



(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 3 944 910 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.02.2022 Patentblatt 2022/05

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B22D 11/18^(2006.01) **B22D 11/20**^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: 21185083.9

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B22D 11/188; B22D 11/207

(22) Anmeldetag: 12.07.2021

(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

(30) Priorität: 31.07.2020 DE 102020209704

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

(72) Erfinder:

- **Heimann, Thomas**
58644 Iserlohn (DE)

- **Plociennik, Uwe**
40882 Ratingen (DE)
- **Beyer-Steinhauer, Holger**
40822 Mettmann (DE)
- **Heidemann, Rolf-Peter**
09526 Olbernhau (DE)
- **Letzel, Dirk**
40882 Ratingen (DE)

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

(54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES GIESSSTRANGS IN EINER STRANGGIESSANLAGE

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Gießstrang (100) in einer Stranggießanlage (110), bei dem der Gießstrang (100) nach dem Austreten aus einer Kokille (112) durch eine stützende Strangführung (116) der Stranggießanlage (110) entlang einer Förderrichtung (F) geführt wird. Für den Gießstrang (100) wird entlang seiner Förderrichtung (F) innerhalb der stützenden Strangführung (116) mittels eines Temperaturberechnungsmodells ein Temperaturfeld berechnet und daraus eine Position der Sumpfspitze (PS) des Gießstrang (100) innerhalb der stützenden Strangführung (116) bestimmt. Die stützende Strangführung (116) weist entlang der Förderrichtung (F) des Gießstrangs (100) eine Mehrzahl von Segmenten (S) mit jeweils einer Anzahl von Stützrollen (118) auf, wobei mit diesen Segmenten (S) jeweils eine Anstellung in Richtung des Gießstrang (100) erfolgt, um dadurch eine Dickenminderung des Gießstrang (100) zu erreichen. Während der Herstellung des Gießstrang (100) erfolgt bei einer ersten Gießgeschwindigkeit (v1) die Anstellung an den Gießstrang (100) mit einer ersten Gruppe (G1) von Segmenten (S), wobei ein Erstarrungsanteil (FS) des Gießstrang (100) bei einer ausgewählten Stützrolle (118) oder bei einer Position zwischen zwei ausgewählten Stützrollen (118) eines bestimmten Segments (S) der ersten Gruppe (G1) einen vorbestimmten Wert annimmt.

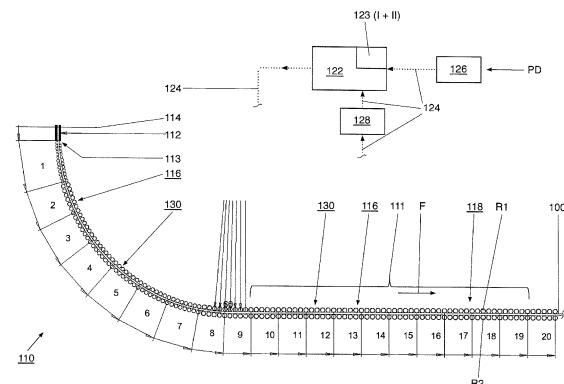


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Gießstrangs in einer Stranggießanlage nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[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, Wasservorlauftempe-

ratur, 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 Soft-reduktion 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.

[0013] Die erste Software rechnet in Echtzeit und regelt, in bekannter Weise, den Gießprozess, der mit der

Stranggießanlage durchgeführt wird. Mittels der zweiten Software, die im Vergleich zur ersten Software eine größere Berechnungsgeschwindigkeit hat, 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 Solldaten für den Gießprozess erzeugt und an die erste Software überspielt.

[0014] Beim Stranggießen von Metallen kommt es häufig vor, dass sich in der Strangmitte Marco-Seigerungen, Kernlockerstellen oder Lunker ausbilden. Hierdurch wird die Innenqualität des Gießstrangs vermindert, was sich in gleicher Weise nachteilig auf die Qualität der hieraus gebildeten späteren metallischen Produkte auswirkt. Nach dem Stand der Technik ist es bekannt, dieser Problematik während der Herstellung durch eine Dickenminderung des Stranges, der sogenannten Softreduktion, abzuhelfen. Diese Dickenreduktion kann über mehrere Segmente der stützenden Strangführung erfolgen, wobei diese Segmente vorzugsweise hydraulisch gegen den Gießstrang gedrückt bzw. angestellt werden.

[0015] Die vorstehend genannte Dickenreduktion eines Gießstrangs sollte vorzugsweise in einem vorher vorgegebenen Bereich des Erstarrungsanteils des Materials des Gießstrangs liegen, beispielsweise zwischen 60% und 85% Erstarrung, was einem Erstarrungsanteil zwischen 0,6 und 0,85 entspricht. Die Auswahl der Segmente der stützenden Strangführung, mit denen die Anstellung bzw. das Drücken gegen den Gießstrang durchgeführt wird, erfolgt über der Position der berechneten Sumpfspitze (bzw. des FS-Anteils) des Gießstrangs.

[0016] Beim Stranggießen kann sich durch geänderte Prozessbedingungen, beispielsweise durch Überhitzung, Analyse, Temperaturabfuhr in der Kokille und/oder Kühlwassertemperatur, die Lage der Sumpfspitze auch bei konstanter Gießgeschwindigkeit und gleichen Kühlwassermengen verschieben. Dies kann zu einer Softreduktion-Abnahme in anderen Segmenten der stützenden Strangführung führen. Die Abnahme erfolgt dann bei anderen Erstarrungsanteilen, was zur Folge hat, dass die Innenqualität innerhalb des Gießstrangs oder innerhalb einer Bramme nicht konstant ist.

[0017] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Technologie zum Stranggießen von Metallen zu schaffen, mit der auch bei einer Veränderung der Gießgeschwindigkeit eine gleichbleibend hohe Qualität für metallische Produkte, die aus dem Gießstrang erzeugt werden, gewährleistet bleibt.

[0018] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0019] Ein Verfahren nach der vorliegenden Erfindung dient zur Herstellung eines Gießstrangs in einer mit ei-

nem Prozessrechner ausgestatteten Stranggießanlage mit mindestens einer Gießmaschine. Bei diesem Verfahren wird der Gießstrang nach dem kontinuierlichen Ausstreten aus einer Kokille durch eine stützende Strangführung der Stranggießanlage entlang einer Förderrichtung geführt wird, wobei für den Gießstrang entlang seiner Förderrichtung innerhalb der stützenden Strangführung mittels eines Temperaturberechnungsmodells ein Temperaturfeld berechnet und daraus eine Position der

5 Sumpfspitze des Gießstrangs innerhalb der stützenden Strangführung bestimmt wird. Die stützende Strangführung weist entlang der Förderrichtung des Gießstrangs 10 eine Mehrzahl von baugleichen Segmenten mit jeweils einer Anzahl von Stützrollen auf, wobei mit diesen baugleichen Segmenten jeweils eine insbesondere hydraulische Anstellung in Richtung des Gießstrangs erfolgt, um dadurch eine Dickenminderung des Gießstrangs 15 ("soft reduction") zu erreichen. Während der Herstellung des Gießstrangs erfolgt bei einer ersten Gießgeschwindigkeit die Anstellung an den Gießstrang mit einer ersten Gruppe von Segmenten, wobei ein Erstarrungsanteil des Gießstrangs bei einer ausgewählten Stützrolle oder bei einer Position zwischen zwei ausgewählten Stützrollen eines bestimmten Segments der ersten Gruppe einen 20 vorbestimmten Wert annimmt. Zur Anpassung an geänderte Prozessbedingungen wird die Gießgeschwindigkeit auf einen geänderten zweiten Wert eingestellt, derart, dass sich die Position der Sumpfspitze innerhalb der stützenden Strangführung verschiebt und damit die Anstellung an den Gießstrang anstatt mit der ersten Gruppe 25 von Segmenten nun mit einer zweiten Gruppe von Segmenten erfolgt, wobei ein Erstarrungsanteil des Gießstrangs bei einer ausgewählten Stützrolle oder bei einer Position zwischen zwei ausgewählten Stützrollen eines bestimmten Segments der zweiten Gruppe genau 30 den vorbestimmten Wert annimmt, der zuvor für die eingestellte erste Gießgeschwindigkeit bei der ausgewählten Stützrolle oder bei einer Position zwischen zwei ausgewählten Stützrollen des entsprechenden bestimmten Segments der ersten Gruppe vorhanden gewesen ist.

