

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 108 484 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
22.02.2006 Patentblatt 2006/08

(51) Int Cl.:
B22D 11/12^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **00126252.6**

(22) Anmeldetag: **01.12.2000**

(54) **Verfahren zur Formatdickenänderung des Gussstranges unterhalb der Kokille einer Stranggiessanlage**

Process for changing the cross-sectional format of a strand below the mould in a continuous casting plant

Procédé pour la modification du format de la section d'une barre sous la lingotière d'une installation de coulée continue

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE DE ES FR GB IT

(30) Priorität: **15.12.1999 DE 19960688**
05.08.2000 DE 10038291

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.06.2001 Patentblatt 2001/25

(73) Patentinhaber: **SMS Demag AG**
40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
• **Streubel, Hans**
40699 Erkrath (DE)
• **Knepe, Günter Dr.**
57271 Hilchenbach (DE)

• **Jepsen, Olaf Norman Dr.**
57072 Siegen (DE)
• **Beyer-Steinhauer, Holger Dr.**
40822 Mettmann (DE)

(74) Vertreter: **Valentin, Ekkehard et al**
Patentanwälte Hemmerich & Kollegen,
Hammerstrasse 2
57072 Siegen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 286 862 EP-A- 0 743 116
EP-B- 0 450 391 EP-B- 0 535 368
DE-A- 1 583 620 DE-A- 4 338 805
DE-A- 4 436 328 DE-A- 19 639 297

EP 1 108 484 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Formatdickenänderung des Gußstranges einer Stranggießanlage im kontinuierlichen Gießbetrieb, wobei der Strang unterhalb einer Kokille zu beiden Seiten mit einander gegenüberliegenden Rollenträgern in Wirkverbindung steht, die in einer Folge von Rollen tragenden Segmenten aufgeteilt sind und jedes Segment für sich in einen Winkel zum Gußstrang einstellbar ist, und wobei in einer Ausgangsposition die gesamte zu ändernde Strangführung auf eine Produktionsformatdicke eingestellt ist.

[0002] Bei einem durch EP 0 286 862 A1 bekannt gewordenen Verfahren wird ein in einer Durchlaufkokille gegossener Gußstrang von 40 - 50 mm Dicke nach dem Austritt aus der Kokille durch ein Walzenpaar so weit zusammengedrückt, daß die inneren Wandungen der in der Kokille gebildeten Strangschalen miteinander verschweißen.

[0003] Beim Stranggießen in einer Durchlaufkokille von bestimmter Länge ist die Dicke der gebildeten Strangschale im wesentlichen von der Gießgeschwindigkeit abhängig. Zur Gewährleistung eines konstanten Walzspaltes des Walzenpaares muß die Walzkraft den momentanen Strangschalendicken angepaßt werden. Bei zu geringer Gießgeschwindigkeit reicht die verfügbare Walzkraft nicht mehr aus, so daß es zum Überschreiten der Solldicke des erzeugten Gußstranges kommt. Bei zu hoher Gießgeschwindigkeit kann ein Verschweißen der Strangschalen nur durch eine Unterschreitung der Solldicke des erzeugten Gußstranges erreicht werden.

[0004] Um eine ungewollte Dickenabweichung des erzeugten Gußstranges zu vermeiden und ein gutes inneres Gefüge zu erzielen, wird bei einem aus der EP 0 535 368 B1 bekannten Verfahren der Gußstrang in einer Rollverformung dickenverringert und anschließend gewalzt, wobei der Gußstrang aus der erstarrten Strangschale und einem Flüssigkeitskern besteht. Hierbei wird der Gußstrang mit einer Dicke von 40 - 80 mm gegossen, anschließend wird der Strang bis auf 15 - 40 mm Dicke und 2 - 15 mm Restflüssigkeitskern in maximal 3 Stufen rollverformt. Anschließend wird der Strang auf übliche Brammenlänge geteilt, in einem Ausgleichsofen wärmebehandelt und anschließend beispielsweise reversierend warmgewalzt. Bei diesem Verfahren zur Dickenverringern des Gußstranges unterhalb der Kokille entsteht ein Übergangsstück mit einer minderen Dicke, welches nicht gewalzt werden kann, sondern von der Bramme abgetrennt werden muß und als Schrott gehäckselt wird. Durch die Minderdicke ist das Übergangsstück zudem relativ kalt, so daß die Schere beim Häckseln stark belastet wird.

[0005] Andererseits sind Formatänderungen in der Stranggießanlage während des Gießbetriebes für eine Produktionsoptimierung unabdingbar erforderlich. Hierzu gibt es aus der Patentliteratur verschiedene Vorschläge.

[0006] Die Patentschrift DE-43 38 805.2-A beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben einer Stranggießanlage, insbesondere beim Angießen der Stranggießanlage zum Herstellen von dünnen Brammen für die Warmbandwalzung, mit mindestens einem der Stranggießkokille nachgeordneten Reduzierrollenpaar, dem, bzw. denen sich anstellbare Strangführungselemente anschließen. Das Reduzierrollenpaar wird nach einer vorgegebenen Durchlauflänge des Gußstranges auf eine kleinere, ein Abquetschen des Sumpfes bewirkende Spaltweite eingestellt. Der Gußstrang wird zu einem Angußformat mit einer unterhalb der Dicke des gewünschten Endformates liegenden Dicke verformt. Die Strangführungselemente bzw. das Reduzierrollenpaar werden danach auf die Dicke des Endformates angestellt, sobald das weniger dicke Angußformat vollständig in ihren Einstellbereich gelangt ist. Das Reduzierrollenpaar ist druckgeregelt und wird nach der Anstellung des Strangführung auf das Endformat positioniert.

[0007] Die EP 0 743 116 A1 offenbart eine vertikale Gießlinie für Gußstränge, umfassend eine Kokille sowie anschließend an den Auslaß der Kokille eine Baugruppe mit Fußrollen, weiterhin eine Vielzahl von Führungseinheiten, zugeordneten Rollensegmenten sowie eine Treiber-Anordnung in Verbindung mit einem horizontalen Segment der Gießlinie. Die Führungseinheiten umfassen zumindest das gesamte vertikale Segment der Gießlinie, wobei zumindest ein Teil der Rollen der Führungseinheiten mit Stelleinrichtungen zusammenwirken, die von einer Prozeßdaten-Einheit beherrscht werden, um eine kontrollierbare Weichreduktion zumindest im zweiten Teil des vertikalen Segments zu gewährleisten.

[0008] Die Offenlegungsschrift DE 196 39 297 A1 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung für Hochgeschwindigkeits-Stranggießanlagen mit einer Strangdickenreduktion während der Erstarrung. Bei dem Verfahren und der entsprechenden Vorrichtung für das Stranggießen von Strängen wird der Strangquerschnitt während der Erstarrung linear über eine Mindestlänge der Strangführung unmittelbar unterhalb der Kokille dickenreduziert. Mit der sich anschließenden weiteren Strangquerschnittsreduktion über die restliche Strangführung, dem "Soft-Reduction", bis maximal unmittelbar vor der Enderstarrung bzw. der Sumpfspitze, läßt sich eine kritische Deformation des Stranges unter Berücksichtigung der Gießgeschwindigkeit sowie auch der Stahlgüte ausschalten.

[0009] Das Dokument EP 0 450 391 B1 offenbart eine Vorrichtung zum Stützen eines Metall-Gießstranges, insbesondere zur Weichreduktion (auch "soft reduction" genannt) bei einer Vorband-Gießanlage, wobei unterhalb der Stranggießkokille zu beiden Seiten des Gießstranges spiegelbildlich gegenüberliegende Rollenträger vorgesehen sind, deren Rollen mit dem Gießstrang in Wirkverbindung stehen. Jeder Rollenträger ist in einem festen Rahmen angeordnet und in mehrere, rollentragende Segmente aufgeteilt, die mit Verstelleinrichtungen in Verbindung stehen. Die Segmente sind derart gelenkig aneinander gekoppelt, daß jedes Segment für sich in einem beliebigen Winkel zum Gießstrang eingestellt werden kann, und daß zum allgemeinen Verstellen des Rollenträgers die obere Verstelleinrichtung dient. Es kann sich dabei um eine mechanische, hydraulische oder mechanischhydraulische Verstelleinrichtung handeln.

