



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 108 484 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.06.2001 Patentblatt 2001/25

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

(21) Anmeldenummer: **00126252.6**

(22) Anmeldetag: **01.12.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **SMS Demag AG**
40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder: **Streubel, Hans**
40699 Erkrath (DE)

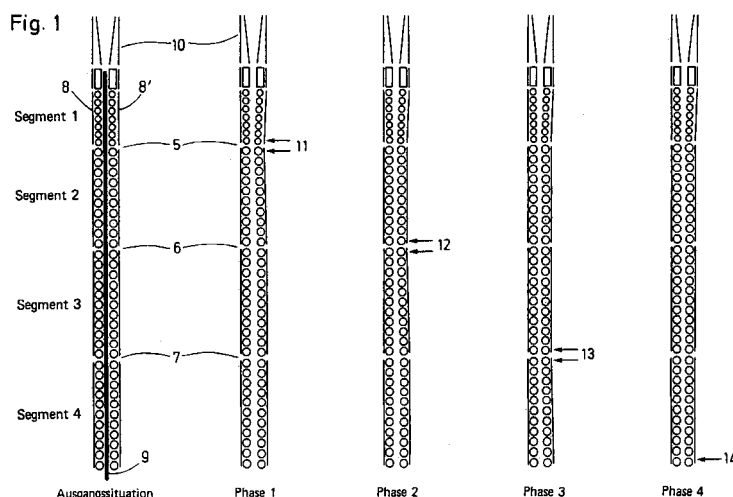
(30) Priorität: **15.12.1999 DE 19960688**
05.08.2000 DE 10038291

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

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

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Formatdickenänderung des Gußstrangs (9) einer Stranggießanlage im kontinuierlichen Gießbetrieb, wobei der Strang unterhalb einer Kokille (10) zu beiden Seiten mit einander gegenüberliegenden Rollenträgern (8, 8') in Wirkverbindung steht. Die Rollenträger sind in einer Folge von rollentragenden, ggfs. mittels Gelenkverbindung (5-7) aneinandergesetzten Segmenten ($n = 1$ bis i) aufgeteilt und jedes Segment ist für sich in einen Winkel zum Gußstrang (9) einstellbar, wobei in einer Ausgangsposition die gesamte zu ändernde Strangführung auf eine gleichmäßige Produktionsformatdicke eingestellt ist. Zur Formatdickenänderung wird eine geregelte Folge von Verstellschritten der Segmente vorgenommen:

- bei einer Formatdickenreduktion erfolgt in Gießrichtung ein sequentielles Zufahren der einander in Reihe folgenden Segmente ggfs. an deren Gelenkverbindung (5-7), und
- bei einer Formatdickenerhöhung erfolgt ein sequentielles Erweitern in Gießrichtung der einander in Reihe folgenden Segmente ggfs. an deren Gelenkverbindung (5-7). Bei der Formatdickenänderung wird jeweils eine Übergangslänge der Dickenänderung erzeugt, die wenigstens 50%, bevorzugt 80 bis 90% einer Brammenlänge beträgt. Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.



EP 1 108 484 A1

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 Dickenverringerung 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 38 815.2 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] Ausgehend vom vorgenannten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine zu deren Durchführung geeignete 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.

[0011] Zur Lösung der Aufgabe wird bei einem Verfahren der im Oberbegriff von Anspruch 1 genannten Art zur Formatdickenänderung des Gußstranges vorgeschlagen, daß die Formatdickenänderung in einer geordneten Folge von Verstellschritten der Segmente $n = 1$ bis $n = i$ entsprechend den Merkmalen des Kennzeichnungsteils von Anspruch 1 vorgenommen wird.

[0012] 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.

[0013] 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.

[0014] 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.

[0015] 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:

[0016] 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.

[0017] 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.

[0018] 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.

[0019] Weiterhin wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß die Verstellgeschwindigkeit der Segmente unter Berücksichtigung der zulässigen Strangdehnungs-

grenzwerte und der aktuellen Gießgeschwindigkeit in Verbindung mit der aktuellen Formateinstellung bzw. nach Maßgabe des hieraus sich ergebenden Volumenstroms des Stranges berechnet wird.

[0020] Vorteilhaft wird die Verstellgeschwindigkeit über die aktuelle Gießgeschwindigkeit, die Segmentlänge und den erforderlichen Verstellweg nach der Formel berechnet

$V = Ds/Ls \cdot V_{giess}$; darin bedeuten:
 $Ds =$ Formatdickenänderung
 $Ls =$ Segmentlänge
 $V_{giess} =$ aktuelle Gießgeschwindigkeit

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] 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 rollen tragenden, 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 Produktionsfor-

matdicke eingestellt, wie dies der dargestellten Ausgangsposition entspricht. Die Formatdickenänderung wird in einer geregelten Folge von Verstellschritten der Segmente 1 bis 4 durchgeführt.