[0020] Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung wird eine Anpassung an geänderte Prozessbedingungen des Stranggießprozesses durch eine Veränderung der Gießgeschwindigkeit erreicht. Während der 40 Herstellung des Gießstrangs ist zunächst eine erste Gießgeschwindigkeit eingestellt, bei der in der Softreduktionszone der stützenden Strangführung die Anstellung an den Gießstrang mit einer ersten Gruppe von Segmenten erfolgt. In Abhängigkeit von der jeweils aktuellen 45 Position der Sumpfspitze des Gießstrangs, die wiederum von der eingestellten ersten Gießgeschwindigkeit abhängt, resultiert für eine ausgewählte Stützrolle eines bestimmten Segments der ersten Gruppe, oder für eine Position zwischen zwei ausgewählten Stützrollen dieses 50 bestimmten Segments der ersten Gruppe, ein vorbestimmter Wert für den Erstarrungsanteil des Gießstrangs, nämlich ein Wert < 1.

[0021] Die wesentliche Erkenntnis der Erfindung be-

ruht darauf, dass zur Anpassung an geänderte Prozessbedingungen die Gießgeschwindigkeit auf einen geänderten zweiten Wert eingestellt wird, nämlich derart, dass der vorbestimmte Wert für den Erstarrungsanteil, der zuvor bei eingestellter erster Gießgeschwindigkeit und bei einer ausgewählten Stützrolle eines bestimmten Segments der ersten Gruppe von Segmenten der stützenden Strangführung, mit denen eine insbesondere hydraulische Anstellung an den Gießstrang erfolgte, nun bei der gleichen ausgewählten Stützrolle eines bestimmten Segments der zweiten Gruppe von Segmenten, mit denen eine insbesondere hydraulische Anstellung an den Gießstrang bei der geänderten zweiten Gießgeschwindigkeit erfolgt, vorliegt. Anders ausgedrückt, bleibt die Position für einen vorbestimmten Erstarrungsanteil des Gießstrangs innerhalb eines bestimmten Segments der zweiten Gruppe, wenn nun die Gießgeschwindigkeit auf den geänderten zweiten Wert eingestellt worden ist, in Bezug auf eine ausgewählte Stützrolle unverändert im Vergleich zu einem bestimmten Segment der ersten Gruppe und der zuvor eingestellten ersten Gießgeschwindigkeit. Somit wird der vorbestimmte Erstarrungsanteil des Gießstrangs bei einer Veränderung der Gießgeschwindigkeit auf den zweiten Wert in dem bestimmten Segment der zweiten Gruppe an die gleiche Stelle bzw. Stützrolle gelegt, so wie es bei der zuvor eingestellten ersten Gießgeschwindigkeit in dem entsprechenden bestimmten Segment der ersten Gruppe der Fall gewesen ist. Im Ergebnis erfolgt mit der zweiten Gruppe von Segmenten, wenn die Gießgeschwindigkeit auf den geänderten zweiten Wert eingestellt worden ist, in Bezug auf das bestimmte Segment dieser zweiten Gruppe eine Softreduktion-Abnahme für den Gießstrang mit dem gleichen vorbestimmten Wert für den Erstarrungsanteil wie zuvor, bei eingestellter erster Gießgeschwindigkeit, mit dem bestimmten Segment der ersten Gruppe. Hierdurch ist gewährleistet, dass die (Innen-)Qualität des erzeugten Gießstrangs über seine Länge konstant hoch bleibt.

[0022] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung wird für die zweite Gruppe von Segmenten, mit denen eine insbesondere hydraulische Anstellung an den Gießstrang bei der veränderten zweiten Gießgeschwindigkeit erfolgt, die gleiche Anzahl von Segmenten gewählt, welche für die erste Gruppe von Segmenten, mit denen eine insbesondere hydraulische Anstellung an den Gießstrang bei der ersten Gießgeschwindigkeit erfolgte, gewählt gewesen ist. Hierzu folgendes Beispiel: Falls bei der eingestellten ersten Gießgeschwindigkeit eine insbesondere hydraulische Anstellung an den Gießstrang mit insgesamt drei Segmenten der stützenden Strangführung erfolgt, somit also die erste Gruppe von Segmenten aus diesen drei Segmenten besteht, so wird bei der veränderten zweiten Gießgeschwindigkeit eine insbesondere hydraulische Anstellung an den Gießstrang ebenfalls mit drei Segmenten durchgeführt. Entsprechend enthält dann die zweite Gruppe von Segmenten, die sich entlang der stützenden Strangführung an einer anderen Stelle als die erste Gruppe von Segmenten

findet, jedenfalls die gleiche Anzahl von Segmenten wie die erste Gruppe, im genannten Beispiel also drei Segmente.

[0023] An dieser Stelle wird gesondert darauf hingewiesen, dass es für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zweckmäßig ist, dass die Segmente der stützenden Strangführung, mit denen eine insbesondere hydraulische Anstellung gegen den Gießstrang möglich ist, jeweils baugleich ausgebildet sind und dabei jeweils die gleiche Anzahl von Stützrollen enthalten. Hierdurch ist gewährleistet, dass, wenn die Gießgeschwindigkeit auf den geänderten zweiten Wert eingestellt worden ist, dann wie erläutert der vorbestimmte Wert des Erstarrungsanteils für den Gießstrang in einem bestimmten Segment der zweiten Gruppe an der gleichen ausgewählten Stützrolle, oder bei einer Position zwischen zwei ausgewählten Stützrollen dieses Segments der zweiten Gruppe, liegt wie in dem entsprechenden bestimmten Segment der ersten Gruppe und bei zuvor eingestellter erster Gießgeschwindigkeit.

[0024] Es versteht sich, dass abweichend von dem zuvor genannten Beispiel von drei Stützrollen pro Segment auch weniger oder mehr als drei Stützrollen in den jeweiligen Segmenten der stützenden Strangführung, mit denen eine insbesondere hydraulische Anstellung an den Gießstrang möglich ist, enthalten sein können, mit der Maßgabe, dass wie erläutert diese Segmente zweckmäßigerweise jeweils baugleich ausgeführt sind und die gleiche Anzahl von Stützrollen enthalten.

[0025] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung wird bei Vorliegen der geänderten Prozessbedingungen und der eingestellten zweiten Gießgeschwindigkeit eine daraus resultierende neue Position der Sumpfspitze mit Hilfe des Temperaturberechnungsmodells und des damit berechneten Temperaturfeldes des Gießstrangs bestimmt, wobei unter Berücksichtigung dieser neuen Position der Sumpfspitze zur Durchführung der Anstellung an den Gießstrang ein bestimmtes anderes Segment innerhalb der stützenden Strangführung ausgewählt wird, in dessen Bereich die neuen Position der Sumpfspitze liegt.

