



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

**EP 3 530 374 B1**

(12)

## **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**31.03.2021 Patentblatt 2021/13**

(51) Int Cl.:

**B22D 11/04** (2006.01)

**B22D 11/126** (2006.01)

**B22D 11/14** (2006.01)

**B22D 11/16** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19156792.4**

(22) Anmeldetag: **12.02.2019**

### **(54) VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINER STRANGGUSSANLAGE**

METHOD FOR CONTROLLING A CONTINUOUS-CASTING PLANT

PROCÉDÉ DE COMMANDE D'UNE INSTALLATION DE COULÉE CONTINUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DK EE ES FI FR GB GR  
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL  
PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **21.02.2018 DE 102018202651**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**28.08.2019 Patentblatt 2019/35**

(73) Patentinhaber:  
• **thyssenkrupp Hohenlimburg GmbH  
58119 Hagen (DE)**  
• **thyssenkrupp AG  
45143 Essen (DE)**

(72) Erfinder:  
• **HÖVELMANN, Friedrich  
58239 Schwerte (DE)**  
• **MARKOWITSCH, Raphael  
44369 Dortmund (DE)**  
• **MANTHEY, Peter  
58730 Fröndenberg (DE)**

(74) Vertreter: **Richardt Patentanwälte PartG mbB  
Wilhelmstraße 7  
65185 Wiesbaden (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**JP-A- 2000 317 583**

- **WICHMANN MATTHIAS GERHARD ET AL: "Slab scheduling at parallel continuous casters", INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION ECONOMICS, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, Bd. 170, 12. August 2015(2015-08-12), Seiten 551-562, XP029324105, ISSN: 0925-5273, DOI: 10.1016/J.IJPE.2015.08.003**
- **TANG ET AL: "Decision support system for the batching problems of steelmaking and continuous-casting production", OMEGA, PERGAMON PRESS, OXFORD, GB, Bd. 36, Nr. 6, 14. Dezember 2007 (2007-12-14), Seiten 976-991, XP022527423, ISSN: 0305-0483, DOI: 10.1016/J.OMEGA.2007.11.002**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingegangen, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer Stranggussanlage, ein Computerprogrammprodukt sowie eine Steuereinheit zur Steuerung einer Stranggussanlage.

**[0002]** Stranggussanlagen dienen der Herstellung von Brammen aus verschiedenen Materialien wie beispielsweise Stählen, Kupferlegierungen oder Aluminium. Hierbei wird eine entsprechende Schmelze zur Stranggießanlage transportiert und aus einem Konverter in eine Gießpfanne hineingegossen. Über einen Bodenablass kann daraufhin die Schmelze von der Pfanne in einen Verteiler fließen, von welchem aus die Schmelze in sogenannte Kokillen fließen kann. Jede Kokille gibt die Form des Stranges vor, der gegossen wird. Um ein Anbacken des Materials an den Wänden der Kokille zu verhindern, wird die Kokille oszillierend bewegt. Aufgrund der Kühlung der Wände der Kokille findet an den Randbereichen eine Erstarrung des Materials statt, sodass hieraus eine erstarre Strangschale resultiert, welche nach Verlassen der Kokille noch weiter gekühlt wird. Die Strangschale oder auch allgemein der Strang wird nach dem Verlassen der Kokille weiterhin durch Rollen abgestützt, um ein Aufbrechen des Stranges zu vermeiden.

**[0003]** Wenn der Strang in seinem Querschnitt durcherstarrt ist, kann der Strang durch eine entsprechende Schneideanlage, beispielsweise durch Schneidbrenner oder Scheren, auf die gewünschte Länge verteilt werden.

**[0004]** Im Ergebnis resultieren aus dem Stranggussverfahren einzelne Brammen, welche daraufhin beispielsweise in einem Walzwerk weiterverarbeitet werden können. Eine Möglichkeit ist beispielsweise das Warmwalzen, wobei hierzu die Brammen auf eine entsprechende Temperatur oberhalb der Rekristallisationstemperatur erwärmt werden und im Walzspalt eines Warmwalzwerks durch Druck auf die vorgegebene Dicke reduziert werden. Da das Volumen der Bramme gleich bleibt, kommt es zu Längen- und Breitenänderungen. Aufgrund des Walzvorganges resultiert aus einer Bramme schließlich ein Band, welches auf einem Haspel zu einer sogenannten Coil aufgewickelt wird.

**[0005]** Stranggussanlagen kommen in verschiedenen Konfigurationen zum Einsatz. Üblich sind beispielsweise sogenannte Mehrstranganlagen, bei welchen mehrere Stränge parallel und gleichzeitig gegossen werden können. Hierbei hat der Verteiler die Funktion, das flüssige Material wie beispielsweise den Flüssigstahl auf die einzelnen Kokillen und damit die einzelnen Stränge zu verteilen.

**[0006]** Die EP 1021261 B1 beschreibt beispielsweise ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Brammen verschiedener Formate. Die EP 1658533 B1 offenbart ein Verfahren und eine Einrichtung zur Steuerung einer Anlage zur Herstellung von Stahl.

**[0007]** Die JP 2000 317 583 A offenbart ein Verfahren zur Bestimmung einer Längenaufteilung von geschmolzenen Stahlsträngen in einer mehrsträngigen Strang-

gießanlage, wobei in einem Bereich zwischen einer durch einen vordersten Strang festgelegten aktuellen Startposition und einer durch das Strangende eines kürzesten Strangs festgelegten Endposition auf einem jeweils nächstvordersten Strang je eine Standardlänge abgezählt wird, und wobei die Längenaufteilung durch Abzählen weiterer Standardlängen auf den über die Endposition hinausragenden Strängen fortgesetzt wird.

