

(19)



(11)

**EP 3 441 157 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**13.02.2019 Patentblatt 2019/07**

(51) Int Cl.:  
**B22D 11/04 (2006.01) B22D 11/124 (2006.01)**  
**B22D 11/14 (2006.01) B22D 11/22 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **18183113.2**

(22) Anmeldetag: **12.07.2018**

(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:  
• **Heimann, Thomas**  
**58644 Iserlohn (DE)**  
• **Plociennik, Uwe**  
**40882 Ratingen (DE)**

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

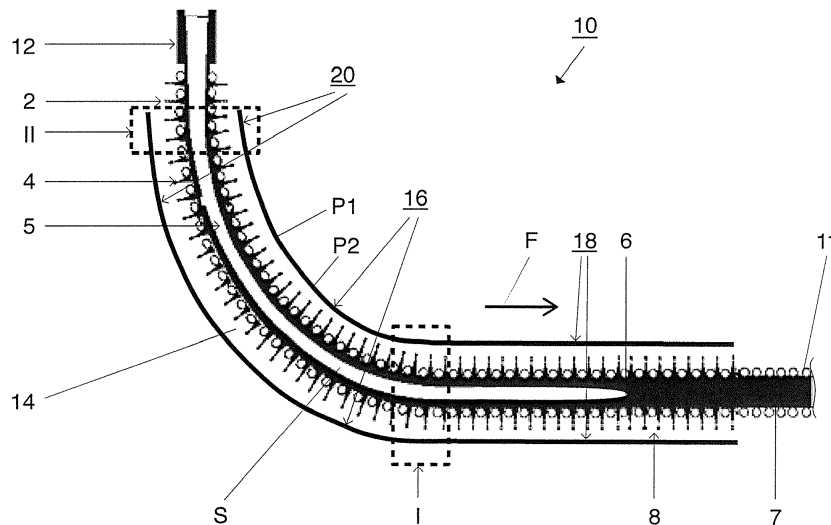
(30) Priorität: **08.08.2017 DE 102017213842**

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

(54) **VERFAHREN UND ANLAGE ZUM STRANGGIEßEN EINES METALLISCHEN PRODUKTS**

(57) Die Erfindung betrifft Verfahren zum Stranggießen eines metallischen Produkts (11), und eine entsprechende Stranggießanlage (10). Hierbei tritt ein Strang (S) des metallischen Produkts (11) kontinuierlich aus einer Kokille (12) aus, und wird anschließend entlang einer Strangführung (14) in einer Förderrichtung (F) transportiert. Der Strang (S) wird in einem Richtbereich (I) in die horizontale Richtung umgelenkt, wobei die Randbereiche (R) des Stranges (S) innerhalb eines Minderkühlabschnitts (16) der Strangführung (14) vermindert gekühlt werden als im Vergleich zu einem horizontalen Bereich (18) der Strangführung (14), der in Förderrichtung (F) nach dem Richtbereich (I) liegt. Die Randbereiche (R) des Stranges (S) werden in einem Intensivkühlabschnitt (20) der Strangführung (14) zumindest genauso stark gekühlt wie ein mittiger Bereich (M) des Stranges (S).

che (R) des Stranges (S) innerhalb eines Minderkühlabschnitts (16) der Strangführung (14) vermindert gekühlt werden als im Vergleich zu einem horizontalen Bereich (18) der Strangführung (14), der in Förderrichtung (F) nach dem Richtbereich (I) liegt. Die Randbereiche (R) des Stranges (S) werden in einem Intensivkühlabschnitt (20) der Strangführung (14) zumindest genauso stark gekühlt wie ein mittiger Bereich (M) des Stranges (S).



**Fig. 1**

**EP 3 441 157 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Stranggießen eines metallischen Produkts nach dem Oberbegriff von Anspruch 1, und eine entsprechende Stranggießanlage nach dem Oberbegriff von Anspruch 11.

**[0002]** Bei der Herstellung von metallischen Produkten in einer Stranggießanlage wird das flüssige Metall kontinuierlich in einer Kokille vergossen, wobei sich dort eine erste Strangschale ausbildet. In der Regel tritt der Strang nach unten aus der Kokille aus, wobei der Strang anschließend entlang einer Strangführung transportiert und in einem sog. Biegebereich in einen Biegeradius überführt wird, um dadurch eine Umlenkung des Stranges in Richtung der Horizontalen zu erreichen. Bei einer Kreisbogenanlage beginnt die Krümmung des Stranges bereits in der Kokille, wobei dann der Biegebereich entfällt. Die Strangführung umfasst im weiteren Verlauf auch einen sog. Richtbereich, in dem der Strang dann vollständig in die horizontale Richtung umgelenkt wird. In diesem Richtbereich treten an einer Oberseite (Losseite) des Stranges Dehnungen auf, die zu Rissen bzw. Oberflächenquerrissen führen können.

**[0003]** Die Bedeutung einer optimalen Kühlung beim Stranggießen eines metallischen Produkts nach dem Austreten des Stranges aus der Kokille ist im Stand der Technik hinreichend bekannt, z.B. aus EP 2 718 042 B1, WO 2016/012131 A1 oder EP 1 937 429 B1.

**[0004]** Eine Problematik beim Stranggießen besteht darin, dass für den Strang insbesondere im Richtbereich der Strangführung in Folge der dort erzeugten Krümmungen Dehnungen auftreten, die zu Rissen im Strang bzw. an dessen Oberfläche führen können. Dies ist in der Fig. 7 verdeutlicht, die eine vereinfachte Seitenansicht einer Stranggießanlage zeigt. Hierin ist die Position einer erhöhten Rissgefahr beispielhaft markiert.

**[0005]** Zur Vermeidung der vorstehend erläuterten Problematik einer erhöhten Rissgefahr wird nach dem Stand der Technik ein Ansatz verfolgt, wonach die Oberflächentemperatur des Stranges über der kritischen Duktilitätstemperatur des Metalls bzw. stranggegossenen Materials gehalten wird. Dies ist auf der Strangmitte in der Regel möglich und für eine herkömmliche Stranggießanlage in Fig. 7 gezeigt, wobei entlang der Strangführung eine gleichmäßige Kühlung über der gesamten Strangbreite eingestellt und in Fig. 7 durch entsprechende Pfeile symbolisiert ist. Gleichwohl unterliegt dieser Ansatz gewissen Einschränkungen, weil die Temperatur des Stranges nicht zu hoch sein darf, damit der Strang in seinem Kern vor dem Ende der Stranggießanlage, d.h. z.B. vor einer Schere, bereits vollständig durchgestart sein muss. Zudem muss der Strang nach Austritt aus der Kokille ausreichend stark gekühlt werden, um eine ausreichend dicke Strangschale zu erzielen, weil andernfalls der Strang zwischen den Stützrollen der Strangführung zu stark ausbaucht und dadurch Innenfehler auftreten würden.

**[0006]** Im Allgemeinen kühlt der Strang beim Stranggießen durch die zweidimensionale Wärmestrahlung an seinen Kanten stärker aus als in der Strangmitte. Dies impliziert die Gefahr von Kantenrissen. Durch eine geringere Kühlung des Stranges an seinen Kanten wird versucht, diesem Effekt zu begegnen. Entsprechend werden bei einer herkömmlichen Stranggießanlage gemäß Fig. 8 die Spritzwassermengen in den Randbereichen des Stranges - im Vergleich zu einem Bereich in der Strangmitte - vermindert, was dann zu einer geringeren Kühlung in den Randbereichen und folglich zur Erzeugung von höheren Kantentemperaturen führt. Eine solche verminderte Kühlung der Randbereiche des Stranges findet in einem sog. Minderkühlabschnitt statt, der in der Fig. 8 kenntlich gemacht ist und in Förderrichtung des Stranges insbesondere vor dem Richtbereich I, und ggf. auch innerhalb des Richtbereichs, liegt. Erst im Anschluss an den Minderkühlabschnitt bzw. den Richtbereich I wird der Strang dann wieder gleichmäßig über der gesamten Strangbreite gekühlt (ebenfalls in Fig. 8 kenntlich gemacht).

**[0007]** Bei Vorsehen eines Minderkühlabschnitts stellt sich - wie vorstehend erläutert - ein Anstieg der Oberflächentemperatur im kantennahen Bereich des Stranges ein. Dies kann nachteilig zu einer ungleichmäßigen Sumpfspitze über die Strangbreite führen. Eine solche ungleichmäßige Sumpfspitze kann einen Längenunterschied von z.B. 1,5 m annehmen, was in Fig. 9 schematisch mit der Strecke  $d_{\text{Sumpf}}$  veranschaulicht ist. Eine solcherart ungleichmäßige Sumpfspitze ist bei Durchführung einer Softreduktion nachteilig, und führt zur Erzeugung von Innenrissen in dem Strang.

**[0008]** Entsprechend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, beim Stranggießen eines metallischen Produkts eine uniforme Sumpfspitze über der Strangbreite zu erreichen, ohne dass die Kantentemperatur unter die durch den Duktilitätsverlauf bestimmte kritische Temperatur absinkt.

**[0009]** Die obige Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Stranggießen eines metallischen Produkts mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen, und durch eine Stranggießanlage mit den in Anspruch 11 definierten Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

**[0010]** Die Erfindung sieht ein Verfahren zum Stranggießen eines metallischen Produkts vor, bei dem in einer Stranggießanlage ein Strang des metallischen Produkts kontinuierlich aus einer Kokille insbesondere senkrecht nach unten austritt und anschließend entlang einer Strangführung in einer Förderrichtung transportiert wird. Hierbei wird der Strang in einem Richtbereich in die horizontale Richtung umgelenkt, wobei die Randbereiche des Stranges innerhalb eines Minderkühlabschnitts, der zumindest in Förderrichtung vor den Richtbereich und vorzugsweise auch innerhalb des Richtbereichs vorgesehen ist, vermindert gekühlt werden als im Vergleich zu einem horizontalen Bereich der Strangführung, der in Förderrichtung nach dem Richtbereich liegt. Die Randbereiche des Stranges werden in einem Intensivkühlabschnitt der Strangführung, der unmittelbar nach dem Austreten des Stranges aus der Kokille beginnt und in

Förderrichtung vor dem Minderkühlabschnitt liegt, zumindest genauso stark gekühlt wie ein mittiger Bereich des Stranges. Durch eine solche Kühlstrategie wird erreicht, dass eine im Wesentlichen einheitliche Sumpflänge ausgebildet wird, was sich z.B. bei Durchführung einer Softreduktion positiv auswirkt.