[0024] 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.

[0025] 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.

[0026] 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 Strangdehngrenzwerte und der aktuellen Gießgeschwindigkeit in Verbindung mit der aktuellen Formateinstellung bzw. nach Maßgabe des hieraus sich ergebenden Volumenstroms des Stranges berechnet.

[0027] Die einzuhaltende Verstellgeschwindigkeit berechnet sich über die aktuelle Gießgeschwindigkeit, die Segmentlänge und den erforderlichen Verstellweg nach der Formel

$V = Ds/Ls \cdot V_{giess}$; darin bedeuten:
 $Ds =$ Formatdickenänderung
 $Ls =$ Segmentlänge
 $V_{giess} =$ aktuelle Gießgeschwindigkeit.

[0028] 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 zu-

rückgeschaltet.

[0029] 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.

[0030] 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.

[0031] Im folgenden wird die Formatdickenerhöhung gemäß Darstellung des Funktionsverlaufes in Fig. 2 beschrieben.

[0032] 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.

[0033] Sobald das Zielformat von Segment 1 Auslaufseite und Segment 2 Einlaufseite am Ende der Phase 1 erreicht ist, wird Segment 2 Auslaufseite aufgefahren (Phase 2).

[0034] Die Verstellgeschwindigkeit berechnet sich über die aktuelle Gießgeschwindigkeit, die Segmentlänge und den erforderlichen Verstellweg wie bei der Formatdickenreduzierung.

[0035] Eine wirksame Kraftüberwachung, berechnet über die aktuellen Zylinderdrücke hydraulischer Verstelleinrichtungen, kontrolliert den Verstellvorgang.

[0036] Sollte die Kraft einen berechneten Grenzwert überschreiten, wird von Positionsregelung in Kraftregelung umgeschaltet. Nach Erreichen der Zielposition wird entsprechend auf Positionsregelung zurückgeschaltet.

[0037] Durch den beschriebenen Ablauf wird erreicht, daß auch bei erhöhter Materialdicke bei durchlaufend zunehmender Keilform die Rollenschürze eine ausreichende Strangstützung für den Strang 9 durchgeföhrt und die Auslaufseite entsprechend der Materialdicke nachgeföhrt wird.

[0038] Anschließend wird Segment 3 Einlaufseite zeitgleich mit gleicher Verstellgeschwindigkeit wie Segment 2 Auslaufseite aufgefahren, gemäß Phase 2. Die Überwachungsfunktion erfolgt wie bei Segment 2 Auslaufseite.

[0039] Sobald das Zielformat von Segment 3 Einlaufseite erreicht ist, wird Segment 3 Auslaufseite und Segment 4 Einlaufseite aufgefahren (Phase 3). Die Berechnung der Gießgeschwindigkeit und die Überwachung erfolgt wie vorgängig beschrieben.

[0040] Sobald das Zielformat von Segment 4 Einlaufseite erreicht ist, wird Segment 4 Auslaufseite aufgefahren (Phase 4). Die Berechnung der Überwachung erfolgt wie zuvor beschrieben.

[0041] Und schließlich wird vorgesehen, daß infolge der Gelenkverbindung einer Auslaufseite eines Segmentes mit der Einlaufseite des Folgesegmentes deren

Verstellgeschwindigkeiten zwangsweise synchron erfolgen.

[0042] 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 durchgeföhrt 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 nachgeföhrt wird, wogegen bei Formatdickenerhöhung erreicht wird, daß bei erhöhter Materialdicke infolge durchlaufend zunehmender Keilform, die Rollenschürze eine ausreichende Strangstützung durchgeföhrt und die Auslaufseite entsprechend der Materialdicke nachgeföhrt wird.

[0043] 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 regelten sowie richtungsumkehrbaren Hydraulikzylindern in Wirkungsverbindung, wobei das Segment $n = 1$ nur auf der Auslaufseite mit einem solchen Hydraulikzylinder zusammenwirkt.

[0044] 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.

[0045] Fig. 4 zeigt das zugehörige Verfahrensschema beispielsweise bei 4 Segmenten der Strangführung. Den einzelnen Segmenten $n = 1$ bis $n = 4$ ist eine bestimmte Länge 11, 12, 13 zugeordnet. Die keilförmige Übergangslänge ist mit l_0 bezeichnet. Um die Übergangslänge l_0 mit dem definierten Brammenkeil (Fig. 1) einzustellen, werden die Segmente $n = 1$ bis $n = 4$ mit Hilfe von Verstellzylindern verfahren.

