



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 1 720 669 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.05.2007 Patentblatt 2007/19

(21) Anmeldenummer: **05707040.1**

(22) Anmeldetag: **27.01.2005**

(51) Int Cl.:
B21B 37/00 (2006.01) **B22D 11/20 (2006.01)**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2005/000802

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2005/084841 (15.09.2005 Gazette 2005/37)

(54) VERFAHREN UND EINRICHTUNG ZUM ANTREIBEN VON STÜTZROLLEN EINER STRANGGIESSMASCHINE FÜR FLÜSSIGE METALLE, INSbesondere FÜR FLÜSSIGE STAHLWERKSTOFFE

METHOD AND DEVICE FOR DRIVING SUPPORT ROLLERS ON A CONTINUOUS CASTING MACHINE FOR MOLTEN METALS, IN PARTICULAR FOR MOLTEN STEEL MATERIALS

PROCEDE ET DISPOSITIF D'ENTRAINEMENT DES ROULEAUX DE SUPPORT D'UNE MACHINE POUR LA COULEE CONTINUE DE METAUX LIQUIDES, EN PARTICULIER DE MATERIAUX LIQUIDES A BASE D'ACIER

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **02.03.2004 DE 102004010038**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.11.2006 Patentblatt 2006/46

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

(72) Erfinder:

- **BEYER-STEINHAUER, Holger
40822 Mettmann (DE)**
- **WEYER, Axel
42349 Wuppertal (DE)**
- **HOEN, Karl
53567 Asbach (DE)**

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 350 431 **EP-A- 0 625 388**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2003, Nr. 06, 3. Juni 2003 (2003-06-03) & JP 2003 033854 A (NIPPON STEEL CORP), 4. Februar 2003 (2003-02-04)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1999, Nr. 11, 30. September 1999 (1999-09-30) & JP 11 151558 A (YASKAWA ELECTRIC CORP), 8. Juni 1999 (1999-06-08)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1995, Nr. 08, 29. September 1995 (1995-09-29) & JP 07 136751 A (KOBE STEEL LTD), 30. Mai 1995 (1995-05-30)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 004, Nr. 187 (M-048), 23. Dezember 1980 (1980-12-23) & JP 55 133855 A (HITACHI LTD), 18. Oktober 1980 (1980-10-18)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 010, Nr. 088 (M-467), 5. April 1986 (1986-04-05) & JP 60 227958 A (YASUKAWA DENKI SEISAKUSHO KK; others: 01), 13. November 1985 (1985-11-13)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 006, Nr. 001 (M-105), 7. Januar 1982 (1982-01-07) & JP 56 126061 A (YASKAWA ELECTRIC MFG CO LTD; others: 01), 2. Oktober 1981 (1981-10-02)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 009, Nr. 100 (M-376), 2. Mai 1985 (1985-05-02) & JP 59 225866 A (SHIN NIPPON SEITETSU KK; others: 01), 18. Dezember 1984 (1984-12-18)**

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 und eine Einrichtung zum Antrieben der Stützrollen einer Stranggießmaschine für flüssige Metalle, insbesondere für flüssige Stahlwerkstoffe, die eine Strangführung für den Gießstrang aus elektrisch angetriebenen einzelnen Stützrollen und / oder aus hydraulisch anstellbaren Stützrollensegmenten bilden, wobei eine Lastausgleichsregelung für die Antriebe als Summe aus den Funktionen von Gießgeschwindigkeit, Motordrehmoment, Motordrehzahl und üblicher Korrekturfaktoren eingesetzt wird und mit individueller Einstellung von Drehmoment und Drehzahl jedes Antriebs-Stützrollenmotors versehen ist.

[0002] Die Strangführung für den Gießstrang, der im Knüppel-, Brammen- oder Dünnbrammen-, Vorprofil- oder Block-Format gegossen wird, dient gleichzeitig als Ausfördereinrichtung, die den Gießstrang aus der Stranggießkokille kommend durch die Strangführung gegen deren Widerstände auszieht. Die Strangführung besteht aus geschleppten (nicht angetriebenen) Stützrollen und einer Stützrolle gegenüberliegenden, angetriebenen Antriebsstützrollen. Die Antriebsstützrollen übertragen sowohl Führungs- als auch Strangförderkräfte in Zusammenwirken mit den geschleppten Stützrollen und werden mit definierter Anstellkraft gegen den Gießstrang gedrückt. Die Gesamtheit der Antriebsstützrollen überwindet die Ausziehwiderstände, denen der Strang auf seinem Weg durch die Strangführung unterworfen ist.

[0003] Die Leistung dieser Antriebe wird im allgemeinen derart bemessen, dass einerseits bei jeder denkbaren Betriebssituation ein sicheres Ausfördern des Gießstranges gewährleistet ist, andererseits jedoch die Herstellkosten und Betriebskosten möglichst niedrig gehalten und die Antriebe nicht unnötig überdimensioniert werden.

[0004] Es ist bekannt, die Antriebsmomente der einzelnen Antriebe auf den Gießstrang nach zwei unterschiedlichen Arten zu übertragen.

[0005] Die erste Art sieht vor, die Antriebe von Hand abzulegen und während des Betriebes sich selbst zu überlassen.

[0006] Bei einer zweiten Art (vgl. Fig. 1 zum Stand der Technik) wird von allen aktiven Antrieben die Summe der Antriebsmomente ($M_1 - M_n$) festgestellt und daraus ein Mittelwert gebildet. Dieser Mittelwert wird als Sollantriebsmoment an jeden Antrieb zurückgeführt. Über eine Lastausgleichsregelung wird versucht, durch Drehzahländerungen (n_{Soll-n}) des jeweiligen Antriebs das abgegebene Antriebsmoment dieses Antriebs auf den Sollwert einzustellen.

[0007] Beiden Arten der Regelung haftet der Nachteil an, dass die Zuordnung der Antriebsmomente nicht nach den tatsächlich übertragbaren Kräften bzw. Drehmomenten erfolgt. Die Folge davon ist, dass Antriebe, die aufgrund ihrer geringen Normalkraft, sei es durch Rollenverschleiß oder technologisch bedingt, nur ein kleineres Moment als das Sollmoment aufbringen können und

somit permanent mit stark erhöhter Drehzahl drehen, wodurch die Antriebsrollen einem erhöhten Verschleiß unterliegen.