**[0008]** Der wissenschaftliche Artikel "Slab scheduling at parallel continuous casters" von M. G. Wichmann und T. S. Spengler, erschienen im Dezember 2015 im International Journal of Production Economics, Volume 170, Part B, Seiten 551- 562, offenbart ein Verfahren zum Aufteilen und zeitlichen Anordnen mehrerer Stranggussaufträge auf mehrere Gießstränge. Dazu werden die Parameter der Aufträge in ein MIP-Computermodell (GRASP-Algorithmus) eingegeben, welches die Aufteilung der zu gießenden Brammen auf die Gießstränge sowie deren zeitliche Reihenfolge in jedem Gießstrang so bestimmt, dass dabei eine Kostenfunktion mit 19 Randbedingungen minimiert wird. Die Breite der einzelnen Brammen wird mit einem zwischen einer Anfangsbreite und einer Endbreite variierenden Wert modelliert, wobei die Anfangs- und Endbreiten innerhalb eines durch den Auftrag vorgegebenen Toleranzintervalls liegen.

**[0009]** Der wissenschaftliche Artikel "Decision support system for the batching problems of steelmaking and continuous-casting production" von L. Tang und G. Wang, erschienen im Dezember 2008 im Journal "Omega", Volume 36, Issue 6, Seiten 976 - 991, offenbart zwei heuristische MIP-Modelle zur Bestimmung von Lösungen für das Chargierungsproblem beim Stranggießen: Eines auf Basis von dynamischer Programmierung und eines auf Basis eines Greedy-Algorithmus mit einer Nachbarschaftsstruktur und einer Tabu-Liste. Dabei kann die Anzahl auftragsloser Zusatzbrammen durch Optimierung von Brammengewichten und -abmessungen reduziert werden.

**[0010]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Steuerung einer Stranggussanlage zur Herstellung von Brammen, ein Computerprogrammprodukt und eine Steuereinheit zur Steuerung einer Stranggussanlage zur Herstellung von Brammen zu schaffen.

Die der Erfindung zugrunde liegenden Aufgaben werden durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind durch die abhängigen Patentansprüche angegeben.

**[0011]** Es wird ein Verfahren zur Steuerung einer Stranggussanlage zur Herstellung von Brammen aus einem vorbestimmten Material angegeben, wobei die Stranggussanlage eine Anzahl von Kokillen zur Erzeugung entsprechender Gießstränge aufweist, wobei das Verfahren umfasst:

- Empfangen mehrerer Gießaufträge, wobei jeder Gießauftrag eine Bedarfsmenge an dem Material, eine zugehörige Brammenbreite und Toleranzanga-

- ben bezüglich der Gießaufträge umfasst,
- Bestimmung für jeden der Gießaufträge aus den jeweiligen Bedarfsmengen und den jeweiligen Brammenbreiten eines Satzes von zu gießenden Brammen mit zugehörigen Brammengewichten und Brammenbreiten,
- Sortierung aller zu gießenden Brammen aller Gießaufträge gemäß einem Sortierkriterium zum Erhalt einer sortierten Basisfolge von zu gießenden Brammen, wobei das Sortierkriterium die Brammenbreiten umfasst,
- gleichmäßige Partitionierung der sortierten Basisfolge in eine Anzahl von Teilfolgen, wobei die Anzahl der Teilfolgen der Anzahl der Kokillen entspricht,
- für jede der Teilfolgen, Anpassung der Brammenbreite der zu gießenden Brammen der Teilfolge unter Berücksichtigung der Toleranzangaben, wobei aufgrund der Anpassung die Breitensprünge zwischen zwei in der Teilfolge unmittelbar aufeinanderfolgenden zu gießenden Brammen einen vorbestimmten Sprungwert nicht überschreiten, wobei aufgrund der angepassten Brammenbreiten angepasste Teilfolgen resultieren,
- Übermittlung von Steuerdaten an die Stranggussanlage zur Herstellung der in den angepassten Teilfolgen bestimmten zu gießenden Brammen, wobei in den Steuerdaten für jede der Teilfolgen die Reihenfolge der Herstellung der Brammen der Reihenfolge entspricht, in welcher die zu gießenden Brammen in der jeweiligen angepassten Teilfolge bestimmt sind,

wobei das Sortierkriterium die Brammenbreiten in abnehmender Reihenfolge umfasst.

**[0012]** Ausführungsformen der Erfindung könnten den Vorteil haben, dass die Verschnittmenge (d.h. die Erzeugung von aktuell nicht in den Aufträgen enthaltenen Lagerbrammen) durch die optimierte Herstellung der Brammen reduziert und damit die Gießleistung der Stranggussanlage maximiert werden kann. Aufgrund der Sortierkriterien wird auch die Chargenreinheit (eine Konverterfüllung) der einzelnen Gießaufträge und damit der zugeordneten Kundenaufträge verbessert, womit der Beprobungsaufwand dieser Aufträge reduziert wird, da pro Auftrag eine Beprobung erforderlich ist. Letzteres ist deshalb relevant, weil die Coils bestimmten Qualitätskriterien bezüglich der verwendeten Materialien genügen müssen. Aus diesem Grund muss pro Charge (das heißt pro Schmelze) eine Beprobung stattfinden, um die Materialqualität zu prüfen.