**[0011]** Die Erfindung sieht auch eine Stranggießanlage vor, die zur Herstellung eines metallischen Produkts dient. Diese Stranggießanlage umfasst eine Kokille, und eine sich an die Kokille anschließende Strangführung, entlang der ein aus der Kokille insbesondere senkrecht nach unten austretender Strang in einer Förderrichtung transportiert werden kann. Die Strangführung weist einen Richtbereich auf, durch den der Strang in die horizontale Richtung umlenkbar ist. Ferner weist die Strangführung einen zumindest in Förderrichtung vor dem Richtbereich vorgesehenen Minderkühlabschnitt auf, in dem die Randbereiche des Stranges vermindert gekühlt werden als im Vergleich zu einem horizontalen Bereich der Strangführung, der in Förderrichtung nach dem Richtbereich liegt. Vorzugsweise kann der Minderkühlabschnitt auch innerhalb des Richtbereichs vorgesehen sein. Die Strangführung weist unmittelbar nach dem Austritten des Stranges aus der Kokille einen in Förderrichtung vor dem Minderkühlabschnitt liegenden Intensivkühlabschnitt auf, in dem die Randbereiche des Stranges zumindest genauso stark kühlbar sind wie ein mittiger Bereich des Stranges.

**[0012]** Grundsätzlich ist es auf dem Gebiet des Stranggießens von metallischen Produkten bekannt, dass für die Ausbildung der Sumpflänge hauptsächlich die Kühlung des Stranges direkt nach dessen Austritt aus der Kokille verantwortlich ist. Hier ist die Strangschale noch sehr dünn, so dass die Kühlwirkung auch den noch flüssigen Strangkern beeinflusst. Unter Berücksichtigung dessen liegt der Erfindung somit die wesentliche Erkenntnis zu Grunde, dass in dem Intensivkühlabschnitt die Randbereiche des Stranges zumindest genauso stark gekühlt werden wie dessen mittiger Bereich, so dass sich diese Art von Kühlung vollständig auf den flüssigen Strangkern, und damit auf die Ausbildung einer gewünschten gleichmäßigen bzw. uniformen Sumpfspitze des Stranges über dessen Breite auswirkt. Anders ausgedrückt, wird durch die Einstellung einer gleichmäßigen spezifischen Spritzwassermenge über der Strangbreite bzw. durch eine Verstärkung der Randkühlung innerhalb des Intensivkühlabschnitts erreicht, dass die Längendifferenz in der Sumpfspitze über der Strangbreite zumindest vermindert wird. Entsprechend wird für den Strang eine über der Strangbreite gleichmäßige Sumpfspitze realisiert. Insgesamt erfolgt die vorstehend erläuterte Kühlstrategie jedenfalls unter Einhaltung der Bedingung, dass die durch den Duktilitätsverlauf bestimmte minimale Temperatur entlang der gesamten Länge der Strangführung, und somit auch innerhalb bzw. entlang des Intensivkühlabschnitts, nicht unterschritten wird.

**[0013]** In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann der Intensivkühlabschnitt, in dem die Randbereiche des Stranges zumindest so stark gekühlt werden wie der mittige Bereich des Stranges, innerhalb eines ersten Drittels der Länge der Stranggießanlage vorgesehen sein, gerechnet ab dem Kokillenaustritt des Stranges. Im Anschluss an den Intensivkühlabschnitt wird dann in dem Minderkühlabschnitt die Kühlung der Randbereiche des Stranges reduziert bzw. vermindert. Hierdurch wird erreicht, dass die Temperatur des Stranges auch in seinen Randbereichen bzw. kantennahen Zonen nicht unter die durch den Duktilitätsverlauf bestimmte kritische Temperatur absinkt. Dies gilt insbesondere für die Bereiche des Stranges, in denen zusätzliche Beanspruchungen auftreten, z.B. im Biegebereich und/oder im Richtbereich. Dadurch wird erfindungsgemäß die Ausbildung von möglichen Oberflächenrissen in dem Strang auch in dem Minderkühlabschnitt der Strangführung vermieden.

**[0014]** In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung werden innerhalb des Intensivkühlabschnitts der Strangführung die Randbereiche des Stranges stärker gekühlt als der mittige Bereich des Stranges. Dies kann zweckmäßigerweise dadurch erreicht werden, dass die spezifischen Wassermengen in den Randregelkreisen höher sind als die Wassermengen, mit denen der mittige Bereich des Stranges beaufschlagt wird. Dies führt zu dem Vorteil, dass im Bereich des Intensivkühlabschnitts der Strangführung ein Längenunterschied in der Sumpfspitze des Stranges über dessen Breite weiter vermindert wird, um damit eine (möglichst) uniforme Sumpfspitze zu erreichen.

**[0015]** Unter Berücksichtigung der Anordnung des Intensivkühlabschnitts und des Minderkühlabschnitts, nämlich - in Förderrichtung des Stranges gesehen - nachfolgend hintereinander, ist für die vorliegende Erfindung von Bedeutung, dass ein Temperaturanstieg für den Strang zwischen diesen beiden Kühlabschnitten nicht zu hoch wird. Zu diesem Zweck wird erfindungsgemäß, und vorzugsweise unter Einhaltung der Maßgabe, dass innerhalb des Intensivkühlabschnitts die Temperatur in den Randbereichen des Stranges einer minimal zulässigen Kantentemperatur entspricht bzw. stets größer als diese ist, ein sog. Wiedererwärmungsfaktor WEF [ $^{\circ}\text{C}/(\text{mm}\cdot\text{sec})$ ] berechnet, der sich wie folgt bestimmt:

$$\text{WEF} = \frac{\text{Differenz zwischen der Temperatur } T_1 \text{ an einem ersten Messpunkt } P_1 \text{ und der Temperatur } T_2 \text{ an einem zweiten Messpunkt } P_2 / \text{mittlere Dicke der Strangschale an den Messpunkten } P_1 \text{ und } P_2 / \text{Transportzeit des Stranges zwischen den Messpunkten } P_1 \text{ und } P_2 .}$$

**[0016]** Hierin sind beispielsweise:

$P_1$ : Ende der letzten Kühlzone des Intensivkühlabschnitts, jedenfalls zumindest ein Messpunkt innerhalb des Intensivkühlabschnitts,

$T_1$ : mittlere Strangschalentemperatur an dem ersten Messpunkt  $P_1$ ,

$P_2$ : Ende der ersten Kühlzone des Minderkühlabschnitts, jedenfalls zumindest ein Messpunkt innerhalb des Minderkühlabschnitts, und

$T_2$ : mittlere Strangschalentemperatur an dem zweiten Messpunkt  $P_2$ .

**[0017]** Zur Berechnung der Strangtemperaturen  $T_1$  und  $T_2$  und der Strangschalendicken bei den Messpunkten  $P_1$  und  $P_2$  und der zugehörigen Sumpfspitzenpositionen wird ein mathematisch - physikalisches Rechenmodell verwendet. Ein solcherart bestimmter bzw. gemessener Wiedererwärmungsfaktor WEF wird anschließend mit einem maximalen Wiedererwärmungsfaktor  $WEF_{max}$  verglichen, der materialabhängig ist und im Voraus bestimmt bzw. festgelegt worden ist. Solange der aktuell gemessene Wiedererwärmungsfaktor  $WEF_{aktuell}$  kleiner ist als der maximale Wiedererwärmungsfaktor  $WEF_{max}$ , wird in zumindest einer Kühlzone des Intensivkühlabschnitts die Kühlung der Randbereiche des Stranges verstärkt, z.B. durch Zuschaltung von weiteren zusätzlichen Kühldüsen im Kantebereich des Stranges und/oder durch Erhöhung des eingestellten Kühlmittelstroms, mit dem der Strang in seinen Randbereichen beaufschlagt bzw. gekühlt wird. Beide diese Varianten, d.h. die Zuschaltung von zusätzlichen Kühldüsen bzw. die Erhöhung der zugehörigen Kühlmittelmenge (z.B. Spritzwasser), erfolgen stets unter Beachtung bzw. Einhaltung der folgenden Aspekte:

- Die Temperatur an der Strangkante bzw. in den Randbereichen des Stranges liegt nicht unter der durch den Duktilitätsverlauf vorgegebenen kritischen Temperatur;
- Die Sumpfspitze besitzt keine oder eine möglichst gering ausgeprägte W - Form über der Strangbreite; und
- Der Temperaturanstieg zwischen der letzten Kantendüse (d.h. an dem ersten Messpunkt  $P_1$  innerhalb des Intensivkühlabschnitts) und der ersten Zone ohne Kantendüsen (d.h. an dem zweiten Messpunkt  $P_2$  innerhalb des Minderkühlabschnitts) darf nicht zu hoch sein, bzw. den zulässigen maximalen Wiedererwärmungsfaktor  $WEF_{max}$  nicht überschreiten.

**[0018]** Ergänzend kann für die obigen beiden Varianten zur Verstärkung der Kühlung in den Randbereichen des Stranges vorgesehen sein, dass auch die jeweils aktuelle Lage bzw. Position der Sumpfspitze überprüft bzw. mit berücksichtigt wird. Hierzu wird eine Berechnung des Sumpflängenverlaufs über der Strangbreite vorgenommen. Falls auf Grundlage dieser Berechnung festgestellt wird, dass die berechnete Sumpfspitzendifferenz im Vergleich zu einer vorbestimmten maximalen Sumpfspitzendifferenz, die einen erlaubten oberen Grenzwert darstellt, zu hoch ist, wird dann die Kühlung in den Randbereichen des Stranges nach einer der beiden genannten Varianten verstärkt. Andernfalls, nämlich für den Fall, dass die festgestellte Sumpfspitzendifferenz nicht zu hoch sein sollte, wird die Kühlung in dem Intensivkühlabschnitt nicht weiter verstärkt.

**[0019]** In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung umfasst der Intensivkühlabschnitt zumindest eine Kühlzone mit zusätzlichen Kühldüsen, die einem Randbereich des Stranges zugeordnet sind und zur Verstärkung der Kühlung der Randbereiche des Stranges zugeschaltet werden können.

**[0020]** Nachstehend sind bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung anhand einer schematisch vereinfachten Zeichnung im Detail beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1, Fig. 2 jeweils eine Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Stranggießanlage,

Fig. 3 eine Darstellung des Sumpfspitzenverlaufes (A) sowie des Temperaturverlaufes nach dem Intensivkühlbereich (B) und des Temperaturverlaufes nach dem Minderkühlabschnitt (C),

Fig. 4, Fig. 5 jeweils Ablaufdiagramme zur Optimierung einer Kühlung innerhalb des Intensivkühlabschnitts der Stranggießanlage von Fig. 1, und

Fig. 6 eine Draufsicht auf Kühlzonen innerhalb des Intensivkühlabschnitts einer Stranggießanlage von Fig. 1.