[0008] Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass bei Entstehen eines prozessbedingt kurzzeitig erhöhten Ausziehwiderstandes ein höheres Gesamtdrehmoment benötigt wird, bei den Antrieben, die mehr als das mittlere Drehmoment übertragen könnten, wird nur der Mittelwert des Gesamtdrehmomentes abgerufen, d.h. also diese Antriebe sind unterfordert, während andere Antriebe das geforderte Sollmoment aus den angegebenen Gründen nicht übertragen können. Dieser Vorgang kann zum Stillstand des Gießstranges führen, was einen Gießabbruch mit großen Schäden zur Folge hat.

[0009] Aus der EP - B- 0 463 203 ist ein Führungsverfahren für die elektrischen Antriebe von Rollen einer Stranggießanlage bekannt, wobei der Gießstrang durch die angetriebenen Rollen, deren Antriebe über Regler einzeln geregelt sind, aus der Stranggießkokille abgezogen wird und wobei die Sollwertvorgabe für die Rollenantriebe, bspw. über die Drehzahlvorgabe, lastabhängig erfolgt. Hier soll ein Lastausgleich zwischen den einzelnen Rollenantrieben erfolgen. Das Verfahren berücksichtigt jedoch nicht betriebsbedingte Situationen und nicht einen Gesamtaufwand an Leistung, der eine Kontrolle der erfahrungsgemäß im Normalfall aufzubringenden Gesamtantriebskraft gestattet.

[0010] Aus der JP 2003 033854 A (abstract) ist ein Verfahren bzw eine Einrichtung zum Antrieben der Stützrolle einer Stranggießmaschine für flüssige Metalle, bekannt, mit individueller Einstellung von Drehmoment und Drehzahl. Insofern entspricht die bekannte Ausbildung der eingangs bezeichneten Gattung.

[0011] In der JP 11 151 558 A (abstract) ist das bekannte Verfahren bzw. die bekannte Einrichtung mit einer individuellen Einstellung von Drehmoment und Drehzahl jedes Antriebs-Stützrollenmotors versehen. Dabei können jedoch die Nachteile nicht beseitigt werden, dass Antriebe, die aufgrund ihrer geringen Normalkraft, sei es durch Rollenverschleiss oder technologisch bedingt, nur ein kleines Drehmoment als das Soll-Drehmoment aufbringen können und somit mit stark erhöhter Drehzahl drehen, wodurch die Antriebsrollen einem erhöhten Verschleiß unterliegen. Eine bekannte Drehmoment-Ausgleichs-Recheneinheit zum Einstellen des Lastmomentes jeder Treibrolle reicht daher nicht aus, um ein notwendiges Gesamtantriebsmoment zu ermitteln.

[0012] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das im Normalfall aufzubringende Gesamtantriebsdrehmoment auf die Antriebe zu verteilen, wie es deren natürlichen Übertragbarkeit aufgrund der Normalkraft der jeweiligen Stützrolle und Antriebsstützrolle entspricht.

[0013] Die gestellte Aufgabe wird erfahrungsgemäß dadurch gelöst, dass ein Gesamtantriebsmoment für alle Antriebe aus der Normalkraft der angetriebenen Stützrollen ermittelt und auf jede Stützrolle anteilmäßig übertragen wird, und dass eine statische Grundeinstellung der Drehmomentverteilung als spezifische Belastbarkeit

jeder Antriebsstützrolle zugrunde gelegt wird. Dadurch wird einerseits ein unnötiges Durchdrehen der Antriebsstützrollen verhindert und andererseits ist gewährleistet, dass das maximal mögliche Antriebsmoment von den Antriebsrollen auch tatsächlich auf den Gießstrang übertragen werden kann. Außerdem wird dadurch der Rollenverschleiß erheblich vermindert. Das Verfahren lässt sich sowohl bei konventionellen Strang-Stützrollensegmenten mit separater anstellbarer Antriebsstützrolle, bei Stützrollensegmenten mit im Oberrahmen integrierter Antriebsrolle (Cyber-Link-Segmenten); bei reinem Antrieb mittels Treiberrollen, als auch bei Mischformen von Antriebsvarianten anwenden.

[0014] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass die spezifische Belastbarkeit einer Antriebsstützrolle aus der Geometrie der Strangführung, der ferrostatischen Höhe und / oder der Rollenteilung ermittelt wird.

[0015] Eine Korrektur der eingestellten Werte erfolgt nach anderen Merkmalen dadurch, dass die aktuellen Anstellkräfte der Kolben-Zylinder-Einheiten eines Strang-Stützrollensegmentes oder einer Antriebsstützrolle und Funktionswerte des Gießformats auf die Lastausgleichsregelung rückgeführt werden.

[0016] Aus diesen Korrekturwerten kann nach einer Weiterentwicklung ein dynamischer Faktor aus den Anstellkräften der einzelnen Drehmomente und aus den einzelnen Drehzahlen für die Drehmomentvorgabe für jeden Antrieb aus dem Verhältnis der aktuellen Normalkraft der Antriebsstützrolle zur theoretischen Normalkraft ergibt.

[0017] Weiterhin kann ein zusätzlicher Korrekturfaktor für den Rollenverschleiß und die Reibverhältnisse zwischen Gießstrang und Stützrollen bzw. Antriebsstützrollen berücksichtigt werden. Dadurch wird ein weiteres Kriterium der bisherigen Abweichungen erfasst.

[0018] Nach anderen Merkmalen lässt sich die Genauigkeit des Regelverfahrens dadurch erhöhen, dass ein aus der spezifischen Belastbarkeit, dem dynamischen Faktor und dem zusätzlichen Korrekturfaktor gebildeter ungewichteter Gesamtfaktor berücksichtigt wird.

[0019] Eine andere Weiterentwicklung sieht vor, dass aus dem ungewichteten Gesamtfaktor ein gewichteter Gesamtfaktor mit dem Verhältnis aus der Anzahl aller aktiven Antriebe zur Summe aller ungewichteten Faktoren aller aktiven Antriebe durch Multiplikation gebildet und berücksichtigt wird.