**[0013]** Unter dem Begriff der "Steuerung" der Stranggussanlage wird allgemein verstanden, dass die Stranggussanlage jene Stranggussdaten zur Verfügung gestellt bekommt, aus welchen dann das eigentliche Stranggussprogramm erstellt werden kann. Die Steuerdaten beinhalten dabei alle Angaben, welche die herzustellenden Brammen bezüglich der Herstellungsreihenfolge, als auch deren Materialien und Größenangaben betreffen. Die Stranggussdaten geben also die Gießreihenfolge,

beispielsweise die herzustellenden Brammenbreiten und Brammenlängen, vor, woraus daraufhin in der Stranggussanlage ein Steuerprogramm oder Stranggussprogramm zur entsprechenden Steuerung der Kokillen, der Transportgeschwindigkeit des Strangs usw. erstellt werden kann. Nach einer Ausführungsform der Erfindung handelt es sich bei der Stranggussanlage um eine Mehrstranganlage mit mehreren parallelliegenden Strängen, wobei jedem Strang eine der Kokillen zugeordnet ist, wobei die Steuerung zur parallelen gleichzeitigen Herstellung der in den Teilfolgen bestimmten zu gießenden Brammen erfolgt. Die Steuerdaten können zum Beispiel vorgeben, in welcher Reihenfolge welche Brammen mit welcher Breite parallel und gleichzeitig hergestellt werden sollen.

**[0014]** In diesem Fall umfasst das Verfahren eine eindeutige Zuordnung jeder der Teilfolgen zu einem der Stränge, wobei die Zuordnung so erfolgt, dass von den innenliegenden Strängen zu den außenliegenden Strängen gehend die durchschnittliche Brammenbreite der in den jeweiligen Teilfolgen bestimmten zu gießenden Brammen stetig abnimmt. Dies könnte zu einer Qualitätssteigerung bezüglich der hergestellten Brammen führen, da die aus dem Verteiler abfließenden Materialmengen durch die entsprechenden Gießrohre in die entsprechenden Kokillen regelmäßig verteilt sind: In der Mitte finden die größten Materialabflüsse durch die Gießrohre statt, wohingegen die Materialabflüsse bezüglich der außenliegenden Gießrohre und Kokillen reduziert sind. Insgesamt könnte dadurch entsprechenden Verwirbelungen des flüssigen Materials im Verteiler vorgebeugt werden.

**[0015]** Nach einer Ausführungsform der Erfindung ist aufgrund der gleichmäßigen Partitionierung die Anzahl der in den jeweiligen Teilfolgen bestimmten zu gießenden Brammen für alle Teilfolgen identisch. Alle die der Teilfolgenbildung zugrunde liegenden Gießaufträge werden vollständig berücksichtigt. Durch eine geeignete Anpassung der Brammenlängen können die Stranglängen der einzelnen Teilfolgen aufeinander angepasst werden, ohne das Gesamtgewicht aller Teilstränge zu verändern. Durch die hiermit verbundene Verkürzung der maximalen Teilstranglänge könnte außerdem die Gesamtgießzeit bezüglich der Gießaufträge minimiert werden, wodurch insgesamt weiter die Auslastung der Anlage und damit die Gießleistung optimiert werden kann.

**[0016]** Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass unter einer gleichmäßigen Partitionierung im Sinne der vorliegenden Beschreibung verstanden wird, dass Segmente der sortierten Basisfolge als Teilfolgen unverändert weiterverwendet werden, wobei die innerhalb der Segmente enthaltene Sortierung bezüglich der Brammen beibehalten wird. Beschreibt beispielsweise die Basisfolge 20 zu gießende Brammen, so könnte eine gleichmäßige Partitionierung so aussehen, dass Brammen 1 bis 5 in einer ersten Teilfolge enthalten sind, Brammen 6 bis 10 in einer zweiten Teilfolge, Brammen 11 bis 15 in einer dritten Teil-

folge und Brammen 16 bis 20 in einer vierten Teilfolge enthalten sind. Es findet quasi lediglich ein fotografisches Ausschneiden der zu gießenden Brammen, welche in der sortierten Basisfolge beschrieben sind, statt.

**[0017]** Nach einer Ausführungsform der Erfindung umfasst das Verfahren ferner nach der Anpassung der Brammenbreiten:

- Bestimmung des Gesamtgewichts aller zu gießen den Brammen aller angepassten Teilstufen,
- Vergleichen des Gesamtgewichts mit einem Zielgewicht zum Erhalt eines Vergleichswertes,
- für alle in den angepassten Teilstufen bestimmten zu gießenden Brammen, gleichartige Veränderung des Brammengewichts oder der Brammenlänge anhand des Vergleichswertes zum Erhalt aktualisierter angepasster Teilstufen, wobei im Falle dessen, dass hierdurch veränderte Brammengewichte oder die hierdurch veränderte Brammenlänge die Toleranzangaben des zugehörigen Gießauftrages verletzen, keine Veränderung des Brammengewichts oder der Brammenlänge erfolgt,
- Wiederholung der Schritte der Bestimmung des Gesamtgewichts, des Vergleichens und der Veränderung des Brammengewichts oder der Brammenlänge bis der Vergleichswert in einem vorbestimmten Schwellbereich liegt.

**[0018]** Dieses könnte dazu beitragen, dass bei primärer Vorgabe der Gießaufträge die gesamte Zielmenge auftragsbezogen verplant wird und auftragslose Zusatzbrammen zur Erreichung der Zielgewichte vermieden werden.