[0010] Aus dem Dokument DE-44 36 328-A ist ein Verfahren zum Stranggießen und zur Formatänderung der Dicke des gegossenen Stranges bekannt, wobei Rollensegmente in der Strangführung derart verstellt werden, dass die Sumpfspitze des flüssigen Kerns stets im Bereich der Strangführung liegt. Dabei wird mit einer sich ändernden Gießgeschwindigkeit gearbeitet.

[0011] Ausgehend vom vorgenannten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Formatdickenänderung des Gußstranges einer Stranggießanlage im kontinuierlichen Gießbetrieb anzugeben, bei welchen die Gießgeschwindigkeit für den Übergangsvorgang zur Formatdickenänderung nicht reduziert werden muß, d.h., es sollen konstante Produktions- und Gießbedingungen erhalten bleiben. Eine Übergangslänge des Stranges während der Formatdickenänderung soll zur Vermeidung von Produktionsverlusten vergleichsweise verkürzt werden. In allen Übergangssituationen der Formatdickenänderung soll zur Verringerung der Durchbruchrisiken eine optimale Strangstützung gewährleistet sein. Kalte Minderdicken, welche die Häckselschere mechanisch hoch belasten, sollen vermieden werden.

[0012] Zur Lösung der Aufgabe wird bei einem Verfahren der im Oberbegriff von Anspruch 1 genannten Art zur Formatdickenänderung des Gußstranges vorgeschlagen, daß bei konstanter Gießgeschwindigkeit die Formatdickenänderung in einer geregelten Folge von Verstellschritten der Segmente $n = 1$ bis $n = i$ entsprechend den Merkmalen des Kennzeichnungsteils von Anspruch 1 vorgenommen wird.

[0013] Durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen zur Formatdickenänderung des gegossenen Stranges wird erreicht, daß die Gießgeschwindigkeit z.B. bei der Reduktion vom dickeren Format auf das dünnere Format oder vom dünnerem Format auf das dickere Format nicht geändert werden muß und die Gießbedingungen weitgehend konstant bleiben können. Schopfverluste, die Produktionseinbußen bedeuten, werden vermieden. Es werden kalte Minderdicken am Brammenanfang bzw. Brammenende vermieden, die eine unnötige mechanische Belastung der Häckselschere bedeuten. Die Dickenänderungen können stufenlos in einem weiten Verstellbereich in Abhängigkeit des jeweiligen Produktionsprogrammes durchgeführt werden und ergeben somit eine hohe Flexibilität der Anlage. Von besonderem Vorteil ist die Anpassung der Anstichdicke im Walzwerk an die geforderte Endwalzdicke.

[0014] In Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, daß der Gußstrang am Stranganfang über eine Länge von etwa 1 bis 4 m auf eine konstante Dicke eingestellt wird, ferner wird vorgeschlagen, daß der Gußstrang am Strangende über eine Länge von etwa 0,5 m bis 2 m auf eine konstante Dicke eingestellt wird.

[0015] In Fortsetzung der Erfindung wird vorgeschlagen, daß die Übergangslänge der Dickenänderung in Längsrichtung einer definierten Keilform mit einem definierten Brammenprofil folgt; d.h. zwischen dem Stranganfang und dem Strangende mit jeweils konstanter Dicke ist ein Übergangsformat in Keilform angeordnet, wodurch der entstandene Brammenkeil bei Einhaltung eines akzeptablen Brammenprofils auswalzbar ist. Die Übergangslänge ist abhängig vom Betrag der Dickenreduzierung und den Verstellparametern. Mit dieser Verfahrensweise ist selbst bei großen Dickenänderungen der Bramme von z.B. 25 mm der Dickengradient ausreichend klein, so daß keine Dickentoleranzprobleme beim Walzen auftreten.

[0016] In wesentlicher Fortsetzung des Erfindungsgedankens wird bei einer beispielsweise aus 4 Segmenten $n = 1$ bis $n = 4$ bestehenden Strangführung der definierte Brammenkeil mit einem definierten Brammenprofil mit folgenden Verstellschritten hergestellt:

[0017] Ab einer bestimmten Länge wird das Segment 1 an der Auslaufseite und das Segment 2 an der Einlaufseite zugefahren bzw. aufgefahren. Zeit- bzw. wegverzögert um die Länge des Segments 2 werden anschließend das Segment 2 an der Auslaufseite und das Segment 3 an der Einlaufseite zugefahren bzw. aufgefahren. Anschließend werden, wiederum wegverzögert um die Länge von Segment 3, das Segment 3 an der Auslaufseite und das Segment 4 an der Einlaufseite zugefahren bzw. aufgefahren. Schließlich wird die Auslaufseite von Segment 4 - wieder wegverzögert um die Länge von Segment 4 - zugefahren bzw. aufgefahren. Vorteilhaft werden dabei alle Segmente solange verfahren, bis sie auf der gewünschten Enddicke stehen. Die Verstellschritte werden gleichzeitig oder überwiegend gleichzeitig vorgenommen. Die Verstellgeschwindigkeit ist vergleichsweise gering und beträgt bspw. weniger als 2,5 mm/min. Durch diese Fahrweise wird ein Brammenprofil erzeugt, das für das Walzen keine unzulässigen Dickenunterschiede Mitte/Rand aufweist.

[0018] Eine Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, daß zur Formatdickenerhöhung in einer ersten Verstellphase bei konstanter Gießgeschwindigkeit - wobei die Sumpfspitze des Stranges bspw. im Segment $n = 3$ liegt - zuerst Segment $n = 1$ Auslaufseite über die Gelenkverbindung mit Segment $n = 2$ Einlaufseite sollwertgeführt aufgefahren wird und nach Erreichen der Zielposition - d.h. der Segmentposition für das Zielformat - in einer zweiten Verstellphase Segment $n = 2$ Auslaufseite mit Segment $n = 3$ Einlaufseite aufgefahren wird, und in sequentieller Folge von gleichartigen Schritten die Verstellung der Segmente $n = 3, 4$ bis i auf die Zielposition vorgenommen wird.

[0019] Eine weitere Ausbildung des Verfahrens nach der Erfindung sieht vor, daß das Zufahren der Segmente bei konstanter Geschwindigkeit mittels dynamischer Positionsregelung vorgenommen wird, wobei ein festzulegender Kraftschwellwert nicht überschritten wird.

[0020] Weiterhin wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß die Verstellgeschwindigkeit der Segmente unter Berücksichtigung der zulässigen Strangdehnungsgrenzwerte und der aktuellen Gießgeschwindigkeit in Verbindung mit der

aktuellen Formateinstellung bzw. nach Maßgabe des hieraus sich ergebenden Volumenstroms des Stranges berechnet wird.

[0021] Vorteilhaft wird die Verstellgeschwindigkeit über die aktuelle Gießgeschwindigkeit, die Segmentlänge und den erforderlichen Verstellweg nach der Formel berechnet

$$V = Ds/Ls \cdot V_{\text{giess}};$$

darin bedeuten:

Ds = Formatdickenänderung

Ls = Segmentlänge

Vgiess = aktuelle Gießgeschwindigkeit

[0022] Weitere Ausgestaltungen des Verfahrens sehen vor, daß der Verstellvorgang beispielsweise mittels der aktuellen Zylinderdrücke hydraulischer Verstellaggregate überwacht wird und bei Grenzwertüberschreitung von Positionsregelung auf Kraftregelung umgeschaltet wird, sowie nach Erreichen der Zielposition auf Positionsregelung zurückgeschaltet wird.