[0046] Die schematische Ablaufsequenz der verstellten einzelnen Segmente ergibt sich aus Fig. 5. Ab einer Länge $l = 0$ wird Segment 1 Auslaufseite und Segment 2 Einlaufseite langsam zugefahren. Zeit- bzw. wegzögert 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 wegzögert 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 wegzögert 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.

[0047] 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_0 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 Abwälzung der Bramme kommt. Die Brammenkante wird wie bei der herkömmlichen Fahrweise fast ausschließlich im Segment 1 verformt.

[0048] Die Erstarrungsdicke 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 rollen tragenden 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 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 Keilform mit einem definierten Brammenprofil folgt, wobei die Dickenänderung des Gußstrangformates linear oder annähernd linear erfolgt.

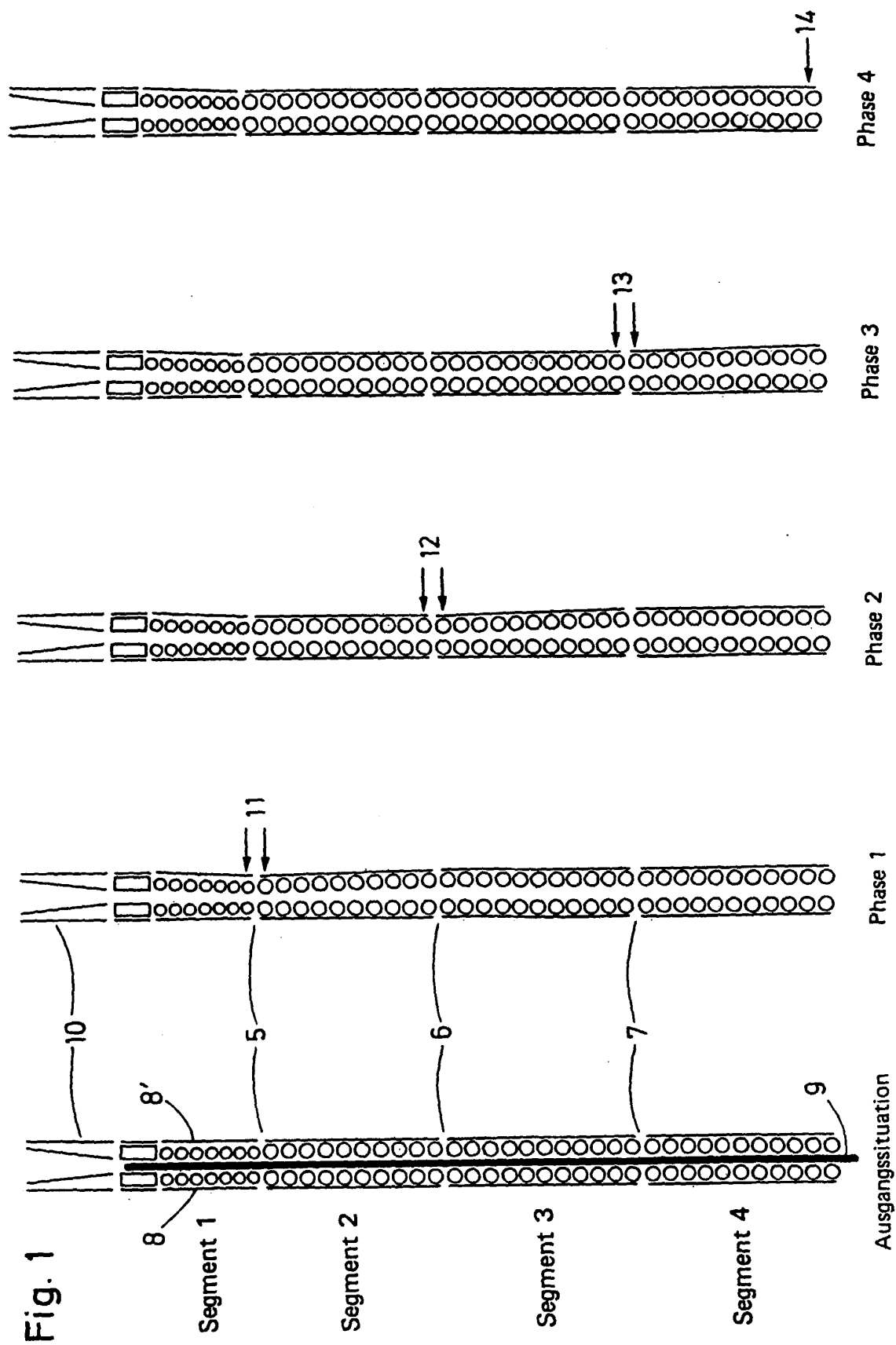
4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3,