**[0019]** Auch dies könnte dazu beitragen, dass unter Einhaltung und Ausnutzung der Toleranzangaben bezüglich der Gießaufträge die Gießleistung der Anlage maximiert wird, da der Schwellbereich und das Zielgewicht so gewählt werden können, dass die zur Verfügung stehende Menge an Material, aus welchem die Brammen gegossen werden, optimal ausgenutzt. Zum Beispiel entspricht das Zielgewicht mindestens einem ganzzahligen Vielfachen des Gewichts, das mit der Bereitstellung des Materials aus einem Konverter erzielbar ist. Liegt nun beispielsweise initial das Gesamtgewicht der zu gießenden Brammen der angepassten Teilstufen bei 275 Tonnen, wohingegen mit einem Konverter beispielsweise nur 270 Tonnen erzielbar sind, so würde das bedeuten, dass bezüglich der Differenz von fünf Tonnen ein weiterer Gießvorgang mit einem weiteren Konverter vorgenommen werden müsste, wobei dann diesbezüglich 265 Tonnen an Schmelze zunächst keine Verwendung finden könnten. Nützt man nun die Toleranzangaben bezüglich der Gießaufträge aus und "reizt diese aus", so könnte durch das beschriebene Verfahren die Dimensionierung der herzustellenden Brammen so weit optimiert werden, dass deren Gesamtgewicht bei den gewünschten 270 Tonnen liegt und somit mittels lediglich einem Konverter an Schmelze die Gießaufträge erfüllt werden

können.

**[0020]** Der Vergleichswert umfasst zum Beispiel den Quotienten von Gesamtgewicht und Zielgewicht, wobei die Veränderung des Brammengewichts oder der Brammenlänge eine Multiplikation des Brammengewichts oder der Brammenlänge mit dem Quotienten umfasst. Dadurch könnte es in einfacher Weise möglich sein, schnell und zielgerichtet in einer oder mehrerer Iterationen eine Optimierung des Gesamtgewichts zu erzielen.

5      Der Schwellbereich kann beispielsweise eine Abweichung des Gesamtgewichts vom Zielgewicht < 3 % sein.  
**[0021]** Nach einer Ausführungsform der Erfindung wird nach Anpassung der Brammenbreiten für alle zu gießenden Brammen aller angepassten Teilstufen gleichartig jeweils die Brammenbreite verändert bei gleichzeitiger Verkürzung der Brammenlänge unter Beibehaltung des Brammengewichts, wobei im Fall dessen die hierdurch veränderte Brammenbreite oder die hierdurch veränderte Brammenlänge die Toleranzangaben des zugehörigen Gießauftrages verletzt, keine Veränderung der Brammenbreite oder der Brammenlänge erfolgt.

10     **[0022]** Dies könnte den Vorteil haben, dass hierdurch eine Reduktion der Gießzeiten durch das Erzielen kürzerer Stranglängen bei höheren Breiten ermöglicht wird.  
**[0023]** Zum Beispiel umfasst das Sortierkriterium die Brammenbreiten in abnehmender Reihenfolge, wobei die gleichartige Veränderung der Brammenbreite bei

15     25    Geht man davon aus, dass die Durchlaufgeschwindigkeit der Stränge durch die Anlage konstant ist bzw. die Länge der pro Zeiteinheit hergestellten Bramme konstant ist, so führt eben jene Kürzung der Brammenlänge unter Beibehaltung des Brammengewichts und entsprechender Erhöhung der Brammenbreite dazu, dass die Zeitdauer zur Erzeugung des Gießprogramms reduziert wird.

20     30    **[0024]** Zum Beispiel umfasst das Sortierkriterium die Brammenbreiten in abnehmender Reihenfolge, wobei die gleichartige Veränderung der Brammenbreite bei

35     40    gleichzeitiger Verkürzung der Brammenlänge für alle Brammen einer angepassten Teilstufe jeweils umfasst:

- Bestimmung eines ersten Quotienten von maximal zulässiger Brammenbreite und Breite der aktuellen Bramme,
- Bestimmung eines zweiten Quotienten der Breite der Teilstufe der aktuellen Bramme unmittelbar vorhergehenden Bramme und der Breite der aktuellen Bramme, wobei der zweite Quotient nur bestimmt wird, wenn die aktuelle Bramme nicht die erste Bramme der Teilstufe ist,
- Bestimmung eines dritten Quotienten der Breite der in der Teilstufe der aktuellen Bramme unmittelbar nachfolgenden Bramme plus dem Sprungwert und der Breite der aktuellen Bramme, wobei der dritte Quotient nur bestimmt wird, wenn die aktuelle Bramme nicht die letzte Bramme der Teilstufe ist.

45     50    **[0024]** Während der erste Quotient zunächst die möglichen Toleranzen bezüglich der Brammen berücksichtigt, sorgt der zweite Quotient dafür, dass ein Aufstellen des Strangs vermieden wird. Aufstellen meint dabei, dass in der Sequenzfolge der Nachfolger der aktuellen

Bramme plötzlich breiter wird als der Vorgänger, das heißt plötzlich eine Breitenverstellung zu größeren Breiten hin erfolgt, was jedoch nicht gewünscht ist. Ausgehend von der initialen Sortierung der zu gießenden Brammen gemäß dem Sortierkriterium der abnehmenden Brammenbreiten ist zur Optimierung der Gießleistung der Anlage gewünscht, dass die Breitenverstellung immer zu kleineren Breiten hin erfolgt. Der dritte Quotient dient schließlich dazu, einen Breitensprung zum Nachfolger zu vermeiden, der durch die Anlage nicht leistbar ist.