[0026] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung ist eine Stranggießanlage, mit der ein erfindungsgemäßes Verfahren durchgeführt werden kann, mit einem Prozessrechner ausgestattet, wobei der Prozessrechner zu mindest eine erste Software umfasst, die in Echtzeit rechnet und den Gießprozess regelt. Des Weiteren umfasst der Prozessrechner eine zweite zusätzliche Software, die schneller als in Echtzeit rechnet, so dass damit die Berechnungsgeschwindigkeit für die zweite Software größer ist als für die erste Software.

[0027] Mittels der vorstehend genannten zweiten Software, und auch auf Grundlage des Temperaturberechnungsmodells, kann zumindest ein Wert für die geänderte zweite Gießgeschwindigkeit berechnet werden. Zweckmäßigerweise wird im Anschluss an diese Berechnung diese zweite Gießgeschwindigkeit von der zweiten Software an die erste Software übergeben, so dass die tatsächliche Gießgeschwindigkeit in der Stranggießan-

lage dem berechneten zweiten Wert für die Gießgeschwindigkeit entspricht.

[0028] Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es zweckmäßig, dass die zweite Software im Verlauf des Gießprozesses permanent läuft bzw.

[0029] 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. Kokillenkühlung) separat berücksichtigt werden, und anschließend geeignete Korrekturwerte bzw. Berechnungen insbesondere für die geänderte zweite Gießgeschwindigkeit 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 berechneten Werte von der ersten Software empfangen worden sind, kann die erste Software die Sumpflänge (d.h. die Position der Sumpfspitze des Gießstrangs) mit Hilfe der berechneten zweiten Gießgeschwindigkeit, die dabei als Stellgröße dient, regeln bzw. anpassen.

[0030] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung können mittels der zweiten Software und auf Grundlage des Temperaturberechnungsmodells für alle Segmente der stützenden Strangführung, mit denen eine insbesondere hydraulische Anstellung in Richtung des Gießstrangs möglich ist, jeweils Werte für die zweite Gießgeschwindigkeit berechnet werden, derart, dass ein Erstarrungsanteil des Gießstrangs bei einer ausgewählten Stützrolle oder bei einer Position zwischen zwei ausgewählten Stützrollen in den einzelnen Segmenten jeweils genau den vorbestimmten Wert annimmt, der zuvor für die eingestellte erste Gießgeschwindigkeit bei der ausgewählten Stützrolle oder bei einer Position zwischen zwei ausgewählten Stützrollen des entsprechenden bestimmten Segments der ersten Gruppe vorhanden gewesen ist. Im Anschluss hieran werden diese für die einzelnen Segmente der stützenden Strangführung berechneten Werte für die zweite Gießgeschwindigkeit mit einem Soll-Wert für die tatsächliche Gießgeschwindigkeit verglichen, wobei dann jenes Segment der stützenden Strangführung als bestimmtes Segment für die zweite Gruppe von Segmenten ausgewählt wird, dessen berechneter Wert für die zweite Gießgeschwindigkeit die Vorgaben des Soll-Werts erfüllt und dabei den kleinsten Abstand zum Soll-Wert aufweist.

[0031] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann es sich bei dem vorstehend genannten Soll-Wert für die Gießgeschwindigkeit, mit dem die berechneten Werte für die zweite Gießgeschwindigkeit verglichen werden, um einen zulässigen Maximalwert für die tatsächliche Gießgeschwindigkeit handeln. Für diesen Fall wird dann jener berechnete Wert für die geänderte zweite

Gießgeschwindigkeit ausgewählt, der von unten kommend am nächsten an diesem Maximalwert liegt.

[0032] Alternativ hierzu kann es sich bei dem vorstehend genannten Soll-Wert für die Gießgeschwindigkeit, mit dem die berechneten Werte für die zweite Gießgeschwindigkeit verglichen werden, auch um einen zulässigen Minimalwert für die tatsächliche Gießgeschwindigkeit handeln. Entsprechend wird dann für diesen Fall jener berechnete Wert für die geänderte zweite Gießgeschwindigkeit ausgewählt, der von oben kommend am nächsten an diesem Minimalwert liegt.

[0033] Durch die vorstehend erläuterte Auswahl der berechneten Werte für die zweite Gießgeschwindigkeit wird gewährleistet, dass dann die tatsächliche Gießgeschwindigkeit für den Stranggießprozess auf einen Wert bzw. eine "optimale Gießgeschwindigkeit" eingestellt wird, bei dem bzw. der innerhalb des bestimmten Segments der zweiten Gruppe von Segmenten, mit der eine vorzugsweise hydraulische Anstellung an den Gießstrang zur Dickenminderung durchgeführt wird, dann der vorbestimmte Wert für den Erstarrungsanteil des Gießstrangs weiterhin an der gleichen Stelle bzw. der ausgewählten Stützrolle liegt wie zuvor in dem entsprechenden bestimmten Segment der ersten Gruppe bei eingestellter erster Gießgeschwindigkeit.

[0034] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die neue Position der Sumpfspitze, die sich innerhalb der stützenden Strangführung in Abhängigkeit der auf den zweiten Wert eingestellten Gießgeschwindigkeit ergibt, mittels der zweiten Software und auf Grundlage des Temperaturberechnungsmodells berechnet wird.

[0035] 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.

[0036] 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.

[0037] Nachstehend sind Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer schematisch vereinfachten Zeichnung im Detail beschrieben.

Es zeigen:

[0038]

Fig. 1 eine schematisch vereinfachte Seitenansicht einer Stranggießanlage, mit der ein erfindungsgemäßes Verfahren durchführbar ist,

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

Fig. 3, 4 jeweils Teilbereiche der stützenden Strangführung einer Stranggießanlage von Fig. 1, und

Fig. 5 Teilbereiche der stützenden Strangführung einer Stranggießanlage von Fig. 1, zur Darstellung einer ersten und zweiten Gruppe von Segmenten dieser stützenden Strangführung.

[0039] Nachstehend ist unter Bezugnahme auf die Fig. 1 bis 5 ein erfindungsgemäßes Verfahren erläutert, bei dem ein Gießstrang 100 aus Metall in einer Stranggießanlage 110 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.

[0040] Fig. 1 zeigt prinzipiell vereinfacht eine Seitenansicht der erfindungsgemäßen Stranggießanlage 110.

[0041] An dieser Stelle wird gesondert darauf hingewiesen, dass für die nachfolgende Beschreibung die Begriffe Gießstrang und Metallstrang wahlweise als Synonym verwendet werden.

[0042] 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.

[0043] 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.

[0044] Die stützende Strangführung 116 der Stranggießanlage 110 umfasst eine Mehrzahl von insbesondere baugleichen Segmenten S, die jeweils mit anstellbaren Stützrollen 118 (vgl. auch Fig. 4, Fig. 5) ausgerüstet sind.

5 Diese Stützrollen 118 sind in jedem der Segmente S jeweils paarweise in Form einer oberen Stützrolle R1 und einer hierzu gegenüberliegenden unteren Stützrolle R2 vorgesehen. In der Darstellung von Fig. 1 sind beispielsweise nur zwei solcher Rollenpaare jeweils mit "R1" und "R2" bezeichnet.

[0045] 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.

15 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.

20 **[0046]** 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.

25 **[0047]** Bei der Stranggießanlage 110 gemäß Fig. 1 kann es sich um eine Dickbrammenanlage handeln, 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 Stützrollen-paare, die in zwanzig physikalische Segmente bzw. Kühl-

30 segmente 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.