**[0021]** In Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Stranggießanlage 10 prinzipiell vereinfacht in einer Seitenansicht gezeigt. Die Stranggießanlage 10 dient zum Herstellen eines metallischen Produkts 11, und umfasst hierzu eine Kokille 12 und eine sich daran anschließende Strangführung 14, entlang der ein aus der Kokille 12 vorzugsweise nach unten austretender Strang S des metallischen Produkts 11 in einer Förderrichtung F transportiert wird. Unterhalb der Kokille 12, und beiderseits des Stranges S, sind eine Mehrzahl von Stützrollen 2 angeordnet, wobei Spritzwasser 4 auf den Strang S ausgebracht bzw. gespritzt wird, zwecks einer Kühlung des Stranges S. An der Stelle, wo in Fig. 1 der Strang S mit der Bezugslinie "5" markiert ist, weist der Strang noch einen flüssigen Sumpf auf. Die Sumpfspitze des Stranges S ist mit dem Bezugszeichen "6" angedeutet. Stromabwärts hiervon ist der Strang S vollständig durcherstarrt, z.B. an der in Fig.

1 mit der Bezugslinie "11d" markierten Position. Stromabwärts hiervon ist entlang der Strangführung 14 ebenfalls eine Wasserkühlung vorgesehen, die mit der Bezugslinie "8" gekennzeichnet ist.

**[0022]** Die Strangführung 14 der Stranggießanlage 10 umfasst einen Richtbereich I, durch den der Strang S vollständig in die horizontale Richtung umgelenkt wird. Des Weiteren umfasst die Strangführung 14 einen Biegebereich II, durch den der Strang S, nachdem er aus der Kokille 12 ausgetreten ist, in Richtung der Horizontalen umgelenkt wird. Der Richtbereich I und der Biegebereich II sind in der Darstellung von Fig. 1 jeweils vereinfacht durch gestrichelte Rechtecke symbolisiert.

**[0023]** Die Förderrichtung, in der der Strang S entlang der Strangführung 14 der Stranggießanlage 10 transportiert wird, ist in der Darstellung von Fig. 1 mit "F" bezeichnet. Die Strangführung 14 umfasst einen Minderkühlabschnitt 16, der - in Förderrichtung F des Stranges S gesehen - stromaufwärts bzw. vor einem horizontalen Bereich 18 der Strangführung 14 liegt. Der Minderkühlabschnitt 16 kann derart ausgebildet sein, dass er zumindest teilweise, oder vollständig, den Richtbereich I erfasst. Der Minderkühlabschnitt 16 der Strangführung 14 zeichnet sich dadurch aus, dass die darin vorgesehenen Kühlzonen derart ausgebildet sind, dass die Randbereiche des Stranges S vermindert gekühlt werden als im Vergleich zu dem horizontalen Bereich 18 der Strangführung 14.

**[0024]** Ein wesentliches Merkmal der Stranggießanlage 10 besteht darin, dass die Strangführung 14 einen Intensivkühlabschnitt 20 aufweist, der unmittelbar nach dem Austreten des Stranges S aus der Kokille 12 beginnt und - wie in Fig. 1 veranschaulicht - in Förderrichtung F gesehen vor dem Minderkühlabschnitt 16 liegt. Der Intensivkühlabschnitt 20 ist mit zumindest einer darin vorgesehenen Kühlzone derart ausgebildet, dass die Randbereiche des Stranges S zumindest genauso stark gekühlt werden wie ein mittiger Bereich des Stranges S.

**[0025]** Fig. 2 zeigt die Stranggießanlage 10 von Fig. 1 nochmals in einer vereinfachten Seitenansicht. Hierin sind die Längenerstreckungen des Minderkühlabschnitts 16 und des Intensivkühlabschnitts 20 entlang der Strangführung 14 der Stranggießanlage 10 veranschaulicht. Im Einzelnen ist die Länge des Intensivkühlabschnitts 20 mit " $L_{20}$ " bezeichnet, wobei diese Länge in etwa ein Drittel der Länge  $L_{10}$  der Stranggießanlage 10 betragen kann. Für diesen Fall ist der Intensivkühlabschnitt 20 innerhalb eines ersten Drittels der Länge  $L_{10}$  der Stranggießanlage 10, beginnend ab dem Austritt des Stranges S aus der Kokille 12, vorgesehen. Eine Länge des Minderkühlabschnitts 16 ist in der Darstellung von Fig. 2 mit " $L_{16}$ " bezeichnet. Des Weiteren wird durch die Fig. 2 veranschaulicht, dass der Intensivkühlabschnitt 20 - in Förderrichtung F des Stranges S gesehen - vor dem Minderkühlabschnitt 16 bzw. stromaufwärts hiervon vorgesehen ist, wobei der Intensivkühlabschnitt 20 unmittelbar nach dem Kokillenaustritt bzw. einem gießspiegelnahen Bereich beginnt.

**[0026]** Durch die vorstehend genannte intensive Kühlung der Randbereiche des Stranges S in dem Intensivkühlabschnitt 20, die wegen der hier noch sehr dünnen Strangschale auch den noch flüssigen Strangkern beeinflusst, wird erfindungsgemäß erreicht, dass der Längenunterschied in der Sumpfspitze im Vergleich zum Stand der Technik vorteilhaft vermindert wird. Dies ist in der Darstellung von Fig. 3 mit der Kurve "A" veranschaulicht, die einen Verlauf der Sumpfspitze 6 über der Strangbreite zeigt. Hierin beträgt der Längenunterschied  $d_{\text{Sumpf}}$ , der ein Maß für die Ungleichmäßigkeit der Sumpfspitze ist, beispielsweise nur etwa 150 mm. Somit wird mittels der Erfindung eine im Wesentlichen uniforme bzw. gleichförmige Sumpfspitze über der Strangbreite erzielt, ohne dass die Kantentemperatur unter die durch den Duktilitätsverlauf bestimmte kritische Temperatur absinkt. Jedenfalls ist der mittels der vorliegenden Erfindung realisierte Längenunterschied  $d_{\text{Sumpf}}$  wesentlich kleiner als nach dem Stand der Technik, der wie eingangs anhand der Fig. 9 erläutert 1,5 m betragen kann.

**[0027]** Wie aus Fig. 3 weiter ersichtlich, ist der Temperaturverlauf nach dem Intensivkühlabschnitt (B) über der Strangbreite nicht konstant. Im Randbereich ist die Temperatur niedriger als in der Strangmitte. Durch die verminderte Kühlung des Randbereiches im nachfolgenden sog. Minderkühlabschnitt gleicht sich der Temperaturunterschied größtenteils aus und der Temperaturverlauf nach dem Minderkühlabschnitt (C) über der Strangbreite ist im Wesentlichen konstant.

**[0028]** Im Betrieb der erfindungsgemäßen Stranggießanlage 10 bzw. bei Durchführung eines entsprechenden Verfahrens zum Stranggießen eines metallischen Produkts 11 stellt sich zwischen dem Intensivkühlabschnitt 20, in dem die Randbereiche des Stranges S einer verstärkten Kantenkühlung unterzogen werden, und dem Minderkühlabschnitt 16, in dem eine reduzierte Kühlmittelbeaufschlagung für die Randbereiche des Stranges S vorgesehen ist, ein Temperaturanstieg ein. Hierbei ist für die Erfindung von Bedeutung, dass ein solcher Temperaturanstieg nicht zu hoch wird. Ein zu starker und zu schneller Anstieg des bereits erstarrten Materials des Stranges S kann ansonsten zu Innenrisen führen.

**[0029]** Die Einhaltung eines nicht zu hohen Temperaturanstiegs zwischen dem Intensivkühlabschnitt 20 und dem Minderkühlabschnitt 16 wird erfindungsgemäß durch die Bildung eines Wiedererwärmungsfaktors WEF [ $^{\circ}\text{C}/(\text{mm} \cdot \text{sec})$ ] gewährleistet. Ein solcher Wiedererwärmungsfaktor WEF bestimmt sich durch den Quotienten der Differenz zwischen einer Temperatur  $T_1$  an einem ersten Messpunkt  $P_1$  und einer Temperatur  $T_2$  an einem zweiten Messpunkt  $P_2$ , zur mittleren Dicke der Strangschale an den Messpunkten  $P_1$  und  $P_2$ , und zur Transportzeit des Stranges S zwischen den Messpunkten  $P_1$  und  $P_2$ . Entsprechend bestimmt sich die Einheit für den Wiedererwärmungsfaktor WEF zu [ $^{\circ}\text{C}/(\text{mm} \cdot \text{sec})$ ]. Diesbezüglich versteht sich, dass der erste Messpunkt  $P_1$  in einer Kühlzone innerhalb des Intensivkühlabschnitts 20 angeordnet ist, wobei der zweite Messpunkt  $P_2$  in einer Kühlzone innerhalb des Minderkühlabschnitts 16 angeordnet

ist. Beispielsweise befindet sich der erste Messpunkt  $P_1$  am Ende der letzten Kühlzone des Intensivkühlabschnitts 20 (mit verstärkter Kantenkühlung), wobei der zweite Messpunkt  $P_2$  sich am Ende der ersten Kühlzone des Minderkühlabschnitts 16 (mit reduzierter Kantenkühlung) befindet. Bei den Temperaturen  $T_1$  und  $T_2$  handelt es sich um die mittleren Strangschalentemperaturen an den Messpunkten  $P_1$  bzw.  $P_2$ . Zur Berechnung der Strangtemperaturen  $T_1$ ,  $T_2$ , der Sumpfspitzenpositionen und der Strangschalendicken wird ein mathematisch-physikalisches Rechenmodell verwendet.

**[0030]** Eine Position der ersten und zweiten Messpunkte entlang der Strangführung 14 ist in der Darstellung von Fig. 1 vereinfachend mit den Bezeichnungen "P<sub>1</sub>" und "P<sub>2</sub>" angedeutet.