[0020] Weitere Merkmale bestehen darin, dass für jeden Antrieb ein Regelkreis vorgesehen ist, dem der Mittelwert der Drehantriebsmomente aller aktiven Antriebe und der Sollwertdrehzahl zugeführt wird.

[0021] Darauf aufbauend wird der Mittelwert jeweils mit dem gewichteten Gesamtfaktor den Reglern als Sollwert zugeführt, der diesen in einen Drehzahl-Stellwert überführt.

[0022] Eine Besonderheit ist außerdem dadurch gegeben, dass für die Mittelwertbildung oder Summenbildung der Drehantriebsmomente nur die Antriebe berücksichtigt werden, die für die Übertragung des Drehan-

triebsmomentes geeignet sind.

[0023] In Fällen, in denen die Prozess-Situation eine solche Maßnahme erlaubt, ist vorgesehen, dass die aktuellen Anstellkräfte der Kolben-Zylinder-Einheiten für die Strang-Stützrollensegmente oder der Antriebsstützrollen oder der Kolben-Zylinder-Einheiten von Antriebsstützrollen derart erhöht werden bis das geforderte Drehantriebsmoment übertragen wird.

[0024] Eine Einrichtung zum Antreiben von Antriebsstützrollen einer Stranggießmaschine für flüssige Metalle, insbesondere für flüssige Stahlwerkstoffe, bildet nach dem Stand der Technik eine Strangführung für den Gießstrang aus elektrisch angetriebenen, einzelnen Antriebsstützrollen und 1 oder aus hydraulisch anstellbaren Strang-Stützrollensegmenten, wobei eine Lastausgleichsregelung für die Antriebe als Summe aus den Einzelkräften für Gießgeschwindigkeit, Motordrehmoment, Motordrehzahl und übliche Korrekturfaktoren ausgebildet ist und mit individueller Einstellung von Drehmoment und Drehzahl jedes Antriebs-Stützrollenmotors versehen ist.

[0025] Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Lastausgleichsregelung einen Rechensblock-zur Ermittlung der Drehmomentverteilung aufweist, dessen Eingangsgrößen zumindest aus der Anzahl "n" der aktiven Antriebe, und der Belastbarkeit der einzelnen Antriebsstützrollen bestehen, wobei Verarbeitungswerte durch die anlagenspezifische Ausführung der Strangführung, der Geometriedaten des Gießstrangs ausgedrückt eingegeben werden und dass Informationen über den Verschleisszustand der Antriebsstützrollen sowie die aktuellen Anstellkräfte F und die aktuellen Antriebsmomente M als Eingangsgrößen dienen.

[0026] In Ausgestaltung des Grundgedankens wird in dem Rechenblock aus den Eingangsgrößen ein Sollwert M ermittelt und jeweils in einen Drehmomentregler als Eingangsgröße eingeführt.

[0027] Weitere Merkmale sind dahingehend vorgesehen, dass an den Drehmomentregler jeweils ein Drehzahlregler angeschlossen ist und an diesen eine Korrekturdrehzahl an den elektrischen Motor übertragen wird.

[0028] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, das nachstehend näher erläutert wird.

[0029] Es zeigen:

Fig. 1 eine Gesamt-Seitenansicht einer Stranggießanlage mit einer Lastausgleichsregelung gemäß dem derzeitigen Stand der Technik,

Fig. 2 dieselbe Gesamt-Seitenansicht der Stranggießanlage mit der erfindungsgemäß Lastausgleichsregelung und

Fig. 3 ein Blockschaltbild der Lastausgleichsregelung.

[0030] Der Gießstrang 1 (Fig. 1 und 2) entsteht im kontinuierlichen Gießverfahren, bei dem das flüssige Metall,

insbesondere flüssiger Stahlwerkstoff, aus der Gießpfanne 2 über einen Zwischenbehälter 3 geführt, in der Stranggießkokille 4 durch Abkühlen mit einer Strangschale gebildet, austransportiert, weiter gekühlt und ausgezogen wird.

[0031] Im Gegensatz zum Stand der Technik (Fig. 1) ist erfindungsgemäß (Fig. 2) eine Strangführung 7 für den Gießstrang 1 aus einem Segment (ohne Anstellung und ohne Antrieb der Stützrollen) nachfolgend aus Segmenten 6 mit schleppend mitlaufenden Stützrollen 7a bei entsprechender Rollenteilung 7b und unabhängig angestellten Antriebsstützrollen 7c gebildet. Die Antriebsstützrollen 7c sind mit einem Antrieb 10 versehen, der für drehende Stützrollen aus einem elektrischen Motor 8 besteht, wie auch für ein Strang-Stützrollensegment 9 (aus einem Satz von schleppenden Stützrollen 7a) ein solcher Motor 8 einzeln für jede Antriebsstützrolle 7c vorhanden ist. Als Antrieb 10 ist auch eine hydraulische Kolben-Zylinder-Einheit 11 zur Anstellung einzelner Stützrollen 7a und Antriebsstützrollen 7c bezeichnet.

[0032] In einer Lastausgleichsregelung 12 (Fig. 1) wird von allen aktiven Antrieben 10 die Summe der Antriebsmomente $M_1 - M_n$ gebildet und daraus ein Mittelwert gebildet. Dieser Mittelwert wird als Sollantriebsmoment $M_{Soll\ n}$ an jeden Antrieb 10 zurückgeführt. Über jeweils einen Regler (in der Lastausgleichsregelung 12) wird versucht, durch Drehzahländerungen $n_{Soll\ n}$ des jeweiligen Antriebs 10 das abgegebene Antriebsmoment des jeweiligen Antriebs auf den Sollwert einzustellen. Die Stellwerte sind der Drehzahlsollwert bzw. der Drehmoment-sollwert.