35 **[0048]** In den Segmenten S mit den Nummern 10-20 kann eine gezielte Dickenminderung für den Gießstrang 100 vorgenommen werden, auch als "soft reduction" bekannt. Hierbei werden diese Segmente S mit ihren jeweils zugehörigen Stützrollen 118 in Richtung des Gießstrangs 100 bewegt bzw. angestellt, vorzugsweise hydraulisch, um dadurch eine Dickenminderung für den

Gießstrang zu erreichen. Entsprechend bilden die Segmente S mit den Nummern 10-20, mit denen eine solche Anstellung in Richtung des Gießstrangs 100 erfolgen kann, eine "Softreduktionszone", die in der Darstellung von Fig. 1 mit "111" bezeichnet ist.

[0049] In Bezug auf die einzelnen Segmente der stützenden Strangführung 116 wird ergänzend darauf hingewiesen, dass diese Segmente, jedenfalls jene der Softreduktionszone 11, zweckmäßigerweise baugleich ausgebildet sind und beispielsweise jeweils vier Paare von gegenüberliegend zueinander angeordneten Stützrollen 118 aufweisen. Diese Anzahl von vier Stützrollen-Paaren 118 ist in der Darstellung von Fig. 5 exemplarisch für die Segmente Nr. 11 und Nr. 17 kenntlich gemacht, wobei für die übrigen Segmente lediglich zwecks einer vereinfachten Darstellung hier die Stützrollen-Paare nicht gezeigt sind.

[0050] 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.

[0051] 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.

[0052] 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.

[0053] 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.

[0054] 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.

[0055] Zu diesen Größen können eine erste Solltem-

peratur, 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.

[0056] 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.

[0057] 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 und eine zweite Software II.

[0058] In dem Diagramm von Fig. 2 ist die Steuer- oder Regelungseinheit 122 mittig platziert gezeigt. Die Steuer- oder Regelungseinheit 122 ist programmtechnisch dagehend eingerichtet ist bzw. verfügt über entsprechende Mittel, um einen Datenaustausch von der zweiten Software II mit der ersten Software I zu ermöglichen.

[0059] 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.

[0060] 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 als auch an die zweite Software II weitergeleitet.

[0061] 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.

[0062] 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.

[0063] 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.

[0064] Weitere Aspekte, die zur Durchführung eines Verfahrens nach der vorliegenden Erfindung von Bedeutung sind, sind nachfolgend anhand der Fig. 3-5 erläutert.

[0065] Fig. 3 zeigt vereinfacht die Segmente 10-20 der stützenden Strangführung 116, mit denen die vorstehend bereits genannte Softreduktionszone 11 gebildet wird. Beispielsweise sind hier die Segmente 19 und 20 jeweils mit "S" bezeichnet, wodurch zum Ausdruck kommt, dass es sich um Segmente der stützenden Strangführung 116 handelt. Dies gilt in gleicher Weise auch für die Segmente 10-18, die zur Vereinfachung nicht mit einem "S" versehen sind.

[0066] In dem Beispiel von Fig. 3 kann für die Herstellung des Metallstrangs 100 zunächst eine erste aktuelle bzw. tatsächliche Gießgeschwindigkeit v_1 gewählt sein, die den Wert von 1,2 Metern/Minute annimmt. Hierbei kann die aktuelle Sumpfspitze PS des Gießstrangs 100 in dem Segment Nr. 20 der stützenden Strangführung 116 liegen. Dies ist in den Darstellungen von Fig. 3 und Fig. 4 durch die Bezeichnung "PS" symbolisiert.

[0067] Bei dem Herstellungsprozess mit der vorstehend genannten ersten Gießgeschwindigkeit v_1 kann eine insbesondere hydraulische Anstellung in Richtung des Gießstrangs 100 mit einer ersten Gruppe G1 von Segmenten erfolgen, beispielsweise mit den Segmenten 17-19, wie es in der Fig. 5 gezeigt ist. Entsprechend weist diese erste Gruppe G1 für das hier diskutierte Beispiel drei Segmente auf, mit denen eine Soft-Reduktion durchgeführt wird. Hierbei verhält es sich so, dass beispielsweise in dem - in Förderrichtung F gesehen - ersten Segment dieser ersten Gruppe G1, vorliegend das Segment Nr. 17, an der - in Förderrichtung F gesehen - dritten Stützrolle 118 ein vorbestimmter Wert FS_1 für den Erstarrungsanteil vorliegt. In den Darstellungen der Fig. 4 und Fig. 5 ist dies jeweils durch einen entsprechenden Pfeil symbolisiert, der auf diese - in Förderrichtung F gesehen - dritte Stützrolle 118 des Segments Nr. 17 gerichtet ist. Somit stellt für dieses Beispiel das Segment Nr. 17 ein bestimmtes Segment der ersten Gruppe G1 dar, wobei an einer ausgewählten Stützrolle 118 dieses bestimmten Segments der ersten Gruppe G1 ein vorbestimmter Wert FS_1 für den Erstarrungsanteil gegeben ist.

[0068] Aus betrieblichen Gründen, beispielsweise wegen einer Verzögerung im Stahlwerk, kann es erforderlich sein, dass für die Stranggießanlage 110 die aktuelle Gießgeschwindigkeit, d.h. die bislang eingestellte erste Gießgeschwindigkeit v_1 , reduziert wird. Am Beispiel einer solchen Reduzierung der Gießgeschwindigkeit wird nun das erfindungsgemäße Verfahren erläutert.

[0069] Mittels der zweiten Software II und auf Grundlage des Temperaturberechnungsmodells werden für die

Segmente Nr. 10-20 der Softreduktionszone 111 der stützenden Strangführung 116 jeweils Werte für eine geänderte zweite Gießgeschwindigkeit v_2 berechnet. Diese Werte sind in der Fig. 4 oberhalb der einzelnen Segmente notiert, beispielsweise $v = 0.50$ m/min für das Segment Nr. 10; $v = 0.55$ m/min für das Segment Nr. 11; $v = 0.61$ m/min für das Segment Nr. 12, etc..

[0070] Sodann werden die jeweils berechneten Werte für die mögliche zweite Gießgeschwindigkeit v_2 mit einem Soll-Wert für die tatsächliche Gießgeschwindigkeit verglichen. Im vorliegenden Beispiel handelt es sich bei diesem Soll-Wert um einen Maximalwert, der, wie in der Fig. 3 durch einen Pfeil oberhalb der stützenden Strangführung 116 symbolisiert, hier einen Wert von $v = 0.6$ m/min annehmen kann.

[0071] Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich nun dadurch aus, dass für die geforderte Reduzierung der tatsächlichen Gießgeschwindigkeit nicht einfach etwa der Maximalwert von 0,6 m/min eingestellt wird, sondern dass derjenige berechnete Wert für die zweite Gießgeschwindigkeit v_2 gewählt wird, der "von unten kommend" den kleinsten Abstand zu diesem Maximalwert aufweist, d.h. am nächsten an diesem Maximalwert liegt. Für das hier erläuterte Beispiel ist dies der Wert von $v = 0.55$ m/min, welcher dem Segment Nr. 11 zugeordnet ist. Aus dem Grund, dass wie erläutert der Wert von $v = 0.6$ m/min für das hier genannte Beispiel einen Maximalwert darstellt, der nicht überschritten werden soll, wird für die zweite Gießgeschwindigkeit v_2 auch nicht der Wert $v = 0.61$ m/min gewählt, welcher dem Segment Nr. 12 zugeordnet ist.

[0072] Konkret bedeutet dies, dass nun der von der zweiten Software II berechnete Wert von $v = 0.55$ m/min für die geänderte zweite Gießgeschwindigkeit v_2 ausgewählt wird, und anschließend dieser Wert von der zweiten Software II an die erste Software I überspielt wird, mit der Folge, dass damit auch die tatsächliche Gießgeschwindigkeit diesen Wert der berechneten zweiten Gießgeschwindigkeit v_2 annimmt.

