



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**04.11.2020 Patentblatt 2020/45**

(51) Int Cl.:  
**B22D 11/12 (2006.01)** **B22D 11/16 (2006.01)**  
**B22D 11/18 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **20172396.2**

(22) Anmeldetag: **30.04.2020**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
 Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

(72) Erfinder:  
 • **Plociennik, Uwe**  
**40882 Ratingen (DE)**  
 • **Heimann, Thomas**  
**58644 Iserlohn (DE)**  
 • **Klos, Wilfried**  
**41472 Neuss (DE)**

(30) Priorität: **02.05.2019 DE 102019206264**

(74) Vertreter: **Klüppel, Walter**  
**Hemmerich & Kollegen**  
**Patentanwälte**  
**Hammerstraße 2**  
**57072 Siegen (DE)**

(71) Anmelder: **SMS Group GmbH**  
**40237 Düsseldorf (DE)**

(54) **VERFAHREN UND STRANGGIESSANLAGE ZUM GIESSEN EINES GIESSSTRANGS**

(57) Die Erfindung betrifft eine Stranggießanlage (110) und ein Verfahren zum Gießen eines Gießstrangs (100). Hierzu umfasst die Stranggießanlage (110) eine Kokille (112) mit einer unteren Öffnung (113), die an einer Unterseite der Kokille (112) ausgebildet ist, und eine stützende Strangführung (116), die sich an der unteren Öffnung (113) der Kokille (112) anschließt, wobei der Gießstrang (100) entlang der stützenden Strangführung (116) bewegbar ist. Entlang der stützenden Strangführung

(116) sind anstellbare Stützrollen oder Rollenpaare (118) angeordnet, mit denen eine Dickenreduzierung für den Gießstrang (100) erfolgt. Die stützende Strangführung (116) umfasst einen ausgewählten Bereich (120) für eine Sumpfspitze des Gießstrangs (100), wobei die anstellbaren Stützrollen oder Rollenpaare (118) ausschließlich in dem ausgewählten Bereich (120) der Strangführung (116) angeordnet sind.

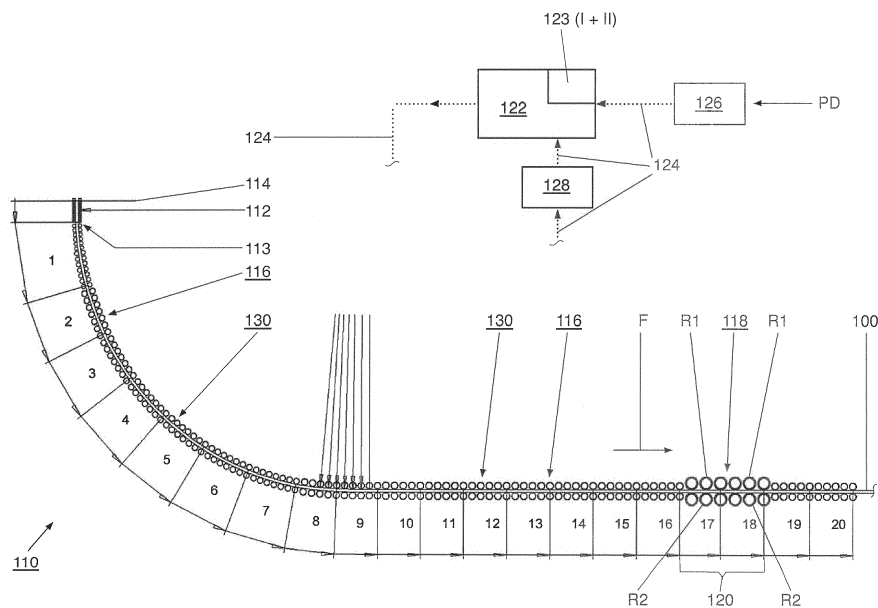


Fig. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Gießen eines Gießstrangs nach dem Oberbegriff von Anspruch 1, und eine Stranggießanlage nach dem Oberbegriff von Anspruch 12.

**[0002]** Beim Betrieb von Stranggießanlagen entspricht es dem Stand der Technik, den Gießstrang nach dem Austreten aus der Kokille in der sogenannten Sekundärkühlung einer stützenden Strangführung solcher Anlagen abzukühlen, bis eine vollständige Erstarrung des Gießstrangs erreicht ist. Dieser Abkühlvorgang spielt eine wichtige Rolle für die resultierende Qualität des Gießstrangs und der daraus erzeugten Produkte. Die vollständige Erstarrung des Gießstrangs sollte innerhalb der stützenden Strangführung liegen, die den Gießstrang mit noch flüssigem Kern stützen, erreicht werden.

**[0003]** Der Betrieb der Sekundärkühlung einer Stranggießanlage wird in der Regel mit Sprüh- bzw. Kühlwasser realisiert, wobei die Wassermenge, die auf die Oberflächen des Gießstrangs ausgebracht wird, unter Vorgabe von Solltemperaturkurven eingestellt wird. Der Verlauf dieser Solltemperaturkurven kann je nach Werkstoff des zu vergießenden Materials, und z. B. in Abhängigkeit von bestimmten Kühlzonen der stützenden Strangführung und/oder der Gießgeschwindigkeit variieren. Je nach Werkstoff und gewählter Gießgeschwindigkeit wird dann von einer Bedienperson der Stranggießanlage eine Solltemperaturkurve ausgewählt und damit die Sekundärkühlung zum Ausbringen des Sprüh- bzw. Kühlwassers auf die Oberflächen des zu kühlenden Gießstrangs eingestellt. Beispielsweise können bei niedrigen Gießgeschwindigkeiten höhere (= wärmere) Solltemperaturkurven gefahren werden. Im Umkehrschluss sollten bei höheren Gießgeschwindigkeiten in der Regel niedrigere (= kältere) Solltemperaturkurven gefahren werden, zwecks Erreichung einer stärkeren Kühlung des Gießstrangs, damit dieser noch innerhalb der stützenden Strangführung durcherstarrt.

**[0004]** Beim Stranggießen bestimmt eine Solltemperaturkurve die Sollwerte für die zu erreichende Oberflächentemperatur, die der Strang innerhalb der stützenden Strangführung erreicht, z. B. am Ende von einzelnen Kühlzonen, die Teil dieser stützenden Strangführung sind. Die Spritzwassermengen der Sekundärkühlung werden dabei so geregelt, dass diese Zielwerte erreicht werden.

**[0005]** Wie vorstehend bereits erläutert, ist es beim Betrieb einer Stranggießanlage von großer Bedeutung, dass der Gießstrang vollständig innerhalb der stützenden Strangführung erstarrt, und nicht etwa mit seiner Sumpfspitze aus dieser stützenden Strangführung herausläuft. Aus diesem Grund ist für die stützende Strangführung ein ausgewählter Bereich vorgesehen, in dem die Sumpfspitze des gegossenen Gießstrangs liegen soll.

**[0006]** Während des Gießens von Brammen, Vorblöcken, Knüppeln etc. kann es ständig zu Änderungen von Parametern wie Gießtemperatur, Wasservorlaufzeit, Wärmeabfuhr in der Kokille kommen, was den Gießprozess beeinflusst und somit eine Temperatur- und Positionsregelung erforderlich macht, da keine stationären Verhältnisse vorliegen.

**[0007]** Mit zunehmender Brammendicke vergrößert sich der Bereich der Mittenseigerung, wobei die Anzahl von Poren steigt, so dass deren Beseitigung durch eine Soft- oder Hartreduktion besondere Aufmerksamkeit verlangt.

**[0008]** Um eine maximale Produktion oder eine verbesserte Innenqualität durch Softreduktion zu erreichen, ist eine Positionsregelung von Vorteil. Für eine Positionsregelung beim Stranggießen bieten sich als Stellgröße die Sekundärkühlung und die Gießgeschwindigkeit an.

**[0009]** Beim Stranggießen von großen Brammendicken ist es jedoch problematisch, mit der Stellgröße Sekundärkühlwasser die Lage der Sumpfspitze des Gießstrangs zu beeinflussen, um damit die Sumpfspitze in einem definierten Bereich der stützenden Strangführung zu halten. Die Wirksamkeit der Sekundärkühlung nimmt mit zunehmender Brammendicke ab. Je dicker die Strangschale des Gießstrangs wird, desto größer wird dann auch die abzuführende Energie, damit die Strangschale wächst. Dies bedeutet gleichzeitig, dass die Strangoberflächentemperatur abgesenkt wird. So stellen sich dann bei gleicher Sumpfspitzenposition, aber anderer Kühlintensität, unterschiedliche Temperaturverläufe über die Strangdicke ein.

**[0010]** Nach dem Stand der Technik ist weiterhin bekannt, dass Brammen mit einer Dicke von 400 mm oder mehr mit einer Gießgeschwindigkeit von bis zu 6 m/min vergossen werden.

**[0011]** Eine Positionsregelung in Bezug auf die Sumpfspitze eines Gießstrangs mittels der Sekundärkühlung ist mit dem Nachteil verbunden, dass es bei einer größeren Änderung der Gießtemperatur erforderlich ist, entweder die Wassermengen sehr zu reduzieren oder sehr zu steigern. Bei einer starken Reduzierung der Wassermenge besteht die Gefahr von Bulging. Demgegenüber besteht bei einer großen Steigerung bzw. Zunahme der Wassermenge die Gefahr von Oberflächenrissen, weil die Oberfläche des Gießstrangs (zu) stark abgekühlt wird. Ein weiterer Nachteil besteht infolge der hohen Temperaturen und langen Verweilzeiten in der entstehenden starken Zunderbildung, wodurch die Oberflächentemperatur des Gießstrangs beeinflusst wird. Hierdurch kann eine Messung der Oberflächentemperatur des Gießstrangs verfälscht werden.

**[0012]** Aus EP 2 346 631 B1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung der Erstarrung eines Gießstrangs in einer Stranggießanlage beim Anfahren des Gießprozesses bekannt. Hierbei ist eine Stranggießanlage mit einem Prozessrechner ausgestattet, auf dem eine erste Software und eine zweite Software installiert sind. Die erste Software rechnet in Echtzeit und regelt, in bekannter Weise, den Gießprozess, der mit der Stranggießanlage durchgeführt wird.

Mittels der zweiten Software, für die im Vergleich zur ersten Software eine größere Berechnungsgeschwindigkeit eingestellt ist, werden während der Anfangsphase eines neu einsetzenden Gießprozesses oder bei einer Parameteränderung des aktuell laufenden Gießprozesses auf Grundlage einer Verarbeitung von aktuell gewonnenen Daten aus dem laufenden Gießprozess und/oder auf Grundlage von in einer Datenbank gespeicherten Daten zunächst Korrekturfaktoren erzeugt, wobei dann die zweite Software mit diesen Korrekturfaktoren korrigierte Soll Daten für den Gießprozess erzeugt und an die erste Software überspielt.

**[0013]** Bei der vorstehend genannten Technologie gemäß EP 2 346 631 B1 dient der Einsatz der zweiten Software vornehmlich dazu, eine Gießgeschwindigkeit bzw. korrigierte Soll Daten hierfür zu ermitteln, so dass dann nach einer Überspiegelung dieser Daten an die erste Software und einer entsprechenden Regelung durch die erste Software die Position der Sumpfspitze des Gießstrangs an die Ziel- bzw. Sollposition gelegt wird. Im Zuge dessen ist hervorzuheben, dass die von der zweiten Software berechneten korrigierten Soll Daten von der ersten Software unmittelbar übernommen werden und somit bei der von der ersten Software durchgeführten Regelung sofort berücksichtigt werden. Des Weiteren findet eine solche Betriebsweise der zweiten Software lediglich zu dem Zeitpunkt statt, ab dem der Gießprozess mit den in Echtzeit errechneten Daten vollständig dargestellt wird, so dass dann die erste Software ausschließlich mit diesen Daten den Gießprozess regelt.