[0033] Im Gegensatz zum Stand der Technik (Fig. 1) ist in Fig 2 ein Verfahren zum Antreiben von Antriebsstützrollen 7c der gezeigten Stranggießmaschine als Beispiel für eine Brammenstranggießanlage für flüssige Metalle, insbesondere für flüssige Stahlwerkstoffe vorausgesetzt, die die Strangführung 7 für den Gießstrang 1 aus elektrisch angetriebenen, einzelnen Antriebsstützrollen 7c und aus den hydraulisch anstellbaren Strang-Stützrollensegmenten 9 bilden, wobei die Lastausgleichsregelung 12 für die Antriebe 10 als Summe aus den Einzelkräften für Gießgeschwindigkeit, Motordrehmoment, Motordrehzahl und übliche Korrekturfaktoren vorausgesetzt wird.

[0034] Das Gesamtantriebsmoment wird für alle Antriebe 10 aus der Normalkraft der angetriebenen Antriebsstützrollen 7c ermittelt, auf jede Antriebsstützrolle 7c anteilmäßig nach den örtlichen Verhältnissen übertragen, wobei eine statische Grundeinstellung der Drehmomentverteilung als spezifische Belastbarkeit jeder Antriebsstützrolle 7c zugrunde gelegt wird. Die spezifische Belastbarkeit einer Antriebsstützrolle 7c wird aus der Geometrie der Strangführung 7 (bspw. Bogenanlage), der ferrostatischen Höhe (Höhenunterschied des flüssigen Strangkerns bis zum Gießspiegel der Stranggießkokille 4) und / oder der Rollenteilung 7b ermittelt. Die aktuellen Anstellkräfte $F_1 - F_n$ der Kolben-Zylinder-Einheiten 11 eines Strang-Stützrollensegmentes 9 oder einer

Antriebsstützrolle 7c und Funktionswerte des Gießformats werden auf die Lastausgleichsregelung 12 rückgeführt. Ein dynamischer Faktor ergibt sich aus den Anstellkräften $F_1 - F_n$ der einzelnen Drehmomente und aus den einzelnen Drehzahlen n_{1-n} für die Drehmomentvorgabe für jeden Antrieb 10 aus dem Verhältnis der aktuellen Normalkraft der Antriebsstützrollen 7c zur theoretischen Normalkraft.

[0035] Ein zusätzlicher Korrekturfaktor kann für den Rollenverschleiß und die Reibverhältnisse zwischen Gießstrang 1 und Stützrollen 7a bzw. Antriebsstützrollen 7c berücksichtigt werden. Weiterhin kann ein aus der spezifischen Belastbarkeit, dem dynamischen Faktor und dem zusätzlichen Korrekturfaktor gebildeter, ungewichteter Gesamtfaktor berücksichtigt werden. Dabei wird aus dem ungewichteten Gesamtfaktor ein gewichteter Gesamtfaktor mit dem Verhältnis aus der Anzahl aller aktiven Antriebe 10 zur Summe aller ungewichteter Faktoren aller aktiven Antriebe 10 durch Multiplikation gebildet und berücksichtigt.

[0036] Für jeden Antrieb 10 (Antriebsstützrollen 7c und / oder hydraulische Kolben-Zylinder-Einheit 11) ist ein Regelkreis gebildet, dem der Mittelwert der Drehantriebsmomente aller aktiven Antriebe 10 und der Sollwertdrehzahl n_{Soll} zugeführt wird. Der Mittelwert wird jeweils mit dem gewichteten Gesamtfaktor den Reglern als Sollwert M_{Soll} zugeführt, der diesen in einen Drehzahl-Sollwert n_{Soll} überführt. Dabei werden für die Mittelwertbildung oder Summenbildung der Drehantriebsmomente nur die Antriebe 10 berücksichtigt, die für die Übertragung des Drehantriebsmomentes geeignet, d.h. übertragungsfähig sind.

[0037] Ferner können die aktuellen Anstellkräfte $F_1 - F_n$ der Kolben-Zylinder-Einheiten 11 für die Strang-Stützrollensegmente 9 oder der Antriebsstützrollen 7c oder der Kolben-Zylinder-Einheiten 11 von Antriebsstützrollen 7c derart erhöht werden bis das geforderte Drehantriebsmoment übertragen wird.

[0038] Die Lastausgleichsregelung 12 (Fig. 3) weist einen Rechenblock 13 zur Ermittlung der Drehmomentverteilung auf, dessen Eingangsgrößen 14 (Anzahl Antriebe "n", Werte für die anlagenspezifische Ausführung der Strangführung 7, Geometriedaten des Gießstrangs 1, Verschleisszustand der Antriebsstützrollen 7c und die Anstellkräfte F mit Istwert) umfasst, wobei auch die Belastbarkeit der einzelnen Antriebsstützrollen 7c berücksichtigt sind. Für die anlagenspezifische Ausführung der Strangführung 7, der Geometriedaten des Gießstrangs 1 sind Verarbeitungswerte vorgesehen. Als weitere Eingangsgrößen 14 dienen Informationen über den Verschleisszustand der Antriebsstützrollen 7c sowie die aktuellen Anstellkräfte F und die aktuellen Antriebsdrehmomente M als Eingangsgrößen 14. In dem Rechenblock 13 wird aus den Eingangsgrößen ein Sollwert M ermittelt und jeweils in einen Drehmomentregler als Eingangsgröße 16 eingeführt. Außerdem ist an den Drehmomentenregler 15 jeweils ein Drehzahlregler 17 angeschlossen und auf diesen wird eine Korrekturdreh-

zahl 18 für den elektrischen Motor 8 übertragen.