[0023] Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Erläuterung eines in den Zeichnungen schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels. Es zeigen:

Fig. 1 in Form eines Stammbaums, unterteilt in einander folgende Phasen, den Funktionsverlauf einer Formatdickenreduzierung sowie

Fig. 2 den Funktionsverlauf einander folgender Phasen für eine Formatdickenerhöhung,

Fig. 3 die erfindungsgemäße Dickenreduzierung des Gußstranges unterhalb einer Kokille mit einer keilförmigen Übergangslänge,

Fig. 4 ein Verstellschema der Segmente zur Dickenreduzierung eines Gußstranges,

Fig. 5 eine schematische Ablaufsequenz für die Verstellung der Segmente,

Fig. 6 ein schematischer Verlauf der Segmentanstellung während der Dickenreduzierung.

[0024] Figur 1 zeigt den Funktionsverlauf des Verfahrens für eine Formatdickenreduzierung eines Gußstranges 9 einer Stranggießanlage im kontinuierlichen Gießbetrieb. Der Strang 9 steht unterhalb einer Kokille 10 zu beiden Seiten mit spiegelbildlich einander gegenüberliegenden Rollenträgern 8, 8' in Wirkverbindung, die in einer Folge von rollenträgenden, mittels Gelenkverbindungen 5 bis 7 aneinander gekoppelten Segmenten 1 bis 4 aufgeteilt sind. Jedes Segment 1 bis 4 ist für sich in einen Winkel zum Gußstrang 9 einstellbar. In einer Ausgangsposition ist die gesamte zu ändernde Strangführung auf eine gleichmäßige Produktionsformatdicke eingestellt, wie dies der dargestellten Ausgangsposition entspricht. Die Formatdickenänderung wird in einer geregelten Folge von Verstellschritten der Segmente 1 bis 4 durchgeführt.

[0025] Die Formatdickenreduktion erfolgt durch in Gießrichtung sequentielles Zufahren der einander in Reihe folgenden Segmente 1 bis 4, wie dies aus den dargestellten Phasen 1 bis 4 ersichtlich ist. Beginnend mit Segment 1 Auslaufseite wird die Gelenkverbindung 5 mit Segment 2 Einlaufseite sollwertgeführt zugefahren. Nach Erreichen der Zielposition - das heißt der Segmentposition für das Zielformat - wird in einer zweiten Verstellphase Segment 2 Auslaufseite mit Segment 3 Einlaufseite zugefahren, und in sequentieller Folge von gleichartigen Schritten wird die Verstellung der Segmente 3 und 4 vorgenommen gemäß dargestellter Phase 3 bzw. 4. Hierfür greifen jeweils an der Gelenkverbindung 5 das Kraftmittel 11 in Richtung einer Verengung des Gußstranges 9 an, gefolgt in der Phase 2 vom Eingriff der Verstelleinrichtung 12 in Richtung einer Verengung des Strangquerschnitts und weiterhin sequentiell in Phase 3 und Phase 4 der Verstelleinrichtungen 13 und 14 bis zur durchgängigen insgesamt reduzierten Formatdicke, gemäß Endzustand in Phase 4.

[0026] Aus der Darstellung des Funktionsverlaufes für eine Formatdickenreduzierung ergibt sich vor der Phase 1 die Ausgangsposition, bei welcher die gesamte Strangführung im Gießbetrieb auf eine Produktionsdicke X eingestellt ist. Die Gießgeschwindigkeit ist konstant, die Sumpfspitze liegt im Segment 3.

[0027] Zum Start der Dickenreduzierung nach Phase 1 werden - wie gesagt - Segment 1 Auslaufseite und Segment

2 Einlaufseite sollwertgeführt mit konstanter Geschwindigkeit mittels dynamischer Positionsregelung zugefahren. Hierbei wird ein festzulegender Kraftschwellwert nicht überschritten. Die Zufahrtgeschwindigkeit wird unter Berücksichtigung der zulässigen Strangdehnungsgrenzwerte und der aktuellen Gießgeschwindigkeit in Verbindung mit der aktuellen Formateinstellung bzw. nach Maßgabe des hieraus sich ergebenden Volumenstroms des Stranges berechnet.

[0028] Die einzuhaltende Verstellgeschwindigkeit berechnet sich über die aktuelle Gießgeschwindigkeit, die Segmentlänge und den erforderlichen Verstellweg nach der Formel

$$V = \frac{D_s}{L_s} \cdot V_{\text{giess}};$$

darin bedeuten:

D_s = Formatdickenänderung

L_s = Segmentlänge

V_{giess} = aktuelle Gießgeschwindigkeit.

[0029] Eine wirksame Kraftüberwachung, berechenbar beispielsweise über die aktuellen Zylinderdrücke einer hydraulischen Verstelleinrichtung, überwacht den Verstellvorgang. Sollte die Kraft einen berechneten Grenzwert überschreiten, wird von Positionsregelung in Kraftregelung umgeschaltet. Nach Erreichen der Zielposition wird entsprechend auf Positionsregelung zurückgeschaltet.

[0030] Durch den beschriebenen Ablauf wird erreicht, daß bei reduzierter Materialdicke der durchlaufenden abnehmenden Keilform, die Rollenschürze eine ausreichende Stützung des Stranges 9 durchführt, und daß die Auslaufseite entsprechend der Materialdicke nachgeführt wird.

[0031] Der vorhandene Sumpf im Segment 1, 2 und gegebenenfalls 3 wird nicht durch den Vorgang unterbrochen. Die Strangstützung ist über die Umschaltung von Positions- auf Kraftregelung in allen Phasen gegeben.

[0032] Im folgenden wird die Formatdickenerhöhung gemäß Darstellung des Funktionsverlaufes in Fig. 2 beschrieben.

[0033] Zunächst ist in der Ausgangsposition vor Phase 1 die gesamte Strangführung im Gießbetrieb auf eine Produktionsdicke X eingestellt. Die Gießgeschwindigkeit ist konstant, die Sumpfspitze liegt im Segment 3, die Dickenerhöhung wird mit Phase 1 gestartet.

[0034] Sobald das Zielformat von Segment 1 Auslaufseite und Segment 2 Einlaufseite am Ende der Phase 1 erreicht ist, wird Segment 2 Auslaufseite aufgefahen (Phase 2).

[0035] Die Verstellgeschwindigkeit berechnet sich über die aktuelle Gießgeschwindigkeit, die Segmentlänge und den erforderlichen Verstellweg wie bei der Formatdickenreduzierung.

[0036] Eine wirksame Kraftüberwachung, berechnet über die aktuellen Zylinderdrücke hydraulischer Verstelleinrichtungen, kontrolliert den Verstellvorgang.

[0037] Sollte die Kraft einen berechneten Grenzwert überschreiten, wird von Positionsregelung in Kraftregelung umgeschaltet. Nach Erreichen der Zielposition wird entsprechend auf Positionsregelung zurückgeschaltet.

[0038] Durch den beschriebenen Ablauf wird erreicht, daß auch bei erhöhter Materialdicke bei durchlaufend zunehmender Keilform die Rollenschürze eine ausreichende Strangstützung für den Strang 9 durchgeführt und die Auslaufseite entsprechend der Materialdicke nachgeführt wird.

[0039] Anschließend wird Segment 3 Einlaufseite zeitgleich mit gleicher Verstellgeschwindigkeit wie Segment 2 Auslaufseite aufgefahen, gemäß Phase 2. Die Überwachungsfunktion erfolgt wie bei Segment 2 Auslaufseite.

[0040] Sobald das Zielformat von Segment 3 Einlaufseite erreicht ist, wird Segment 3 Auslaufseite und Segment 4 Einlaufseite aufgefahen (Phase 3). Die Berechnung der Gießgeschwindigkeit und die Überwachung erfolgt wie vorgängig beschrieben.