[0073] An dem hier diskutierten Beispiel ist der Wert von $v = 0.55$ m/min für das erfindungsgemäße Verfahren in der Weise zu verstehen, dass damit innerhalb der dritten Gruppe G3 in dem Segment Nr. 11, nämlich konkret an - in Förderrichtung F gesehen - dessen dritter Stützrolle 118, ein Erstarrungsanteil FS_2 vorliegt, der mit dem vorbestimmten Wert FS_1 übereinstimmt, der bei der zuvor eingestellten ersten Gießgeschwindigkeit v_1 in dem Segment Nr. 17 der ersten Gruppe G1 an der gleichen Position einer Stützrolle 118 vorgelegen hatte. Dies ist in der Fig. 5 durch einen entsprechenden Pfeil für FS_2 kenntlich gemacht, der auf die dritte Stützrolle 118 des Segments Nr. 11 gerichtet ist.

[0074] Wie vorstehend bereits erläutert, wird die erste Gruppe G1 von Segmenten, mit denen eine Soft-Reduktion für den Gießstrang 100 bei eingestellter erster Geschwindigkeit v_1 durchgeführt wird, aus den drei Segmenten Nr. 17-19 gebildet. Hierbei stellt das Segment Nr. 17 - in Förderrichtung F gesehen - das erste Segment

dieser Gruppe G1 dar.

[0075] Um nun bei der Einstellung der geänderten zweiten Gießgeschwindigkeit v2 innerhalb der stützenden Strangführung 116 die vorzugsweise hydraulische Anstellung in Richtung des Gießstrangs 100 mit der gleichen Anzahl von Segmenten zu realisieren wie zuvor bei der ersten Gießgeschwindigkeit v1, werden für die zweite Gruppe G2 von Segmenten neben dem Segment Nr. 11 auch die - in Förderrichtung F gesehen - stromabwärts hiervon angeordnet Segmente Nr. 12 und Nr. 13 ausgewählt. Damit bildet nun das Segment Nr. 11 der zweiten Gruppe G2 wiederum ein bestimmtes Segment, nämlich ein - in Förderrichtung F gesehen - erstes Segment dieser Gruppe G2, und entspricht dadurch dem bestimmten Segment der ersten Gruppe G1, nämlich dem Segment Nr. 17.

[0076] Die Auswahl der Segmente Nr. 11-13 für die zweite Gruppe G2, mit der nun bei eingestellter zweiter Gießgeschwindigkeit v2 die Anstellung in Richtung des Gießstrangs vorgenommen wird, erfolgt wie erläutert auch in Abhängigkeit eines Soll-Werts, der für das genannte Beispiel bei der geforderten Reduzierung für die Gießgeschwindigkeit einzuhalten ist. Jedenfalls wird durch die Einstellung der Gießgeschwindigkeit auf den geänderten zweiten Wert v2 erreicht, dass sich die Position der Sumpfspitze SP innerhalb der stützenden Strangführung 116 verschiebt und damit die Anstellung an den Gießstrang 100 anstatt mit der ersten Gruppe G1 von Segmenten nun mit der zweiten Gruppe G2 von Segmenten erfolgt, wobei der Erstarrungsanteil FS für den Gießstrang für ein bestimmtes Segment (für das diskutierte Beispiel: Segment Nr. 11) der zweiten Gruppe G2 an einer ausgewählten Stützrolle hiervon (für das diskutierte Beispiel: die dritte Stützrolle 118, stromabwärts in Förderrichtung F gesehen) genau den vorbestimmten Wert annimmt, der zuvor bei dem entsprechenden bestimmten Segment (für das diskutierte Beispiel: Segment Nr. 17) der ersten Gruppe G1 an dessen ausgewählter Stützrolle (für das diskutierte Beispiel: die dritte Stützrolle 118, stromabwärts in Förderrichtung F gesehen) vorhanden gewesen ist. Dies kommt durch die Beziehung $FS_2 = FS_1$ zum Ausdruck, vgl. Fig. 5.

[0077] 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.

[0078] Die eigentliche Regelung des Gießprozesses erfolgt durch die erste Software I 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 Re-

gelungseinheit 122 auch den von der zweiten Software II berechneten Wert für die geänderte zweite Gießgeschwindigkeit v2, der durch einen Vergleich mit dem Soll-Wert dann bereits einem bestimmten Segment der stützenden Strangführung 116 und einer hiermit gebildeten zweiten Gruppe G2 von Segmenten zugewiesen ist. 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.

[0079] Dies bedeutet, dass die erste Software I die Sumpfposition mit Hilfe der Gießgeschwindigkeit für den mit der Stranggießanlage 110 durchgeführten Gießprozess in Echtzeit regelt und hierbei den von der zweiten Software II berechneten Wert für die geänderte zweite Gießgeschwindigkeit berücksichtigt. In Folge dessen wird damit erreicht, dass auch bei einer Änderung der Gießgeschwindigkeit, die wie erläutert aus betrieblichen Gründen erforderlich sein kann, die Soft-Reduktion bzw. die Anstellung in Richtung des Gießstrangs mit der zweiten Gruppe von Segmenten bei nun eingestellter zweiter Gießgeschwindigkeit v2 in Bezug auf das bestimmte Segment dieser zweiten Gruppe G2 genau mit dem gleichen Erstarrungsanteil $FS_2 = FS_1$ erfolgt, der zuvor bei der eingestellten ersten Gießgeschwindigkeit v1 bei dem entsprechenden bestimmten Segment der ersten Gruppe G1 an der gleichen Position einer Stützrolle 118 vorgelegen hatte.

Bezugszeichenliste

[0080]

35	1-20	Stützrollensegmente (der stützenden Strangführung 116)
	100	Gießstrang/Metallstrang
	110	Stranggießanlage
40	111	Softreduktionszone
	112	Kokille
	113	untere Öffnung (der Kokille 112)
	114	Badspiegel/Gießspiegel
	116	stützende Strangführung
45	118	Stützrollen/Rollenpaare
	122	Steuer- oder Regelungseinheit
	123	Prozessrechner
	124	Signalstrecke bzw. Signalverbindung
	126	Datenbank bzw. Datenspeicher
50	128	Datenerfassung
	130	Sekundärkühlung (der Stranggießanlage 110)
	I	erste Software
	II	zweite Software
	F	Förderrichtung (für den Gießstrang 100)
55	FS	Erstarrungsanteil
	G1	erste Gruppe (von Segmenten S)
	G2	zweite Gruppe (von Segmenten S)
	PS	Sumpfspitze

S_i	Segmente (der stützenden Strangführung 116)
PD	Prozessdaten
R1	obere Stützrolle(n) 118
R2	untere Stützrolle(n) 118
v1	erste Gießgeschwindigkeit
v2	zweite Gießgeschwindigkeit