Bezugszeichenliste

[0039]

- | | | |
|----|--|--|
| 1 | Gießstrang | |
| 2 | Gießpfanne | |
| 3 | Zwischenbehälter | |
| 4 | Stranggießkokille | |
| 5 | Segment ohne Anstellung und ohne Antrieb | |
| 6 | Segment mit unabhängig angestellter Antriebsstützrolle | |
| 7 | Strangführung | |
| 7a | Stützrollen, schleppend | |
| 7b | Rollenteilung | |
| 7c | Antriebsstützrollen | |
| 8 | elektrischer Motor | |
| 9 | Strang-Stützrollensegment | |
| 10 | Antrieb | |
| 11 | hydraulische Kolben-Zylinder-Einheit | |
| 12 | Lastausgleichsregelung | |
| 13 | Rechenblock | |
| 14 | Eingangsgröße | |
| 15 | Drehmomentenregler | |
| 16 | Eingangsgröße | |
| 17 | Drehzahlgeber | |
| 18 | Korrekturdrehzahl | |

Patentansprüche

1. Verfahren zum Antrieben der Stützrollen (7c) einer Stranggießmaschine für flüssige Metalle, insbesondere für flüssige Stahlwerkstoffe, die eine Strangführung (7) für den Gießstrang (1) aus elektrisch angetriebenen einzelnen Antriebsstützrollen (7c) und / oder aus hydraulisch anstellbaren Strang-Stützrollensegmenten (9) bilden, wobei eine Lastausgleichsregelung (12) für die Antriebe (10) als Summe aus den Einzelkräften für Gießgeschwindigkeit, Motordrehmoment, Motordrehzahl und übliche Korrekturfaktoren eingesetzt wird, und mit individueller Einstellung von Drehmoment und Drehzahl jedes Antriebs-Stützrollenmotors (8) versehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** ein Gesamtantriebsmoment für alle Antriebe (10) aus der Normalkraft der angetriebenen Antriebsstützrollen (7c) derart ermittelt und auf jede Antriebsstützrolle (7c) anteilmäßig übertragen wird, dass eine statische Grundeinstellung der Drehmomentverteilung als spezifische Belastbarkeit jeder Antriebsstützrolle (7c) zugrunde gelegt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die spezifische Belastbarkeit einer Antriebsstützrolle (7c) aus der Geometrie der Strangführung

(7), der ferrostatischen Höhe und / oder der Rollenteilung (7b) ermittelt wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die aktuellen Anstellkräfte ($F_1 - F_n$) der Kolben-Zylinder-Einheiten (11) eines Strang-Stützrollensegmentes (9) oder einer Antriebsstützrolle (7c) und Funktionswerte des Gießformats auf die Lastausgleichsregelung (12) rückgeführt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** ein dynamischer Faktor aus den Anstellkräften ($F_1 - F_n$) der einzelnen Drehmomente (M_{1-n}) und aus den einzelnen Drehzahlen (n_{1-n}) für die Drehmomentvorgabe für jeden Antrieb (10) aus dem Verhältnis der aktuellen Normalkraft der Antriebsstützrolle (7c) zur theoretischen Normalkraft ergibt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** ein zusätzlicher Korrekturfaktor für den Rollenschleiß- und die Reibverhältnisse zwischen Gießstrang (1) und Stützrollen (7a) bzw. Antriebsstützrolle (7c) berücksichtigt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** ein aus der spezifischen Belastbarkeit, dem dynamischen Faktor und dem zusätzlichen Korrekturfaktor gebildeter ungewichteter Gesamtfaktor berücksichtigt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** aus dem ungewichteten Gesamtfaktor ein gewichteter Gesamtfaktor mit dem Verhältnis aus der Anzahl aller aktiven Antriebe (10) zur Summe aller ungewichteten Faktoren aller aktiven Antriebe (10) durch Multiplikation gebildet und berücksichtigt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** für jeden Antrieb (10) ein Regelkreis vorgesehen ist, dem der Mittelwert der Drehantriebsmomente aller aktiven Antriebe (10) und der Sollwertdrehzahl (n_{Soll}) zugeführt wird.
9. Verfahren nach den Ansprüchen 7 und 8, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Mittelwert jeweils mit dem gewichteten Gesamtfaktor den Reglern als Sollwert (M_{Soll}) zugeführt wird, der diesen in einen Drehzahl-Stellwert (n_{Soll}) überführt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**,

- dass** für die Mittelwertbildung oder Summenbildung der Drehantriebsmomente nur die Antriebe (10) berücksichtigt werden, die für die Übertragung des Drehantriebsmomentes geeignet sind.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die aktuellen Anstellkräfte ($F_1 - F_n$) der Kolben-Zylinder-Einheiten (11) für die Strang-Stützrollen-segmente (9) oder der Antriebsstützrollen (7c) oder der Kolben-Zylinder-Einheiten (11) von Antriebs-stützrollen (7c) derart erhöht werden bis das geforderte Drehantriebsmoment übertragen wird.
12. Einrichtung zum Antreiben von Antriebsstützrollen (7c) einer Stranggießmaschine für flüssige Metalle, insbesondere für flüssige Stahlwerkstoffe, die eine Strangführung (7) für den Gießstrang (1) aus elektrisch angetriebenen, einzelnen Antriebsstützrollen (7c) und / oder aus hydraulisch anstellbaren Strang-Stützrollensegmenten (9) bilden, wobei eine Lastausgleichsregelung (12) für die Antriebe (10) als Summe aus den Einzelkräften für Gießgeschwindigkeit, Motordrehmoment, Motordrehzahl und übliche Korrekturfaktoren ausgebildet ist, und mit individueller Einstellung von Drehmoment und Drehzahl jedes Antriebs-Stützrollenmotors (8) versehen ist, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die Lastausgleichsregelung (12) einen Rechenblock (13) zur Ermittlung der Drehmomentverteilung aufweist, dessen Eingangsgrößen (14) zumindest aus der Anzahl "n" der aktiven Antriebe (8; 11) und der Belastbarkeit der einzelnen Antriebs-stützrollen (7c) bestehen, wobei Verarbeitungswerte durch die anlagenspezifische Ausführung der Strangführung (7), der Geometriedaten des Gießstrangs (1) ausgedrückt eingegeben werden, und dass Informationen über den Verschleisszu-stand der Antriebsstützrollen (7c) sowie die aktuel-len Anstellkräfte F_{1-n} und die aktuellen Antriebsmo-mente $M_{ist,1-n}$ als Eingangsgrößen (14) dienen.
13. Einrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**,
dass in dem Rechenblock (13) aus den Eingangsgrößen (14) ein Sollwert $M_{soll,1-n}$ ermittelt und je-weils in einen Drehmomentregler (15) als Eingangsgröße (16) eingeführt wird.
14. Einrichtung nach den Ansprüchen 12 und 13, **dadurch gekennzeichnet**,
dass an den Drehmomentregler (15) jeweils ein Drehzahlregler (17) angeschlossen ist und an die-sen eine Korrekturdrehzahl (18) an den elektrischen Motor (8) übertragbar ist.