**[0025]** Nach einer Ausführungsform der Erfindung umfasst die gleichartige Veränderung der Brammenbreite bei gleichzeitiger Verkürzung der Brammenlänge für alle Brammen einer angepassten Teilfolge jeweils ferner:

- Multiplikation der Breite der aktuellen Bramme und Division der Länge der aktuellen Bramme mit dem kleinsten Wert des ersten, zweiten und dritten Quotienten,
- Wiederholung der Schritte der Bestimmung des ersten, zweiten und dritten Quotienten sowie der Multiplikation, bis entweder keine Änderung der Breite der Bramme mehr erfolgt oder bis eine vorbestimmte Anzahl von Iterationen erreicht oder überschritten wurde.

**[0026]** Durch die Multiplikation mit dem kleinsten Wert der Quotienten könnte sichergestellt werden, dass in optimierter Weise auch tatsächlich die Strangbreiten so variiert werden können, dass eine Optimierung der Gießseiten durch kurze Brammen bei hoher Breite auch tatsächlich möglich ist, da sich hierdurch das Verfahren in kleinen Schritten den optimalen Strangbreiten und Stranglängen annähern könnte, ohne hier über das Ziel hinauszuschießen.

**[0027]** Nach einer Ausführungsform der Erfindung weist die Stranggussanlage für jeweils ein Paar der Stränge eine gemeinsame Schneideanlage für die beiden Stränge zum Schneiden parallel gegossener Brammen auf, wobei für ein Paar der angepassten Teilfolgen, welche einem der Paare der Stränge zugeordnet sind, die jeweils an derselben Position der jeweiligen Teilfolgen der bestimmten Brammen ein Paar von parallel zu gießenden Brammen bilden, wobei die Bestimmung des ersten, zweiten und dritten Quotienten jeweils für ein Paar von aktuellen Brammen der parallel zu gießenden Brammen durchgeführt wird, wobei die gleichartige Veränderung der Brammenbreite bei gleichzeitiger Verkürzung der Brammenlänge für alle Brammen aller Paare der angepassten Teilfolgen jeweils umfasst:

- Multiplikation der Breiten des Paares der aktuellen Brammen und Division der Längen des Paares der aktuellen Brammen mit dem insgesamt kleinsten der Werte der ersten, zweiten und dritten Quotienten, welche bezüglich dieses Paares der aktuellen Brammen bestimmt wurde,

- Wiederholung der Schritte der Bestimmung des ersten, zweiten und dritten Quotienten sowie der Multiplikation, bis entweder keine Änderung der Breite der Brammen mehr erfolgt oder bis eine vorbestimmte Zahl von Iterationen erreicht oder überschritten wurde.

**[0028]** Dies könnte den Vorteil haben, dass hierdurch die technische Gegebenheit der Anlage berücksichtigt wird, wobei die entsprechende Schneideanlage zum Trennen eines Strangs immer nur für ein vorgegebenes Paar von Strängen zur Verfügung steht. Dies bedeutet jedoch, dass in der Praxis die beiden parallelen Stränge immer nur gleichzeitig zum Erhalt identisch langer Brammen geschnitten werden können. Durch die Verwendung des insgesamt kleinsten der Werte der Quotienten, welche bezüglich insgesamt des Paares der aktuellen Brammen bestimmt wurde, wird nun in einer optimierten Schrittfolge dieser technischen Einschränkung Rechnung getragen und es wird gewährleistet, dass eine Optimierung von Gießzeiten möglich ist und hierbei Strangpaare mit der Einschränkung identischer Brammenlängen Berücksichtigung finden.

**[0029]** Nach einer Ausführungsform der Erfindung umfasst jeder Gießauftrag ein KIM-Gewicht, wobei das Sortierkriterium als Hauptkriterium die Brammenbreiten in abnehmender Reihenfolge und als zweites Kriterium das KIM-Gewicht umfasst, wobei die Toleranzangaben jeweils eine Untergrenze und eine Obergrenze bezüglich der Brammenbreiten und der KIM-Gewichte umfassen.

**[0030]** Es sei angemerkt, dass die Verwendung von KIM-Gewichten bezüglich Coils eine Standardangabe bei der Verarbeitung und Herstellung von Bandmaterialien wie beispielsweise Bandstahl ist. KIM bedeutet dabei eine Gewichtsangabe in Kilogramm pro Millimeter Coilbreite. Beträgt beispielsweise die Coilbreite 570 mm und das Coilgewicht 10500 kg, so resultiert hierbei ein KIM von 18,4 kg/mm. Da nun das spezifische Gewicht des Materials konstant ist, können Abmessung, Gewicht und KIM miteinander umgerechnet werden. Nimmt man beispielsweise in Falle von Bandstahl eine Banddicke von 3,5 mm an und ein spezifisches Gewicht von 7,8 kg/dm<sup>3</sup>, so kann hieraus eine entsprechende Länge von Bandstahl errechnet werden, nämlich im obigen Beispiel des KIM-Gewichts von 18,4 kg/mm einer Länge von 674764 mm. Das KIM-Gewicht kann daher als breitennahmiger Indikator für die Brammenlänge verwendet werden, da bezüglich der Brammen davon auszugehen ist, dass deren Dicken als vorgegeben und konstant anzusehen sind.

