquerschnitt (14) begrenzenden Kokillenwände (2, 3, 6, 7) angeordnet sind.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wärmetauscherelemente (15) entlang von zwei einander gegenüberliegenden Kokillenwänden (2, 3) angeordnet sind.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die entlang einer Kokillenwand (2, 3, 6, 7) angeordneten Wärmetauscherelemente (15) zumindest abschnittsweise in einer Reihe mit konstantem Abstand (a) voneinander angeordnet sind.
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei parallel zueinander angeordnete Reihen von Wärmetauscherelementen (15), diese Reihen um den halben Abstand (a) der Wärmetauscherelemente versetzt angeordnet sind.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wärmetauscherelemente (15) eingangsseitig in den Formhohlraum (11) der Stranggießkokille ragend angeordnet sind und bis zu 400 mm, vorzugsweise bis zu 250 mm, in die Schmelze eintauchen.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wärmetauscherelemente (15) im Querschnitt linsenförmig ausgebildet sind und mit ihrer linsenförmigen Längserstreckung normal zur Kokillenwand (2, 3, 6, 7) orientiert sind.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen Kokillenwand (2, 3, 6, 7) und Wärmetauscherelement (15) ein Abstand von mindestens 10 mm eingestellt ist.
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wärmetauscherelemente (15) auf der Stranggießkokille (1) abgestützt sind und mit dieser synchron oszillieren.
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wärmetauscherelemente (15) über Versorgungskonsolen (17) auf der Stranggießkokille abgestützt sind und die Versorgungskonsolen (17) mit einer Hubeinrichtung (50) relativ zur Stranggießkokille (1) heb- und senkbar abgestützt sind.
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wärmetauscherelemente (15) an mit der Stranggießkokille nicht mitoszillierenden Versorgungskonsolen (17) abgestützt sind.
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wärmetauscherelemente (15) mit Zuleitungen (18) und Ableitungen (19) für das Kühlmittel verbunden sind, und der Zuleitung oder der Ableitung eine Mengenreguliereinrichtung (48) für eine gesteuerte oder geregelte Durchleitung des Kühlmittels zugeordnet ist.
24. Vorrichtung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass den Wärmetauscherelementen (15) ein Regler oder eine Recheneinheit (40) zugeordnet ist, dem/der zumindest die vorgegebene, vorzugsweise von einer Temperaturmesseinrichtung (43) im Verteilergeäß (44) gemessene, Zulauftemperatur der der Stranggießkokille zugeführten Schmelze und zumindest eine Kühlmittelkenngroße, vorzugsweise die von einer Temperaturmesseinrichtung (47) ermittelte Kühlmittel-Zulauftemperatur, aufgeschaltet ist und der/die auf der Grundlage eines mathematischen Kühlmodelles den für eine optimale Gefügestrukturaus-

bildung notwendige Kühlmittelmenge ermittelt und über ein Steuersignal die Mengenreguliereinrichtung (48) und/oder eine Hubeinrichtung (50) für die Wärmetauscherelemente (15) steuert/regelt.