**[0014]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Technologie zum Stranggießen von Metallen zu schaffen, mit der die Position der Sumpfspitze eines Gießstrangs insbesondere mit großer Gießdicke zuverlässiger an einer bestimmten Sollposition oder in einem bestimmten Soll-Bereich der stützenden Strangführung gehalten werden kann und eine Dicke des hergestellten Gießstrangs mit einfachen und preiswerten Mitteln eingestellt wird und die Softreduktion in einem bestimmten Bereich erfolgen kann

**[0015]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 1 und durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen von Anspruch 12 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

**[0016]** Ein Verfahren nach der vorliegenden Erfindung dient zum Gießen eines Gießstrangs in einer mit einem Prozessrechner ausgestatteten Stranggießanlage mit mindestens einer Gießmaschine. Hierbei umfasst der Prozessrechner zumindest eine erste Software, die in Echtzeit rechnet und den Gießprozess regelt. Zusätzlich hierzu umfasst der Prozessrechner eine zweite zusätzliche Software, die schneller als in Echtzeit rechnet und damit eine Berechnungsgeschwindigkeit größer als die erste Software aufweist. Mit der zweiten Software wird einerseits in Zuordnung zu einer bestimmten Gießlänge und andererseits in Abhängigkeit von aktuell gewonnenen Prozessparametern aus dem laufenden Gießprozess insbesondere im Bereich der Kokille und/oder aus zumindest einem in einer Datenbank gespeicherten Prozessparameter berechnet, welche Position für eine Sumpfspitze des Gießstrangs gemäß der bestimmten Gießlänge entlang einer stützenden Strangführung der Stranggießanlage aktuell vorläge. Hierbei vergleicht die zweite Software diese berechnete Sumpfspitzenposition mit einer Soll-Position oder einem Soll-Bereich für die Sumpfspitze und berechnet auf Grundlage dessen fortwährend einen Gießgeschwindigkeits-Korrekturwert. Anstatt der Sumpfspitze kann auch auf einen Erstarrungsanteil (Solid Fraction) oder auf einen Strangschalenabstand geregelt werden. Im Anschluss hieran wird der von der zweiten Software berechnete Gießgeschwindigkeits-Korrekturwert an die erste Software übergeben, wobei die erste Software die Sumpfposition mit Hilfe der Gießgeschwindigkeit in Echtzeit regelt und hierbei den von der zweiten Software berechneten Gießgeschwindigkeits-Korrekturwert in Zuordnung zu der bestimmten Gießlänge erst mit einer Verzögerung berücksichtigt, die sich aus einem Abstand der Soll-Position oder des Soll-Bereichs für die Sumpfspitze und der zuletzt in Echtzeit eingestellten Gießgeschwindigkeit ergibt. In Folge dessen findet sich eine Sumpfspitzenposition des Gießstrangs im laufenden Gießprozess stets innerhalb eines vorbestimmten bzw. ausgewählten Bereichs entlang der stützenden Strangführung bzw. wird die Sumpfspitze des Gießstrangs in diesem vorbestimmten Bereich gehalten.

**[0017]** Der Erfindung und dem zugehörigen Verfahren liegt die wesentliche Erkenntnis zugrunde, dass die zweite Software im Verlauf des Gießprozesses permanent läuft bzw. Berechnungen anstellt. Anders ausgedrückt, läuft die zweite Software permanent parallel zu der eigentlichen Geschwindigkeitsregelung, die mittels der ersten Software durchgeführt wird. In dieser Weise können von der zweiten Software Auswirkungen von Störgrößen wie Gießtemperatur, Wärmeabfuhr in der Kokille und/oder Änderungen der Wasservorlauftemperaturen (z. B. in der Sekundärkühlung oder der Primär- bzw. Kokillenabkühlung) separat berücksichtigt und diesbezüglich entsprechende Gießgeschwindigkeits-Korrekturwerte berechnet werden, die dann an die erste Software überspielt werden. In diesem Zusammenhang ist von Bedeutung, dass die Berechnungsgeschwindigkeit für die zweite Software größer gewählt ist als für die erste Software. Nachdem diese Gießgeschwindigkeits-Korrekturwerte von der ersten Software empfangen worden sind, kann die erste Software die Sumpflänge (d. h. die Position der Sumpfspitze des Gießstrangs) mit Hilfe der Gießgeschwindigkeit, die dabei als Stellgröße dient, und unter Berücksichtigung der von der ersten Software berechneten Gießgeschwindigkeits-Korrekturwerte regeln bzw. anpassen.

**[0018]** Ein weiterer "Pfiff" für das erfindungsgemäße Verfahren liegt darin, dass die von der zweiten Software berechneten Gießgeschwindigkeits-Korrekturwerte, nachdem sie an die erste Software überspielt bzw. gesendet worden sind, dann von der ersten Software nicht unmittelbar, sondern erst verzögert, d. h. mit einem Zeitverzug berücksichtigt werden,

welcher abhängig von der aktuell eingestellten Gießgeschwindigkeit und der Soll-Position bzw. des Soll-Bereichs für die Sumpfspitze des Gießstrangs ist. Genau diese zeitversetzte Berücksichtigung der von der zweiten Software berechneten Gießgeschwindigkeits-Korrekturwerte durch die erste Software macht es möglich, die Position der Sumpfspitze in den hierzu vorbestimmten bzw. ausgewählten Bereich der stützenden Strangführung, d.h. in den Soll-Bereich zu bringen bzw. hierin zu halten.

**[0019]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird als Regelgröße vorzugsweise die Sumpfspitze verwendet. Hierbei ist die Sumpfspitze für den Gießstrang als eine Position entlang der stützenden Strangführung zu verstehen, an der die Strangmitte des Gießstrangs durcherstarrt ist, d. h. der Festanteil (= "Solid Fraction") hat den Wert von 1 (anders ausgedrückt: Solid Fraction = 1).

**[0020]** Ergänzend und/oder alternativ kann für das erfindungsgemäße Verfahren als Regelgröße ein definierter Erstarrungsanteil in Strangmitte verwendet werden, der einen Solid Fraction-Anteil < 1 aufweist.

**[0021]** Ergänzend und/oder alternativ kann für das erfindungsgemäße Verfahren als Regelgröße auch der Strangschalenabstand als Regelgröße verwendet werden.

**[0022]** Dadurch, dass die Berechnungsgeschwindigkeit für die zweite Software größer als wie für die erste Software eingestellt ist, ist es mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens möglich, in Bezug auf den Gießprozess und dessen weiteren Verlauf "in die Zukunft" zu blicken. Hierzu folgendes Beispiel: Wenn für die erste Software, die den Gießprozess in Echtzeit regelt, eine Berechnungsdauer beispielsweise von 20 Minuten vorliegt, kann die gleiche Sequenz des Gießprozesses mittels der zweiten Software in wesentlich kürzerer Zeit, z. B. in nur 30 Sekunden simuliert bzw. berechnet werden. Entsprechend ist es mittels der Berechnung der zweiten Software im Vergleich zur Berechnung mittels der ersten Software zu einem wesentlich früheren Zeitpunkt möglich, Erkenntnisse über den weiteren Verlauf des Gießprozesses zu gewinnen.

**[0023]** An dieser Stelle wird gesondert hervorgehoben, dass es sich bei dem Merkmal "gewonnen" um eine Einstellung oder um eine Messung handeln kann. Dies bedeutet, dass "gewonnene" Prozessparameter im Sinne der vorliegenden Erfindung solche sind, die entweder gezielt eingestellt (ggf. auf Grundlage einer vorherigen Berechnung) oder als Ergebnis einer Messung erhalten worden sind.

**[0024]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird für die Positionsregelung der Sumpfspitze oder eines definierten Erstarrungsanteils in Strangmitte oder eines vorbestimmten Abstandes zwischen den Strangschalen auf Los- und Festseite als Stellgröße die Gießgeschwindigkeit (= Stellgröße) verwendet, wobei die Sollwerte für die Sekundärwassermengen hieran geschwindigkeitsproportional angepasst werden. Die Sollposition für die Sumpfspitze des Gießstrangs wird in dem vorbestimmten bzw. ausgewählten Bereich der stützenden Strangführung, vorzugsweise innerhalb eng definierter Grenzen, innerhalb der stützenden Strangführung, festgelegt. Die Vorteile einer solchen Positionsregelung in Bezug auf die Sumpfspitze stellen sich u.a. wie folgt dar:

- Schnelle Auswirkung auf die Positionsänderung der Sumpfspitze bei Änderung der Gießgeschwindigkeit;
- Keine großen Änderungen der Oberflächentemperaturen, somit auch nur geringe Änderung der Oberflächentemperatur im Richtbereich;
- Bei steigender Gießgeschwindigkeit steigt die Wassermenge durch eine geschwindigkeitsproportionalen Sekundärkühlung und verringert die Gefahr von Bulging;
- Bei reduzierter Gießgeschwindigkeit sinkt die Wassermenge durch eine geschwindigkeitsproportionalen Sekundärkühlung und verringert die Gefahr von Rissen im Richtbereich.

**[0025]** Dem ansonsten beim Stand der Technik bestehenden Nachteil, dass lange Tot- und Regelzeiten (Sollposition/Gießgeschwindigkeit) bzw. die Gefahr einer Instabilität der Regelung auftreten können, wird mit der vorliegenden Erfindung, wie vorstehend bereits erläutert, durch den permanenten Einsatz bzw. Betrieb der zweiten Software begegnet, wodurch z. B. eine lange Totzeit stark reduziert werden kann.

**[0026]** Für ein Verfahren nach der vorliegenden Erfindung ist auch von Bedeutung, dass für den Gießstrang entlang seiner Förderrichtung innerhalb der stützenden Strangführung ein Temperaturfeld bestimmt, vorzugsweise berechnet wird, so dass für jeden berechneten Knotenpunkt des Gießstrangs die zugehörige Temperatur bekannt ist, nämlich an einem bestimmten Punkt des Gießstrangs bzw. der Anlagenlänge insbesondere innerhalb der stützenden Strangführung und deren Kühlsegmente. Hieraus kann dann eine exakte Position der Sumpfspitze für den Gießstrang ermittelt werden.

**[0027]** In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass für die Berechnung des Gießgeschwindigkeits-Korrekturwerts mittels der zweiten zusätzlichen Software zumindest ein Prozessparameter des Gießprozesses gewählt aus der Gruppe von chemischer Zusammensetzung des Werkstoffs des Gießstrangs, aktueller Gießtemperatur, aktueller Gießgeschwindigkeit, Wasservorlauftemperatur für die Sekundärkühlung, oder Wasservorlauftemperatur für die Kokillen-Primärkühlung und/oder eingestellter Gießlänge berücksichtigt wird. Hiermit wird vorteilhaft erreicht, dass aktuelle Werte bzw. Parameter des laufenden Gießprozesses und des hierbei verarbeiteten Metalltyps in die Berechnungen durch die zweite Software Einzug halten bzw. von der zweiten Software entsprechend berücksichtigt werden.

**[0028]** In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Gießgeschwindigkeits-Korrektur-

wert mittels der zweiten Software auf Grundlage von in der Datenbank gespeicherten Prozessparametern berechnet wird und von der ersten Software zu Beginn des Gießprozesses als Stellgröße zu dessen Regelung verwendet wird. Dies ist insbesondere vorteilhaft beim Anfahren des Gießprozesses zu Beginn eines Produktionsvorgangs, oder im Anschluss an eine Betriebsunterbrechung.

5 **[0029]** In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Gießgeschwindigkeits-Korrekturwert mittels der zweiten Software in Abhängigkeit von aktuell gewonnenen Prozessparametern aus dem laufenden Gießprozess berechnet wird. Hierbei wird dann dieser Gießgeschwindigkeits-Korrekturwert, falls es im Verlauf des Gießprozesses zu Abweichungen zwischen Soll- und Ist-Werten in Bezug auf die Temperatur des Gießstrangs kommt, von der ersten Software zur Regelung der Gießgeschwindigkeit des Gießprozesses verwendet. Von Vorteil hierbei ist, dass die zweite Software, wie bereits erläutert, während des laufenden Gießprozesses permanent "läuft" bzw. eingeschaltet ist. Hierdurch ist gewährleistet, dass auf mögliche Abweichungen, die im laufenden Gießprozess auftreten können, durch die mittels der zweiten Software berechneten Gießgeschwindigkeits-Korrekturwerte, die dann von der zweiten Software an die erste Software zur Regelung des realen Gießprozesses überspielt werden, entsprechend reagiert werden kann.