**[0031]** Unter Verwendung der vorstehend erläuterten Messpunkte  $P_1$  und  $P_2$  wird bei Durchführung eines Verfahrens nach der vorliegenden Erfindung zunächst ein aktueller Wiedererwärmungsfaktor bestimmt bzw. berechnet, nämlich unter Verwendung von folgender Beziehung:

$$\text{WEF} = \frac{\text{Differenz zwischen einer Temperatur } T_1 \text{ am ersten Messpunkt } P_1 \text{ und einer Temperatur } T_2 \text{ am zweiten Messpunkt } P_2 / \text{mittlere Dicke der Strangschale an den Messpunkten } P_1 \text{ und } P_2 / \text{Transportzeit des Stranges (S) zwischen den Messpunkten } P_1 \text{ und } P_2.}{}$$

**[0032]** Im Anschluss hieran wird dann der aktuelle Wiedererwärmungsfaktor mit  $\text{WEF}_{\text{aktuell}}$  mit einem zulässigen maximalen Wiedererwärmungsfaktor  $\text{WEF}_{\text{max}}$  verglichen, der materialabhängig ist und im Voraus festgelegt wird. In Abhängigkeit des Vergleichs zwischen  $\text{WEF}_{\text{aktuell}}$  und  $\text{WEF}_{\text{max}}$  kann dann die Kühlung der Randbereiche des Stranges S innerhalb des Intensivkühlabschnitts 20 verstärkt werden, was nachfolgend anhand der Ablaufdiagramme im Einzelnen erläutert ist:

Das Ablaufdiagramm von Fig. 4 veranschaulicht eine Optimierung der Kühlmittelmenge, vorzugsweise in Form von Spritzwasser, mit der bzw. dem der Strang S in seinen Randbereichen gekühlt wird. Mit Hilfe eines mathematisch-physikalischen Rechenmodells werden alle relevanten Temperaturen des Stranges S berechnet, hierbei u.a. die Kantentemperaturen des Stranges S, d.h. die Temperatur des Stranges S in seinen Randbereichen. Sodann wird überprüft, ob vor dem Richtbereich I oder innerhalb des Richtbereichs I die somit berechnete Kantentemperatur größer ist als eine minimal zulässige Kantentemperatur  $T_{\text{KanteZiel}}$ . Falls dies nicht der Fall ist, wird die Kühlung im Intensivkühlabschnitt 20 nicht verstärkt, so dass keine weitere Minimierung der Sumpfspitzendifferenz möglich ist. Dies erfolgt wegen der Maßgabe, dass die Kantentemperatur nicht unter die durch den Duktilitätsverlauf bestimmte kritische Temperatur, vorstehend als  $T_{\text{KanteZiel}}$  bezeichnet, absinken soll. Falls demgegenüber die berechnete Kantentemperatur größer sein sollte als die minimal zulässige Kantentemperatur  $T_{\text{KanteZiel}}$ , werden unter Verwendung des mathematisch-physikalischen Rechenmodells die Strangschalentemperaturen  $T_1$  und  $T_2$  an den Messpunkten  $P_1$  und  $P_2$ , sowie die mittlere Strangschalendicke zwischen diesen Messpunkten berechnet, als auch die Transportzeit des Stranges S zwischen den Messpunkten  $P_1$  und  $P_2$  bestimmt. Unter Berücksichtigung der somit berechneten bzw. bestimmten Werte wird dann anhand der obigen Gleichung der aktuelle Wiedererwärmungsfaktor  $\text{WEF}_{\text{aktuell}}$  bestimmt.

**[0033]** In einem nächsten Schritt wird der Wert des aktuellen Wiedererwärmungsfaktors  $\text{WEF}_{\text{aktuell}}$  mit einem zulässigen maximalen Wiedererwärmungsfaktor  $\text{WEF}_{\text{max}}$  verglichen. Falls  $\text{WEF}_{\text{aktuell}}$  größer als  $\text{WEF}_{\text{max}}$  sein sollte, ist dies ein Anzeichen dafür, dass der Temperaturanstieg zwischen dem Intensivkühlabschnitt 20 und dem Minderkühlabschnitt 16 bereits zu groß ist, so dass die Kühlung in dem Intensivkühlabschnitt 20 nicht verstärkt wird, bzw. die in diesem Abschnitt eingesetzte Kühlmittelmenge nicht erhöht wird. Falls jedoch die Bedingung  $\text{WEF}_{\text{aktuell}} < \text{WEF}_{\text{max}}$  erfüllt sein sollte, wird in einem nächsten Schritt der Sumpflängenverlauf über der Strangbreite anhand eines mathematisch-physikalischen Rechenmodells berechnet. Falls sich hierbei bei einem Vergleich mit einer vorbestimmten maximalen Sumpfspitzendifferenz, die einen erlaubten oberen Grenzwert darstellt, herausstellen sollte, dass die berechnete Sumpfspitzendifferenz zu hoch ist, kann in Folge dessen die Kühlung im Intensivkühlabschnitt 20 geeignet verstärkt werden, nämlich durch Erhöhung der zugehörigen Kühlmittelmenge in zumindest einer Kühlzone des Intensivkühlabschnitts 20, vorzugsweise in allen Kühlzonen des Intensivkühlabschnitts 20. Demgegenüber bleibt die Kühlleistung in dem Intensivkühlabschnitt 20 unverändert, falls die berechnete Sumpfspitzendifferenz für den Strang S sich als nicht zu hoch darstellt.

**[0034]** Das Ablaufdiagramm gemäß Fig. 4 veranschaulicht, dass die vorstehend erläuterte Schrittabfolge in Form eines Regelkreises ausgebildet ist. Ein solcher Regelkreis erfasst vorzugsweise alle Kühldüsen der Kühlzonen, die innerhalb des Intensivkühlabschnitts 20 in den Randbereichen des Stranges S angeordnet sind.

**[0035]** Das Ablaufdiagramm von Fig. 5 veranschaulicht eine Regelung zur Optimierung der Düsenanordnung bzw. des Einsatzes von Kühldüsen in den Randbereichen des Stranges S. Als Ausgangspunkt für das Ablaufdiagramm von Fig. 5 dient eine Betriebsweise der Stranggießanlage 10, bei der die Randbereiche bzw. die Kanten des Stranges S

nicht überspritzt werden. Sodann wird unter Verwendung eines mathematisch-physikalischen Rechenmodells die Kantentemperatur des Stranges S innerhalb des Intensivkühlabschnitts 20 berechnet, gefolgt von einer Abfrage, ob vor dem Richtbereich I oder innerhalb des Richtbereichs I die berechnete Kantentemperatur größer ist als eine minimal zulässige Kantentemperatur  $T_{\text{KanteZiel}}$ . Ab diesem Schritt entspricht das Ablaufdiagramm gemäß Fig. 5 im Wesentlichen der Logik des Ablaufdiagramms von Fig. 4, so dass zur Vermeidung darauf verwiesen werden darf.

**[0036]** Das Ablaufdiagramm von Fig. 5 unterscheidet sich vom Ablaufdiagramm gemäß Fig. 4 einzig dadurch, dass, falls die berechnete Sumpfspitzendifferenz als zu hoch eingestuft werden sollte, dann in zumindest einer Kühlzone des Intensivkühlabschnitts 20 zusätzliche Kühldüsen in den Randbereichen des Stranges S zugeschaltet werden. In dieser Weise wird die Kühlung in den Randbereichen des Stranges S geeignet verstärkt.

**[0037]** Fig. 6 zeigt eine schematisch vereinfachte Draufsicht auf Kühlzonen innerhalb des Intensivkühlabschnitts 20 und des Minderkühlabschnitts 16. Die zusätzlichen Kühldüsen, die gemäß des Ablaufdiagramms von Fig. 5 zur Verstärkung der Kühlung der Randbereiche des Stranges S zugeschaltet werden können, sind in Fig. 6 mit "22" bezeichnet. Zusätzlich sind die Randbereiche des Stranges S, in dem diese zuschaltbaren Kühldüsen 22 angeordnet sind, in Fig. 6 mit "R" bezeichnet, wobei ein mittiger Bereich des Stranges S mit "M" bezeichnet ist.

**[0038]** In gleicher Weise wie bei Fig. 4 versteht sich für das Ablaufdiagramm von Fig. 5, dass die zugehörige Schrittabfolge als Regelkreis ausgebildet ist. Somit ist bei einer Verstärkung der Kühlung in den Randbereichen R des Stranges S stets gewährleistet, dass mögliche Prozessveränderungen rechtzeitig erkannt werden. Entsprechend bleibt der Temperaturanstieg zwischen dem Intensivkühlabschnitt 20 und dem Minderkühlabschnitt 16 moderat, wenn die Bedingung  $WEF_{\text{aktuell}} < WEF_{\text{max}}$  erfüllt wird, wobei gleichzeitig die Temperatur an der Strangkante bzw. in den Randbereichen des Stranges S nicht unter die durch den Duktilitätsverlauf vorgegebenen kritischen Temperatur  $T_{\text{KanteZiel}}$  fällt.

**[0039]** Die Ablaufdiagramme von Fig. 4 und Fig. 5 und die hierbei durchgeführte Bestimmung des aktuellen Wiedererwärmungsfaktors  $WEF_{\text{aktuell}}$  beziehen sich beispielsweise auf die ersten und zweiten Messpunkte  $P_1$ ,  $P_2$ , die in der Fig. 6 auch symbolisch durch Pfeile angedeutet sind. Dies bedeutet, dass diese Messpunkte in einzelnen Kühlzonen des Intensivkühlabschnitts 20 bzw. des Minderkühlabschnitts 16 vorgesehen sind. Unter Berücksichtigung dessen ermöglicht die Bestimmung des aktuellen Wiedererwärmungsfaktors  $WEF_{\text{aktuell}}$  eine Beurteilung des Temperaturanstiegs zwischen dem Intensivkühlabschnitt 20 und dem Minderkühlabschnitt 16. In diesem Zusammenhang wird schließlich darauf hingewiesen, dass die Messpunkte  $P_1$  und  $P_2$  auch an anderen Stellen als wie in der Darstellung von Fig. 1 und Fig. 6 angedeutet vorgesehen sein können. Des Weiteren sind auch eine Mehrzahl von ersten Messpunkten  $P_1$  bzw. von zweiten Messpunkten  $P_2$  möglich, die jeweils innerhalb des Intensivkühlabschnitts 20 bzw. innerhalb des Minderkühlabschnitts 16 vorgesehen sind.

#### Bezugszeichenliste

#### [0040]

2	Stützrolle(n)
4	Kühlmittel, z.B. Spritzwasser
5	Flüssiger Sumpf (des Stranges S)
6	Sumpfspitze
7	Durcherstarteter Teil des Stranges S
8	Wasserkühlung
10	Stranggießanlage
11	Metallisches Produkt
12	Kokille
14	Strangführung
16	Minderkühlabschnitt (der Strangführung 14)
18	Horizontaler Bereich (der Strangführung 14)
20	Intensivkühlabschnitt (der Strangführung 14)
22	Zusätzliche (zuschaltbare) Kühldüse(n)
F	Förderrichtung (des Stranges S)
I	Richtbereich (der Strangführung 14)
II	Biegebereich (der Strangführung 14)
$L_{10}$	Länge der Stranggießanlage 10
$L_{16}$	Länge des Minderkühlabschnitts 16
$L_{20}$	Länge des Intensivkühlabschnitts 20
M	Mittiger Bereich (des Stranges S)
$P_1$	Erster Messpunkt (innerhalb des Intensivkühlabschnitts 20)
$P_2$	Zweiter Messpunkt (innerhalb des Minderkühlabschnitts 16)

R	Randbereich(e) des Stranges S
S	Strang (des metallischen Produkts 11)
T <sub>1</sub>	Temperatur am ersten Messpunkt P <sub>1</sub>
T <sub>2</sub>	Temperatur am zweiten Messpunkt P <sub>2</sub>
5 WEF <sub>aktuell</sub>	Aktueller Wiedererwärmungsfaktor
WEF <sub>max</sub>	Zulässiger maximaler Wiedererwärmungsfaktor

Patentansprüche

1. Verfahren zum Stranggießen eines metallischen Produkts (11), bei dem in einer Stranggießanlage (10) ein Strang (S) des metallischen Produkts (11) kontinuierlich aus einer Kokille (12) insbesondere senkrecht nach unten austritt und anschließend entlang einer Strangführung (14) in einer Förderrichtung (F) transportiert wird, wobei der Strang (S) in einem Richtbereich (I) in die horizontale Richtung umgelenkt wird, wobei die Randbereiche (R) des Stranges (S) innerhalb eines Minderkühlabschnitts (16) der Strangführung (14), der zumindest in Förderrichtung (F) vor dem Richtbereich (I) und vorzugsweise auch innerhalb des Richtbereichs (I) vorgesehen ist, vermindert gekühlt werden als im Vergleich zu einem horizontalen Bereich (18) der Strangführung (14) in Förderrichtung (F) nach dem Richtbereich (I),

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Randbereiche (R) des Stranges (S) in einem Intensivkühlabschnitt (20) der Strangführung (14), der unmittelbar nach dem Austreten des Stranges (S) aus der Kokille (12) beginnt und in Förderrichtung (F) vor dem Minderkühlabschnitt (16) liegt, zumindest genauso stark gekühlt werden wie ein mittiger Bereich (M) des Stranges (S).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Intensivkühlabschnitt (20) innerhalb eines ersten Drittels der Länge der Stranggießanlage (10) beginnend ab dem Austritt des Stranges (S) aus der Kokille (12) vorgesehen ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** innerhalb des Intensivkühlabschnitts (20) die Randbereiche (R) des Stranges (S) stärker gekühlt werden als der mittige Bereich (M) des Stranges (S).