Claims

- Method of driving the support rollers (7c) of a continuous casting machine for liquid metals, particularly for liquid steel materials, which form a strip guide (7) for the cast strip (1) from electrically driven individual drive support rollers (7c) and/or of hydraulically adjustable strip support roller segments (9), wherein a load compensating regulation (12) for the drives (10) as a sum of the individual forces for casting speed, motor torque, motor rotational speed and standard correction factors is used and is provided with individual setting of torque and rotational speed of each drive support roller motor (8), **characterised in that** a total drive moment for all drives (10) is ascertained from the normal force of the driven drive support rollers (7c) in such a manner and proportionally transferred to each drive support roller (7c) that a static basic setting of the torque distribution is fundamental as specific loadability of each drive support roller (7c).
- Method according to claim 1, **characterised in that** the specific loadability of a drive support roller (7c) is ascertained from the geometry of the strip guide (7), the ferrostatic level and/or the roller pitch (7b).
- Method according to one of claims 1 and 2, **charac-terised in that** the instantaneous adjusting forces ($F_1 - F_n$) of the piston-cylinder units (11) of a strip support roller segment (9) or a drive support roller (7c) and functional values of the casting format are fed back to the load compensating regulation (12).
- Method according to claim 3, **characterised in that** a dynamic factor results from the adjusting forces ($F_1 - F_n$) of the individual torques (M_{1-n}) and from the individual rotational speeds (n_{1-n}) for the torque pre-setting for each drive (10) from the ratio of the instantane-ous normal force of the drive support rollers (7c) to the theoretical normal force.
- Method according to one of claims 1 to 4, **charac-terised in that** an additional correction factor is taken into consideration for the roller wear and the friction relationships between cast strip (1) and support rollers (7a) or drive support roller (7c).
- Method according to one of claims 1 to 5, **charac-terised in that** an unweighted overall factor formed from the specific loadability, the dynamic factor and the additional correction factor is taken into consid-eration.
- Method according to claim 6, **characterised in that** a weighted overall factor with the ratio of the number of all active drives (10) to the sum of all unweighted factors of all active drives (10) is formed by multipli-

- cation from the unweighted overall factor and taken into consideration.
8. Method according to one of claims 1 to 7, **characterised in that** a regulating circuit to which the mean value of the drive torques of all active drives (10) and the target rotational speed value (n_{Soll}) is provided for each drive (10).
9. Method according to claims 7 and 8, **characterised in that** the mean value is fed each time together with the weighted overall factor to the regulator as target value (M_{Soll}), which transforms these into a rotational speed setting value (n_{Soll}).
10. Method according to one of claims 8 and 9, **characterised in that** only the drives (10) suitable for transmission of the drive torque are taken into consideration for the mean value formation or sum formation of the drive torques.
11. Method according to one of claims 8 and 9, **characterised in that** the instantaneous adjusting forces ($F_1 - F_n$) of the piston-cylinder units (11) for the strip support roller segments (9) or the drive support rollers (7c) or the piston-cylinder units (11) of drive support rollers (7c) are increased until the required drive torque is transmitted.
12. Equipment for driving the support rollers (7c) of a continuous casting machine for liquid metals, particularly for liquid steel materials, which form a strip guide (7) for the cast strip (1) from electrically driven individual drive support rollers (7c) and/or of hydraulically adjustable strip support roller segments (9), wherein a load compensating regulation (12) for the drives (10) as a sum of the individual forces for casting speed, motor torque, motor rotational speed and standard correction factors is used and is provided with individual setting of torque and rotational speed of each drive support roller motor (8), **characterised in that** the load compensating regulation (12) comprises a computer block (13) for ascertaining the torque distribution, the input magnitudes (14) consist of at least the number 'n' of the active drives (8; 11) and the loadability of the individual drive support rollers (7c), wherein processing values are expressly input by the plant-specific execution of the strip guide (7), the geometry data of the cast strip (1), and that data about the wear state of the drive support rollers (7) as well as the instantaneous adjusting forces (F_{1-n}) and the instantaneous drive moments ($M_{ist, 1-n}$) serve as input magnitudes (14).
13. Equipment according to claim 12, **characterised in that** a target value ($M_{soll, 1-n}$) is ascertained in the computer block (13) from the input magnitudes (14) and is introduced each time into a torque regulator
- (15) as input magnitude (16).
14. Equipment according to claims 12 and 13, **characterised in that** a respective rotational speed regulator (17) is connected with the torque regulator (15) and a correction rotational speed (18) is transmissible to the electric motor (8) at this rotational speed regulator.

10

Revendications

1. Procédé d'entraînement des rouleaux d'appui (7c) d'une machine, pour la coulée continue de métaux liquides, notamment pour des aciers, formant un guidage de barre (7) pour la barre de coulée (1) consistant en des rouleaux d'appui d'entraînement (7c) individuels à entraînement électrique et/ou en des segments de rouleaux d'appui de barre (9) pouvant être serrés par voie hydraulique, une régulation de compensation de la charge (12) étant utilisée pour les entraînements (10), en tant que somme des forces individuelles pour la vitesse de coulée, du couple moteur, du régime du moteur et de facteurs de correction usuels, et étant munie d'un réglage individuel du couple et du régime de chaque moteur de rouleau d'appui d'entraînement (8),
caractérisé en ce que,
 un couple d'entraînement total pour tous les entraînements (10) est déterminé à partir de la force normale des rouleaux d'appui d'entraînement (7c) entraînés et transmis au prorata sur chaque rouleau d'appui d'entraînement (7c), de sorte qu'un réglage de base statique de la distribution du couple sert de base en tant que capacité de charge spécifique de chaque rouleau d'appui d'entraînement (7c).
2. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que,
 la capacité de charge spécifique d'un rouleau d'appui d'entraînement (7c) est déterminée à partir de la géométrie du guidage de barre (7), de la hauteur ferrostatique et/ou de la division des rouleaux (7b).
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce que**,
 les forces de serrage actuelles ($F_1 - F_n$) des unités pistons/cylindre (11) d'un segment de rouleau d'appui de barre (9) ou d'un rouleau d'appui d'entraînement (7c) et des valeurs fonctionnelles du format de coulée, sont acheminées vers la régulation de compensation des charges (12).
4. Procédé selon la revendication 3,
caractérisé en ce que,
 un facteur dynamique résultant des forces de serrage ($F_1 - F_n$) des couples de rotation individuels (M_{1-n}) et des régimes individuels (N_{1-n}) pour la prescription