[0041] Sobald das Zielformat von Segment 4 Einlaufseite erreicht ist, wird Segment 4 Auslaufseite aufgefahen (Phase 4). Die Berechnung der Überwachung erfolgt wie zuvor beschrieben.

[0042] Und schließlich wird vorgesehen, daß infolge der Gelenkverbindung einer Auslaufseite eines Segmentes mit der Einlaufseite des Folgesegmentes deren Verstellgeschwindigkeiten zwangsweise synchron erfolgen.

[0043] Durch den beschriebenen Ablauf des Verfahrens zur Formatdickenänderung für Stranggießanlagen wird erreicht:

- die Gießgeschwindigkeiten werden für den Übergang nicht reduziert, daraus resultieren eine Erhöhung der Produktionsleistung im Vergleich zum Stand der Technik sowie konstante Produktions- und Gießbedingungen;
- die Übergangslänge des zu produzierenden Stranges wird verkürzt, wodurch die Produktionsverluste verringert werden;
- die Dickenänderungen können in stufenlos wählbaren Größen in einem weiten Verstellbereich in Abhängigkeit eines

Produktionsprogrammes durchgeführt werden und ergeben somit eine hohe Flexibilität der Anlage;

- bei reduzierter Materialdicke mit durchlaufend abnehmender Keilform ermöglicht die Rollenschürze eine ausreichende Strangstützung, wobei die Auslaufseite entsprechend der Materialdicke nachgeführt wird, wogegen bei Formatdickenerhöhung erreicht wird, daß bei erhöhter Materialdicke infolge durchlaufend zunehmender Keilform, die Rollenschürze eine ausreichende Strangstützung durchführt und die Auslaufseite entsprechend der Materialdicke nachgeführt wird.

[0044] Bei einer Vorrichtung zur Formatdickenänderung des Gußstranges einer Stranggießanlage, wobei der Strang unterhalb einer Kokille zu beiden Seiten mit einander gegenüber liegenden Rollenträgern in Wirkverbindung steht, die in einer Folge von rollentragenden, mittels Gelenkverbindungen aneinander gekoppelten Segmenten aufgeteilt sind und jedes Segment für sich in einen Winkel zum Gußstrang einstellbar ist, wird vorteilhafterweise die Verstelleinrichtung mit Mitteln zur Positions- oder Kraftregelung ausgestattet. Zweckmäßig stehen die Segmente im Bereich ihrer Gelenkverbindungen zwischen Auslauf- und Einlaufseite mit geregelten sowie richtungsumkehrbaren Hydraulikzylindern in Wirkungsverbindung, wobei das Segment $n = 1$ nur auf der Auslaufseite mit einem solchen Hydraulikzylinder zusammenwirkt.

[0045] Fig. 3 zeigt schematisch das Ergebnis der Formatdickenänderung mit der erfindungsgemäßen Verstellung der Segmente der Strangführung. Deutlich erkennbar ist die Anfangslänge l_a , die noch keine Dickenreduzierung erfahren hat. An die Anfangslänge l_a schließt sich die Übergangslänge l_u an, die dadurch entsteht, daß die einzelnen Segmente der Strangführung in der erfindungsgemäßen Weise zugefahren werden. An die Übergangslänge l_u schließt sich die Endlänge l_e mit der gewünschten Enddicke an. Die Differenz der Dicken der Anfangslänge und Endlänge ergibt die Dickenreduzierung.

[0046] Fig. 4 zeigt das zugehörige Verfahrensschema beispielsweise bei 4 Segmenten der Strangführung. Den einzelnen Segmenten $n = 1$ bis $n = 4$ ist eine bestimmte Länge l_1, l_2, l_3 zugeordnet. Die keilförmige Übergangslänge ist mit l_u bezeichnet. Um die Übergangslänge l_u mit dem definierten Brammenkeil (Fig. 1) einzustellen, werden die Segmente $n = 1$ bis $n = 4$ mit Hilfe von Verstellzylindern verfahren.

[0047] Die schematische Ablaufsequenz der verstetigten einzelnen Segmente ergibt sich aus Fig. 5. Ab einer Länge $l = 0$ wird Segment 1 Auslaufseite und Segment 2 Einlaufseite langsam zugefahren. Zeit- bzw. wegverzögert um die Länge l_1 von Segment 2 werden anschließend das Segment 2 an der Auslaufseite und das Segment 3 an der Einlaufseite zugefahren. Wiederum wegverzögert um die Länge l_2 von Segment 3 werden dann das Segment 3 an der Auslaufseite und das Segment 4 an der Einlaufseite verfahren. Als letztes wird, wieder wegverzögert um die Länge l_3 von Segment 4 die Auslaufseite von Segment 4 zugefahren. Auf der linken Seite der Fig. 5 ist die Ausgangsposition aller 4 Segmente zu sehen. Auf der rechten Seite von Fig. 5 ist das Ende des Zufahrens der einzelnen Segmente zu sehen, wonach die Segmente $n = 2$ bis $n = 4$ ihre zur Dickenreduzierung vorgesehene Verstellposition erreicht haben. Die Segmente fahren alle längenversetzt in Abhängigkeit vom Wegfolgesystem den gleichen Weg ΔD in der vorgegebenen Übergangslänge zu. Der Zeitpunkt des Verstellstarts eines jeden Segmentes ist abhängig vom Abstand der ein- und auslaufseitigen Rolle der Segmente im Bezug zur letzten Rolle des 1. Segmentes.

[0048] Fig. 4 zeigt den schematischen Verlauf der Zylinderanstellung für die einzelnen Segmente 1 bis 4. Alle Segmente werden so lange verfahren, bis sie auf der gewünschten Enddicke stehen. Die vier Segmente verfahren dabei während der meisten Zeit gleichzeitig. Für eine in Fig. 4 angegebene Übergangslänge l_u von 30 m bei einer Dickenreduzierung von 15 mm und einer Gießgeschwindigkeit von 5m/min beträgt die Verfahrensgeschwindigkeit der Zylinder nur ca. 2,5 mm/min. Durch diese Fahrweise entsteht ein definierter Brammenkeil mit definiertem Brammenprofil, ohne daß es zu einer nennenswerten Abwalzung der Bramme kommt. Die Brammenkante wird wie bei der herkömmlichen Fahrweise fast ausschließlich im Segment 1 verformt.

[0049] Die Erstamrungsdicke wird so eingestellt, daß die gewünschte Endwalzdicke ohne Einschränkungen mit der größten Einlaufdicke gewalzt werden kann. Daraus ergeben sich folgende Vorteile:

1. größtmögliche Produktionsleistung
2. größtmögliche Pufferzeit im Durchlaufofen
3. größtmögliches Coilgewicht, insbesondere bei Mehrstranganlagen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Formatdickenänderung des Gußstranges einer Stranggießanlage im kontinuierlichen Gießbetrieb, wobei der Gußstrang (9) unterhalb einer Kokille (10) zu beiden Seiten mit einander gegenüberliegenden Rollenträgern (8, 8') in Wirkverbindung steht, die in einer Folge von rollentragenden Segmenten ($n=1$ bis i) aufgeteilt sind und jedes Segment für sich in einen Winkel zum Gußstrang (9) einstellbar ist, und wobei in einer Ausgangsposition die gesamte zu ändernde Strangführung auf eine Produktionsformatdicke eingestellt ist, **dadurch gekennzeichnet,**

daß bei konstanter Gießgeschwindigkeit die Formatdickenänderung in einer geregelten Folge von Verstellschritten der Segmente ($n = 1$ bis i)

- bei einer Formatdickenreduzierung durch in Gießrichtung sequentielles Zufahren der einander in Reihe folgenden Segmente ($n = 1$ bis i) und
- bei einer Formatdickenerhöhung durch sequentielles Erweitern in Gießrichtung der einander in Reihe folgenden Segmente ($n = 1$ bis i) vorgenommen wird, und
- **daß** bei der Formatdickenänderung jeweils eine Übergangslänge der Dickenänderung erzeugt wird, die wenigstens 50%, bevorzugt 80 bis 90% einer Brammenlänge beträgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

daß der Gußstrang (9) an seinem Anfang über eine Länge von etwa 1 bis 4 m auf eine konstante Dicke und an seinem Ende über eine Länge von etwa 0,5 bis 2 m ebenfalls auf eine konstante Dicke eingestellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Übergangslänge in Längsrichtung einer definierten Keitform mit einem definierten Brammenprofil folgt, wobei die Dickenänderung des Gußstrangformates linear oder annähernd linear erfolgt.