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** innerhalb des Intensivkühlabschnitts (20) die spezifischen Wassermengen in den Randregelkreisen höher sind als die Wassermengen, die auf den mittigen Bereich (M) des Stranges (S) ausgetragen werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** unter Verwendung eines innerhalb des Intensivkühlabschnitts (20) liegenden ersten Messpunktes (P<sub>1</sub>) und eines innerhalb des Minderkühlabschnitts liegenden zweiten Messpunktes (P<sub>2</sub>) folgende Schritte durchgeführt werden:

(i) Bestimmung eines aktuellen Wiedererwärmungsfaktors (WEF<sub>aktuell</sub>), unter Verwendung von folgender Beziehung:

$$\text{WEF} = \frac{\text{Differenz zwischen einer Temperatur } T_1 \text{ am ersten Messpunkt } P_1 \text{ und einer Temperatur } T_2 \text{ am zweiten Messpunkt } P_2 / \text{mittlere Dicke der Strangschale an den Messpunkten } P_1 \text{ und } P_2 / \text{Transportzeit des Stranges (S) zwischen den Messpunkten } P_1 \text{ und } P_2,}{}$$

(ii) Vergleich des aktuellen Wiedererwärmungsfaktors (WEF<sub>aktuell</sub>) mit einem zulässigen maximalen Wiedererwärmungsfaktor (WEF<sub>max</sub>), und

(iii) falls (WEF<sub>aktuell</sub>) < (WEF<sub>max</sub>): Verstärken der Kühlung in den Randbereichen (R) des Stranges (S) innerhalb des Intensivkühlabschnitts (20).

6. Verfahren nach Anspruch 5, **gekennzeichnet durch** eine Wiederholung der Schritte (i) bis (iii), wobei gemäß Schritt



(iii) die Kühlung in den Randbereichen (R) des Stranges (S) verstärkt wird, solange die Bedingung  $WEF_{\text{aktuell}} < WEF_{\text{max}}$  erfüllt ist.

- 5 7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Verstärken der Kühlung gemäß Schritt (iii) in zumindest einer Kühlzone des Intensivkühlabschnitts (20) weitere zusätzliche Kühldüsen in den Randbereichen (R) des Stranges (S) zugeschaltet werden.
- 10 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Verstärken der Kühlung gemäß Schritt (iii) in zumindest einer Kühlzone des Intensivkühlabschnitts (20) die auf den Strang (S) ausgebrachte Kühlmittelmenge erhöht wird.
- 15 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schritte (i) bis (iii) durchgeführt werden, falls vor dem Richtbereich (I) oder innerhalb des Richtbereichs (I) die Temperatur in den Randbereichen (R) des Stranges (S) größer ist als eine minimal zulässige Kantentemperatur ( $T_{\text{KanteZiel}}$ ).
- 20 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Sumpfspitzenverlauf über der Strangbreite berechnet wird, wobei der Schritt (iii) unter der weiteren Bedingung durchgeführt wird, dass die berechnete Sumpfspitzendifferenz größer ist als eine vorbestimmte maximale Sumpfspitzendifferenz.
- 25 11. Stranggießanlage (10) zur Herstellung eines metallischen Produkts (11), umfassend  
eine Kokille (12), und  
eine sich an die Kokille (12) anschließende Strangführung (14), entlang der ein aus der Kokille (12) insbesondere senkrecht nach unten austretender Strang (S) in einer Förderrichtung (F) transportierbar ist, wobei die Strangführung (14) einen Richtbereich (I) aufweist, durch den der Strang (S) in die horizontale Richtung umlenkbar ist, wobei die Strangführung (14) einen zumindest in Förderrichtung (F) vor dem Richtbereich (I) und vorzugsweise auch innerhalb des Richtbereichs (I) vorgesehenen Minderkühlabschnitt (16) aufweist, in dem die Randbereiche (R) des Stranges (S) vermindert kühlbar sind als im Vergleich zu einem horizontalen Bereich (18) der Strangführung (14) in Förderrichtung (F) nach dem Richtbereich (I),  
30 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strangführung (14) unmittelbar nach dem Austreten des Stranges (S) aus der Kokille (12) einen in Förderrichtung (F) vor dem Minderkühlabschnitt (16) liegenden Intensivkühlabschnitt (20) aufweist, in dem die Randbereiche (R) des Stranges (S) zumindest genauso stark kühlbar sind wie ein mittiger Bereich (M) des Stranges (S).  
35 12. Stranggießanlage (10) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Intensivkühlabschnitt (20) innerhalb eines ersten Drittels der Länge der Stranggießanlage (10) beginnend ab dem Austritt des Stranges (S) aus der Kokille (12) ausgebildet ist.
- 40 13. Stranggießanlage (10) nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** innerhalb des Intensivkühlabschnitts (20) zumindest eine Kühlzone derart ausgebildet ist, dass damit die Randbereiche (R) des Stranges stärker kühlbar sind als der mittige Bereich (M) des Stranges (S).
- 45 14. Stranggießanlage (10) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** innerhalb des Intensivkühlabschnitts (20) zumindest eine Kühlzone derart ausgebildet ist, dass damit die spezifischen Wassermengen in den Randregelkreisen höher sind als die Wassermengen, die auf den mittigen Bereich (M) des Stranges (S) austragbar sind.
- 50 15. Stranggießanlage (10) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** innerhalb des Intensivkühlabschnitts (20) zumindest eine Kühlzone mit zusätzlichen Kühldüsen (22) vorgesehen ist, die einem Randbereich (R) des Stranges (S) zugeordnet und zur Verstärkung der Kühlung der Randbereiche (R) des Stranges (S) zuschaltbar sind.