- du couple de rotation pour chaque entraînement (10) résulte du rapport de la force normale des rouleaux d'appui d'entraînement (7c) à la force normale théorique.
- 5
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que**, un facteur de correction supplémentaire est considéré pour l'usure des rouleaux et les conditions de frottement entre la barre de coulée (1) et les rouleaux d'appui (7a) ou les rouleaux d'appui d'entraînement (7c).
- 10
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que**, un facteur total non pondéré, formé par la capacité de charge spécifique, par le facteur dynamique et par le facteur de correction supplémentaire est pris en considération.
- 15
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que**, à partir du facteur total non pondéré, un facteur total pondéré est formé par multiplication avec le rapport du nombre de tous les entraînements (10) actifs à la somme de tous les facteurs non pondérés de tous les entraînements (10) actifs et pris en considération.
- 20
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** pour chaque entraînement (10) est prévu un circuit de réglage vers lequel est acheminée la valeur moyenne des couples d'entraînement en rotation de tous les entraînements (10) actifs et du régime de-consigne (n_{soll}).
- 25
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, **caractérisé en ce que**, la valeur moyenne est amenée respectivement aux régulateurs avec le facteur total pondéré en tant que valeur de consigne (M_{soll}), qui la transforme en valeur de réglage du régime (n_{soll}).
- 40
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 9, **caractérisé en ce que**, pour le calcul de la valeur moyenne ou pour la tota-lisation des couples d'entraînement en rotation, seuls sont considérés les entraînements (10) qui sont adaptés pour la transmission du couple d'entraînement en rotation.
- 45
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 ou 9, **caractérisé en ce que**, les forces de serrage actuelles ($F_1 - F_n$) des unités piston/cylindre (11) pour les segments des rouleaux d'appui de barre (9) ou des rouleaux d'appui d'en-
- 50
- 55
- trainement (7c) ou des unités piston/cylindre (11) de rouleaux d'appuis d'entraînement (7c) sont augmentées jusqu'à ce que le couple d'entraînement en rotation requis soit transmis.
- 5
12. Dispositif d'entraînement de rouleau d'appui d'entraînement (7c) d'une machine pour la coulée continue de métaux liquides, notamment pour des aciers liquides, formant un guidage de barre (7) pour la barre de coulée (1) consistant en des rouleaux d'appui d'entraînement (7c) individuels à entraînement électrique et/ou en des segments de rouleaux d'appui de barre (9) pouvant être serrés par voie hydraulique, une régulation de compensation de la charge (12) étant utilisée pour les entraînements (10), en tant que somme des forces individuelles pour la vitesse de coulée, du couple moteur, du régime du moteur et de facteurs de correction usuels, et étant munie d'un réglage individuel du couple et du régime de chaque moteur de rouleau d'appui d'entraînement (8), **caractérisé en ce que**, la régulation de compensation de charge (12) comprend un bloc de calcul (13) pour déterminer la distribution des couples de rotation, dont les grandeurs d'entrée (14) consistent au moins dans le nombre "n" des entraînements (8 ; 11) actifs et dans la capacité de charge des rouleaux d'appuis d'entraînement (7c) individuels, des valeurs d'usinage étant saisies en étant exprimées par la réalisation spécifique à l'installation du guidage de la barre (7) par les données géométriques de la barre de coulée (1) et **en ce que** des informations au sujet de l'état d'usure des rouleaux d'appui d'entraînement (7c), ainsi que les forces de serrage actuelles F_{1-n} et les couples d'entraînement actuels M_{ist1-n} servant de grandeurs d'entrée (14).
13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que**, dans le bloc de calcul (13), une valeur de consigne est déterminée à partir des grandeurs d'entrée (14) et respectivement introduite en tant que grandeur d'entrée (16) dans un régulateur de couple (15).
14. Dispositif selon les revendications 12 à 13, **caractérisé en ce que**, sur le régulateur de couple (15) est branché respectivement un régulateur de régime (17) et **en ce qu'un** régime de correction (18) peut être transmis sur ce dernier au moteur électrique (8).

FIG. 1
(Stand der Technik)