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 zu-

- gefahren 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 Verstell Schritte 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 Dickenvergrößerung 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:
- $$V = \frac{Ds}{Ls} \cdot V_{\text{giess}}$$
- 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 Positions- auf 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.
10. Vorrichtung zur Formatdickenänderung des Gußstranges (9) einer Stranggießanlage, wobei der Strang (9) unterhalb der Kokille (10) zu beiden Seiten mit einander gegenüberliegenden Rollenträgern (8, 8') in Wirkverbindung steht, die in einer Folge von rollentragenden, mittels Gelenkverbindungen (5 bis 7) verbundenen Segmenten ($n = 1$ bis i) aufgeteilt sind und jedes Segment für sich in einen Winkel zum Gußstrang (9) einstellbar ist, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Verstelleinrichtung (11 -14) mit Mitteln zur Positions- oder Kraftregelung ausgestattet ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Segmente ($n = 1$ bis i) im Bereich ihrer Gelenkverbindungen (5 - 7) zwischen Auslauf- und Einlaufseite mit geregelten sowie richtungsumkehrbaren Hydraulikzylindern in Wirkungsverbindung stehen, wobei das Segment ($n = 1$) nur auf der Auslaufseite mit einem solchen Hydraulikzylinder zusammenwirkt.



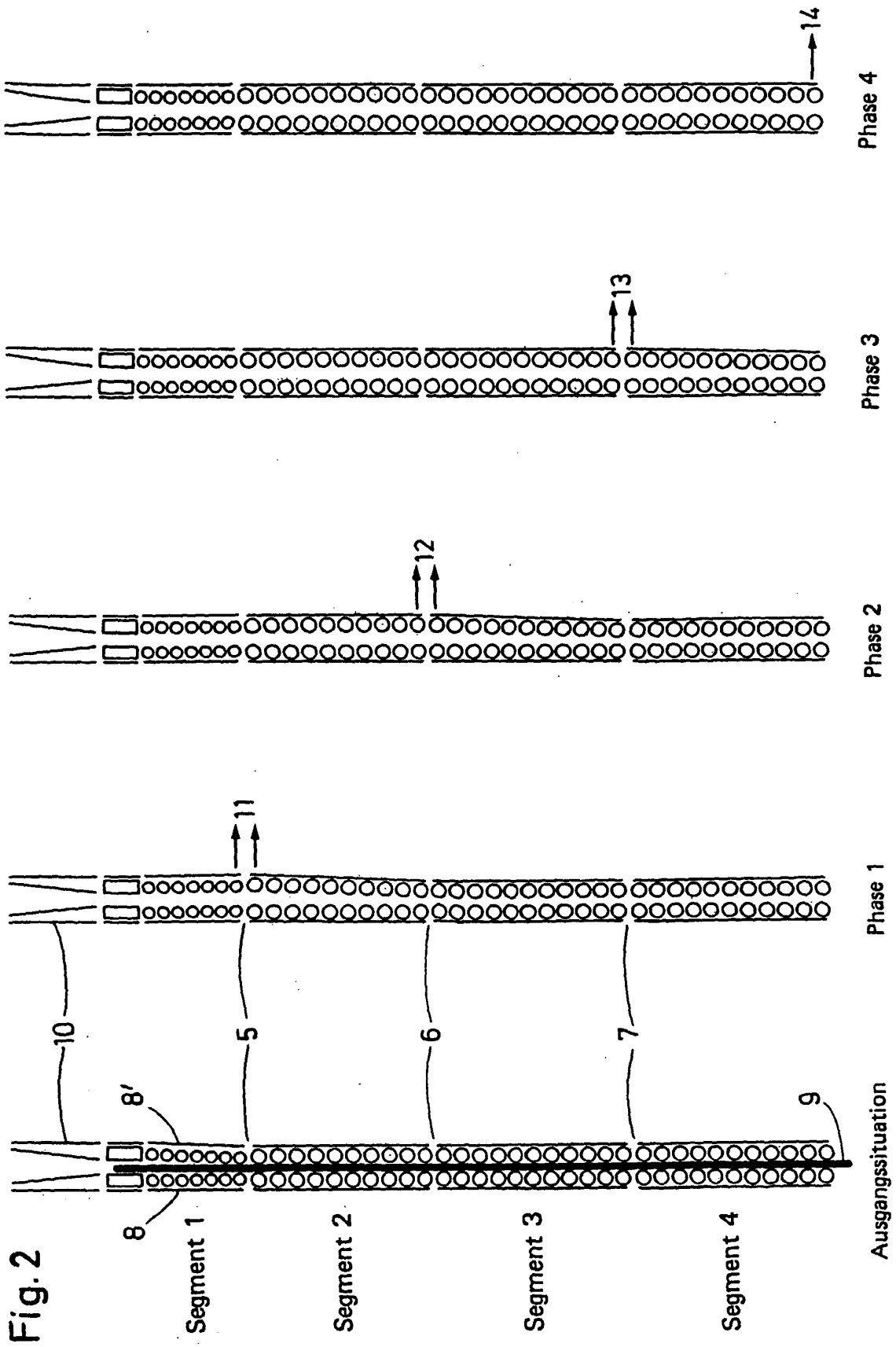


Fig. 3

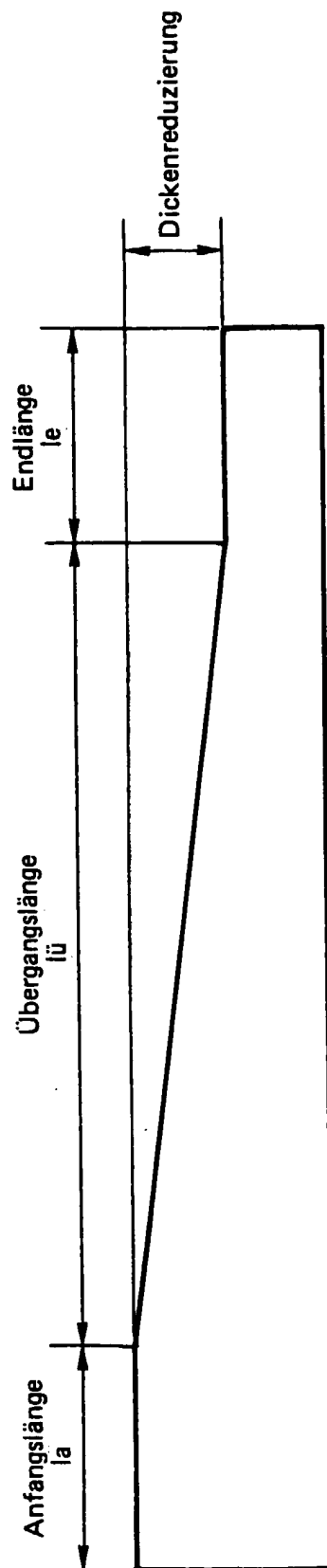
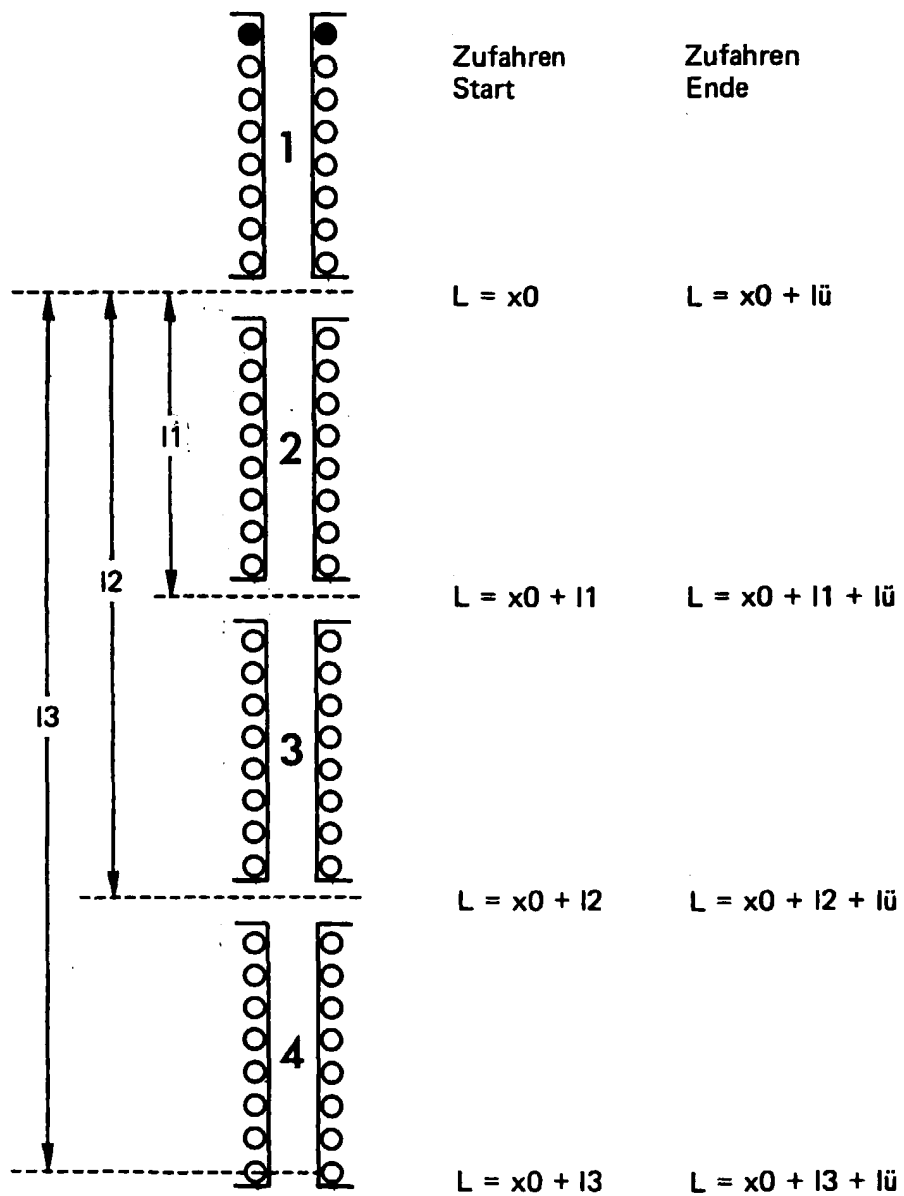