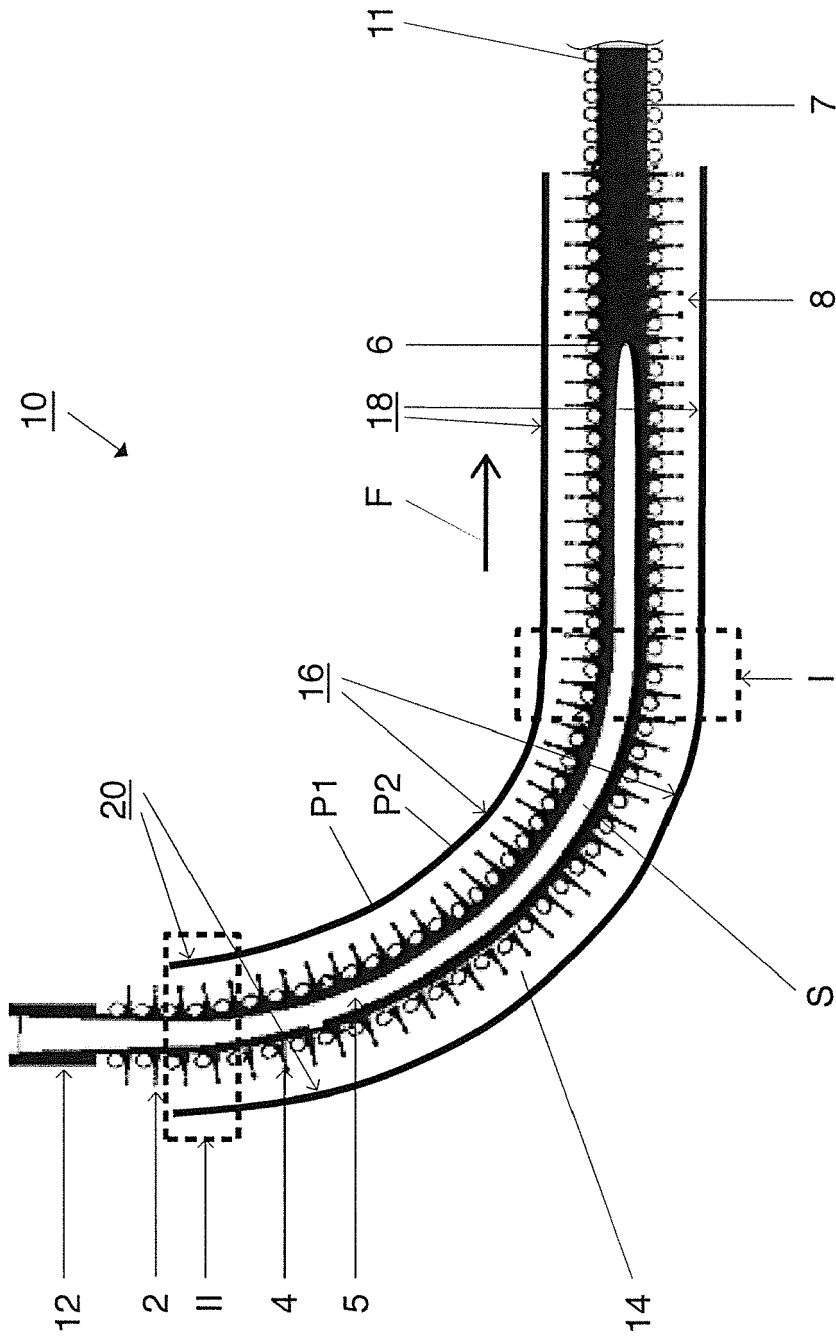


Fig. 1

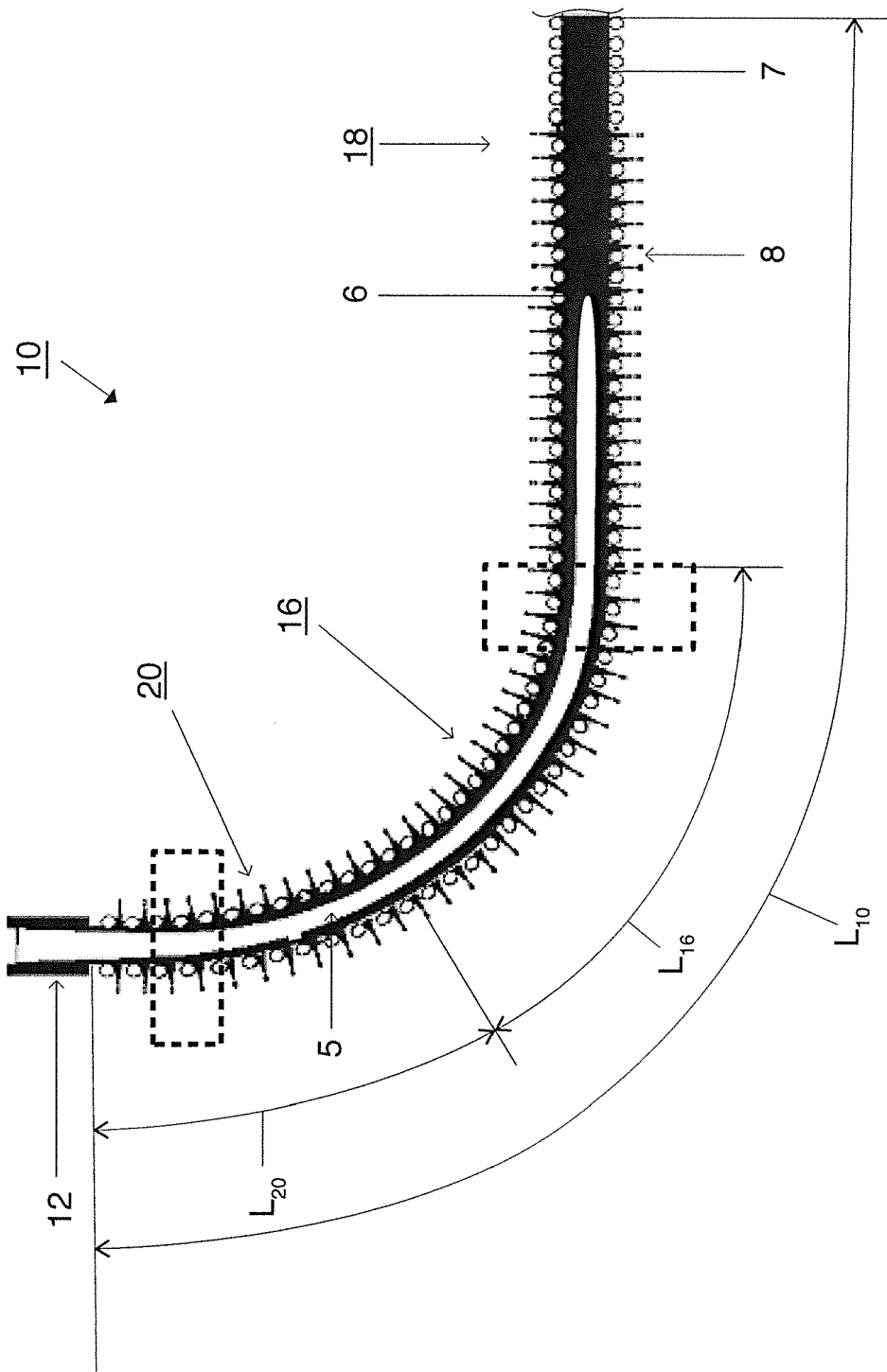


Fig. 2

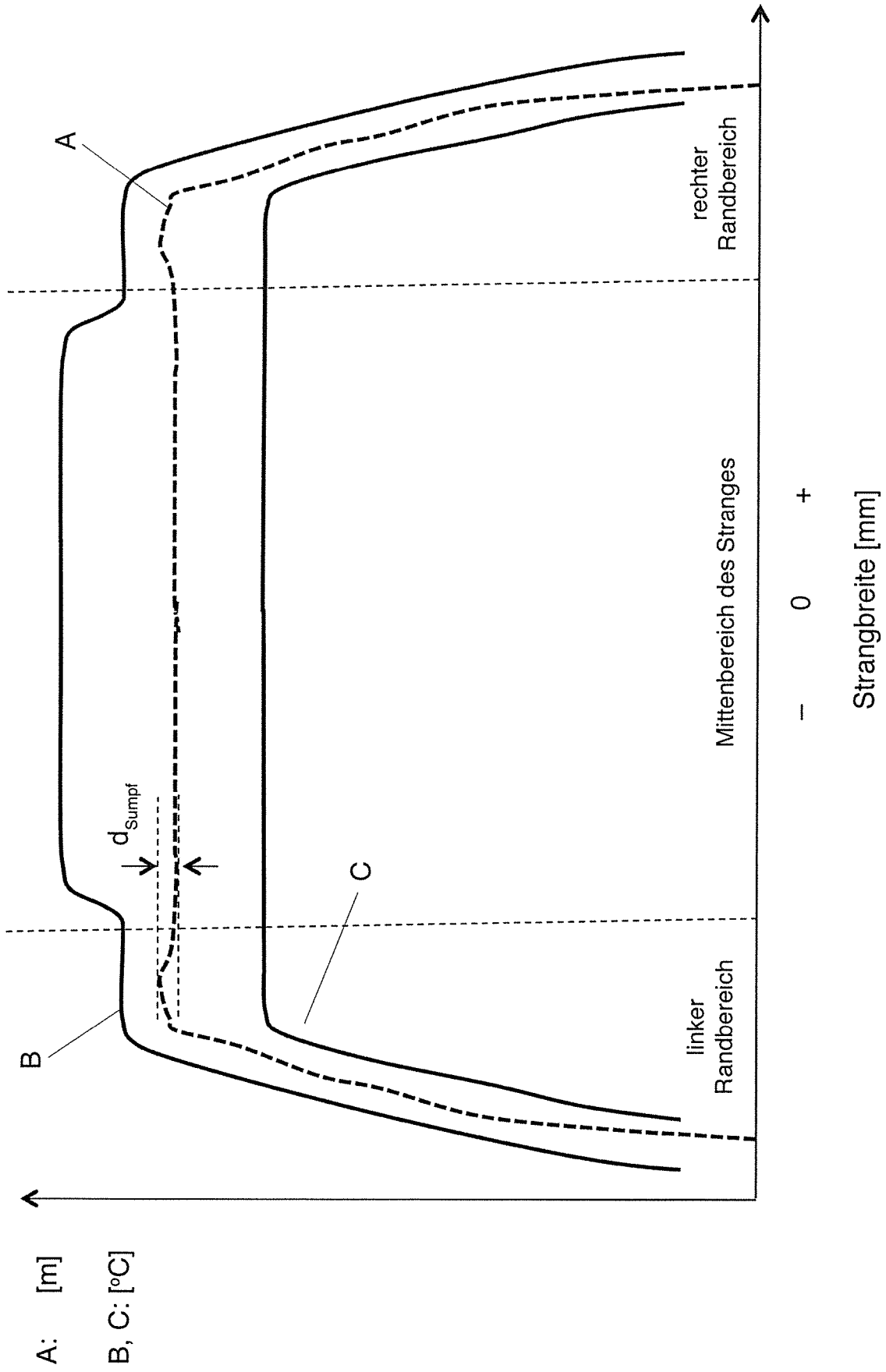
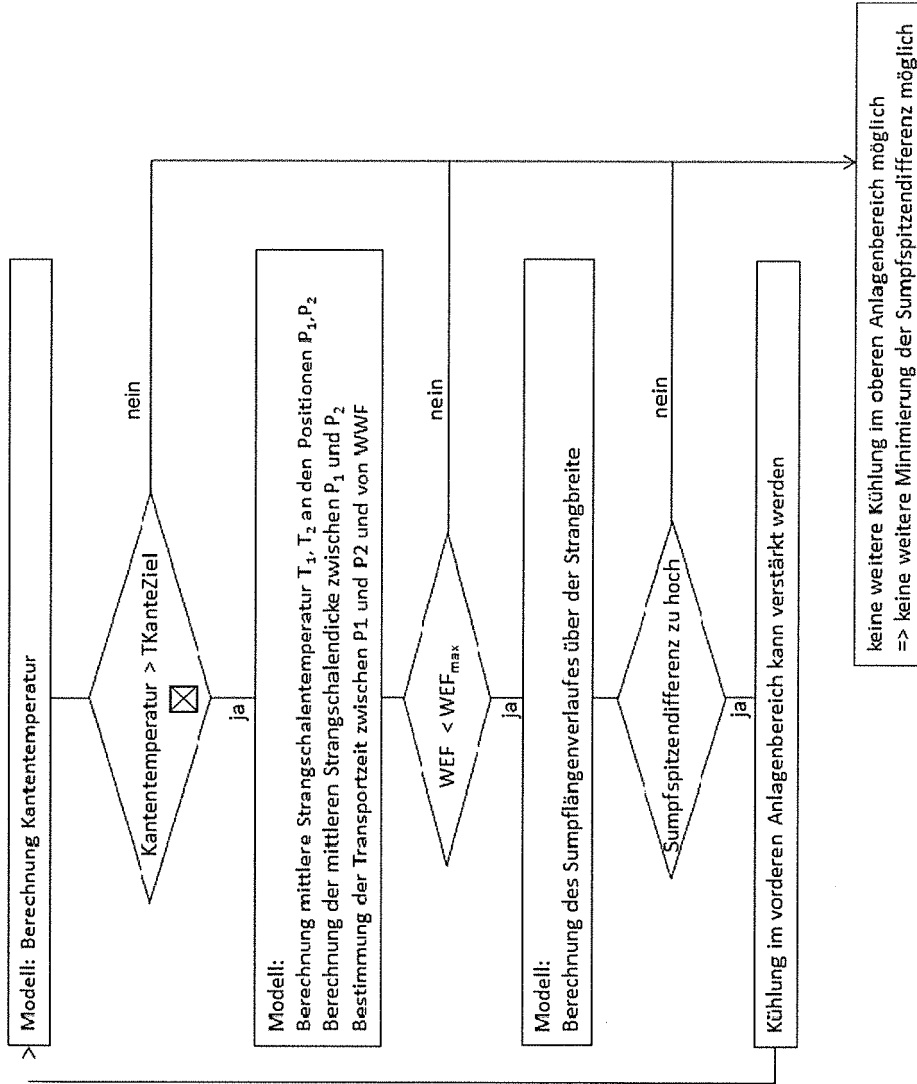