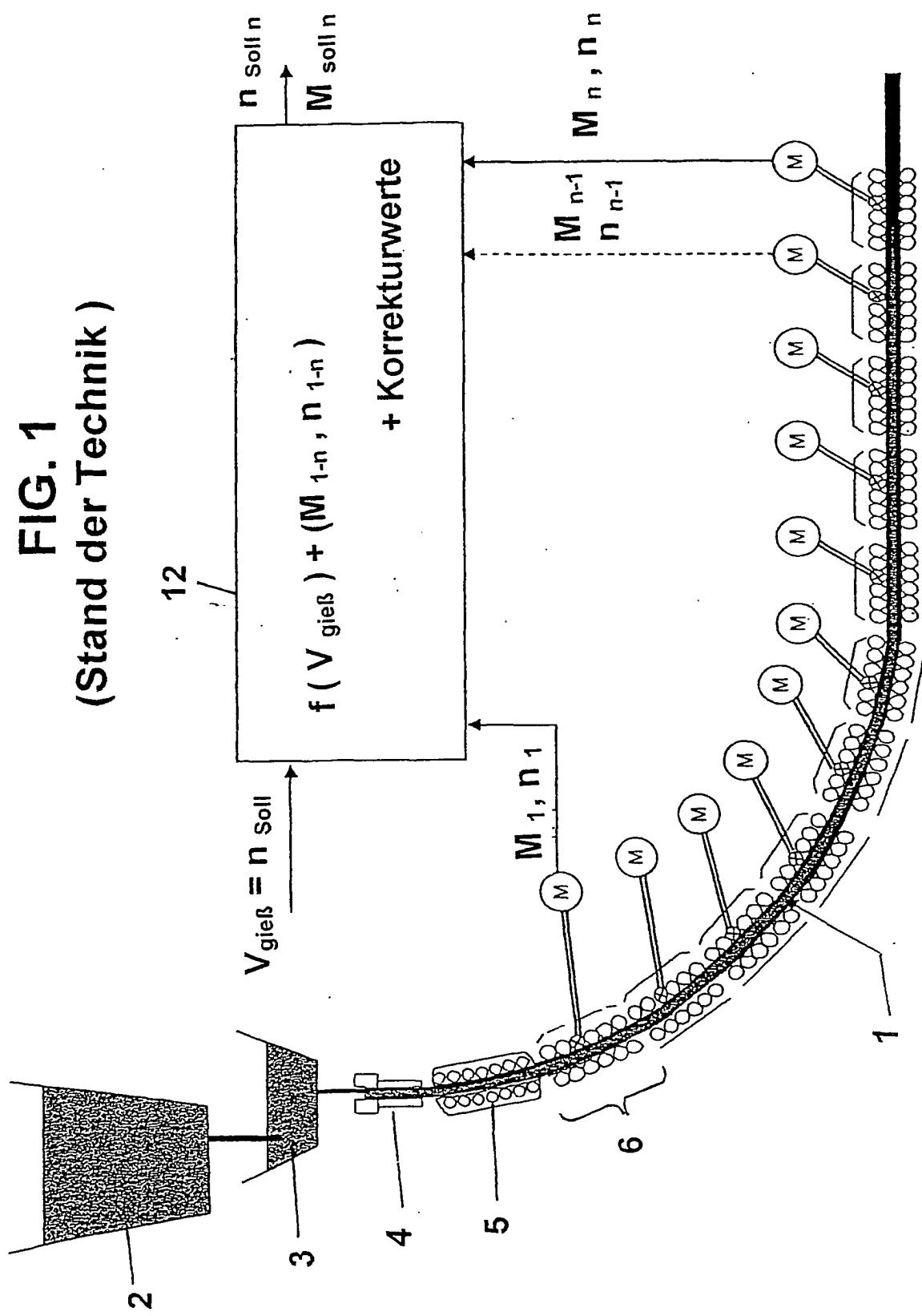


FIG. 2

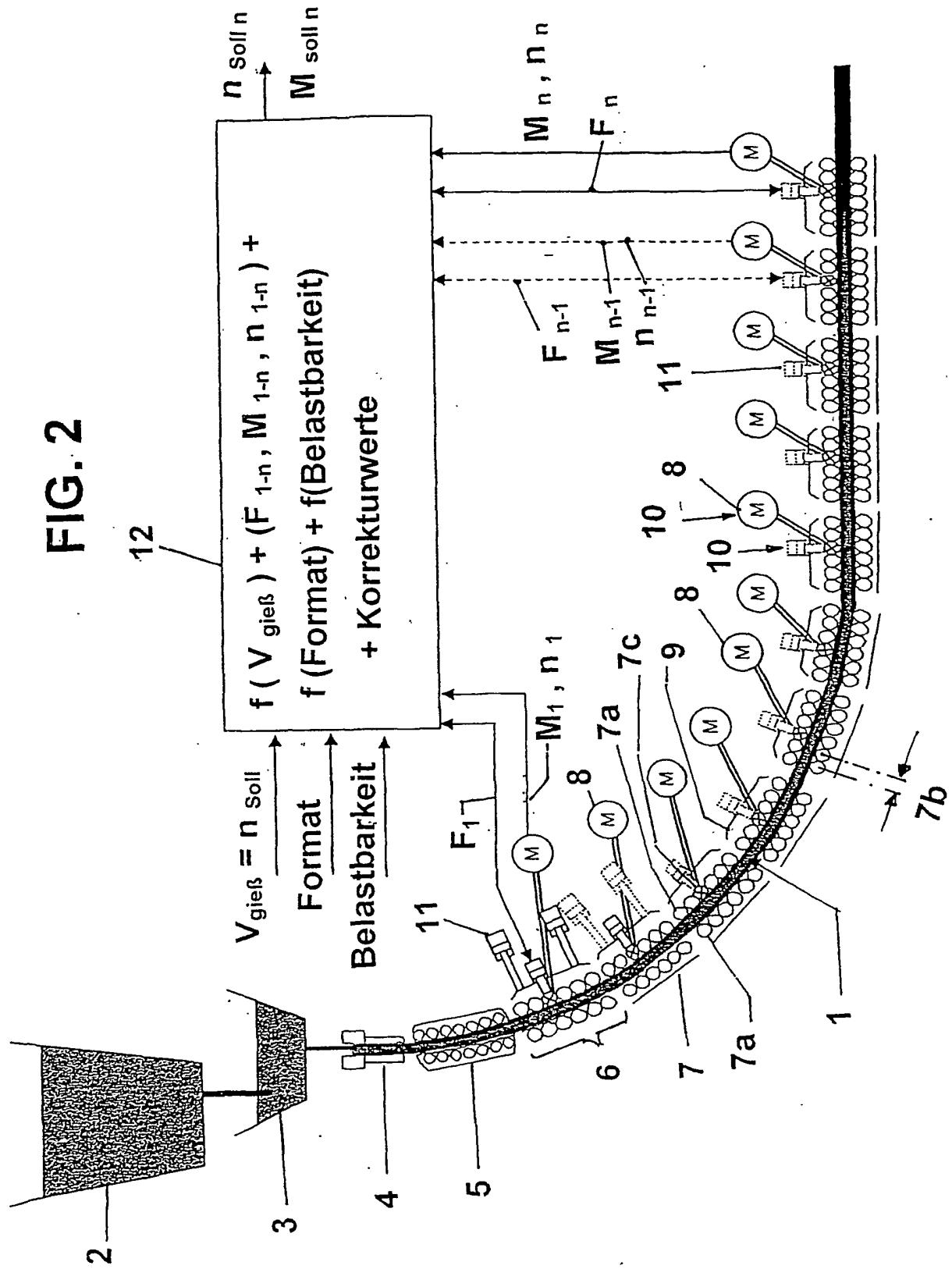


FIG. 3