**[0031]** Nach einer Ausführungsform der Erfindung umfasst das Bestimmen des Satzes von zu gießenden Brammen für jeden Gießauftrag:

- Bestimmung eines minimalen Brammengewichts aus der Untergrenze der Brammenbreiten und der Untergrenze des KIM-Gewichts,
- Bestimmung eines maximalen Brammengewichts

- aus der Obergrenze der Brammenbreite und der Obergrenze des KIM-Gewichts,
- Bestimmung eines Mittelwertes von minimalem und maximalem Brammengewicht,
- Bestimmung der benötigen Anzahl von zu gießenden Brammen, um bei dem Mittelwert des Brammengewichts die Bedarfsmenge an Material gerade zu überschreiten, wobei durch die Anzahl der zu gießenden Brammen der Satz von zu gießenden Brammen gebildet wird.

**[0032]** Dies könnte den Vorteil haben, dass bezüglich jedes Gießauftrages zunächst die Anzahl der diesem Gießauftrag entsprechenden Brammen so ermittelt werden kann, dass für die anschließenden Optimierungsschritte noch genügend Spielraum innerhalb der gegebenen Toleranzen zur Variation der Strangbreiten bzw. Stranglängen übrig ist. Insgesamt könnte hierdurch eine höchstmögliche Flexibilität bezüglich der Durchführung des Verfahrens der Streuung der Stranggussanlage gewährleistet werden.

**[0033]** Nach einer Ausführungsform der Erfindung umfasst die Anpassung der Brammenbreiten der zu gießenden Bramme der Teilfolge:

- Ausgehend von der ersten oder der letzten zu gießenden Brammen der Teilfolge, Bestimmung der Breitendifferenz zwischen der aktuellen Bramme und der der aktuellen Bramme in der Teilfolge unmittelbar folgenden Bramme,
- im Falle dessen die Differenz größer ist als der Sprungwert, Reduktion der Breite der aktuellen Bramme so weit, dass die daraus resultierende Breitendifferenz zu der unmittelbar nachfolgenden Bramme dem Sprungwert entspricht, andernfalls Beibehaltung der Breite der aktuellen Bramme.

**[0034]** Möglich ist auch, dass im Falle dessen die reduzierte Breite der aktuellen Bramme die zugehörigen Toleranzangaben verletzt, die aktuelle Bramme auf die im Toleranzbereich minimal zulässige Breite gesetzt wird und nach Anpassung der Brammenbreiten für alle Brammen der Teilfolge das Verfahren entgegengesetzt ausgehend von der letzten oder der ersten zu gießenden Bramme wiederholt wird.

**[0035]** Dies könnte den Vorteil haben, dass die Strangbreiten so variiert werden, dass möglichst kompatible Breitenübergänge von Bramme zu Bramme in der Teilfolge gewährleistet werden. Insbesondere könnte so vermieden werden, dass Breitensprünge vorhanden sind, welche technisch beim Übergang von einer Bramme zur nächsten durch die Anlage überhaupt nicht realisiert werden können, sodass hier diesbezüglich zur Realisierung erst einmal sogenannte Zwischenbrammen oder Lagerbrammen in die Teilfolge eingefügt werden müssten, um solche Breitenübergänge in mehreren Schritten abgestuft zu realisieren. Eine Lagerbramme jedoch bedeutet wiederum eine ineffektive Ausnutzung der Strangguss-

anlage, da ungewiss ist, zu welchem Zeitpunkt die Lagerbramme überhaupt zum Einsatz kommen kann. Außerdem müsste eine Lagerbramme wiederum einem anderen Gießauftrag zu einem späteren Zeitpunkt zugeordnet werden, sodass innerhalb des Gießauftrages und der daraus resultierenden Brammen keine einheitliche identische Qualität gegeben ist.

**[0036]** Nach einer Ausführungsform der Erfindung umfasst jeder Gießauftrag ein KIM-Gewicht, wobei die Toleranzangaben jeweils eine Untergrenze und eine Obergrenze bezüglich der KIM-Gewichte umfassen, wobei die Stranggussanlage für jeweils ein Paar der Stränge eine gemeinsame Schneideanlage für die beiden Stränge zum Schneiden parallel gegossener Brammen aufweist, wobei für ein Paar von angepassten Teilstücken, welche einem der Paare der Stränge zugeordnet sind, die jeweils an derselben Position der jeweiligen Teilstücken bestimmten Brammen ein Paar von parallel zu gießenden Brammen bilden, wobei das Verfahren ferner nach Anpassung der Brammenlängen umfasst:

- Bestimmung für jede zu gießenden Bramme aller Teilstücken aus den angepassten Brammenbreiten und der zugehörigen Untergrenze und Obergrenze des KIM-Gewichts eine dementsprechende minimale und maximale Länge der Bramme,
- für jedes Paar von parallel zu gießenden Brammen Bestimmen eines Durchschnittswerts bezüglich der beiden minimalen und maximalen Längen der Brammen und Festlegung der Länge der beiden Brammen auf dem Durchschnittswert.

**[0037]** Zum einen könnte dadurch gewährleistet werden, dass bezüglich der einander zugehörigen parallelen Unterstränge eine identische Länge der hergestellten Brammen gewährleistet werden kann. Zum anderen könnte auch hier für diesen Spezialfall einer Stranggussanlage mit Paaren von Strängen, welche eine gemeinsame Schneideanlage jeweils aufweisen, gewährleistet werden, dass auch hier in möglichst effektiver Weise kompatible Brammenlängen erzeugt werden. Obwohl also die Stranggussanlage für jeweils ein Paar der Stränge eine gemeinsame Schneideanlage aufweist und daraus resultierend die beiden parallelen Stränge identische Länge haben müssen, könnte trotzdem gewährleistet werden, dass die Gießleistung der Anlage maximiert wird, also im obigen Beispiel die Anzahl von notwendigen Lagerbrammen minimiert wird.