15 **[0030]** In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass bei der Berechnung des Gießgeschwindigkeits-Korrekturwerts mittels der zweiten Software eine Referenzposition entlang der stützenden Strangführung zwischen dem Badspiegel und der Soll-Position bzw. dem Soll-Bereich für die Sumpfspitze ausgewählt wird. Im Zuge dessen kann vorgesehen sein, dass alle durch die zweite Software berechneten Zielgeschwindigkeiten nacheinander zum Einsatz kommen. Für diesen Fall kommt es hinsichtlich der Sumpflängen-Ausbildung zu einer Art Durchschnittswertbildung, da sich die Sumpflänge integrativ aus der Historie der Gießgeschwindigkeiten ergibt. Zweckmäßigerweise kann hierbei die Referenzposition an einer Stelle der stützenden Strangführung liegen, die zwischen 40% und 70% des Abstands des Badspiegels zu der Soll-Position der Sumpfspitze beträgt. Vorzugsweise kann sich diese Referenzposition bei zumindest 60% des Abstands des Badspiegels zu der Soll-Position der Sumpfspitze befinden.

25 **[0031]** In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann auch vorgesehen sein, dass die Berechnung des Gießgeschwindigkeits-Korrekturwerts mittels der zweiten Software auf Grundlage dessen erfolgt, dass aus allen Positionen entlang der Gießlänge bis zur Position der Sumpfspitze die aktuelle Zielgeschwindigkeit gemittelt wird. Dies bedeutet, dass allen Gießlängen-Positionen, die sich augenblicklich in der stützenden Strangführung befinden, durch die zweite Software im Laufe der Zeit bzw. der Berechnungen sukzessive jeweils eine Zielgeschwindigkeit zugeordnet worden sind. Eine solche Zuordnung kann dahingehend verstanden werden, dass die Rechenwerte der zweiten Software, d.h. die mittels der zweiten Software berechneten Gießgeschwindigkeits-Korrekturwerte, aus dem zurückliegenden Zeitraum für die gegenwärtige Festlegung der Soll-Gießgeschwindigkeit bei der ersten Software genutzt werden, um damit die Position der Sumpfspitze des Gießstrangs im zukünftigen Zeitraum zu steuern. Da die momentane Gießgeschwindigkeit die Strangquerschnitte entlang der stützenden Strangführung an allen Positionen vom Gießspiegel bis zur Sumpfspitze beeinflusst, ist es zweckmäßig, alle diese Zielgeschwindigkeiten z. B. in Form einer Durchschnittswertbildung für die Festlegung der aktuellen Sollgeschwindigkeit zu berücksichtigen. Werte, die am häufigsten vertreten sind - egal welcher Position sie zugeordnet sind - werden durch den Durchschnittswert stärker repräsentiert als Werte, die selten (z. B. Ausreißer) vorkommen.

35 **[0032]** Die vorliegende Erfindung sieht auch eine Stranggießanlage zum Gießen eines Gießstrangs vor. Eine solche Stranggießanlage umfasst eine Kokille mit einer unteren Öffnung, die an einer Unterseite der Kokille ausgebildet ist, eine stützende Strangführung, die sich an der unteren Öffnung der Kokille anschließt, wobei der Gießstrang entlang der stützenden Strangführung bewegbar ist. Des Weiteren sind bei der erfindungsgemäßen Stranggießanlage entlang der stützenden Strangführung anstellbare Stützrollen oder Rollenpaare angeordnet, mit denen eine Dickenreduzierung für den Gießstrang erfolgt. Die stützende Strangführung weist einen ausgewählten Bereich auf, in dem eine Sumpfspitze des Gießstrangs liegen soll, wobei Stützrollen oder Rollenpaare, die eine Softreduktion-Anstellbarkeit aufweisen, ausschließlich in dem ausgewählten Bereich der Strangführung angeordnet sind.

45 **[0033]** Der "Pfiff" der vorstehend genannten Stranggießanlage besteht darin, dass die für die Softreduktion anstellbaren Stützrollen oder Rollenpaare, die für die stützende Strangführung vorgesehen sind, ausschließlich in deren ausgewählten Bereich angeordnet sind, in dem auch die Sumpfspitze des Gießstrangs liegen soll. Anders ausgedrückt, ist bei einem Betrieb dieser Stranggießanlage vorgesehen, dass die Sollposition für die Sumpfspitze des Gießstrangs in dem besagten ausgewählten Bereich der stützenden Strangführung zu liegen kommt bzw. sich darin befindet. In dieser Weise ist es möglich, durch die anstellbaren Stützrollen bzw. Rollenpaare des ausgewählten Bereichs der stützenden Strangführung für den Gießstrang gezielt eine Softreduktion durchzuführen. Alle übrigen Stützrollen bzw. Rollenpaare, die sich - in Förderrichtung des Gießstrangs gesehen - in der Regel stromaufwärts des ausgewählten Bereichs befinden, können somit herkömmlich ausgebildet sein, nämlich ohne eine Softreduktion-Anstellfunktion. Mit diesen herkömmlichen Stützrollen wird lediglich der thermische Schrumpf des Gießstrangs 100 nachgefahren.

55 **[0034]** In vorteilhafter Weiterbildung der erfindungsgemäßen Stranggießanlage kann vorgesehen sein, dass die Stützrollen oder Rollenpaare zu Rollen-Segmenten zusammengefasst sind. Dies erleichtert sowohl eine Montage bzw. Demontage der einzelnen Stützrollen bei deren Einbau oder Ausbau in bzw. aus der Stranggießanlage, als auch eine

mögliche gemeinsame Ansteuerung zwecks Durchführung einer gewünschten Softreduktion für den Gießstrang.

**[0035]** Das vorstehend genannte erfindungsgemäße Verfahren eignet sich auch zum Betrieb einer Stranggießanlage nach der vorliegenden Erfindung, in dem Sinne, dass dadurch die Position der Sumpfspitze des Gießstrangs gezielt in den ausgewählten Bereich der stützenden Strangführung gebracht bzw. - bei Veränderungen des Gießprozesses - auch darin gehalten wird.

**[0036]** Die vorliegende Erfindung kommt zweckmäßigerweise bei der Herstellung von Gießsträngen zum Einsatz, die - im Falle der Herstellung von Brammen oder ähnlichen Produkten - eine Gießdicke von zumindest 250 mm, weiter vorzugsweise auch noch größere Gießdicken (z. B. 300 mm, vorzugsweise 350 mm, oder auch 400 mm, oder mehr) aufweisen. Solche Produkte sind auch unter der Bezeichnung "Dickbrammen" geläufig. Weil sich die erfindungsgemäße Steuerung bzw. Regelung des Gießprozesses durch die Veränderung bzw. Einstellung der Gießgeschwindigkeit unmittelbar auf alle Abschnitte des Gießstrangs entlang der stützenden Strangführung auswirkt, führt dies dazu, dass sich die Erfindung eben auch für solche "Dickbrammen" oder vergleichbare Produkte eignet.

**[0037]** Falls mit dem erfindungsgemäßen Verfahren Langprodukte (z. B. Knüppel oder Vorblöcke) hergestellt werden, weist der Gießstrang eine Gießdicke bzw. einen Durchmesser von zumindest 150 mm auf.

**[0038]** Nachstehend sind Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer schematisch vereinfachten Zeichnung im Detail beschrieben.

**[0039]** Es zeigen:

Fig. 1 eine schematisch vereinfachte Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Stranggießanlage, mit der auch ein Verfahren nach der vorliegenden Erfindung durchführbar ist,

Fig. 2 ein Flussdiagramm zur Veranschaulichung einer Schrittabfolge eines Verfahrens nach der vorliegenden Erfindung,

Fig. 3 ein Diagramm für eine Gießgeschwindigkeit und für die Position einer Sumpflänge als Funktion der Zeit, die mit einem erfindungsgemäßen Verfahren erzielt werden,

Fig. 4, 5 jeweils ein Diagramm zur Darstellung der Wechselbeziehung zwischen einer Änderung der dies Temperatur und einer daraus resultierenden Position der Sumpfspitze eines Gießstrangs, auch unter Berücksichtigung eines erfindungsgemäßen Verfahrens, und

Fig. 6 eine schematisch vereinfachte Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Stranggießanlage analog zu Fig. 1, für die beispielhafte Gießlängen für den erzeugten Gießstrang symbolisch gezeigt sind.

**[0040]** Nachstehend sind unter Bezugnahme auf die Fig. 1 bis 6 bevorzugte Ausführungsformen für eine Stranggießanlage 110 und ein Verfahren erläutert, mit der bzw. dem ein Gießstrang 100 aus Metall mittels Stranggießen hergestellt wird. Gleiche Merkmale in der Zeichnung sind jeweils mit gleichen Bezugszeichen versehen. An dieser Stelle wird gesondert darauf hingewiesen, dass die Zeichnung lediglich vereinfacht und insbesondere ohne Maßstab dargestellt ist.

**[0041]** Fig. 1 zeigt prinzipiell vereinfacht eine Seitenansicht der erfindungsgemäßen Stranggießanlage 110.

**[0042]** An dieser Stelle wird gesondert darauf hingewiesen, dass für die nachfolgende Beschreibung die Begriffe Gießstrang und Metallstrang wahlweise als Synonym verwendet werden.

**[0043]** Die Stranggießanlage 110 nach Fig. 1 umfasst eine Kokille 112, die eine untere Öffnung 113 und hierdurch einen vertikalen Ausgang nach unten aufweist. In die Kokille 112 wird bis zu einem Gießspiegel bzw. Badspiegel 114 flüssiges Metall eingefüllt, z.B. Stahl oder eine Stahllegierung.

**[0044]** Die Stranggießanlage 110 umfasst im Bereich einer Sekundärkühlung 130 eine stützende Strangführung 116, die sich an die untere Öffnung 113 der Kokille anschließt. Somit ist die stützende Strangführung 116 der Kokille 112 unmittelbar nachgelagert bzw. stromabwärts hiervon angeordnet. Im Betrieb der Stranggießanlage 110 und bei Durchführung eines entsprechenden erfindungsgemäßen Verfahrens tritt ein Gieß- bzw. Metallstrang 100 nach unten aus der unteren Öffnung 113 der Kokille 112 aus und wird anschließend entlang der stützenden Strangführung 116 in einer Förderrichtung F bewegt bzw. transportiert.

**[0045]** Die Sekundärkühlung 130 umfasst entlang der stützenden Strangführung 116 (nicht näher bezeichnete) einzelne Kühlsegmente, durch die das Aufbringen eines Kühlmediums, insbesondere in Form von Wasser z.B. durch Spritzdüsen, auf beide Seiten des Metallstranges 100 gewährleistet ist, um den Metallstrang 100 gezielt zu kühlen. Diese Kühlsegmente werden jeweils über (nicht gezeigte) Leitungen mit Kühlflüssigkeit gespeist und sind jeweils mit Spritzdüsen ausgestattet. Entsprechend ist es möglich, durch die Spritzdüsen der einzelnen Kühlsegmente Kühlflüssigkeit auf die Oberflächen des Metallstranges 100 auszubringen, nämlich an dessen Oberseite und/oder Unterseite.

**[0046]** Bei der Stranggießanlage 110 handelt es sich um eine Dickbrammenanlage, mit der ein Gießstrang 100 mit einer Dicke von vorzugsweise 250 mm, oder ggf. noch größeren Gießdicken, hergestellt werden kann. Die Stranggießanlage 110 umfasst beispielhaft insgesamt einhundertzwanzig Stützrollenpaare, die in zwanzig physikalische Segmente bzw. Kühlsegmente 1-20 unterteilt sind. Hierbei befindet sich der risskritische Richtbereich innerhalb der

stützenden Strangführung 116 in den Kühl- bzw. Richtsegmenten mit den Nr. 8 und 9, die mit eigenen Regelkreisen für die Kühlmittelzufuhr ausgestattet sein können, so dass damit die vorgegebenen Solltemperaturen erreicht werden können.

**[0047]** Die Stranggießanlage 110 umfasst eine Steuer- oder Regelungseinheit 122, die über eine Signalstrecke 124 signaltechnisch u.a. mit den Kühlsegmenten der stützenden Strangführung 116 in Verbindung steht. Diese Signalstrecke 124 kann kabelgebunden oder drahtlos, z.B. durch eine Funkstrecke oder dergleichen, ausgeführt sein.

**[0048]** Die Steuer- oder Regelungseinheit 122 umfasst einen Prozessrechner 123, auf dem eine erste Software I und eine zweite zusätzliche Software II eingerichtet sind. Die Bedeutung und Funktionsweise dieser beiden Software-Pakete I, II ist nachfolgend noch gesondert erläutert.