4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,

daß bei einer z.B. aus vier Segmenten ($n = 1$ bis $n = 4$) bestehenden Strangführung das keilförmige Brammenprofil mit folgenden Schritten eingestellt wird:

- ab einer Länge Null wird Segment (1) der Auslaufseite und Segment (2) der Einlaufseite zugefahren bzw. aufgefahren;
- zeit- bzw. wegverzögert um die Länge des Segments (2) werden anschließend Segment (2) an der Auslaufseite und Segment (3) an der Einlaufseite zugefahren bzw. aufgefahren;
- wegverzögert um die Länge des Segments (3) wird dieses an seiner Auslaufseite, und das Segment (4) an der Einlaufseite zu- bzw. aufgefahren;
- im letzten Schritt wird, ebenfalls wegverzögert um die Länge von Segment (4), dessen Auslaufseite zu- bzw. aufgefahren;
- wobei alle Segmente ($n = 1$ bis $n = 4$) so lange verfahren werden, bis diese auf eine gewünschte Enddicke eingestellt sind, und
- wobei die Verstellschritte gleichzeitig oder überwiegend gleichzeitig vorgenommen werden und die Verstellgeschwindigkeit vergleichsweise gering ist und bspw. $< 2,5$ mm/min beträgt.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,

- **daß** zur Formatdickenänderung in einer ersten Verstellphase bei konstanter Gießgeschwindigkeit - wobei die Sumpfspitze des Stranges (9) bspw. im Segment ($n = 3$) liegt - im Falle einer Dickenreduktion zuerst das Segment ($n = 1$) Auslaufseite über die Gelenkverbindung (5) mit Segment $n = 2$ Einlaufseite sollwertgeführt zugefahren wird, und - im Falle einer Dickenverweiterung sollwertgeführt aufgefahren wird, und
- nach Erreichen der Zielposition - d.h. der Segmentposition für das Zielformat - in einer zweiten Verstellphase Segment ($n = 2$) Auslaufseite mit Segment $n = 3$ Einlaufseite zu- bzw. aufgefahren wird, und
- in sequentieller Folge von gleichartigen Schritten die Verstellung der Segmente (3, 4 bis i) auf die Zielposition vorgenommen wird.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,

daß das Auf- oder Zufahren der Segmente ($n = 1$ bis i) bei konstanter Verstellgeschwindigkeit mittels dynamischer Positionsregelung ohne Überschreitung eines festzulegenden Kraftschwellwertes vorgenommen wird, wobei die Verstellgeschwindigkeit unter Berücksichtigung der zulässigen Strangdehngrenzwerte und der aktuellen Gießgeschwindigkeit in Verbindung mit der aktuellen Formateinstellung oder nach Maßgabe des sich hieraus ergebenden Volumenstroms des Stranges berechnet wird..

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß sich die Verstellgeschwindigkeit über die aktuelle Gießgeschwindigkeit, die Segmentlänge und den erforderlichen Verstellweg nach der Formel berechnet:

$$V = Ds/Ls \cdot V_{\text{giess}};$$

darin bedeuten:

Ds = Formatdickenänderung

Ls = Segmentlänge

Vgiess = aktuelle Gießgeschwindigkeit.

8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Verstellvorgang mittels der aktuellen Zylinderdrücke hydraulischer Verstellaggregate überwacht, bei Grenzwertüberschreitung von Positionsauf Kraftregelung umgeschaltet, sowie nach Erreichen der Zielposition auf Positionsregelung zurückgeschaltet wird.

9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß am Segment (n = 1 bis n = i) die hydraulisch geregelte Verstellung an der Auslaufseite beginnt, und an den Segmenten (n = 2 bis n = i) die Verstellung sowohl auf der Einlaufseite, als auch auf der Auslaufseite sequentiell fortgeführt wird, und daß die Verstellgeschwindigkeit zweier Folgesegmente zwangsweise synchron erfolgt.

Claims

1. Method for format thickness change of the cast strip of a continuous casting plant in continuous casting operation, wherein the cast strip (9) below a mould (10) is disposed in operative connection at both sides with mutually opposite roller supports (8, 8'), which are divided up into a sequence of roller supporting segments (n = 1 to i) and each segment is individually settable at an angle relative to the cast strip (9), and wherein in a starting position the entire strip guide to be changed is set to a production format thickness, **characterised in that** at constant casting speed the format thickness change is undertaken in a regulated sequence of adjusting steps of the segments (n = 1 to i)
- for a format thickness reduction, by sequential moving together in casting direction of the segments (n = 1 to i) following one another in a row and
 - for a format thickness increase, by sequential widening in casting direction of the segments (n = 1 to i) following one another in a row, and
 - that in the case of format thickness change there is produced each time a transition length of the thickness change which amounts to at least 50%, preferably 80 to 90%, of a slab length.
2. Method according to claim 1, **characterised in that** the cast strip (9) at its beginning is set to a constant thickness over a length of approximately 1 to 4 metres and at its end is similarly set to a constant thickness over a length of approximately 0.5 to 2 metres.
3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the transition length in longitudinal direction follows a defined wedge shape with a defined slab profile, wherein the thickness change of the cast strip format takes place linearly or approximately linearly.
4. Method according to at least one of claims 1 to 3, **characterised in that** in the case of a strip guide consisting of, for example, four segments (n = 1 to n = 4) the wedge-shaped strip profile is set by the following steps:
- from a length of zero, segment (1) of the outlet side and segment (2) of the inlet side are moved in and moved out, respectively;
 - subsequently segment (2) at the outlet side and segment (3) at the inlet side are moved in and moved out,

respectively, delayed in time or travel by the length of the segment (2);
 - the segment (3) is moved in at its outlet side, and the segment (4) is moved out at the inlet side, delayed in travel by the length of the segment (3);
 - in the last step, segment (4) is moved in and out at the outlet side similarly delayed in travel by the length of the segment (4);
 - wherein all segments (n = 1 to n = 4) are moved until these are set to a desired final thickness and
 - wherein the adjusting steps are carried out simultaneously or substantially simultaneously and the adjusting speed is comparatively small and, for example, amounts to less than 2.5 millimetres per minute.

5. Method according to one or more of claims 1 to 4, characterised in that

- for format thickness change in a first adjusting phase at constant casting speed - wherein the end of the liquid phase of the strip (9) lies in, for example, segment (n = 3) - in the case of a thickness reduction initially the segment (n = 1) of the outlet side is moved in, guided by target value, by way of the joint connection (5) with segment n = 2 of the inlet side and - in the case of a thickness increase - is moved out guided in target value, and
 - after reaching the desired position - i.e. the segment position for the desired format - in a second adjusting phase segment (n = 2) of the outlet side with segment n = 3 of the inlet side is moved in and out, and
 - the adjustment of the segments (3, 4 to i) to the desired position is undertaken in a sequential succession of identical steps.