**[0038]** In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung ein Computerprogrammprodukt mit von einem Prozessor ausführbaren Instruktionen zur Durchführung des obig beschriebenen Verfahrens.

**[0039]** In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung eine Steuereinheit zur Steuerung einer Stranggussanlage zur Herstellung von Brammen aus einem vorbestimmten Material, wobei die Stranggussanlage eine Anzahl von Kokillen zur Erzeugung entsprechender Gießstränge aufweist, wobei die Steuereinheit einen Prozessor

und einen Speicher aufweist, wobei der Speicher durch den Prozessor ausführbare Anweisungen enthält, wobei die Ausführung der Anweisungen durch den Prozessor die Steuereinheit steuert zum: Empfang mehrerer Gießaufträge, wobei jeder Gießauftrag eine Bedarfsmenge an dem Material, eine zugehörige Brammenbreite und Toleranzangaben bezüglich der Gießaufträge umfasst; Bestimmung für jeden der Gießaufträge aus den jeweiligen Bedarfsmengen und den jeweiligen Brammenbreiten eines Satzes von zu gießenden Brammen mit zugehörigen Brammengewichten und Brammenbreiten; Sortierung aller zu gießenden Brammen aller Sätze aller Gießaufträge gemäß einem Sortierkriterium zum Erhalt einer sortierten Basisfolge von zu gießenden Brammen, wobei das Sortierkriterium die Brammenbreiten umfasst; Gleichmäßige Partitionierung der sortierten Basisfolge in eine Anzahl von Teilstücken, wobei die Anzahl der Teilstücken der Anzahl der Kokillen entspricht; Für jede der Teilstücken, Anpassung der Brammenbreiten der zu gießenden Brammen der Teilstücke unter Berücksichtigung der Toleranzangaben, wobei aufgrund der Anpassung die Breitensprünge zwischen zwei in der Teilstücke unmittelbar aufeinander folgenden zu gießenden Brammen einen vorbestimmten Sprungwert nicht überschreiten, wobei aufgrund der angepassten Brammenbreiten angepasste Teilstücke resultieren; Übermittlung von Steuerdaten an die Stranggussanlage zur Herstellung der in den angepassten Teilstücken bestimmten zu gießenden Brammen, wobei in den Steuerdaten für jede der Teilstücke die Reihenfolge der Herstellung der Brammen der Reihenfolge entspricht, in welcher die zu gießenden Brammen in der jeweiligen angepassten Teilstücke bestimmt sind, wobei das Sortierkriterium die Brammenbreiten in abnehmender Reihenfolge umfasst.

**[0040]** Es sei angemerkt, dass die obig beschriebenen Beispiele und Ausführungsformen in beliebiger Weise miteinander kombiniert werden können, solange deren Kombination unter den Gegenstand der Ansprüche fällt.

**[0041]** Im Folgenden werden bevorzugt Ausführungsformen der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein System von Steuereinheit und Stranggussanlage,

Figur 2 ein Flussdiagramm eines Verfahrens zur Steuerung einer Stranggussanlage,

Figuren 3 - 9 die Umwandlung verschiedener Gießaufträge in entsprechende Steuerdaten für eine Stranggussanlage in tabellarischer Form.

**[0042]** Im Folgenden werden einander ähnliche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

**[0043]** Die Figur 1 zeigt ein System umfassend eine Steuereinheit 100 und eine Stranggussanlage 101. Hierbei sei zunächst einmal die Stranggussanlage 101 näher

erläutert. Ein Konverter 122 dient dazu, flüssiges Material bereitzustellen. Im Folgenden sei ohne Beschränkung der Allgemeinheit davon ausgegangen, dass es sich bei dem Material um Stahl handelt, sodass der Konverter flüssigen Stahl aufnehmen kann. Über eine nicht näher dargestellte Pfanne kann der flüssige Stahl in einem Verteiler 124 hineingegeben werden, wobei dann der Verteiler im Falle der gezeigten Mehrstranganlage die Funktion hat, den Flüssigstahl auf die einzelnen Stränge zu verteilen. Konkret wird über ebenfalls nicht näher gezeigte Gießrohre der Flüssigstahl aus dem Verteiler 124 in die Kokillen 126 eingeleitet. Die Kokillen sind an ihren Innenseiten gekühlt, sodass an den Innenseiten eine Erstarrung des Flüssigstahls eintritt. Während des Gießens wird die Kokille oszillierend bewegt, um ein Anbacken des Stahls an den gekühlten Wänden zu verhindern und den Transportvorgang zu unterstützen. Beim Verlassen der Kokille hat nun der Strang eben jene erstarrte Schale von wenigen Zentimetern Dicke, während der Großteil des Querschnitts noch flüssig ist. Anschließend wird der Strang wieder gekühlt und durch Rollen 130 gestützt weiterbewegt.

**[0044]** Im Ergebnis ergibt sich im Beispiel der Figur 1 ein Satz von insgesamt vier Strängen. Ebenfalls im Beispiel der Stranggussanlage der Figur 1 bilden dabei die zwei linken Stränge ein Paar und die zwei rechten Stränge ebenfalls ein Paar 128. Die Paarbildung ist deshalb gegeben, da bezüglich jeweils eines Paares 128 von Strängen eine Schneidevorrichtung 134 vorgesehen ist, welche zum Teilen des Strangs zum Erhalt individueller Brammen 132 vorgesehen ist. Dies führt zu der technischen Einschränkung, dass die Brammen 132 eines Strangpaars 128 zwangsläufig immer identische Längen haben müssen.