Fig. 3



☒ vor dem Richtbereich (l)  
oder innerhalb davon

Fig. 4

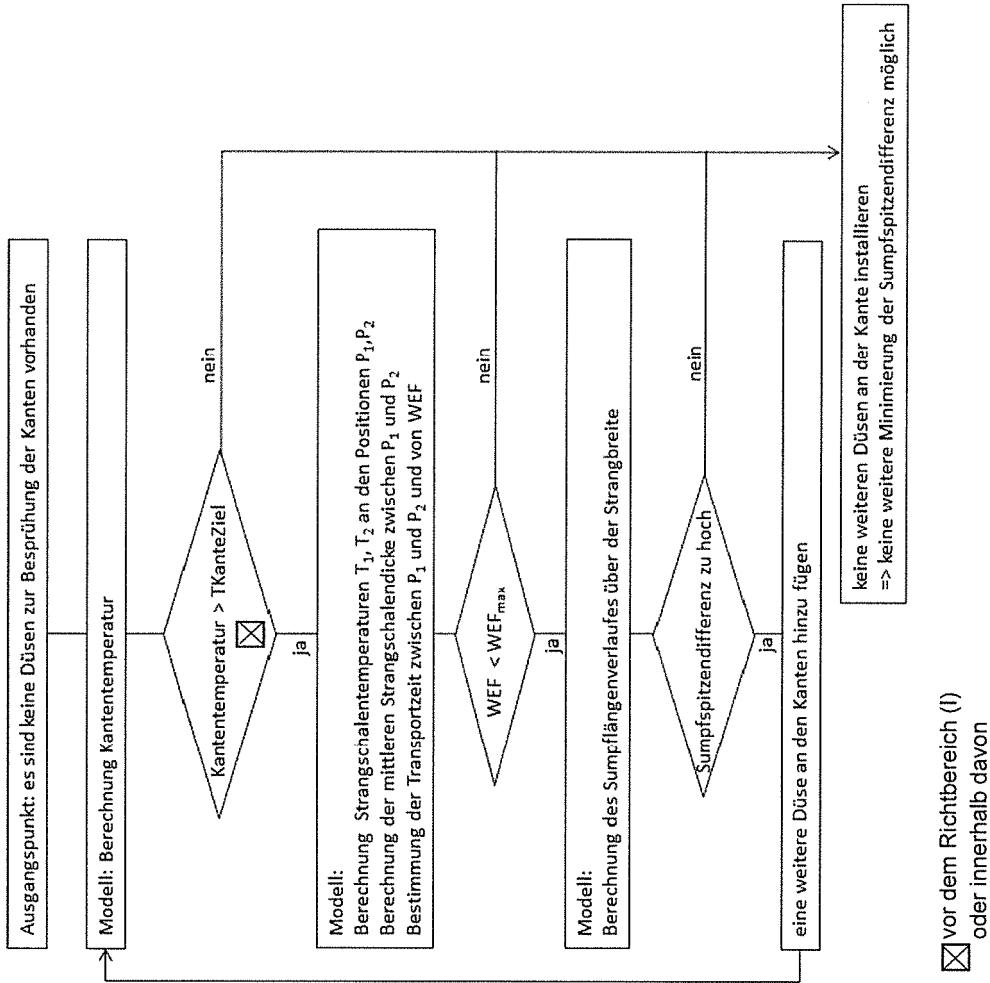


Fig. 5

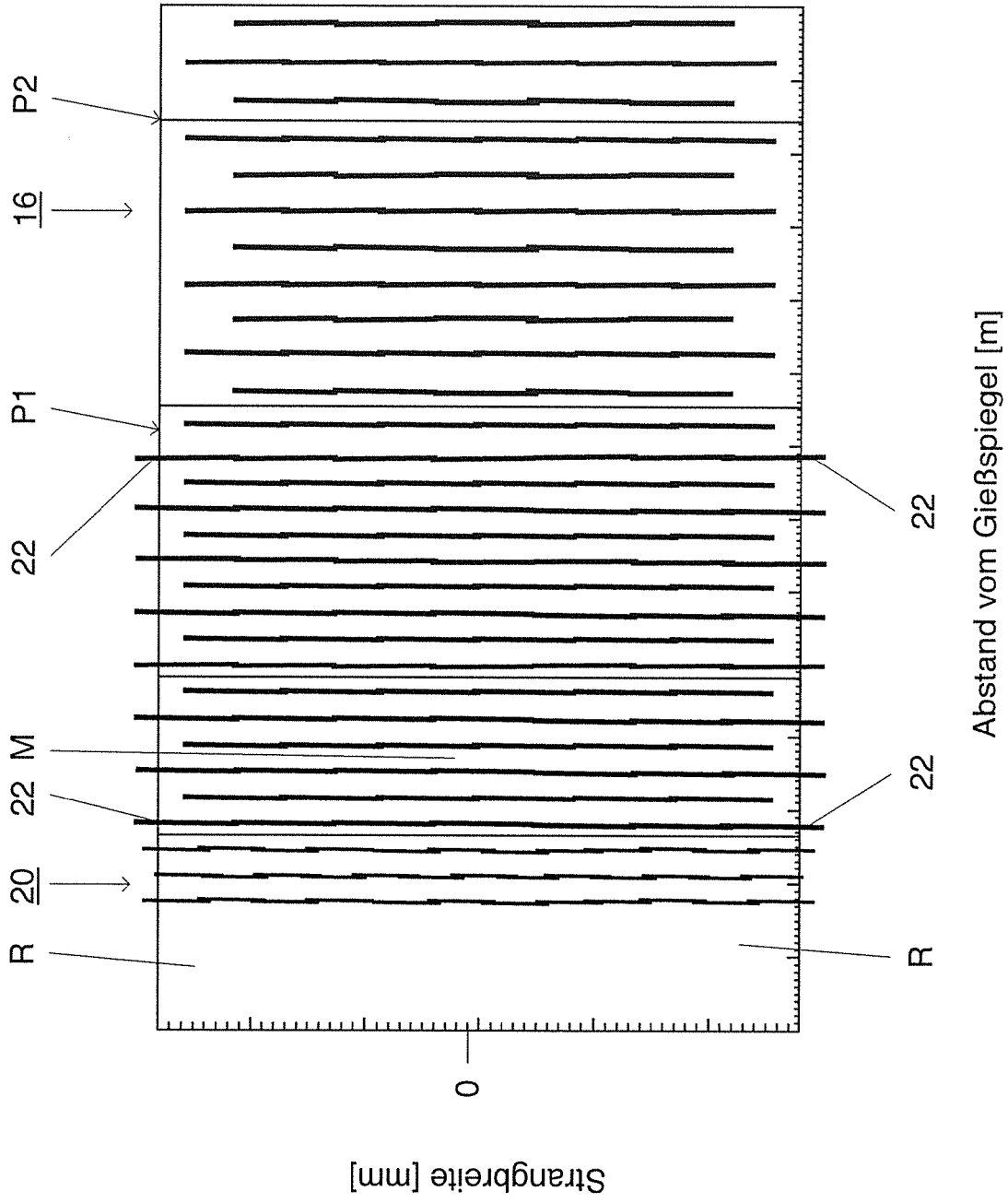
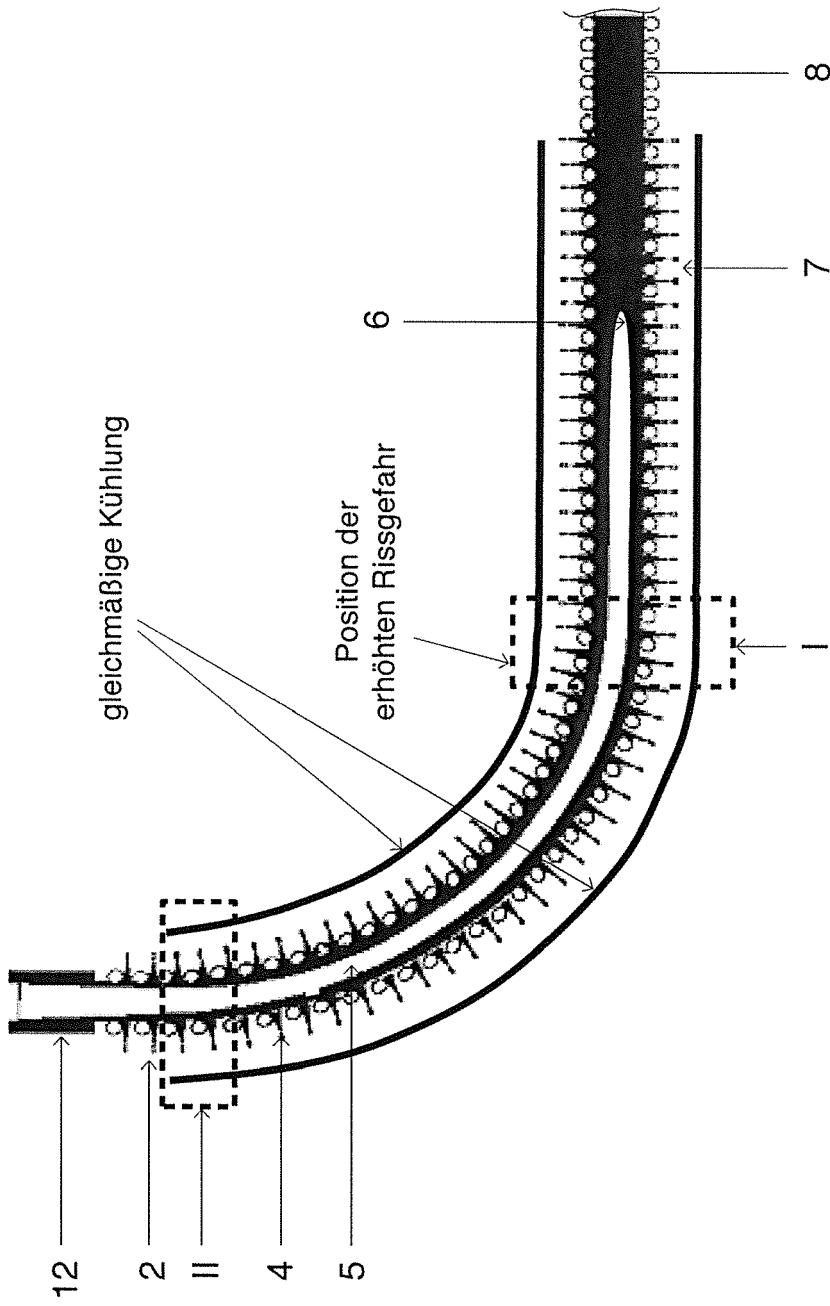