**[0049]** Die Steuer- oder Regelungseinheit 122 ist mit einem Datenspeicher 126 verbunden, in dem erforderliche Prozessdaten für die Stranggießanlage 110 gespeichert sind. Insoweit bildet dieser Datenspeicher 126 eine Datenbank. Über eine (nicht gezeigte) Schnittstelle ist es möglich, einzelne Prozessdaten PD in den Datenspeicher 126 einzugeben bzw. darin einzulesen. Diese Eingabemöglichkeit ist in der Fig. 1 durch einen Pfeil mit "PD" symbolisiert.

**[0050]** Die Stranggießanlage 110 ist mit zumindest einem (nicht näher bezeichneten) Temperatursensor, oder einer Mehrzahl von solchen Sensoren, ausgestattet, der bzw. die angrenzend an die stützende Strangführung 116 angeordnet ist bzw. sind. Mittels eines solchen Sensors oder einer Mehrzahl solcher Sensoren kann die Temperatur des Metallstranges 100 bestimmt werden, um damit beispielsweise die zuvor berechnete Temperatur des Metallstranges 100 mit der Messung abzugleichen. Die Temperaturdaten des Sensors bzw. der Sensoren werden zunächst einer Datenerfassung 128 zugeführt, und von dort an die Steuer- oder Regelungseinheit 122 über die Signalstrecke 124 gesendet.

**[0051]** In dem Datenspeicher 126 sind Größen bzw. Parameter gespeichert, auf Grundlage derer für die einzelnen Kühlsegmente entlang der stützenden Strangführung 116 Solltemperaturen eingestellt bzw. festgelegt werden können. Zu diesen Größen können eine erste Solltemperatur, eine zweite Solltemperatur und ein vorbestimmter Abstand zum Gießspiegel 114 gehören. Diese Größen sind abhängig von einem bestimmten Werkstoff bzw. einer bestimmten Werkstoffgruppe, aus dem bzw. der der Metallstrang 100 hergestellt wird, und jedenfalls unabhängig von einer konkreten Stranggießanlage.

**[0052]** Anhand der vorstehend genannten Parameter, die in dem Datenspeicher 126 abgelegt sind, können mittels der Steuer- und Regelungseinheit 122 für die einzelnen Kühlsegmente entlang der Strangführung 116 im Bereich der Sekundärkühlung 130 einer konkreten Stranggießanlage, z.B. die Stranggießanlage 110 von Fig. 1, Solltemperaturen eingestellt bzw. festgelegt werden.

**[0053]** Die Stranggießanlage 110 umfasst für die stützende Strangführung 116 bzw. entlang davon einen ausgewählten bzw. vorbestimmten Bereich 120, der beispielsweise mit den Segmenten Nr. 17 und Nr. 18 übereinstimmt. Jedenfalls sind in diesem ausgewählten Bereich 120 anstellbare Stützrollen 118 angeordnet, die jeweils paarweise in Form einer oberen Stützrolle R1 und einer hierzu gegenüberliegenden unteren Stützrolle R2 vorliegen.

**[0054]** In der Darstellung von Fig. 1 sind beispielsweise nur zwei solcher Rollenpaare jeweils mit "R1" und "R2" bezeichnet.

**[0055]** In der gezeigten Ausführungsform besteht jedes der Segmente Nr. 17 und Nr. 18 aus je drei solcher Rollenpaare R1, R2, wobei die zugehörigen Stützrollen 118 einzeln angestellt werden können, d.h. in Richtung des zwischen den Stützrollen 118 hindurchgeführten Gießstrangs 100. Mittels einer Anstellung dieser Stützrollen wird für den Gießstrang 100 eine Softreduktion durchgeführt.

**[0056]** Mittels der einzelnen Stützrollen R1, R2 und deren Anstellung in Richtung des zwischen den Stützrollen 118 in durchgeführten Gießstrangs 100 ist für den Gießstrang 100 eine sogenannte Softreduktion möglich. Zweckmäßigerweise werden hierbei sowohl die obere Stützrolle R1 als auch die untere Stützrolle R2 angestellt, so dass damit für den Gießstrang 100 eine Dickenreduktion sowohl an dessen Oberseite als auch an dessen Unterseite erzielt wird. Dies ist insbesondere für einen Metallstrang 100 in Form einer Bramme mit vergleichsweise großer Gießdicke, d.h.  $\geq 250\text{mm}$  besonders vorteilhaft. Durch die Abnahme an Ober- und Unterseite kann die Innenqualität des Gießstrangs 100 verbessert werden.

**[0057]** Durch eine kräftigere Bauweise der anstellbaren Stützrollen 118 sind größere Einzelabnahmen für einen Metallstrang 100 möglich und/oder die Standzeit der Softreduktion-Einheit (d. h. der Segmente Nr. 17 und Nr. 18) können verlängert werden. Weiterhin können die Abnahme-Schritte individuell abgestuft werden.

**[0058]** An dieser Stelle wird gesondert hervorgehoben, dass entlang der stützenden Strangführung 116 die Stützrollen, die eine Softreduktion-Anstellfunktion aufweisen, allein in den Segmenten Nr. 17 und Nr. 18 angeordnet sind, d.h. in Übereinstimmung mit dem ausgewählten Bereich 120. Dies bedeutet, dass mit den Stützrollen 118, die in dem ausgewählten Bereich 120 angeordnet sind, für den Gießstrang 100 eine Softreduktion durchgeführt werden kann.

**[0059]** Die übrigen Stützrollen-Segmente Nr. 1-16, und Nr. 19-20, sind herkömmlich ausgestaltet und haben keine solche Softreduktion-Anstellfunktion. Stattdessen können sie nur insoweit angestellt werden, dass der durch den thermischen Schrumpf entstandenen Dickenreduktion gefolgt wird. Hierdurch kann die Stranggießanlage 110 kostengünstiger gebaut werden.

**[0060]** Der ausgewählte bzw. vorbestimmte Bereich 120 der stützenden Strangführung 116 ist in dem Zusammenhang

zu sehen, dass darin im Betrieb der Stranggießanlage 110 die Sumpfspitze des Gießstrangs 100 liegen bzw. positioniert sein soll. Anders ausgedrückt, befindet sich eine Soll-Position bzw. ein Soll-Bereich für die Sumpfspitze des Gießstrangs 100 innerhalb dieses ausgewählten Bereichs 120. Damit ist es dann möglich, für den Gießstrang 100 innerhalb des ausgewählten Bereichs 120 der stützenden Strangführung 116 gezielt eine Softreduktion durchzuführen, endlich durch die erläuterte Anstellung der Stützrollen 118.

**[0061]** Fig. 2 zeigt ein Flussdiagramm zur Darstellung der "Architektur" der Steuer- oder Regelungseinheit 122. Konkret umfasst der Prozessrechner 123 (vgl. Fig. 1) dieser Steuer- oder Regelungseinheit 122 eine erste Software I (auch als Simulation-Modell "Regelung" bezeichnet) und eine zweite Software II (auch als Simulation-Modell "Vorsteuerung") bezeichnet.

**[0062]** In dem Diagramm von Fig. 2 ist die Steuer- oder Regelungseinheit 122 mittig platziert gezeigt, und hier auch mit der Bezeichnung "Kommunikation Simulation-Modelle und Gießprozess" versehen. Hierdurch kommt zum Ausdruck, dass die Steuer- oder Regelungseinheit 122 dahingehend eingerichtet ist bzw. über entsprechende Mittel verfügt, um einen Datenaustausch von der zweiten Software II mit der ersten Software I zu ermöglichen.

**[0063]** Die Steuer- oder Regelungseinheit 122 erhält die Prozessdaten bzw. Prozessparameter des jeweils aktuellen Gießprozesses von der Stranggießanlage 110, was durch einen entsprechenden Pfeil kenntlich gemacht ist, der von der Stranggießanlage 110 in Richtung der Steuer- oder Regelungseinheit 122 weist. Zu diesen Prozessparametern gehören u. a.:

- Werkstoff
- Gießtemperatur
- IST-Wert der Gießgeschwindigkeit
- Sekundärkühlwasser (d.h. Menge und Temperatur)
- Gießlänge.

**[0064]** Wie erläutert, können diese Prozessparameter PD über eine Schnittstelle in den Datenspeicher 126 eingegeben werden und von dort über die Signalstrecke 124 an den Prozessor der Steuer- oder Regelungseinheit 122 gelangen. Im Anschluss daran werden diese Prozessdaten dann von der Steuer- oder Regelungseinheit 122 sowohl an die erste Software I (Simulation-Modell "Vorsteuerung") als auch an die zweite Software II (Simulation-Modell "Regelung") weitergeleitet.

**[0065]** Wie durch den Pfeil für "Prozessparameter", der auf das Symbol für die zweite Software II gerichtet ist, kenntlich gemacht, empfängt die zweite Software II von der Steuer- und Regelungseinheit 122 ebenfalls Informationen bezüglich der jeweiligen Prozessparameter für den aktuellen Gießprozess.

**[0066]** Währenddessen der Gießbetrieb läuft und durch die erste Software I geregelt wird, läuft die zweite Software II permanent im Hintergrund. Diesbezüglich wird gesondert hervorgehoben, dass die zweite Software II viel schneller als in Echtzeit rechnet, jedenfalls schneller als die erste Software I. Anders ausgedrückt, ist die Berechnungsgeschwindigkeit für die zweite Software II größer eingestellt als wie für die erste Software I.

**[0067]** In Bezug auf die in der Fig. 2 genannte "Gießlänge x" wird gesondert darauf hingewiesen, dass gemäß der vorliegenden Erfindung die Zählung einer jeweiligen Gießlänge jeweils im Gieß- bzw. Badspiegel 114 startet.

**[0068]** Ein Verfahren nach der vorliegenden Erfindung funktioniert nun wie folgt:

Mit der zweiten Software II wird einerseits in Zuordnung zu einer bestimmten Gießlänge ("x") und andererseits in Abhängigkeit von aktuell gewonnenen Prozessparametern aus dem laufenden Gießprozess insbesondere im Bereich der Kokille 112 und/oder aus zumindest einem in der Datenbank 126 gespeicherten Prozessparameter berechnet bzw. simuliert, welche Position für eine Sumpfspitze des Gießstrangs 100 gemäß der bestimmten Gießlänge entlang der stützenden Strangführung 116 der Stranggießanlage 110 aktuell vorläge.

**[0069]** Anders ausgedrückt, berechnet die zweite Software II viel schneller als in Echtzeit die Position der Erstarrung oder eines definierten Erstarrungsanteils entweder in Strangmitte oder eines vorbestimmten Abstandes zwischen den Strangschalen des Gießstrangs 100 auf Los- und Festseite, mit der Stellgröße Gießgeschwindigkeit.

**[0070]** Sodann wird von der zweiten Software II diese berechnete Sumpfspitzenposition mit dem ausgewählten Bereich 120, bzw. mit der Soll-Position für die für die Sumpfspitze verglichen, und auf Grundlage dessen dann fortwährend ein Gießgeschwindigkeits-Korrekturwert (in Fig. 2 auch als "optimale Geschwindigkeit für die Gießlänge x" bezeichnet) berechnet. Dieser Gießgeschwindigkeits-Korrekturwert entspricht einer Ziel-Gießgeschwindigkeit und ist einer bestimmten Gießlänge des Gießstrangs 100 zugeordnet, bezogen auf die jeweils aktuellen Prozessparameter des Gießprozesses, wie Gießtemperatur, chemische Zusammensetzung des vergossenen Metalls, Wärmeabfuhr in der Kokille und Änderungen der Wasservorlauftemperaturen (Sekundärkühlung, Primär- bzw. Kokillenköhlung).

**[0071]** Die eigentliche Regelung des Gießprozesses erfolgt durch die erste Software I (Simulation-Modell "Regelung") in Echtzeit. Hierzu empfängt die erste Software I von der Steuer- oder Regelungseinheit 122 die notwendigen Informationen bezüglich der einzelnen Prozessparameter. Des Weiteren empfängt die erste Software I über die Steuer- oder Regelungseinheit 122 auch die von der zweiten Software II berechneten Gießgeschwindigkeits-Korrekturwerte, d.h.

Werte für die Ziel-Gießgeschwindigkeit, die jeweils zu einer relevanten Gießlänge gehören. Auf Grundlage dessen wird dann mittels der ersten Software I der Wert für eine zugehörige Soll-Geschwindigkeit (gemeint ist: Soll-Gießgeschwindigkeit) zurück an die Steuer- oder Regelungseinheit 122 gesendet und von dort an die relevanten Komponenten der Stranggießanlage 110 ausgegeben.