Fig. 4



$l_{\bar{u}} = \text{Übergangslänge}$

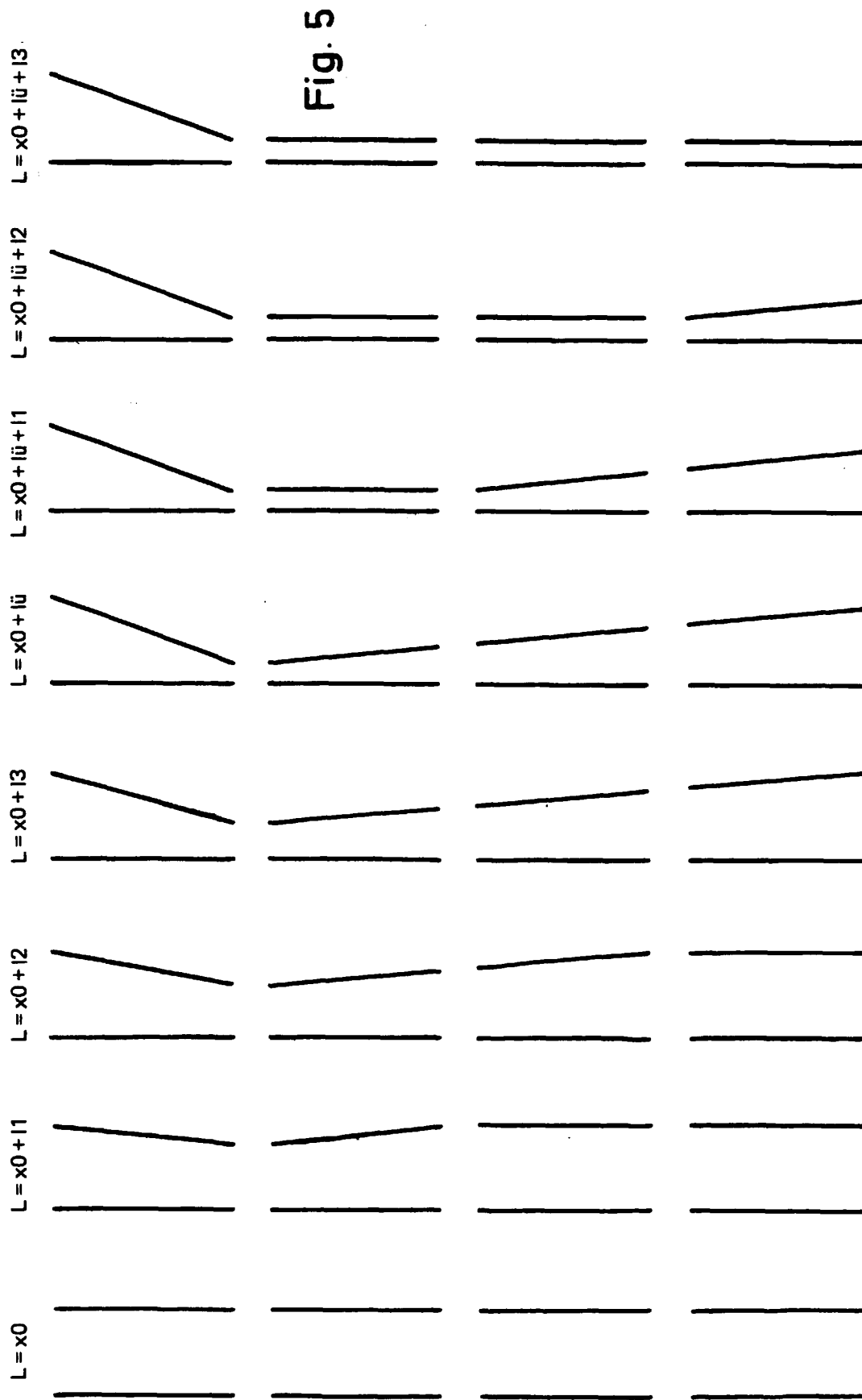
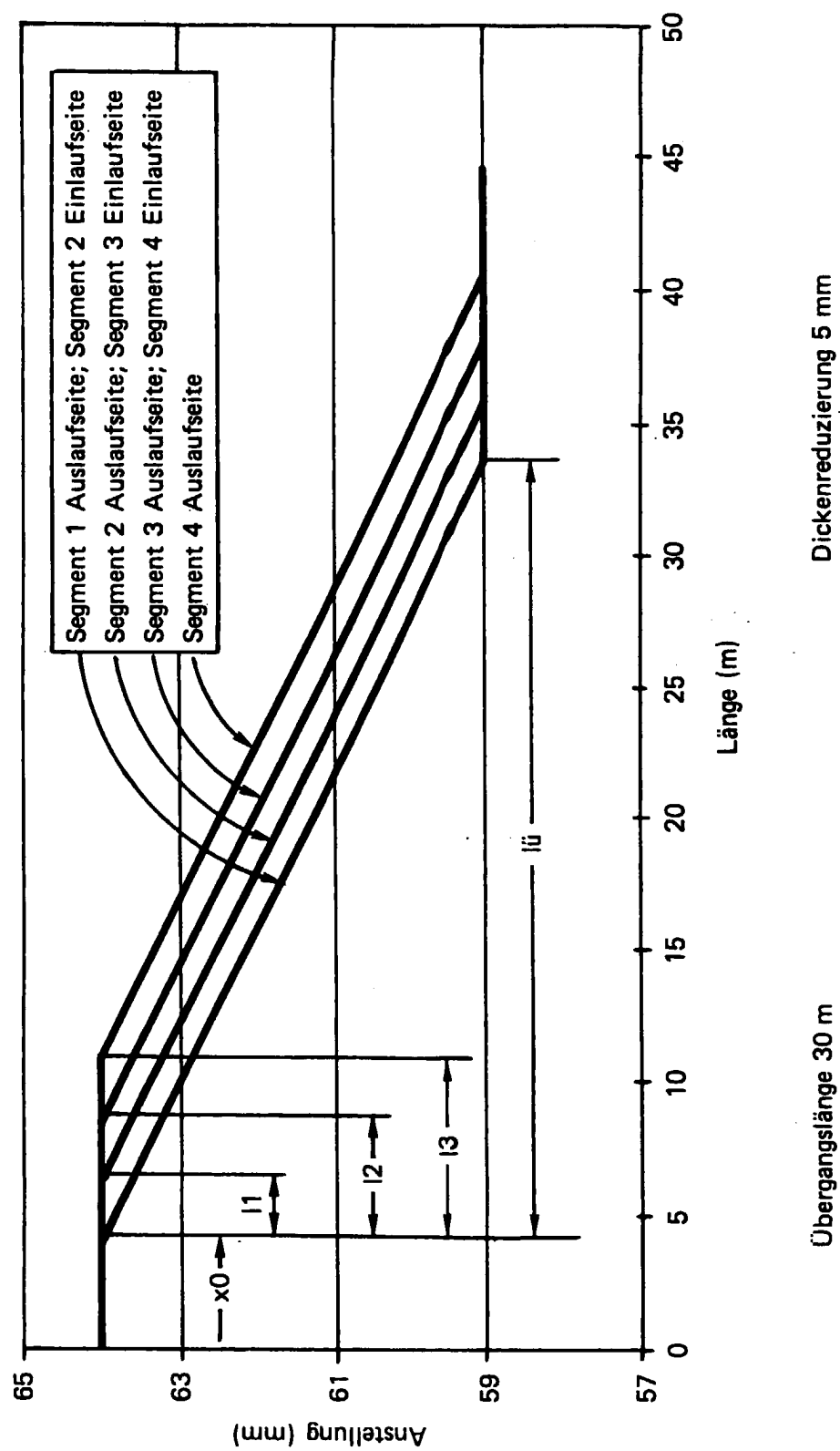