6. Method according to one or more of claims 1 to 5, characterised in that movement out or in of the segments (n = 1 to i) at constant adjusting speed is undertaken by means of dynamic position regulation without exceeding a force threshold value to be established, wherein the adjusting speed is calculated with consideration of the permissible strip elongation limit values and the current casting speed in conjunction with the current format setting or in accordance with the volume flow of the strip resulting therefrom.

7. Method according to one or more of claims 1 to 6, characterised in that the adjusting speed is calculated by way of the current casting speed, segment length and required adjusting travel according to the formula:

$$V = Ds/Ls \cdot V_{\text{casting}}$$

wherein:

Ds = format thickness change
 Ls = segment length
 V_{casting} = current casting speed.

8. Method according to one or more of claims 1 to 7, characterised in that the adjusting process is monitored by means of the current cylinder pressures of hydraulic adjustment units, is switched over in the case of exceeding the limit value from position regulation to force regulation and is switched back to position regulation after reaching the desired position.

9. Method according to one or more of claims 1 to 8, characterised in that at the segment (n = 1 to n = i) the hydraulically regulated adjustment begins at the outlet side and at the segments (n = 2 to n = i) the adjustment is sequentially continued not only on the inlet side, but also on the outlet side, and that the adjusting speed of two succeeding segments necessarily takes place synchronously.

Revendications

1. Procédé pour la modification de l'épaisseur d'un format du brin coulé d'une installation de coulée en fonctionnement continu, le brin coulé (9) étant en assemblage actif sous la lingotière (10), des deux côtés avec des supports (8, 8') de rouleaux les uns en face des autres, qui sont répartis en une succession de segments (n = 1 à i) supportant les rouleaux et chaque segment pouvant être réglé en soi dans un angle par rapport au brin coulé (9) et tout le guidage du brin à modifier étant réglé à une épaisseur de format de produit dans une position de départ, **caractérisé en ce qu'**à une vitesse de coulée constante, la modification de l'épaisseur du format est réalisée dans une succession

réglée d'étapes de réglage des segments (n=1 à i)

- dans le cas d'une réduction de l'épaisseur du format par un rapprochement séquentiel dans le sens de la coulée des segments qui se succèdent (n=1 à i) et
- dans le cas d'une augmentation de l'épaisseur du format par un écartement séquentiel dans le sens de la coulée des segments qui se succèdent (n=1 à i) et
- **en ce que** lors de la modification de l'épaisseur du format, une longueur de transition de la modification de l'épaisseur est produite qui représente au moins 50%, de préférence 80 à 90% d'une longueur de brame.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le brin de coulée (9) est réglé, au début, sur une longueur d'environ 1 à 4 m à une épaisseur constante et en son extrémité, sur une longueur d'environ 0,5 à 2 m également à une épaisseur constante.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la longueur de transition dans le sens longitudinal suit une forme de clavette définie avec un profil de brame défini, la modification de l'épaisseur du format du brin coulé étant linéaire ou quasiment linéaire.

4. Procédé selon au moins l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** dans le cas d'un guidage du brin constitué par exemple de quatre segments (n=1 à n = 4), le profil de la brame en forme de clavette est réglé par les étapes suivantes :

- à partir d'une longueur zéro, le segment (1) côté sortie et le segment (2) côté entrée sont respectivement rapprochés ou écartés ;
- ensuite, de manière retardée dans le temps ou dans l'espace sur la longueur du segment (2), le segment (2) côté sortie et le segment (3) côté entrée sont respectivement rapprochés ou écartés,
- de manière retardée dans l'espace sur la longueur du segment (3), celui-ci est respectivement rapproché ou écarté sur son côté sortie et le segment (4) est respectivement rapproché ou écarté sur son côté entrée,
- dans la dernière étape, également de manière retardée dans l'espace, sur la longueur du segment (4), son côté sortie est respectivement rapproché ou écarté ;
- tous les segments (n=1 à n=4) étant déplacés jusqu'à ce qu'ils soient réglés à l'épaisseur finale souhaitée et
- les étapes de réglage étant réalisées simultanément ou de manière quasiment simultanée et la vitesse de réglage étant relativement basse, par exemple < 2,5 mm/min.

5. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 4, **caractérisé**

- **en ce que**, pour la modification de l'épaisseur du format dans une première phase de réglage, à une vitesse de coulée constante - la pointe de la masse fondue du brin (9) se trouvant par exemple dans le segment (n=3)
- on rapproche d'abord, dans le cas d'une réduction de l'épaisseur, le segment (n=1) côté sortie, via l'assemblage articulé (5) à une valeur de consigne avec le segment n=2 côté entrée et - dans le cas d'un agrandissement de l'épaisseur - on les écarte à une valeur de consigne et
- après avoir atteint la position cible - c'est-à-dire la position de segment pour le format cible - dans une deuxième phase de réglage, on rapproche ou on écarte le segment (n=2) côté sortie avec le segment (n=3) côté entrée et
- on procède au réglage des segments (3, 4 à i) à la position cible dans une succession séquentielle d'étapes similaires.

6. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le rapprochement ou l'écartement des segments (n=1 à i) est réalisé à une vitesse de réglage constante au moyen d'une régulation de position dynamique sans dépasser une valeur seuil de force à déterminer, la vitesse de réglage étant calculée en tenant compte des valeurs limites de dilatation du brin et de la vitesse de coulée instantanée en association avec le réglage du format en vigueur ou en fonction du flux volumique du brin qui en résulte.

7. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la vitesse de réglage est calculée via la vitesse de coulée instantanée, la longueur du segment et le parcours de réglage nécessaire selon la formule :

$$V = Ds/Ls \cdot V_{\text{coulée}}$$

dans laquelle

Ds = modification de l'épaisseur du format

Ls = longueur du segment

Vcoulée = vitesse de coulée instantanée.

- 5
8. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le processus de réglage est contrôlé au moyen de pressions instantanées des vérins de dispositifs de réglage hydrauliques, **en ce qu'**on passe d'un réglage en fonction de la position à un réglage en fonction de la force lors du dépassement d'une valeur limite ainsi et qu'on revient à un réglage en fonction de la position après avoir atteint la position cible.
- 10
9. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** sur le segment (n=1 à n=i), le réglage hydraulique commence sur le côté sortie et sur les segments (n=2 à n=i), le réglage est continué séquentiellement côté entrée ainsi que côté sortie et **en ce que** la vitesse de réglage de deux segments consécutifs est forcément synchrone.
- 15