5 **[0072]** Dies bedeutet, dass die erste Software I die Sumpfpfposition mit Hilfe der Gießgeschwindigkeit für den mit der Stranggießanlage 110 durchgeführten Gießprozess in Echtzeit regelt und hierbei den von der zweiten Software II berechneten Gießgeschwindigkeits-Korrekturwert in Zuordnung zu der bestimmten Gießlänge erst mit einer Verzögerung berücksichtigt. Diese Verzögerung bestimmt sich aus einem Abstand des ausgewählten Bereichs 120 bzw. einer Soll-Position für die Sumpfpfposition und der zuletzt in Echtzeit eingestellten Gießgeschwindigkeit. In Folge dessen wird damit erreicht, dass dadurch eine Sumpfpfposition des Gießstrangs 100 im laufenden Gießprozess sich stets innerhalb des ausgewählten Bereichs 120 entlang der stützenden Strangführung 116 befindet bzw. die Sumpfpfposition des Gießstrangs 100 in diesem vorbestimmten Bereich 120 gehalten wird.

10 **[0073]** Die erfindungsgemäße Regelung kann beispielsweise mit einem PI-Regler oder einem Regler mit ähnlichen Eigenschaften erfolgen. Hierbei ist es möglich, Algorithmen zur Nullstellensuche einzusetzen ( $Position_{Soll} - Position_{IST} = 0$ ). Welcher Regler bzw. Algorithmen zur Nullstellensuche ausgewählt wird kann parametrisiert werden.

15 **[0074]** Die soeben erläuterte Funktionsweise der vorliegenden Erfindung bzw. eines zugehörigen Verfahrens sei nachfolgend zunächst anhand eines Zahlenbeispiels erläutert:

Ein Gießbetrieb ist für die Stranggießanlage 110 gemäß Fig. 1 derart eingestellt, dass die Position der Sumpfpfposition des Gießstrangs 100 innerhalb des ausgewählten Bereichs 120 zu liegen kommen soll. Bei entsprechend eingestellter Gießgeschwindigkeit und daran angepasster Kühlung (Primär- und Sekundärkühlung) des Gießstrangs 100 befindet sich dessen Sumpfpfposition dann innerhalb des ausgewählten Bereichs 120.

20 **[0075]** Für das vorliegende Zahlenbeispiel wird angenommen, dass die Soll-Position für die Sumpfpfposition des Gießstrangs 100 einen Abstand zum Gießspiegel 114 von 20 Metern hat, wobei die eingestellte Gießgeschwindigkeit 1 m/min beträgt

25 **[0076]** Für das vorliegende Zahlenbeispiel wird weiterhin angenommen, dass die Gießtemperatur im Bereich der Kokille 112 bzw. des Gießspiegels 114 um  $10^\circ$  ansteigt. Ein solcher Temperaturanstieg kann durch den Einsatz einer neuen Pfanne induziert sein. Nach einer weiteren Annahme findet dieser Temperaturanstieg im Bereich der Kokille 112 zu einem Zeitpunkt  $t_n$  statt. Zu diesem Zeitpunkt  $t_n$  ist bereits eine Gießlänge mit N Metern vergossen worden, so dass das neue Stück des Gießstrangs 100 mit der Gießlänge "N" bezeichnet wird.

30 **[0077]** Durch die höhere Gießtemperatur hat der Gießstrang 100 mehr Wärme, so dass die berechnete Sumpfpfposition um ca. 1 Meter anwächst. Falls bei dem vorstehend genannten Temperaturanstieg die übrigen Prozessparameter wie insbesondere die Kühlung des Gießstrangs 100 im Bereich der Sekundärkühlung 130 unverändert blieben und lediglich die erste Software I zur Regelung des Gießprozesses zur Verfügung stünde, hätte dies zur Folge, dass die Position der Sumpfpfposition in Anbetracht der genannten Längenzunahme von ca. 1 Meter sich - in der Förderrichtung F des Gießstrangs 100 gesehen - stromabwärts (d.h. in der Darstellung von Fig. 1 von links nach rechts) bewegen und dadurch aus dem ausgewählten Bereich 120 "herauslaufen" würde.

35 **[0078]** Zur Kompensation des besagten Temperaturanstiegs um  $10^\circ\text{C}$  im Bereich der Kokille 112 wird mittels der zweiten Software II ein entsprechender Gießgeschwindigkeits-Korrekturwert berechnet. Unter Berücksichtigung dessen, dass die zweite Software II wesentlich schneller als in Echtzeit berechnet, erreicht dort - also in dem Simulation-Modell "Vorsteuerung" - das neue Strangstück mit der Gießlänge "N" die Position der vormaligen Durcherstarrung, d.h. 20 Meter gerechnet ab dem Gießspiegel 114, beispielsweise bereits nach 30 Sekunden. Im Vergleich hierzu wäre bei den genannten Parametern (Gießgeschwindigkeit = 1 m/min; Sumpfpfposition = 20 Meter gerechnet ab Gießspiegel 114) die Simulationszeit mit der ersten Software I, die in Echtzeit rechnet, bereits um 20 Minuten angestiegen bzw. fortgeschritten.

40 **[0079]** Jedenfalls wird mit dem von der zweiten Software II berechneten Gießgeschwindigkeits-Korrekturwert - zunächst im Modell und theoretisch - die für den Gießstrang 100 resultierende Gießgeschwindigkeit im vorliegenden Zahlenbeispiel derart reduziert werden, so dass damit die Position der Sumpfpfposition für die Gießlänge "N" wieder innerhalb des ausgewählten Bereichs 120 liegt und damit ihre Soll-Position erreicht.

45 **[0080]** Damit liefert die zweite Software II - in Anbetracht des vorstehend genannten Temperaturanstiegs im Bereich der Kokille 112 - zu jedem Zeitpunkt eine Information an die erste Software I, um welchen Faktor (= Gießgeschwindigkeits-Korrekturwert) die reale Gießgeschwindigkeit des mit der Stranggießanlage 110 durchgeführten Gießprozesses im Vergleich zu der bis dato eingestellten Gießgeschwindigkeit zu verändern ist, damit die Sumpfpfposition des Gießstrangs 100 mit der erläuterten Längenzunahme nicht aus dem ausgewählten Bereich 120 herausläuft.

50 **[0081]** Für die Funktionsweise der ersten Software I ist im vorliegenden Zahlenbeispiel von Bedeutung, dass die erste Software I den von der zweiten Software II berechneten Gießgeschwindigkeits-Korrekturwert nach Empfang abspeichert. Ein wesentliches Merkmal für das erfindungsgemäße Verfahren besteht nun darin, dass die erste Software I die reale Gießgeschwindigkeit um den besagten Gießgeschwindigkeits-Korrekturwert nicht sofort, sondern erst mit einer zeitlichen Verzögerung vermindert.

55 **[0082]** Wenn nun das neue Stück des Gießstrangs 100 mit der Gießlänge "N" eine Position (z. B. 5 Meter) vor der

aktuellen Sumpfpfosition (= 20 Meter, gerechnet ab dem Gießspiegel 114) erreicht, wird die aktuelle Gießgeschwindigkeit von der ersten Software I bereits um den von der zweiten Software II berechneten Gießgeschwindigkeits-Korrekturwert reduziert. Eine Position von z. B. 5 Meter vor der aktuellen bzw. zuletzt vorliegenden Sumpfpfosition von z. B. 20 Metern entspricht - bei einer Gießgeschwindigkeit von 1 m/min, einer Zeitdauer von 15 Minuten, die das neue Stück des Gießstrangs 100 mit der Gießlänge "N" bis dahin zurückgelegt hat. Damit beläuft sich dann für dieses Beispiel die zeitliche Verzögerung, mit der die erste Software I unter Berücksichtigung des von der zweiten Software II berechneten Gießgeschwindigkeits-Korrekturwert die reale Gießgeschwindigkeit anpasst bzw. reduziert, auf 15 Minuten. Infolgedessen vermindert sich die Sumpflänge bis zum Eintreffen des wärmeren Strangstücks, d.h. des neuen Stücks des Gießstrangs 100 mit der Gießlänge "N", um die Hälfte des Wertes, wie sie in der Simulation der zweiten Software II angestiegen war, also nur um 0,5 m.

**[0083]** Wenn nun das Strangstück mit der höheren Gießtemperatur (= Gießlänge "N") durcherstarrt, wächst die echte Sumpflänge des Gießstrangs 100 auch um ca. 1 Meter an. Hierzu wird die Annahme getroffen, dass die Referenzposition für die Gießlänge bei 50% liegt. Dies bedeutet, dass von der zweiten Software II die Gießgeschwindigkeit verwendet wird, welche etwa bei der Hälfte der Strecke zwischen Badspiegel 114 und der Sollposition für die Sumpfspitze liegt (dies entspricht in der Darstellung von Fig. 6 der Gießlänge L). Da diese Sumpflänge vorher jedoch durch die Reduzierung der Gießgeschwindigkeit, die sich in gleicher Weise entlang der gesamten stützenden Strangführung 116 auswirkt, bereits um 0,5 Meter reduziert wurde bzw. - in Förderrichtung F des Gießstrangs 100 gesehen - in Richtung stromaufwärts innerhalb des ausgewählten Bereichs 120. In Folge dessen kann dann für den Gießstrang weiterhin eine hydraulische Softreduktion durchgeführt werden.

**[0084]** Kurzum: Für das genannte Zahlenbeispiel kann die erste Software I unter Verwendung des von der zweiten Software II berechneten Gießgeschwindigkeits-Korrekturwerts und unter Berücksichtigung der besagten Verzögerung die reale Gießgeschwindigkeit für den Gießprozess regelungstechnisch derart vermindern, dass die Sumpflänge des Gießstrangs 100 sich weiterhin innerhalb des ausgewählten Bereichs 120 befindet bzw. darin verbleibt.

**[0085]** Für das vorstehend genannte Zahlenbeispiel sei ergänzend darauf hingewiesen, dass die erste Software I und die zweite Software II jederzeit den gleichen Prozesswerte bzw. Prozessparameter des laufenden Gießprozesses erhalten.

**[0086]** Zur Klarstellung des soeben erläuterten Zahlenbeispiel sei darauf hingewiesen, dass die genannte Verminderung der realen Gießgeschwindigkeit im Zusammenhang damit steht, dass im Bereich der Kokille 112 ein Temperaturanstieg angenommen wird. Falls es abweichend von diesem Beispiel zu einem Absinken der Schmelztemperatur in einer Pfanne kommen sollte, hätte dies zur Folge, dass dann die erste Software I, unter Verwendung eines von der zweiten Software II entsprechend berechneten Gießgeschwindigkeits-Korrekturwerts, die reale Gießgeschwindigkeit des Gießprozesses erhöht, ebenfalls unter Einhaltung der erläuterten zeitlichen Verzögerung.

**[0087]** Die Funktionsweise der vorliegenden Erfindung bzw. eines zugehörigen Verfahrens ist des Weiteren anhand der Darstellungen in den Fig. 3 - 5 beispielhaft erläutert:

Die Darstellung von Fig. 3 zeigt ein Beispiel einer möglichen Verknüpfung von zweiter Software II und erster Software I zwecks einer Regelung der Gießgeschwindigkeit, um damit eine Sollsumplänge bzw. für die Sumpfspitze des Gießstrangs 100 eine Soll-Position zu erreichen.

**[0088]** Im Einzelnen enthält die Fig. 3 zwei Diagramme, in denen jeweils die Gießgeschwindigkeit (mit einer Volllinie) und die Position der Sumpflänge (mit einer gestrichelten Linie) als Funktion der Zeit aufgetragen sind. Hierbei bezieht sich das obere Diagramm auf die zweite Software II (bzw. das Simulation- Modell "Vorsteuerung"). Das untere Diagramm bezieht sich auf die erste Software I (bzw. das Simulation- Modell "Regelung").

**[0089]** Sowohl in dem oberen Diagramm als auch in dem unteren Diagramm von Fig. 3 ist die Sollsumplänge jeweils mit einer strichpunktierten Linie gezeigt. Hierbei deutet der schraffierte Bereich, innerhalb dessen die jeweilige strichpunktierte Linie verläuft, einen Zielbereich für die Soll-Position der Sumpfspitze des Gießstrangs 100 an. Unter Bezugnahme auf die Darstellung von Fig. 1 wird darauf hingewiesen, dass dieser schraffierte Zielbereich für die Sumpfspitze innerhalb des ausgewählten Bereichs 120 der stützenden Strangführung 116 liegt.