5

stimmten Segments (S) der zweiten Gruppe (G2) genau den vorbestimmten Wert annimmt, der zuvor für die eingestellte erste Gießgeschwindigkeit (v1) bei der ausgewählten Stützrolle (118) oder bei einer Position zwischen zwei ausgewählten Stützrollen (118) des entsprechenden bestimmten Segments (S) der ersten Gruppe (G1) vorhanden gewesen ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Gießstrang (100) in einer Stranggießanlage (110), bei dem der Gießstrang (100) nach dem kontinuierlichen Austreten aus einer Kokille (112) durch eine stützende Strangführung (116) der Stranggießanlage (110) entlang einer Förderrichtung (F) geführt wird, wobei für den Gießstrang (100) entlang seiner Förderrichtung (F) innerhalb der stützenden Strangführung (116) mittels eines Temperaturberechnungsmodells ein Temperaturfeld berechnet und daraus eine Position der Sumpfspitze (PS) des Gießstrang (100) innerhalb der stützenden Strangführung (116) bestimmt wird,

wobei die stützende Strangführung (116) entlang der Förderrichtung (F) des Gießstrangs (100) eine Mehrzahl von baugleichen Segmenten (S) mit jeweils einer Anzahl von Stützrollen (118) aufweist, wobei mit diesen baugleichen Segmenten (S) jeweils eine insbesondere hydraulische Anstellung in Richtung des Gießstrang (100) erfolgt, um dadurch eine Dickenminderung des Gießstrang (100) ("soft reduction") zu erreichen, wobei während der Herstellung des Gießstrang (100) bei einer ersten Gießgeschwindigkeit (v1) die Anstellung an den Gießstrang (100) mit einer ersten Gruppe (G1) von Segmenten (S) erfolgt und dabei ein Erstarrungsanteil (FS) des Gießstrang (100) bei einer ausgewählten Stützrolle (118) oder bei einer Position zwischen zwei ausgewählten Stützrollen (118) eines bestimmten Segments (S) der ersten Gruppe (G1) einen vorbestimmten Wert annimmt,

dadurch gekennzeichnet,
dass zur Anpassung an geänderte Prozessbedingungen die Gießgeschwindigkeit auf einen geänderten zweiten Wert (v2) eingestellt wird, derart, dass sich die Position der Sumpfspitze (PS) innerhalb der stützenden Strangführung (116) verschiebt und damit die Anstellung an den Gießstrang (100) anstatt mit der ersten Gruppe (G1) von Segmenten (S) nun mit einer zweiten Gruppe (G2) von Segmenten (S) erfolgt, wobei ein Erstarrungsanteil (FS) des Gießstrangs (100) bei einer ausgewählten Stützrolle (118) oder bei einer Position zwischen zwei ausgewählten Stützrollen (118) eines be-

- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die zweite Gruppe (G2) von Segmenten (S), mit denen eine insbesondere hydraulische Anstellung an den Gießstrang (100) bei der veränderten zweiten Gießgeschwindigkeit (v2) erfolgt, die gleiche Anzahl von Segmenten (S) gewählt wird, welche für die erste Gruppe (G1) von Segmenten (S), mit denen eine insbesondere hydraulische Anstellung an den Gießstrang (100) bei der ersten Gießgeschwindigkeit (v1) erfolgte, gewählt gewesen ist.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Vorliegen der geänderten Prozessbedingungen und der eingestellten zweiten Gießgeschwindigkeit (v2) eine daraus resultierende neue Position der Sumpfspitze (PS) mit Hilfe des Temperaturberechnungsmodells und des damit berechneten Temperaturfeldes des Gießstrang (100) bestimmt wird, wobei unter Berücksichtigung dieser neuen Position der Sumpfspitze (PS) zur Durchführung der Anstellung an den Gießstrang (100) ein bestimmtes anderes Segment (S) innerhalb der stützenden Strangführung (116) ausgewählt wird, in dessen Bereich die neuen Position der Sumpfspitze (PS) liegt.
- 20 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stranggießanlage (110) mit einem Prozessrechner (123) ausgestattet ist, 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).
- 25 5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der zweiten Software (II) und auf Grundlage des Temperaturberechnungsmodells zumindest ein Wert für die geänderte zweite Gießgeschwindigkeit (v2) berechnet wird.
- 30 6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die geänderte zweite Gießgeschwindigkeit (v2) mittels der zweiten Software (II) und auf Grundlage des Temperaturberechnungs-
- 35 40 45 50 55

modells berechnet und anschließend an die erste Software (I) übergeben wird, so dass die tatsächliche Gießgeschwindigkeit in der Stranggießanlage (110) dem berechneten zweiten Wert für die Gießgeschwindigkeit entspricht. 5

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der zweiten Software (II) und auf Grundlage des Temperaturberechnungsmodells für alle Segmente (S) der stützenden Strangführung (116), mit denen eine insbesondere hydraulische Anstellung in Richtung des Gießstrang (100) möglich ist, jeweils Werte für die zweite Gießgeschwindigkeit (v_2) berechnet werden, derart, dass ein Erstarrungsanteil (FS) des Gießstrang (100) bei einer ausgewählten Stützrolle (118) oder bei einer Position zwischen zwei ausgewählten Stützrollen (118) in den einzelnen Segmenten (S) jeweils genau den vorbestimmten Wert annimmt, der zuvor für die eingestellte erste Gießgeschwindigkeit (v_1) bei der ausgewählten Stützrolle (118) oder bei einer Position zwischen zwei ausgewählten Stützrollen (118) des entsprechenden bestimmten Segments (S) der ersten Gruppe (G1) vorhanden gewesen ist, wobei anschließend diese für die einzelnen Segmente der stützenden Strangführung (116) berechneten Werte für die zweite Gießgeschwindigkeit (v_2) mit einem Soll-Wert (v_{Soll}) für die tatsächliche Gießgeschwindigkeit verglichen werden und dann jenes Segment der stützenden Strangführung (116) als bestimmtes Segment für die zweite Gruppe (G2) von Segmenten (S) ausgewählt wird, dessen berechneter Wert für die zweite Gießgeschwindigkeit (v_2) die Vorgaben des Soll-Werts erfüllt und dabei den kleinsten Abstand zum Soll-Wert aufweist. 35
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem Soll-Wert (v_{Soll}) um einen zulässigen Maximalwert für die tatsächliche Gießgeschwindigkeit handelt. 40
9. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem Soll-Wert (v_{Soll}) um einen zulässigen Minimalwert für die tatsächliche Gießgeschwindigkeit handelt. 45
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die neue Position der Sumpfspitze (PS), die sich innerhalb der stützenden Strangführung (116) in Abhängigkeit der auf den zweiten Wert eingestellten Gießgeschwindigkeit ergibt, mittels der zweiten Software (II) und auf Grundlage des Temperaturberechnungsmodells berechnet wird. 50