20

25

30

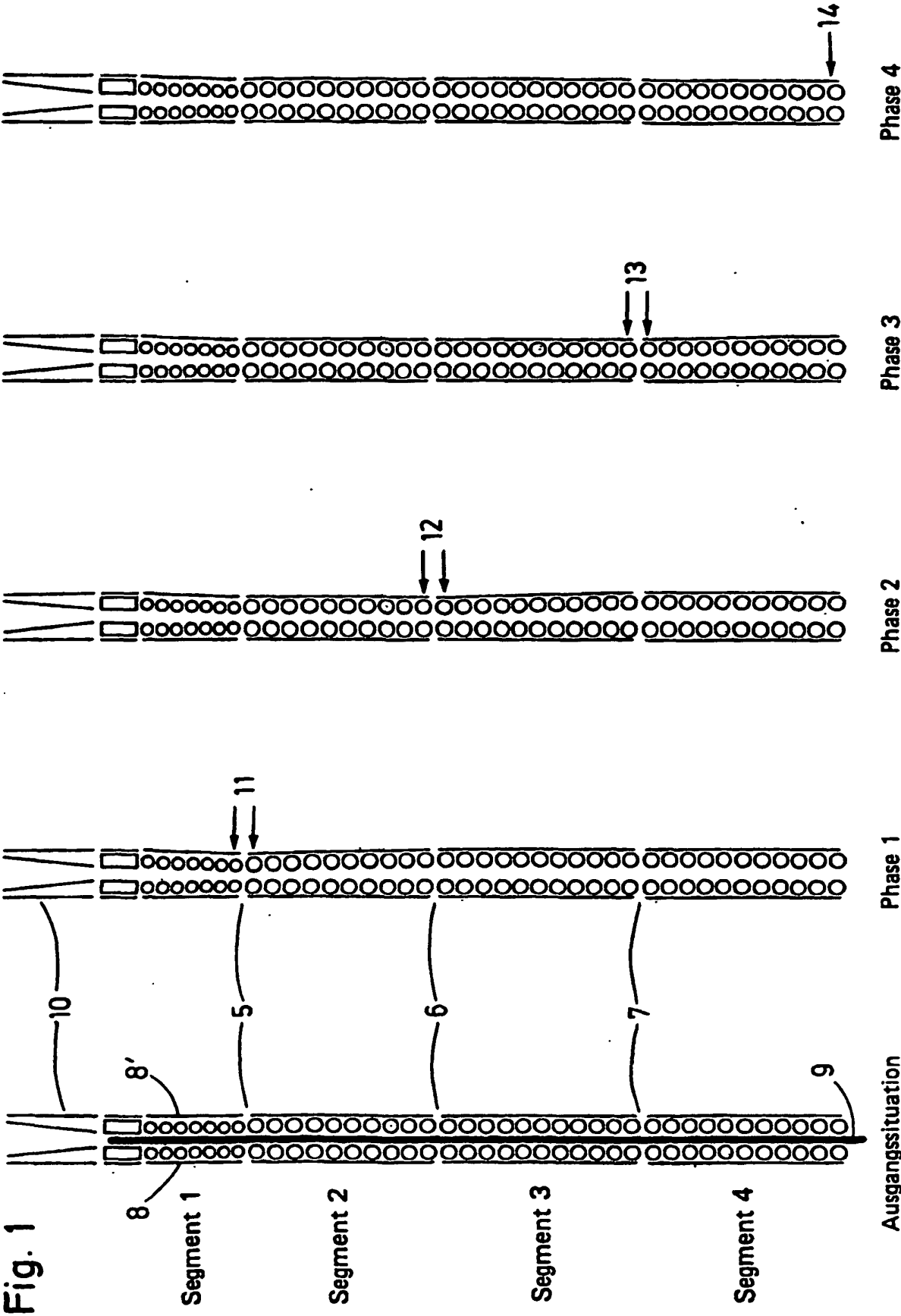
35

40

45

50

55



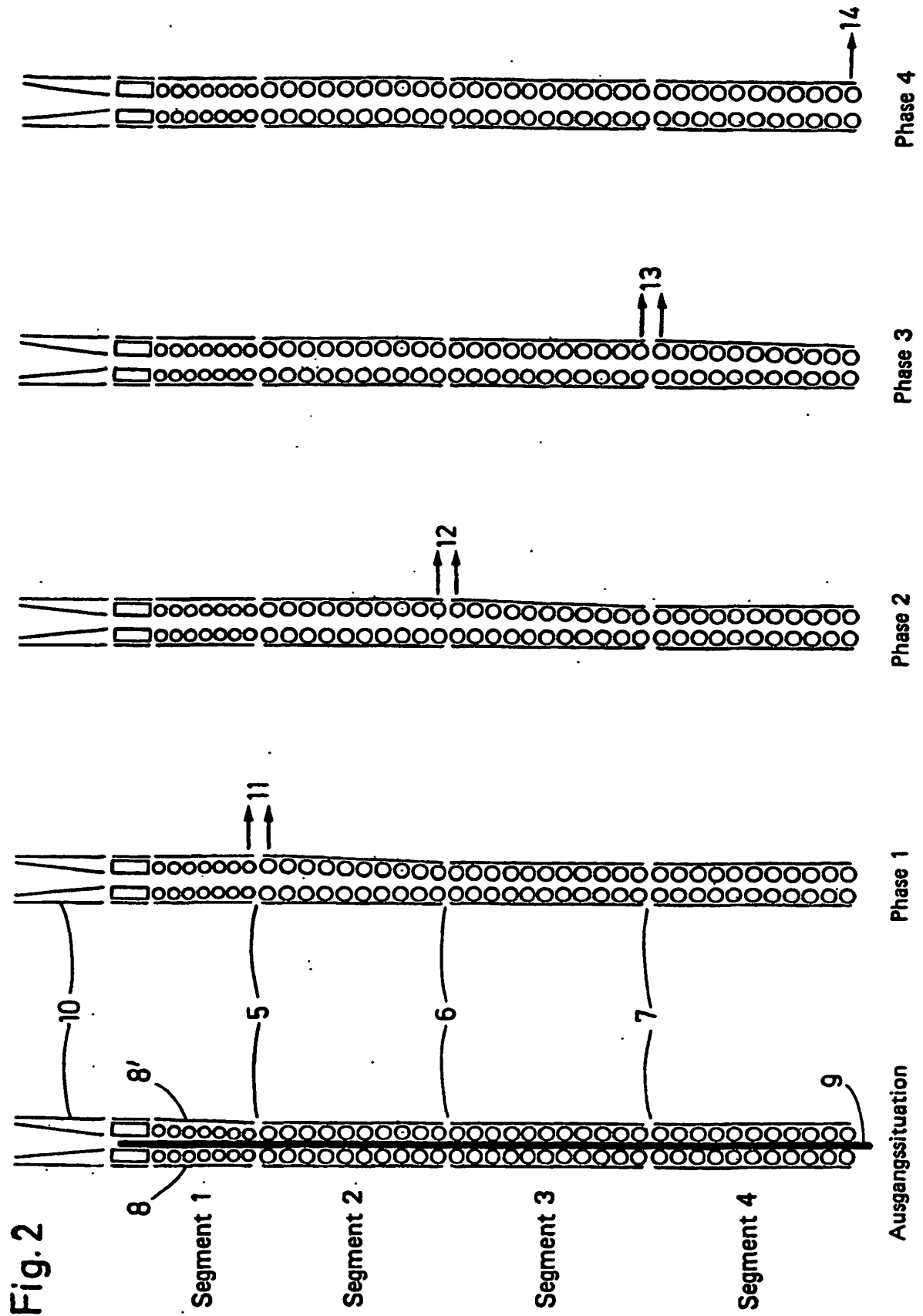


Fig. 3

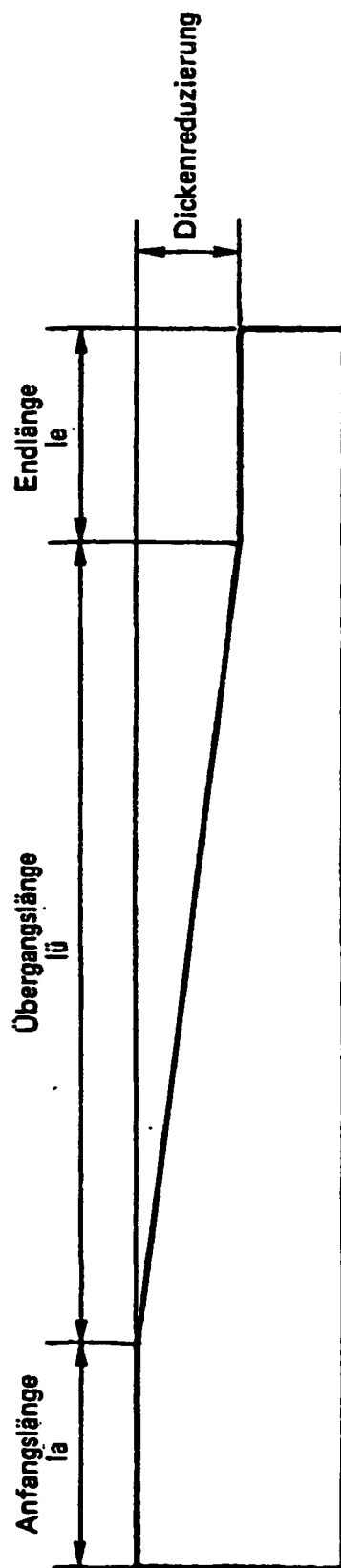