**[0090]** Am oberen Rand des oberen Diagramms von Fig. 3, das wie erläutert für die zweite Software II gilt, sind zwei Bereiche markiert, die mit "A" und "B" gekennzeichnet sind. Diesen Bereichen kommt von Bedeutung zu:

- Bereich A: Berechnung einer ersten Ziel-Gießgeschwindigkeit  $v_1$ , mit Sumpflänge = Sollsumplänge.
- Bereich B: Anpassung der Ziel-Gießgeschwindigkeit an geänderte Prozesswerte.

**[0091]** Das untere Diagramm von Fig. 3, das wie erläutert für die erste Software I gilt, ist durch dünne gestrichelte vertikale Linien in insgesamt drei Bereiche aufgeteilt, wobei der zweite und dritte Bereich mit dem Buchstaben "C" und "D" gekennzeichnet sind. Diese Buchstaben haben folgende Bedeutung:

- Bereich C: Benutzung der in der Vorsteuerung (= zweite Software II) berechneten Ziel-Gießgeschwindigkeit für die aktuelle Gießlänge.
- Bereich D: interne Regelung der Gießgeschwindigkeit mit Berücksichtigung der in der Vorsteuerung (= zweite Software II) berechneten Ziel-Gießgeschwindigkeit für die aktuelle Gießlänge.

**[0092]** Eine Zusammenschau der beiden Diagramme von Fig. 3 verdeutlicht, dass sich die Qualität der Regelung durch das Simulation- Modell "Vorsteuerung", d.h. durch den Einsatz der zweiten Software II und die Berücksichtigung der hiermit berechneten Ziel-Gießgeschwindigkeit (= Gießgeschwindigkeits-Korrekturwert) verbessert werden kann. Hierzu im Einzelnen folgende Betrachtung:

**[0093]** Ohne Signale durch die Vorsteuerung würde eine Sumpfspitzenregelung einen Anstieg der Gießtemperatur erst registrieren, wenn der erste Strangquerschnitt mit der höheren Temperatur am Erstarrungspunkt angekommen ist. Die dann resultierende Überschreitung der Soll-Position führt zu einer abfallenden Geschwindigkeitsrampe durch die PI-Regelung. Bis sich der Abfall der Gießgeschwindigkeit voll in der Sumpflängenverkürzung ausgewirkt hat, muss wieder ein Strangstück den Weg vom Gießspiegel 114 bis zur Sumpfspitze zurückgelegt haben. Wenn die Regelung zu stark eingestellt ist, kommt es dabei zu unerwünschten Überschwingern. Wenn sie schwächer eingestellt wird, dauert die Korrektur entsprechend länger.

**[0094]** Aus den Werten der Vorsteuerung kann die Regelung dagegen sehr zeitnah ermitteln, welche Soll-Geschwindigkeit für welche Stranglänge passend wäre. Da diese Soll-Geschwindigkeit in der Regel nicht für alle Strangposition gleich ist, wird durch einen Algorithmus berechnet, welche Gießgeschwindigkeit insgesamt die geringsten Abweichungen vom Sollwert liefert. Dies geschieht entweder durch die Auswahl einer Referenzposition, für die die Zielgeschwindigkeit ermittelt wird, oder es wird aus allen Positionen bis zur Sumpfspitze die aktuelle Zielgeschwindigkeit gemittelt (was auch in Fig. 6 gezeigt ist, mit drei beispielhaften Gießlängen K, L und M).

**[0095]** Nach einer weiteren (nicht gezeigten) Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass die die gemittelte Zielgeschwindigkeit (d.h. ein Mittelwert, der aus den von der zweiten Software II bestimmten Ziel-Gießgeschwindigkeiten für verschiedene Gießlängen gebildet wird) dann von der ersten Software I direkt als Sollgeschwindigkeit übernommen werden, unter Berücksichtigung der vorstehend erläuterten zeitlichen Verzögerung. Ergänzend und/oder alternativ kann auch eine Überlagerung durch eine PI-Regelung auf die aktuelle Abweichung der Sumpflänge von der Sollposition erfolgen, um die tatsächliche Prozesshistorie aller Strangquerschnitte gesondert zu berücksichtigen.

**[0096]** Das Diagramm von Fig. 4 enthält insgesamt drei Graphen, deren Kurvenverläufe sich wie folgt verstehen:

- Obere Volllinie := aktuelle Gießtemperatur
- untere Volllinie := Gießgeschwindigkeit
- gestrichelte Linie := berechnete Sumpflänge

**[0097]** Des Weiteren findet sich im Diagramm von Fig. 4 eine strichpunktierte horizontale Linie, die den Sollwert für die Position der Sumpfspitze des Gießstrangs 100 markiert.

**[0098]** Das Diagramm von Fig. 4 verdeutlicht, dass bei einer Änderung der Gießtemperatur von bis zu 20 °C die Gießgeschwindigkeit derart geregelt wird, dass die berechnete Sumpflänge mit dem Sollwert für die Position der Sumpfspitze des Gießstrangs 100 gut übereinstimmt.

**[0099]** Die Darstellung von Fig. 5 zeigt zwei Diagramme, nämlich im oberen Diagramm einen Verlauf der Gießtemperatur als Funktion der Zeit, und im unteren Diagramm die resultierende Position der Sumpfspitze als Funktion der Zeit. Diesbezüglich ist zu verstehen, dass die Zeitachsen in dem oberen und unteren Diagramm von Fig. 5 übereinstimmend gewählt sind. Dies bedeutet, dass sich der Verlauf der Sumpfspitze (gezeigt im unteren Diagramm) jeweils als Reaktion der Veränderung der Gießtemperatur (gezeigt im oberen Diagramm) ergibt.

**[0100]** Für das untere Diagramm von Fig. 5 wird ergänzend darauf hingewiesen, dass hierin zwei Kurvenverläufe gezeigt sind, nämlich mit Volllinie der Kurvenverlauf einer Regelung nach dem Stand der Technik, und mit gestrichelter Linie der Kurvenverlauf, der sich bei Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens einstellt.

**[0101]** Das untere Diagramm von Fig. 5 verdeutlicht, dass - wenn für die Gießtemperatur deutliche Schwankungen auftreten - dann die resultierende Position der Sumpfspitze, die sich mithilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens einstellt, im Vergleich zum herkömmlichen Kurvenverlauf geringere Ausschläge aufweist und deutlich näher an dem Sollwert (durch einen Pfeil links von der Ordinate kenntlich gemacht) für die Sumpfspitze des Gießstrangs 100 liegt.

Bezugszeichenliste

**[0102]**

1-20	Stützrollensegmente (der stützenden Strangführung 116)
100	Gießstrang /Metallstrang
110	Stranggießanlage
112	Kokille
5 113	untere Öffnung (der Kokille 112)
114	Badspiegel/Gießspiegel
116	stützende Strangführung
118	Stützrollen/Rollenpaare
120	vorbestimmter bzw. ausgewählter Bereich (der Strangführung 116)
10 122	Steuer- oder Regelungseinheit
123	Prozessrechner
124	Signalstrecke bzw. Signalverbindung
126	Datenbank bzw. Datenspeicher
128	Datenerfassung
15 130	Sekundärkühlung (der Stranggießanlage 114)
I	erste Software (Simulation-Modell "Regelung")
II	zweite Software (Simulation-Modell "Vorsteuerung")
F	Förderrichtung (für den Gießstrang 100)
K, L, M, N	Gießlänge(n)
20 PD	Prozessdaten
R1	obere Stützrolle
R2	untere Stützrolle

## 25 Patentansprüche

1. Verfahren zum Gießen eines Gießstrangs (100) in einer mit einem Prozessrechner (123) ausgestatteten Stranggießanlage (110) mit mindestens einer Gießmaschine, wobei der Prozessrechner (123) zumindest eine erste Software (I) umfasst, die in Echtzeit rechnet und den Gießprozess regelt, wobei der Prozessrechner (123) eine zweite zusätzliche Software (II) umfasst, die schneller als in Echtzeit rechnet, so dass damit die Berechnungsgeschwindigkeit für die zweite Software (II) größer ist als für die erste Software (I),

**dass** die zweite Software (II) einerseits in Zuordnung zu einer bestimmten Gießlänge (K; L; M) und andererseits in Abhängigkeit von aktuell gewonnenen Prozessparametern aus dem laufenden Gießprozess insbesondere im Bereich der Kokille (112) und/oder aus zumindest einem in einer Datenbank gespeicherten Prozessparameter berechnet, welche Position für eine Sumpfspitze des Gießstrangs (100) gemäß der bestimmten Gießlänge (K; L; M) entlang einer stützenden Strangführung (116) der Stranggießanlage (110) aktuell vorläge, wobei die zweite Software (II) diese berechnete Sumpfspitzenposition mit einer Soll-Position oder einem Soll-Bereich (120) für die Sumpfspitze vergleicht und auf Grundlage dessen fortwährend einen Gießgeschwindigkeits-Korrekturwert berechnet, und

**dass** der von der zweiten Software (II) berechnete Gießgeschwindigkeits-Korrekturwert an die erste Software (I) übergeben wird, wobei die erste Software (I) die Sumpfspitzenposition mit Hilfe der Gießgeschwindigkeit in Echtzeit regelt und hierbei den von der zweiten Software (II) berechneten Gießgeschwindigkeits-Korrekturwert in Zuordnung zu der bestimmten Gießlänge erst mit einer Verzögerung berücksichtigt, die sich aus einem Abstand der Soll-Position oder des Soll-Bereichs (120) für die Sumpfspitze und der zuletzt in Echtzeit eingestellten Gießgeschwindigkeit ergibt, so dass dadurch eine Sumpfspitzenposition des Gießstrangs (100) im laufenden Gießprozess sich stets innerhalb eines vorbestimmten bzw. ausgewählten Bereichs (120) entlang der stützenden Strangführung (116) befindet bzw. die Sumpfspitze des Gießstrangs (100) in diesem vorbestimmten bzw. ausgewählten Bereich (120) gehalten wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Berechnung des Gießgeschwindigkeits-Korrekturwerts mittels der zweiten Software (II) zumindest ein Prozessparameter des Gießprozesses gewählt aus der Gruppe von chemischer Zusammensetzung des Werkstoffs des Gießstrangs (100), aktueller Gießtemperatur, aktueller Gießgeschwindigkeit, Wasservorlauftemperatur für die Sekundärkühlung, oder Wasservorlauftemperatur für die Kokillen-Primärkühlung und/oder eingestellter Gießlänge berücksichtigt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gießgeschwindigkeits-Korrekturwert mittels der zweiten Software (II) auf Grundlage von in der Datenbank gespeicherten Prozessparametern berechnet wird und von der ersten Software (I) zu Beginn des Gießprozesses als Stellgröße zu dessen Regelung verwendet wird.