5

HIEZU 5 BLATT ZEICHNUNGEN

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

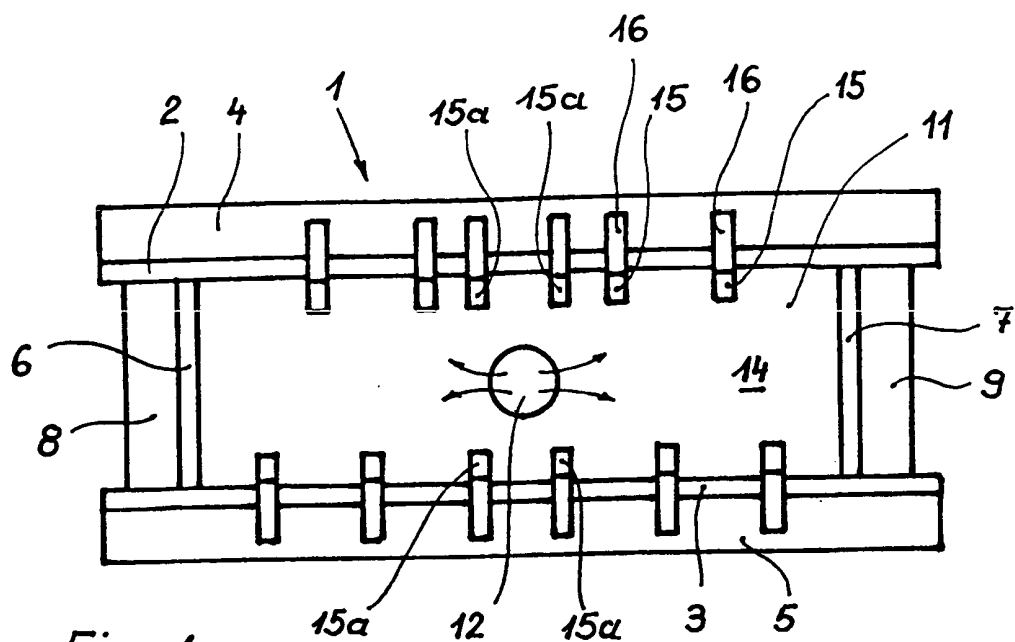


Fig. 1

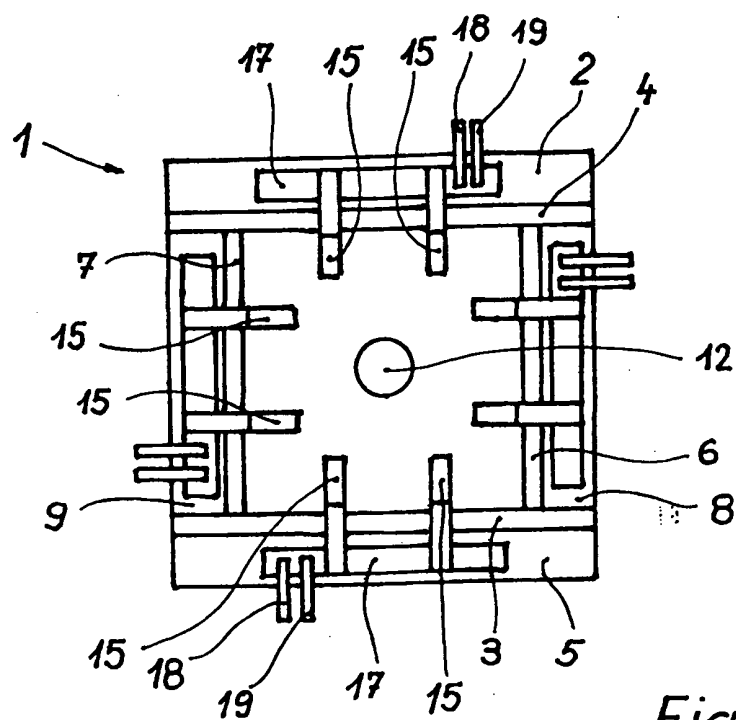
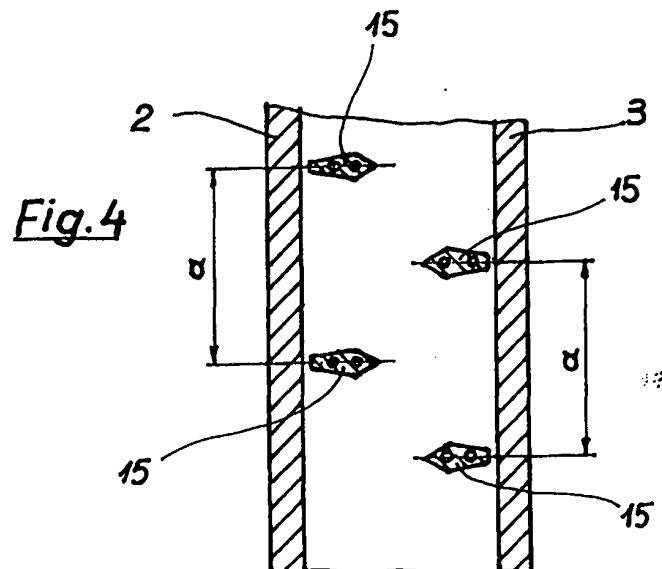
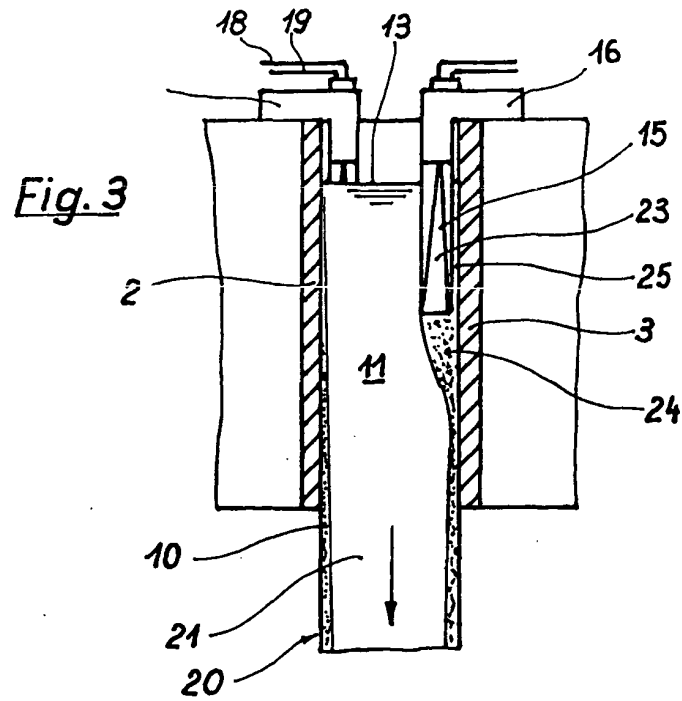