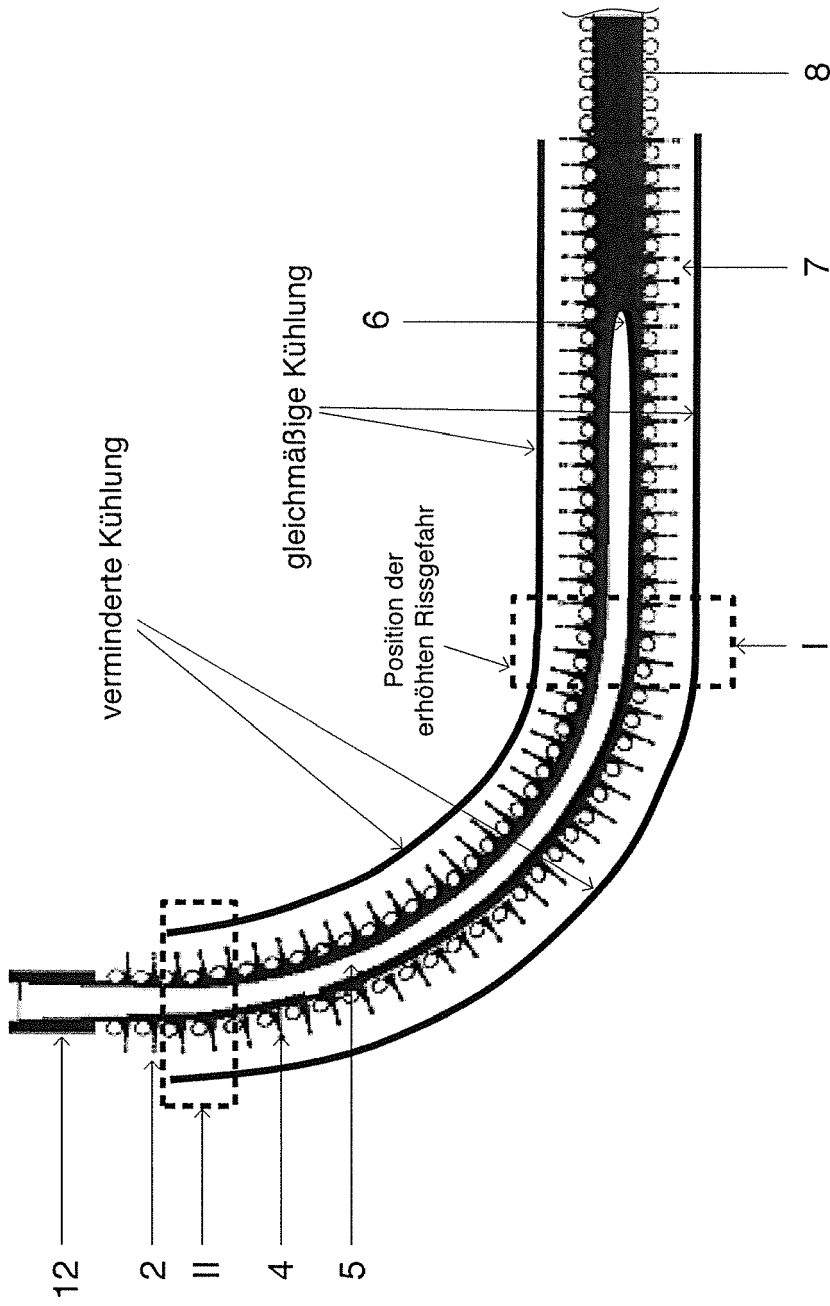
Fig. 6



**Fig. 7**

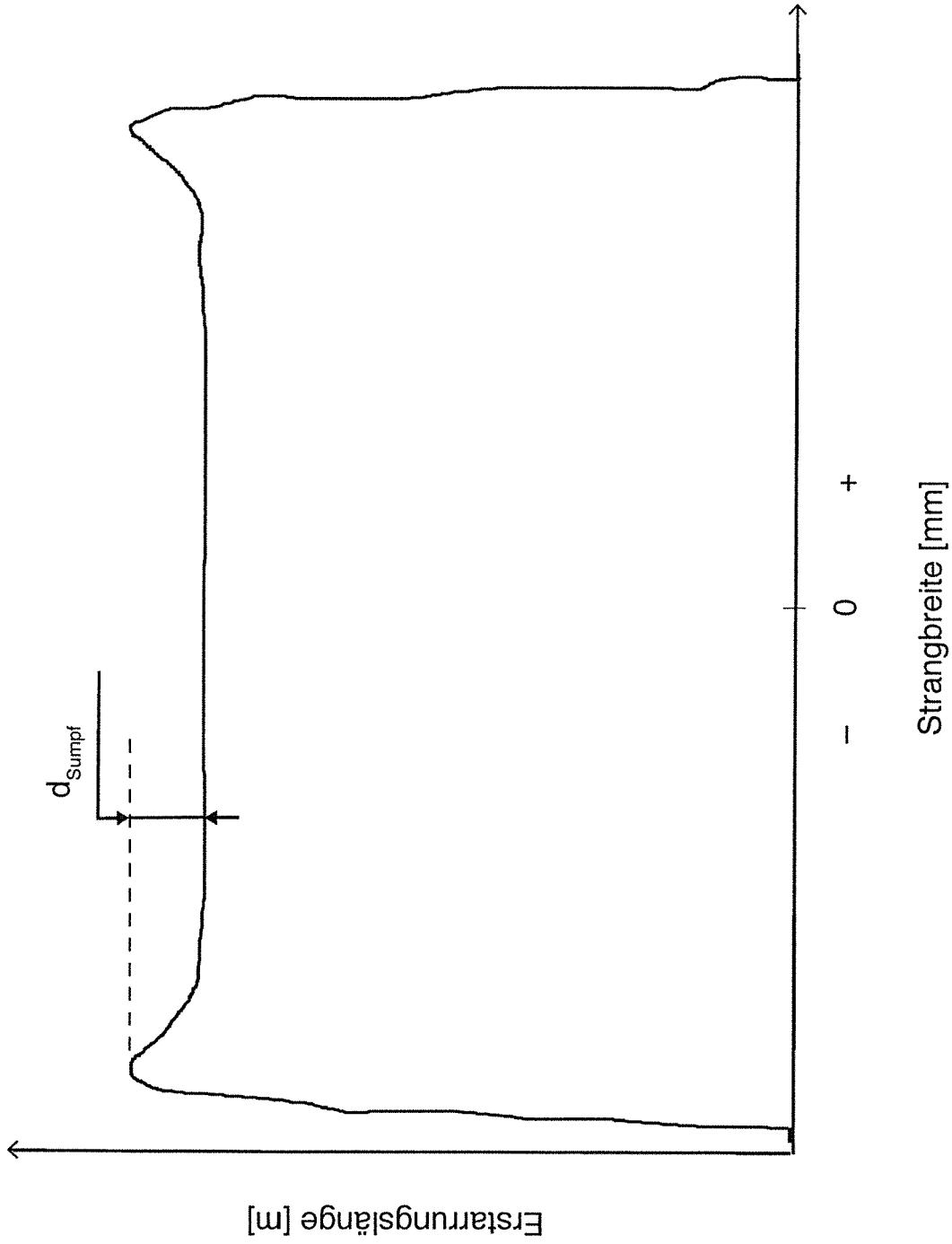
(Stand der Technik)





**Fig. 8**

(Stand der Technik)



**Fig. 9**

(Stand der Technik)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 18 18 3113

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 A	DE 10 2006 056683 A1 (SMS DEMAG AG [DE]) 12. Juli 2007 (2007-07-12) * Abbildungen 1-4 * * Absatz [0007] - Absatz [0053] * -----	1-4, 11-15 5-10	INV. B22D11/04 B22D11/124 B22D11/14 B22D11/22
X,D A	WO 2016/012131 A1 (SMS GROUP GMBH [DE]) 28. Januar 2016 (2016-01-28) * Abbildungen 1-4 * * Seite 2, Zeile 19 - Seite 10, Zeile 18 * -----	1-4, 11-15 5-10	
X	DE 44 17 808 A1 (VOEST ALPINE IND ANLAGEN [AT]) 1. Dezember 1994 (1994-12-01) * Abbildung 1 * * Seite 2, Zeile 41 - Seite 5, Zeile 33 * -----	11,13	
A	DE 10 2008 032970 A1 (SMS SIEMAG AG [DE]) 14. Januar 2010 (2010-01-14) * das ganze Dokument * -----	1-15	
A	WO 01/91943 A1 (VOEST ALPINE IND ANLAGEN [AT]; CHIMANI CHRISTIAN [AT]; DITTENBERGER KU) 6. Dezember 2001 (2001-12-06) * das ganze Dokument * -----	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B22D
A	DE 199 31 331 A1 (SIEMENS AG [DE]) 18. Januar 2001 (2001-01-18) * das ganze Dokument * -----	1-15	
A	JP H09 225607 A (SUMITOMO METAL IND) 2. September 1997 (1997-09-02) * Zusammenfassung * -----	1-15	
3 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 5. September 2018	Prüfer Zimmermann, Frank
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 Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 18 18 3113

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.

05-09-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102006056683 A1	12-07-2007	AT 425827 T	15-04-2009
		AU 2006337470 A1	09-08-2007
		BR PI0620971 A2	29-11-2011
		CA 2635128 A1	09-08-2007
		DE 102006056683 A1	12-07-2007
		EG 24892 A	13-12-2010
		EP 1937429 A1	02-07-2008
		ES 2321234 T3	03-06-2009
		JP 5039712 B2	03-10-2012
		JP 2009522110 A	11-06-2009
		KR 20080081173 A	08-09-2008
		MY 143585 A	31-05-2011
		RU 2377096 C1	27-12-2009
		TW I382888 B	21-01-2013
		US 2009095438 A1	16-04-2009
US 2012111527 A1	10-05-2012		
WO 2007087893 A1	09-08-2007		
-----			
WO 2016012131 A1	28-01-2016	DE 102014214374 A1	28-01-2016
		EP 3171997 A1	31-05-2017
		US 2017211162 A1	27-07-2017
		WO 2016012131 A1	28-01-2016
-----			
DE 4417808 A1	01-12-1994	AT 408197 B	25-09-2001
		DE 4417808 A1	01-12-1994
-----			
DE 102008032970 A1	14-01-2010	CN 102089098 A	08-06-2011
		DE 102008032970 A1	14-01-2010
		EP 2307159 A1	13-04-2011
		WO 2010003402 A1	14-01-2010
-----			
WO 0191943 A1	06-12-2001	AT 409352 B	25-07-2002
		EP 1289691 A1	12-03-2003
		WO 0191943 A1	06-12-2001
-----			
DE 19931331 A1	18-01-2001	AT 229392 T	15-12-2002
		DE 19931331 A1	18-01-2001
		EP 1200216 A1	02-05-2002
		US 6880616 B1	19-04-2005
		WO 0103867 A1	18-01-2001
-----			
JP H09225607 A	02-09-1997	JP 3058079 B2	04-07-2000
		JP H09225607 A	02-09-1997
-----			

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 2718042 B1 [0003]
- WO 2016012131 A1 [0003]
- EP 1937429 B1 [0003]