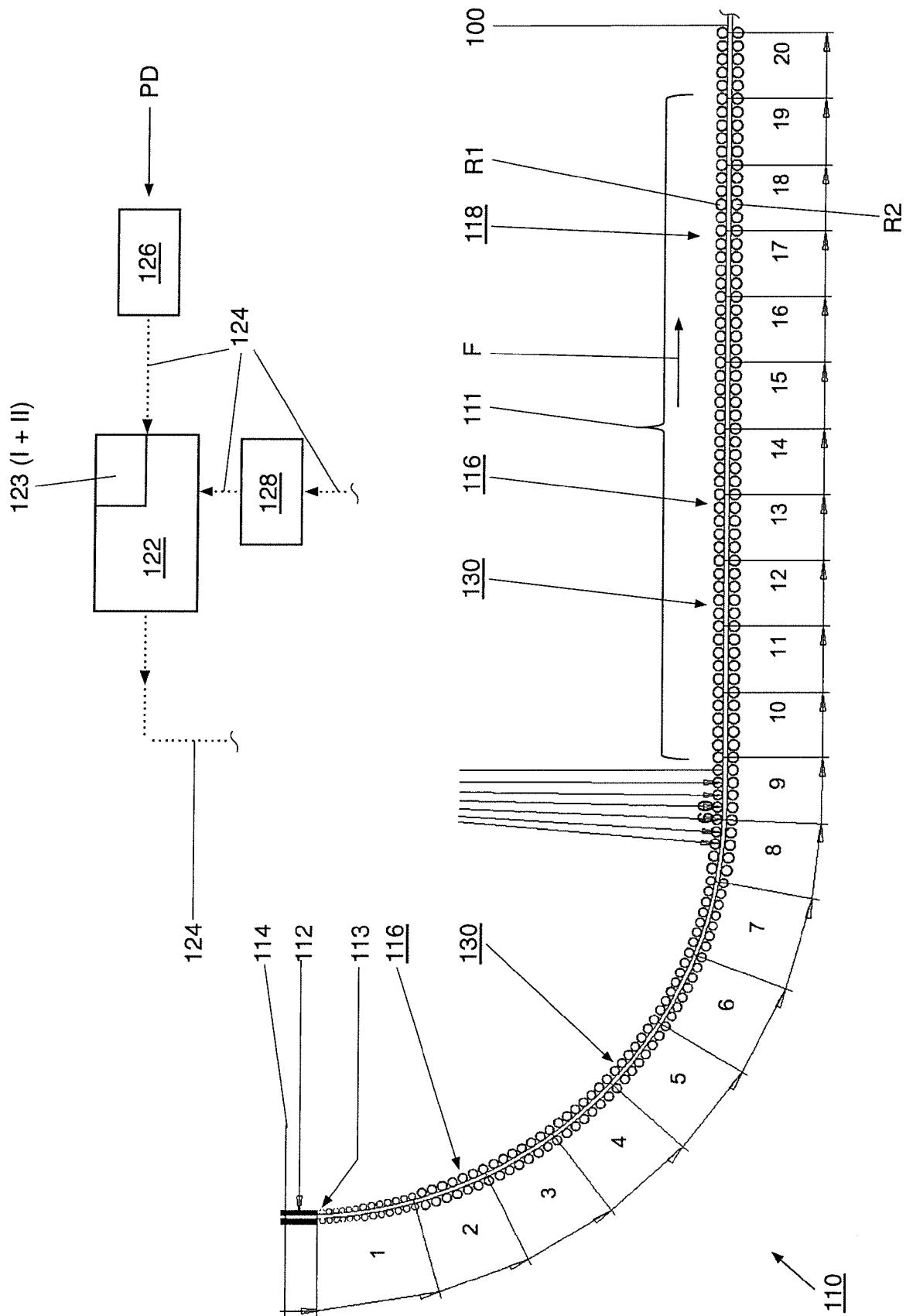


Fig. 1

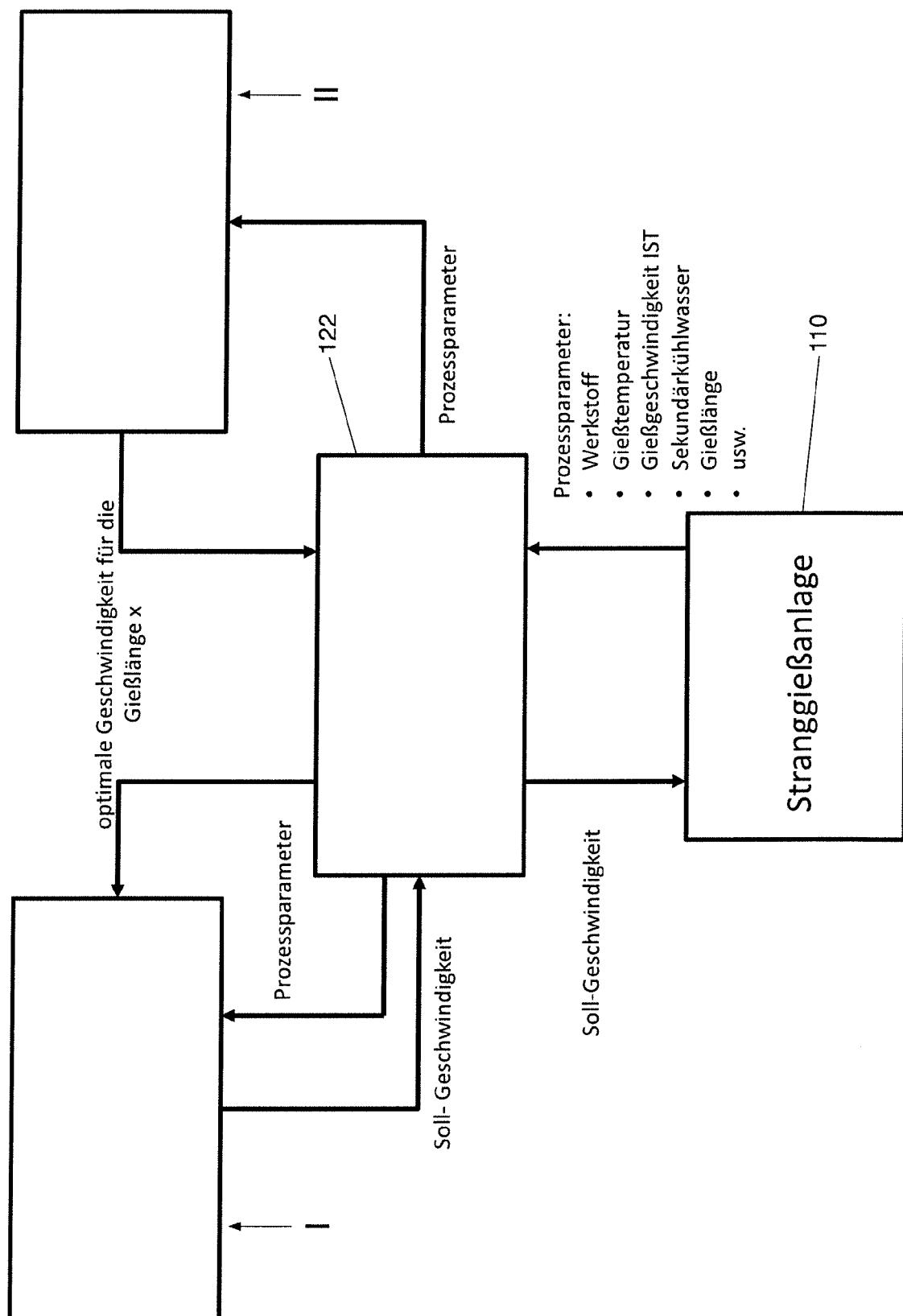


Fig. 2

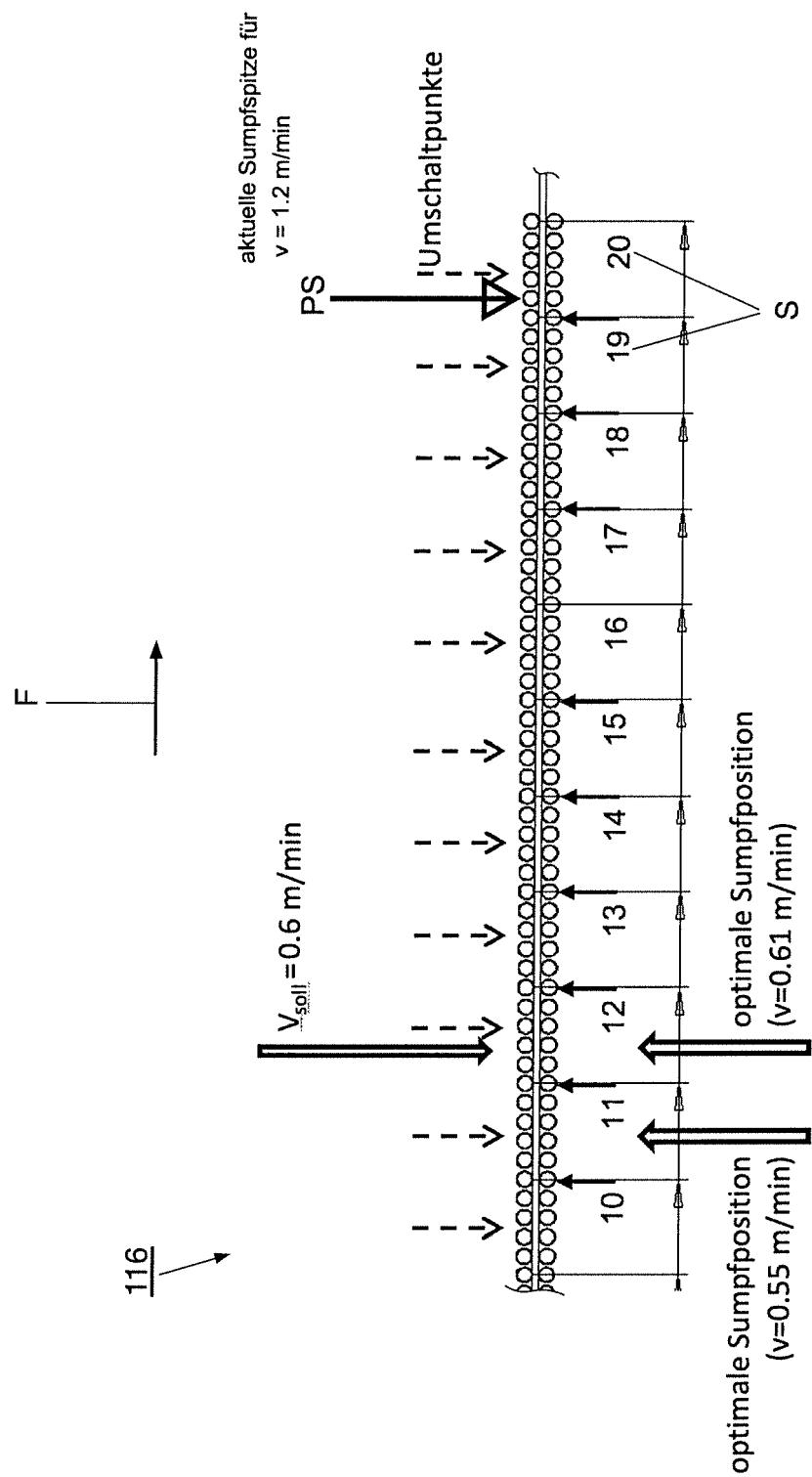


Fig. 3

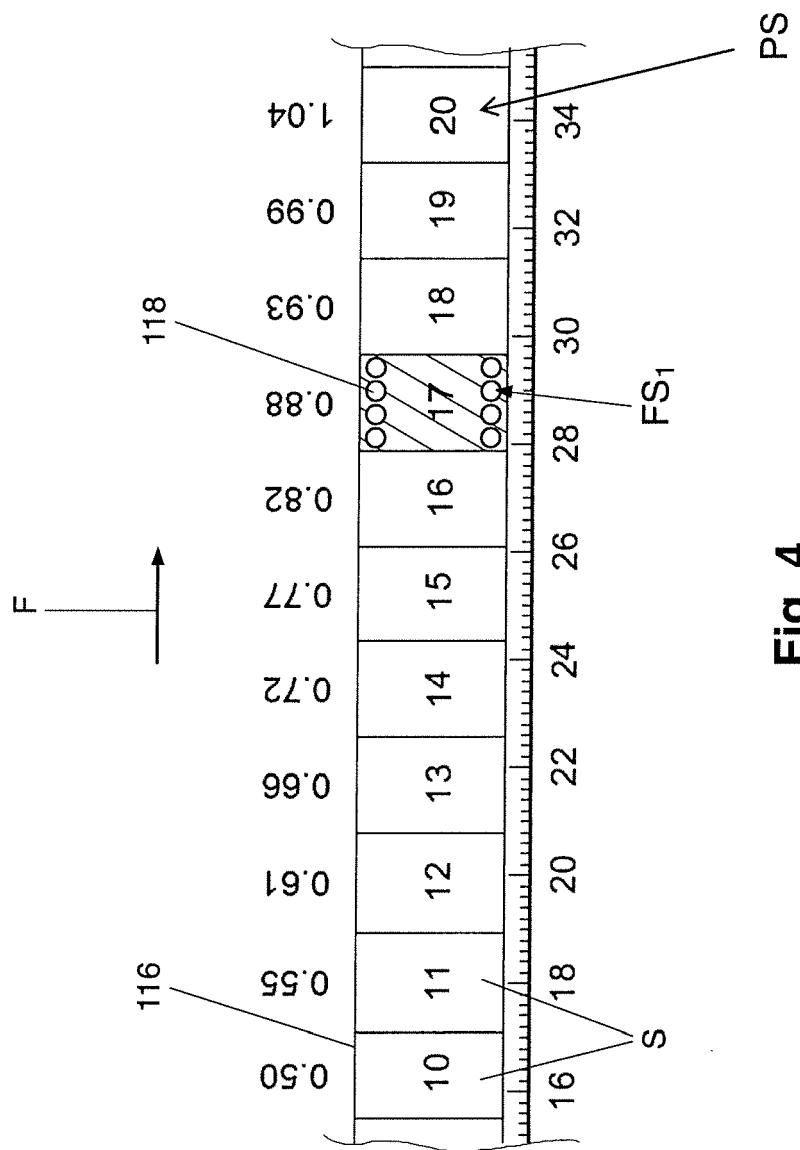


Fig. 4

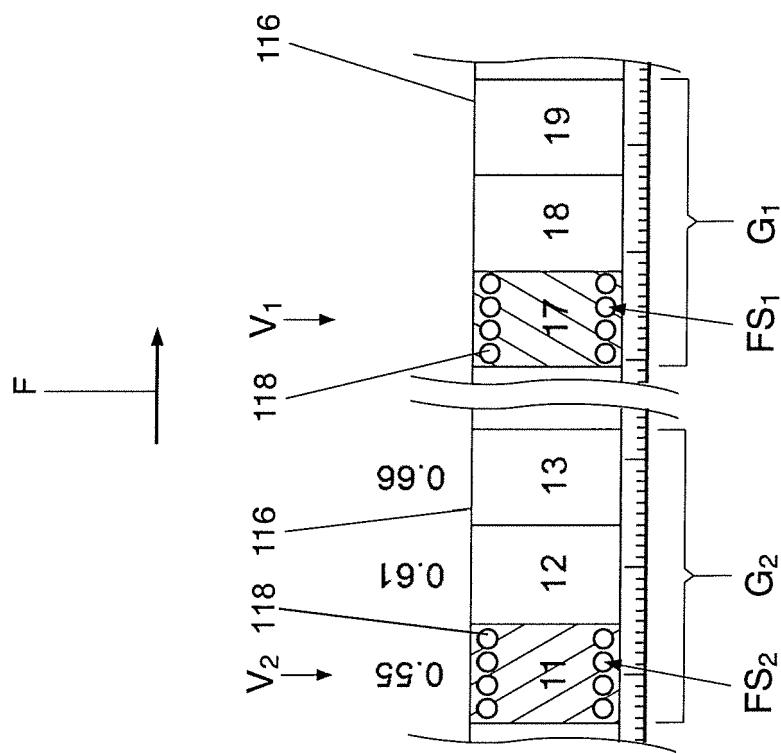


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 21 18 5083

5

10

15

20

25

30

35

40

45

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betriefft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2005 049151 A1 (SMS DEMAG AG [DE]) 19. April 2007 (2007-04-19) * Abbildungen 1,4 * * Absatz [0026] * * Ansprüche 1-9 *	1-10 -----	INV. B22D11/18 B22D11/20
1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
1	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 8. November 2021	Prüfer Peis, Stefano
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 Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

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

EP 21 18 5083

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.

08-11-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	DE 102005049151 A1	19-04-2007	KEINE	
20				
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]**