Fig. 6





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 00 12 6252

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	DE 44 36 328 A (VOEST ALPINE IND ANLAGEN) 20. April 1995 (1995-04-20) * Ansprüche 12-14 *	10,11	B22D11/12
A	* Ansprüche 1-11 * ---	1-9	
A	DE 15 83 620 A (DEMAG AG) 27. August 1970 (1970-08-27) * Spalte 1, Zeile 32 - Spalte 2, Zeile 29 *	1-11	

D,A	EP 0 286 862 A (THYSSEN STAHL AG) 19. Oktober 1988 (1988-10-19) * Anspruch 1 *	1-11	

D,A	EP 0 535 368 B (SCHLOEMANN SIEMAG AG) 7. April 1993 (1993-04-07) * Ansprüche 1-16 *	1-11	

D,A	DE 43 38 805 A (SCHLOEMANN SIEMAG AG) 18. Mai 1995 (1995-05-18) * Ansprüche 1-7 *	1-11	

D,A	EP 0 743 116 A (DANIELI OFF MECC) 20. November 1996 (1996-11-20) * Ansprüche 1-4 *	1-11	B22D B21B

D,A	DE 196 39 297 A (SCHLOEMANN SIEMAG AG) 26. März 1998 (1998-03-26) * Ansprüche 1-28 *	1-11	

D,A	EP 0 450 391 B (SCHLOEMANN SIEMAG AG) 9. Oktober 1991 (1991-10-09) * Ansprüche 1,2 *	1-11	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 19. März 2001	Prüfer Kesten, W
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 03.92 (P04003)

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

EP 00 12 6252

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.

19-03-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4436328 A	20-04-1995	AT 401744 B	25-11-1996
		AT 206693 A	15-04-1996
		US 5577548 A	26-11-1996
DE 1583620 A	27-08-1970	KEINE	
EP 0286862 A	19-10-1988	DE 3712537 A	10-11-1988
		AT 75977 T	15-05-1992
		AT 75978 T	15-05-1992
		BR 8801733 A	16-11-1988
		CA 1311904 A	29-12-1992
		DE 3870970 A	17-06-1992
		DE 3870970 D	17-06-1992
		DE 3871125 A	17-06-1992
		DE 3871125 D	17-06-1992
		EP 0326190 A	02-08-1989
		ES 2031945 T	01-01-1993
		ES 2032620 T	16-02-1993
		JP 2738934 B	08-04-1998
		JP 63264250 A	01-11-1988
		US 4951734 A	28-08-1990
		US 5058656 A	22-10-1991
EP 0535368 B	07-04-1993	DE 4135214 A	25-03-1993
		AT 138835 T	15-06-1996
		CA 2078582 A	20-03-1993
		CN 1071868 A,B	12-05-1993
		DE 59206481 D	11-07-1996
		EP 0535368 A	07-04-1993
		ES 2089317 T	01-10-1996
		JP 3113410 B	27-11-2000
		JP 5277682 A	26-10-1993
		KR 218643 B	01-09-1999
		RU 2053859 C	10-02-1996
		US 5400850 A	28-03-1995
		US 5339887 A	23-08-1994
		ZA 9206474 A	28-04-1993
DE 4338805 A	18-05-1995	AT 153571 T	15-06-1997
		DE 59402911 D	03-07-1997
		EP 0662357 A	12-07-1995
		ES 2102120 T	16-07-1997
		US 5511606 A	30-04-1996
EP 0743116 A	20-11-1996	IT UD950090 A	18-11-1996
		US 5803155 A	08-09-1998

EPO FORM P0461

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

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

EP 00 12 6252

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.

19-03-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19639297 A	26-03-1998	EP 0834364 A	08-04-1998
EP 0450391 B	09-10-1991	DE 4010966 A	10-10-1991
		AT 122944 T	15-06-1995
		DE 59105551 D	29-06-1995
		EP 0450391 A	09-10-1991

EPO FORM P0461

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