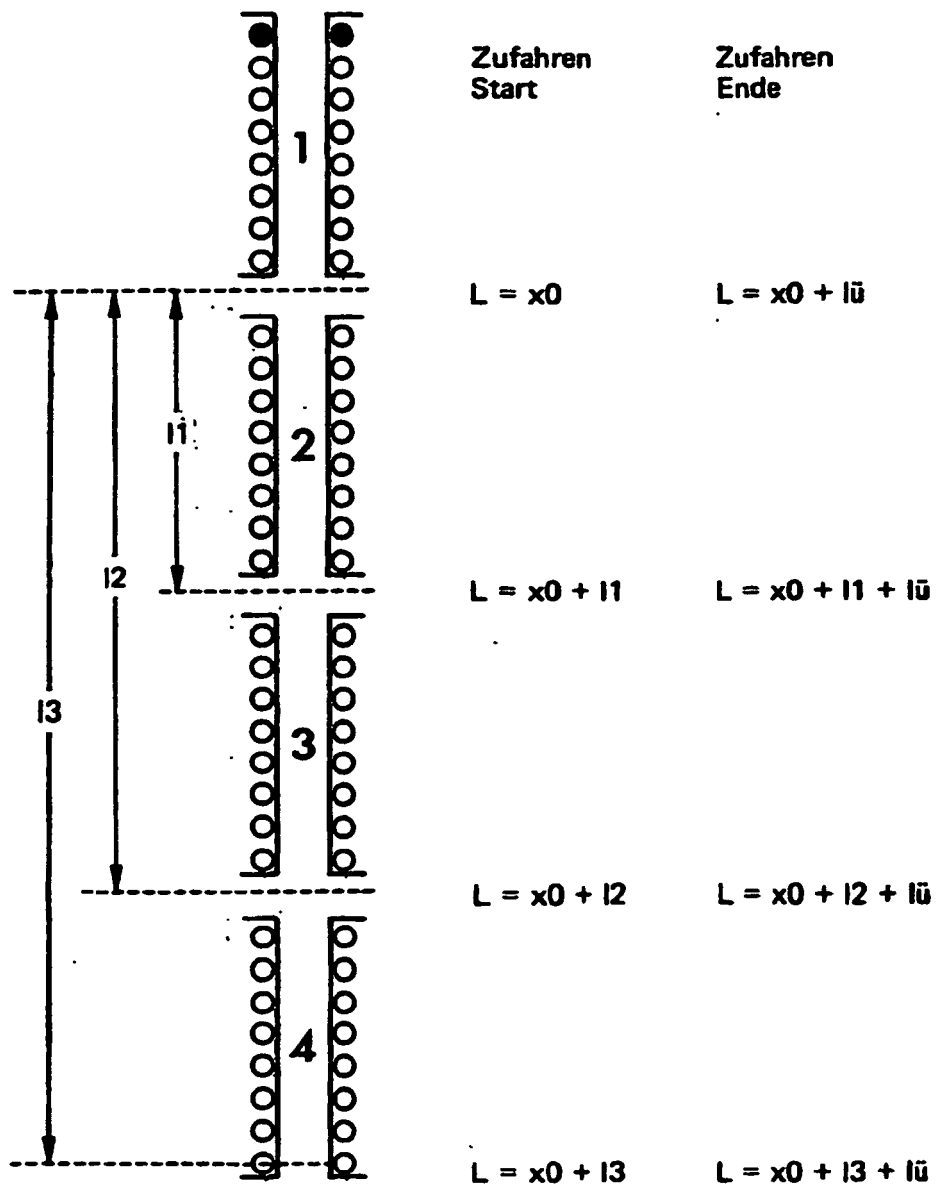


Fig. 4



$l_{\bar{u}} = \text{Übergangslänge}$

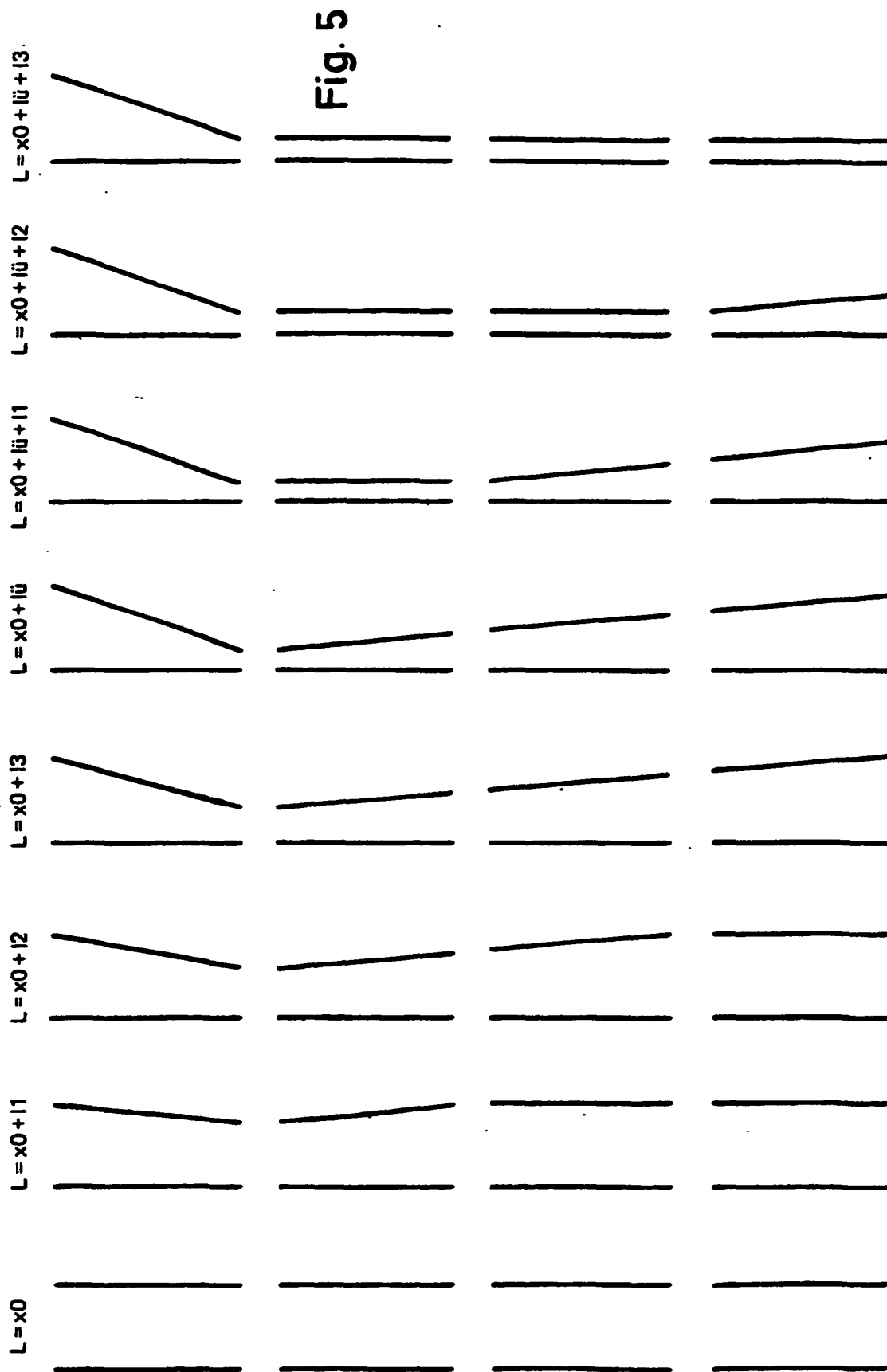


Fig. 6