Fig. 2



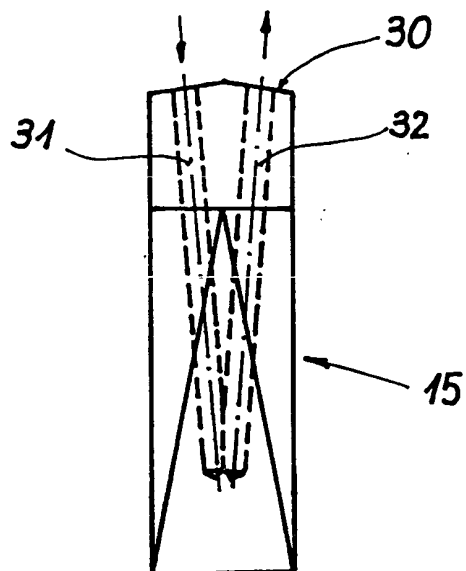


Fig. 5

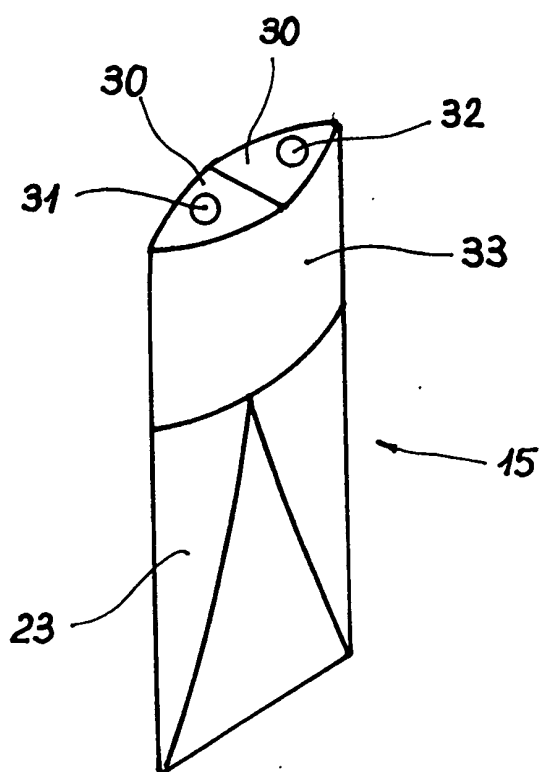