## EP 3 733 323 A1

- 5
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gießgeschwindigkeits-Korrekturwert mittels der zweiten Software (II) in Abhängigkeit von aktuell gewonnenen Prozessparametern (128) aus dem laufenden Gießprozess berechnet wird, wobei dieser Gießgeschwindigkeits-Korrekturwert, falls es im Verlauf des Gießprozesses zu Abweichungen zwischen Soll- und Ist-Werten in Bezug auf die Sumpflänge des Gießstrangs (100) kommt, von der ersten Software (I) zur Einstellung der Gießgeschwindigkeit des Gießprozesses verwendet wird.
- 10
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Referenzposition entlang der stützenden Strangführung (116) zwischen dem Badspiegel (114) und der Soll-Position bzw. dem Soll-Bereich (120) für die Sumpfspitze ausgewählt wird, von welcher der Gießgeschwindigkeits-Korrekturwert übernommen wird.
- 15
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Referenzposition an einer Stelle der stützenden Strangführung (116) liegt, die zwischen 40% und 70% des Abstands des Badspiegels (114) zu der Soll-Position der Sumpfspitze beträgt, vorzugsweise, dass die Referenzposition bei zumindest 60% des Abstands des Badspiegels (114) zu der Soll-Position der Sumpfspitze liegt.
- 20
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Berechnung des Gießgeschwindigkeits-Korrekturwerts mittels der zweiten Software (II) auf Grundlage dessen erfolgt, dass aus allen Positionen (K; L; M) entlang der Gießlänge bis zur Position der Sumpfspitze die aktuelle Zielgeschwindigkeit gemittelt wird.
- 25
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Regelgröße ein definierter Erstarrungsanteil in Strangmitte, der einen Solid Fraction-Anteil  $< 1$  aufweist, verwendet wird.
- 30
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Regelgröße ein Strangschalenabstand verwendet wird.
- 35
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** damit Brammen hergestellt werden, wobei der Gießstrang (100) eine Gießdicke von zumindest 250 mm, vorzugsweise von zumindest 300 mm, weiter vorzugsweise von zumindest 350 mm, weiter vorzugsweise von zumindest 400 mm aufweist.
- 40
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** damit Langprodukte hergestellt werden, wobei der Gießstrang (100) eine Gießdicke bzw. einen Durchmesser von zumindest 150 mm aufweist
- 45
12. Stranggießanlage (110) zum Gießen eines Gießstrangs (100), umfassend
- eine Kokille (112) mit einer unteren Öffnung (113), die an einer Unterseite der Kokille (112) ausgebildet ist, eine stützende Strangführung (116), die sich an der unteren Öffnung (113) der Kokille (112) anschließt, wobei der Gießstrang (100) entlang der stützenden Strangführung (116) bewegbar ist,
- wobei entlang der stützenden Strangführung (116) anstellbare Stützrollen oder Rollenpaare (118) angeordnet sind, mit denen eine Dickenreduzierung für den Gießstrang (100) erfolgt, wobei die stützende Strangführung (116) einen ausgewählten Bereich (120) aufweist, in dem eine Sumpfspitze des Gießstrangs (100) liegen soll,
- dadurch gekennzeichnet, dass** die Stützrollen oder Rollenpaare (118), die eine Softreduktion-Anstellbarkeit aufweisen, ausschließlich in dem ausgewählten Bereich (120) der Strangführung (116) angeordnet sind.
- 50
13. Stranggießanlage (110) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Rollenpaar (118) aus einander gegenüberliegenden Stützrollen (R1, R2) ausgebildet ist, zwischen denen der Gießstrang (100) hindurchführbar ist, wobei die jeweiligen Stützrollen einzeln in Richtung der jeweils anderen Stützrolle anstellbar sind.
- 55
14. Stranggießanlage (110) nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stützrollen oder Rollenpaare (118) zu Rollen-Segmenten (17; 18) zusammengefasst sind.
15. Stranggießanlage (110) nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Position einer Sumpfspitze des Gießstrangs (100) insbesondere durch ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 einstellbar

## EP 3 733 323 A1

ist, so dass damit die Position der Sumpfspitze innerhalb des ausgewählten Bereichs (120) der stützenden Strangführung (116) liegt.

- 5
16. Stranggießanlage (110) nach einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kokille (112) und die stützende Strangführung (116) derart ausgebildet sind, dass ein Gießstrang (100) in Form eines Langproduktes mit einer Gießdicke von zumindest 150 mm herstellbar ist.
- 10
17. Stranggießanlage (110) nach einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kokille (112) und die stützende Strangführung (116) derart ausgebildet sind, dass ein Gießstrang (100) in Form einer Bramme mit einer Gießdicke von zumindest 250 mm, vorzugsweise von zumindest 300mm, weiter vorzugsweise von zumindest 350 mm, weiter vorzugsweise von zumindest 400 mm herstellbar ist.
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