Fig. 6

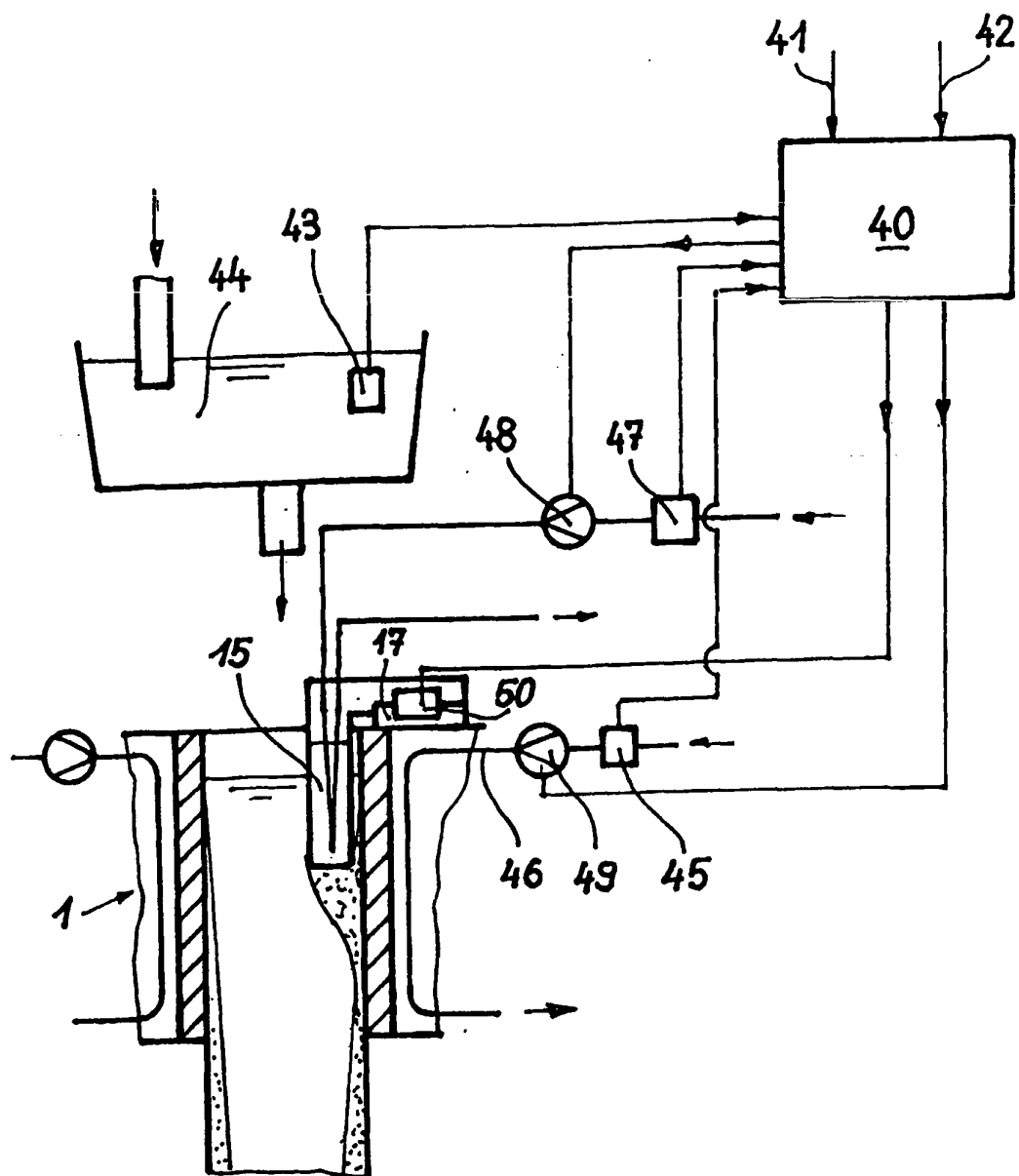


Fig. 7

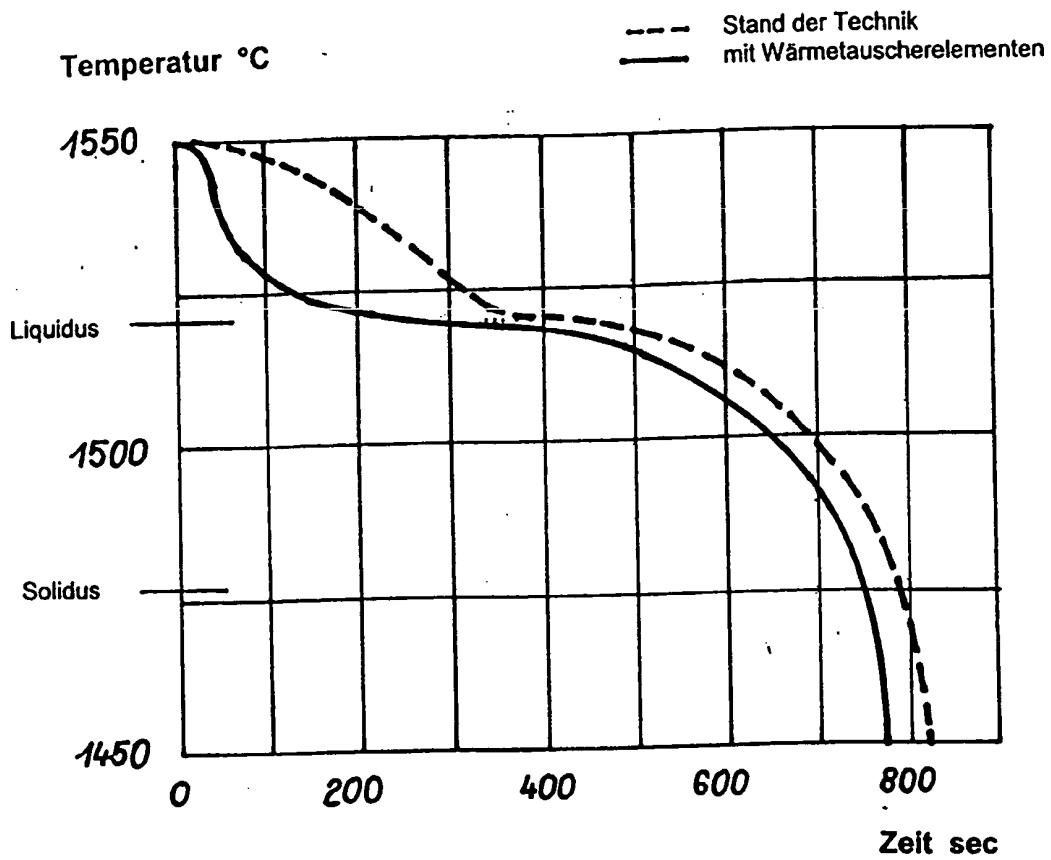


Fig. 8