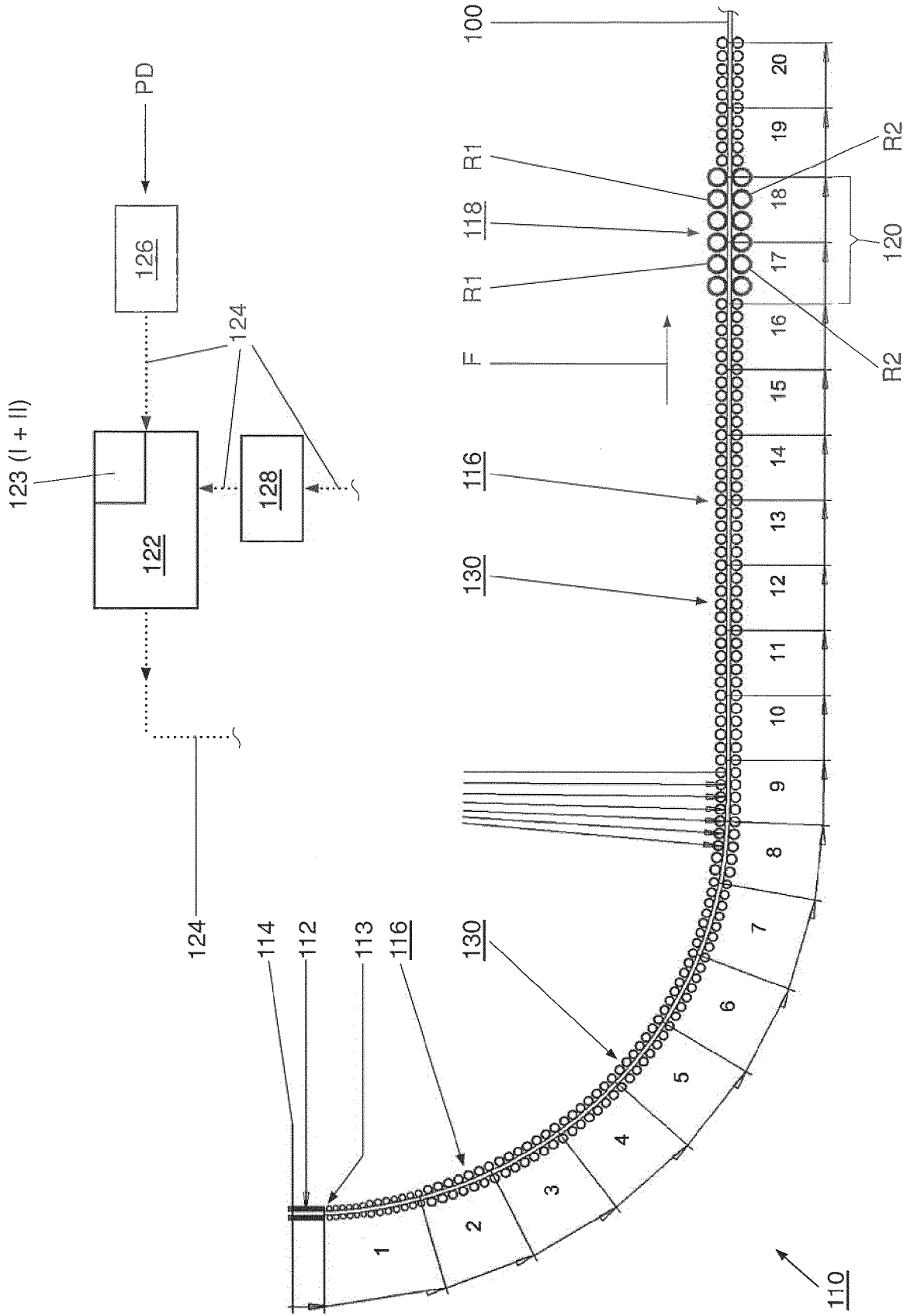


Fig. 1

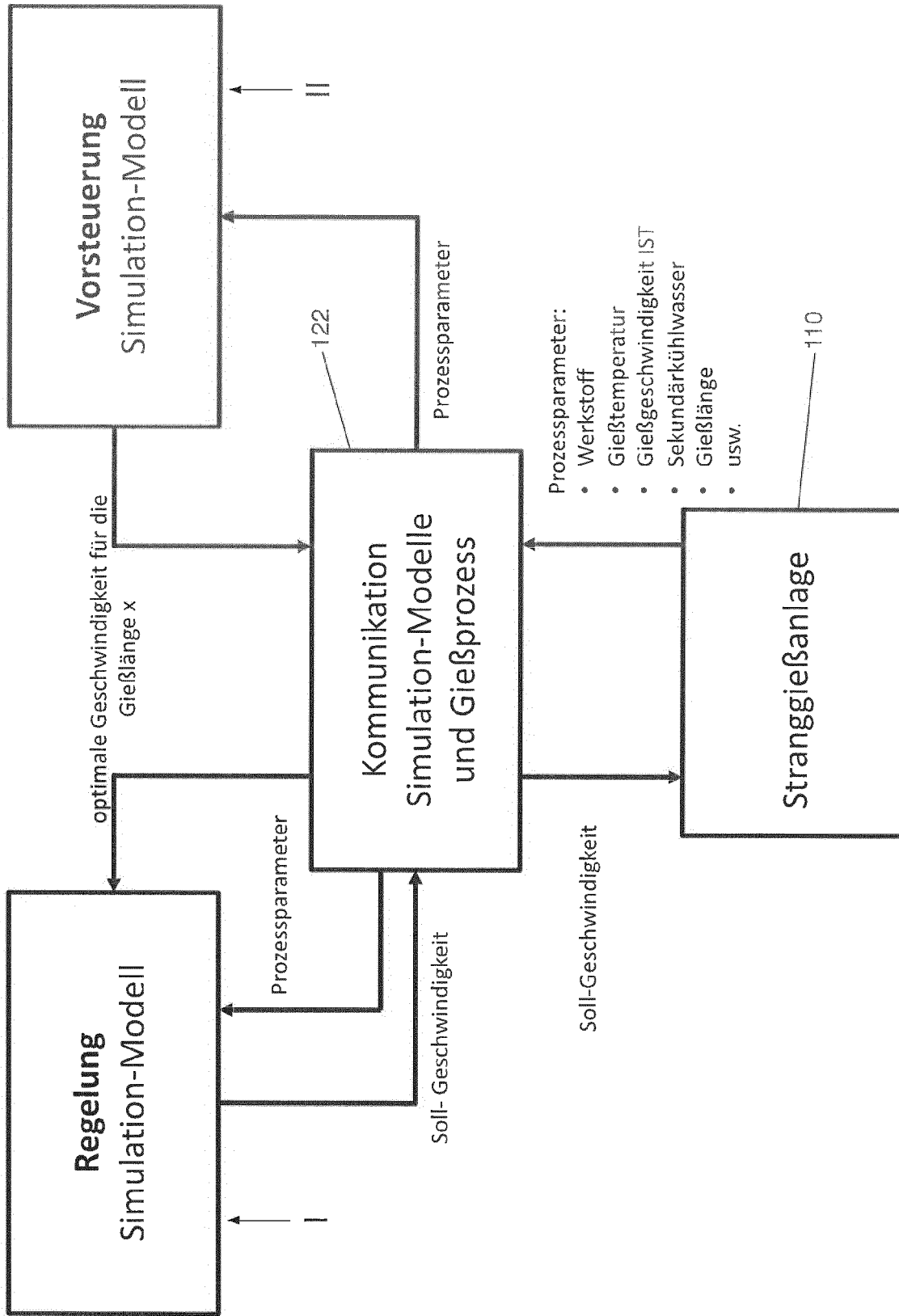


Fig. 2

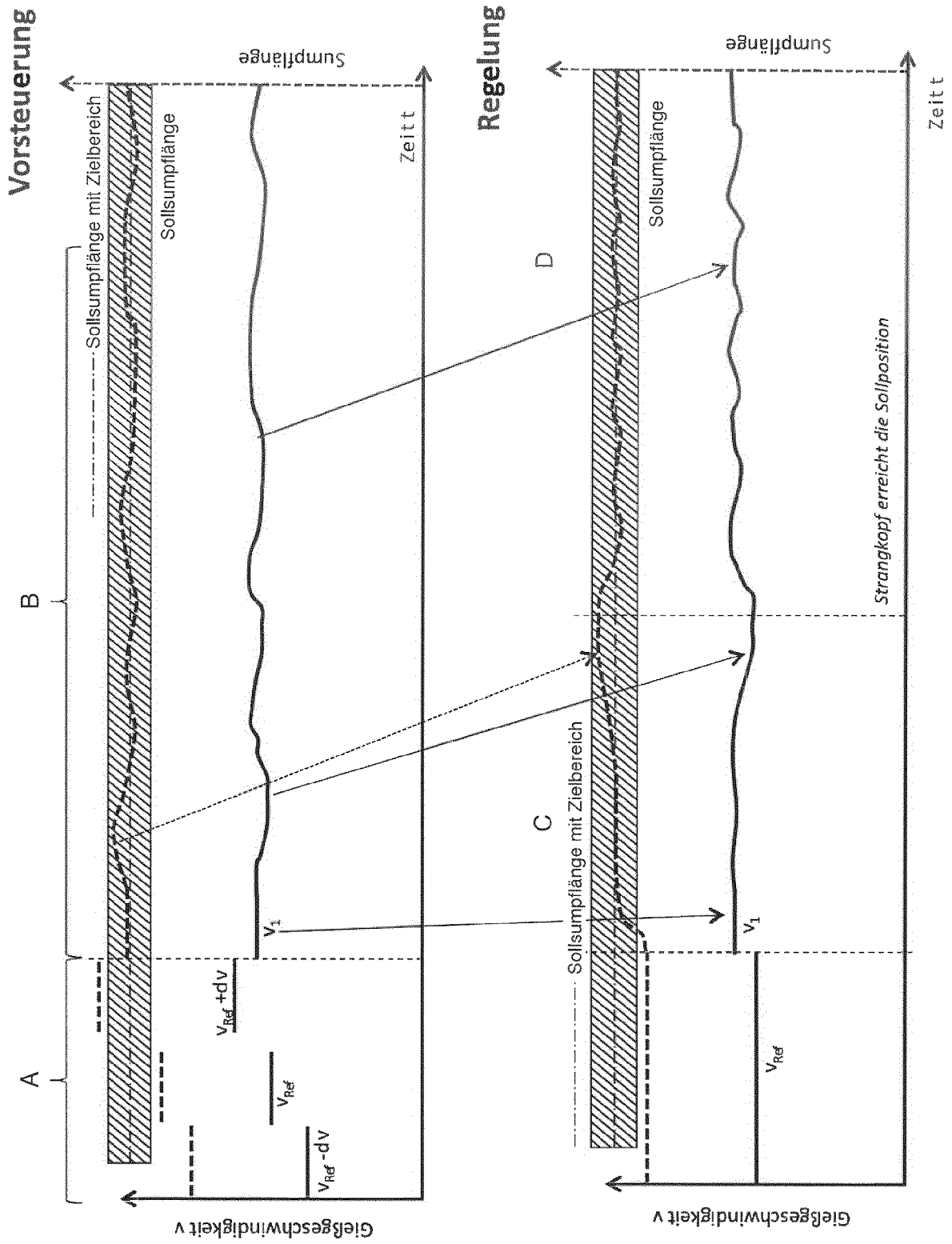


Fig. 3

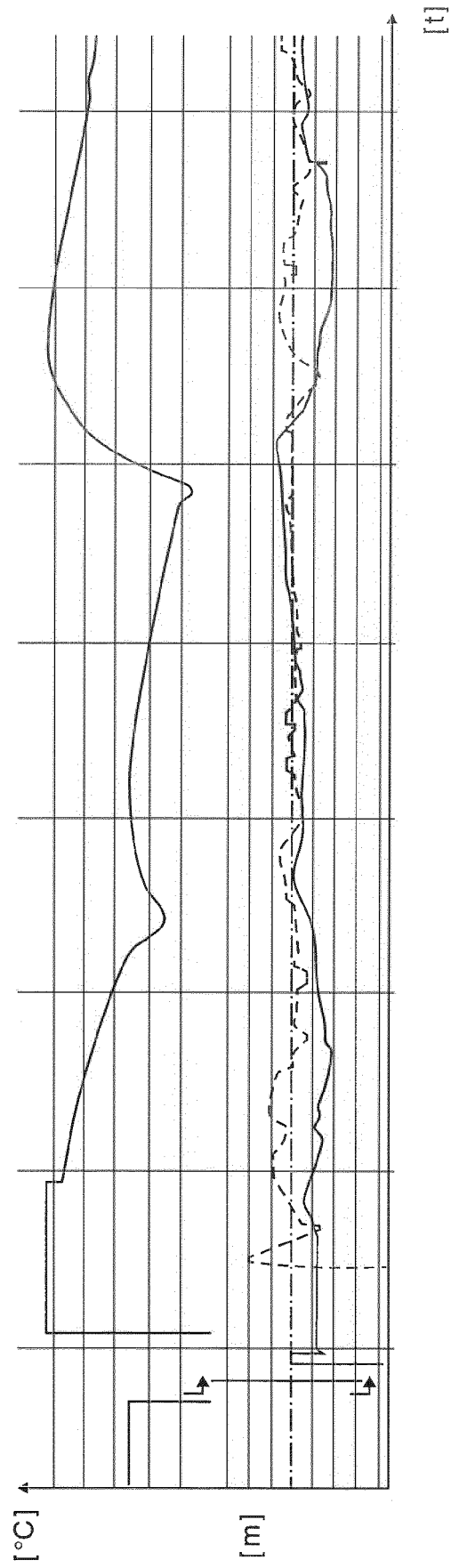


Fig. 4

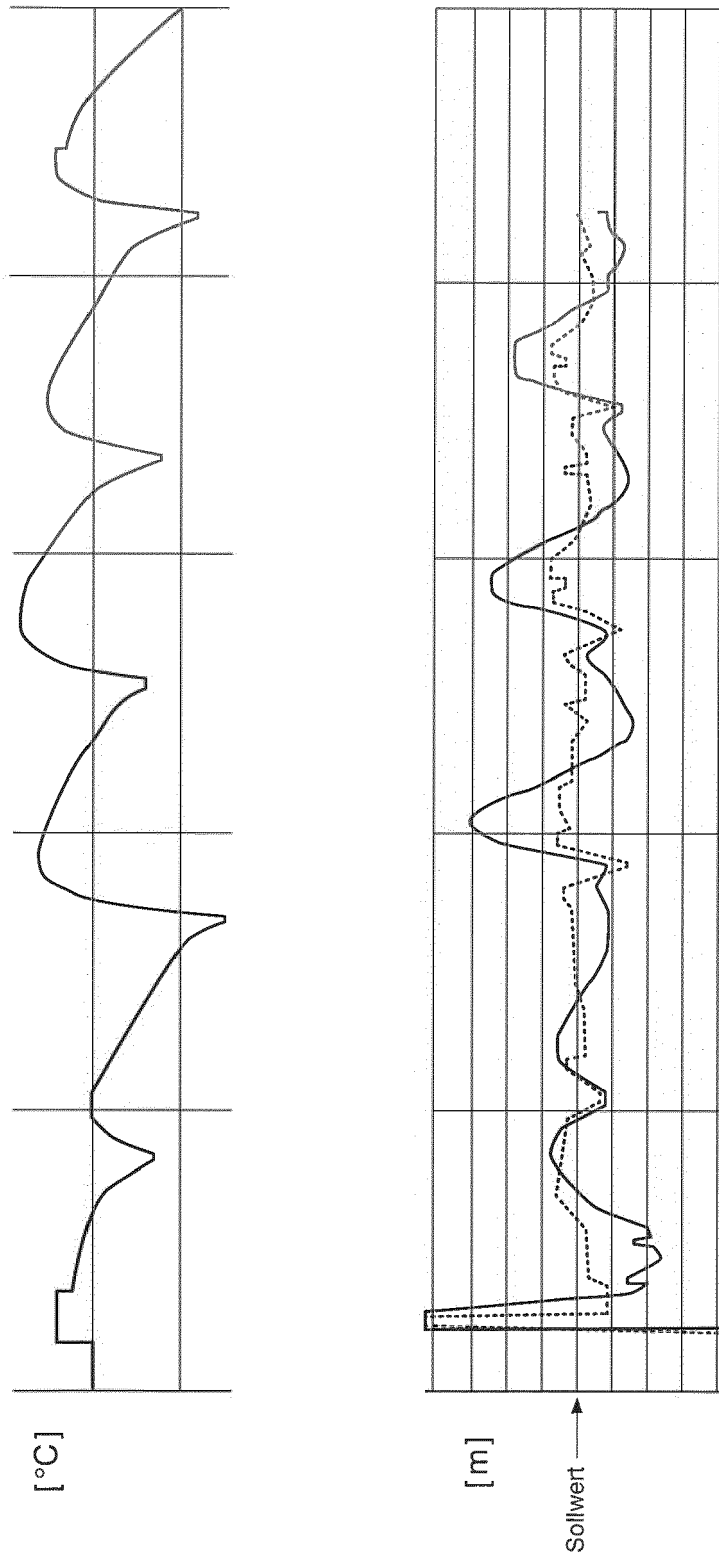


Fig. 5

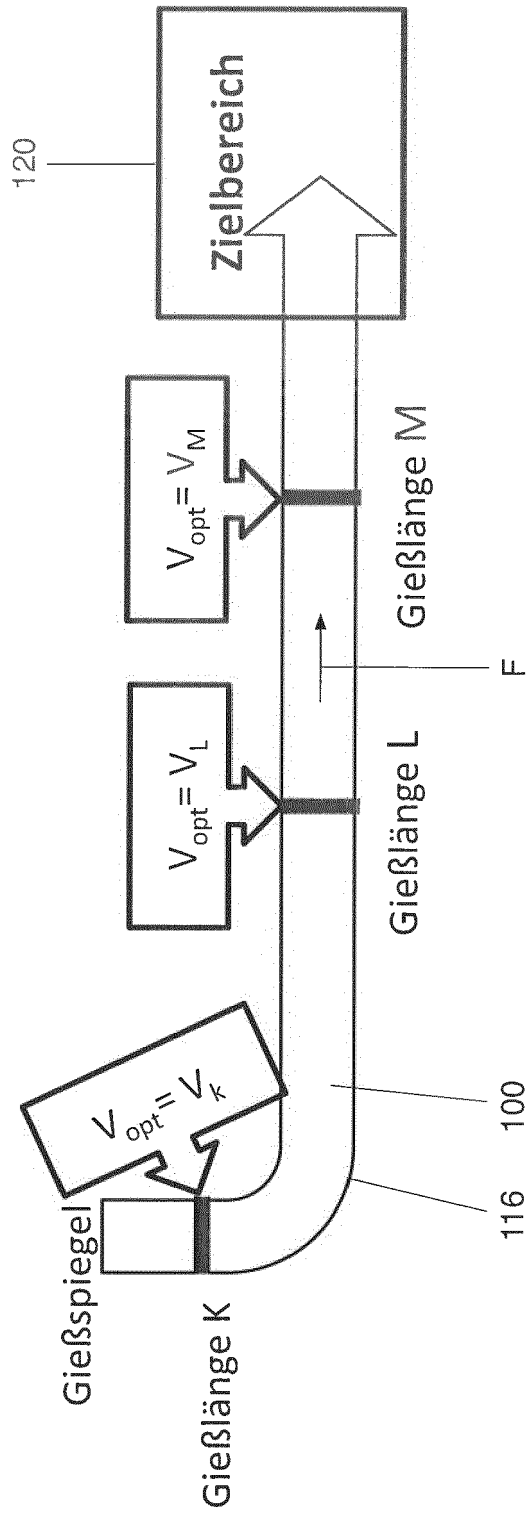


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 20 17 2396

5  
10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D	EP 2 346 631 B1 (SMS SIEMAG AG [DE]) 22. Juli 2015 (2015-07-22) * Ansprüche 1-5 * * Absatz [0016] * * Absatz [0019] * * Absatz [0030] *	1-17	INV. B22D11/12 B22D11/16 B22D11/18
X	----- WO 2004/048016 A2 (SMS DEMAG AG [DE]; PLESCHIUTSCHNIGG FRITZ-PETER [DE] ET AL.) 10. Juni 2004 (2004-06-10)	12-17	
A	* Ansprüche 1,4,8 * * Abbildung 1 * -----	1-11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B22D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>25. Juni 2020</b>	Prüfer <b>Peis, Stefano</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 20 17 2396

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

25-06-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	EP 2346631	B1	22-07-2015	CN	102216003 A	12-10-2011
				DE	102009051955 A1	06-05-2010
				EP	2346631 A1	27-07-2011
				RU	2011122594 A	20-12-2012
				US	2011213486 A1	01-09-2011
				WO	2010051981 A1	14-05-2010
20	WO 2004048016	A2	10-06-2004	AU	2003283317 A1	18-06-2004
				DE	10255550 B3	22-01-2004
				WO	2004048016 A2	10-06-2004
25	-----					
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 2346631 B1 [0012] [0013]