**[0045]** Gesteuert werden die für die Erzeugnisse wichtigen Steuerparameter, d.h. die Breite der Kokillen 126 und die von den Schneideinrichtungen 134 herzustellenden Brammenlängen sowie der Prozess des Stranggießens, das heißt der Bewegung des Strangs, des Eingießens des flüssigen Stahls in die Pfanne in den Verteiler, der Bewegung des Kokillen 126 usw. durch ein Stranggussprogramm, welches mittels der Schnittstelle an das Fremdsystem übertragen wird und im Speicher 120 eines Steuercomputers 114 enthalten ist. Der Steuercomputer 114 verfügt ferner über einen Prozessor 118, der in der Lage ist, das in dem Speicher 120 beinhaltete Stranggussprogramm auszuführen, um dadurch die Stranggussanlage zu steuern. Ferner verfügt der Steuercomputer 114 ferner über eine Schnittstelle 116, über welche der Steuercomputer Steuerdaten 112 von einer Steuereinheit 100 empfangen kann.

**[0046]** Die Steuerdaten 112 bestimmen die Brammen, die durch die Stranggussanlage herzustellen sind. Die Steuerdaten legen dabei die Reihenfolge und Verteilung der Brammen auf die einzelnen Stränge, sowie die geometrischen Abmessungen der Brammen im Detail fest.

**[0047]** Die Steuereinheit 100 verfügt über einen Prozessor 102, eine Schnittstelle 104 und einen Speicher

106. Die Schnittstelle 104 dient der Kommunikation mit der Schnittstelle 116. Der Speicher 106 umfasst verschiedene Gießaufträge 108 und Anweisungen 110. Durch die Ausführung der Anweisung 110 durch den Prozessor 102 ist die Steuereinheit 100 in der Lage, das im Folgenden in Figur 2 beschriebene Verfahren bezüglich der Gießaufträge 108 durchzuführen.

**[0048]** Die Umsetzung der einzelnen in Figur 2 diskutierten Verfahrensschritte ist dabei beispielhaft unter Verwendung verschiedener Gießaufträge in den Figuren 3 - 9 tabellarisch wiedergegeben.

**[0049]** Das Verfahren zur Steuerung der Stranggussanlage 101 beginnt in Schritt 200 der Figur 2 mit dem Empfang der Gießaufträge 108, welche daraufhin im Speicher 106 der Steuereinheit 100 enthalten sind. In Figur 3 sind hierbei verschiedene Gießaufträge mit der Bezeichnung Auftrag 1, Auftrag 2, ... Auftrag 7 angegeben, wobei beispielsweise bei Auftrag 1 eine Bedarfsmenge von 50 t bei einer Walzbreite von 520 mm angegeben ist, wobei hier Toleranzangaben bezüglich der Walzbreite von Minimum 490 mm und Maximum 550 mm angegeben sind. Da die Gießaufträge alle für das Ziel der Herstellung von Stahlcoils gegeben sind, ist auch für jeden der Gießaufträge ein zugehöriges minimales und maximales KIM-Gewicht angegeben.

**[0050]** Dass aus den Brammen Coils hergestellt werden sollen ist jedoch nur als beispielhafte Anwendung zu sehen - andere Verarbeitungsmöglichkeiten für Brammen sind dem Fachmann hinlänglich bekannt.

**[0051]** Bei Auftrag 1 ist das minimale KIM-Gewicht 15 kg/mm und das maximale KIM-Gewicht 20 kg/mm. Daraus lässt sich bezüglich der Walzbreite von 520 mm ein zugehöriges Halbzeuggewicht von mindestens 7959 kg und ein maximales Halbzeuggewicht von maximal 10192 kg errechnen, wobei hier beispielhaft ein Ausbringen von 98 % berücksichtigt wird (zum Beispiel 520 x 15 / 0,98). In anderen Worten wird eine Bramme, aus der eine Coil mit den besagten Angaben der Walzbreite und den KIM-Gewichten ein Gesamtgewicht zwischen mindestens 7959 kg und maximal 10192 kg haben.

**[0052]** Jeder Auftrag spezifiziert also eine Bedarfsmenge an Material (im Beispiel der Figur 3, Auftrag 1 mit 50000 kg) sowie einer zugehörigen Brammenbreite, im Beispiel der Figur 3 mit Auftrag 1 520 mm und Toleranzangaben bezüglich der Breiten, wiederum im Beispiel der Figur 3 bei Auftrag 1, dem minimalen und maximalen KIM-Gewicht und den daraus resultierenden Brammengewichten.

**[0053]** Zunächst wird für jeden der Aufträge aus den jeweiligen Bedarfsmengen und den jeweiligen Brammenbreiten ein Satz von zu gießenden Brammen mit zugehörigen Brammengewichten und Brammenbreiten bestimmt. Aus dem in Figur 3 für jeden Auftrag bestimmten minimalen und maximalen Halbzeuggewicht (Brammengewicht), kann nun ein Mittelwert bestimmt werden, der in Figur 3 bezüglich Auftrag 1 einem Betrag von 9076 kg entspricht. Um die bezüglich von Auftrag 1 gewünschte Bedarfsmenge von 50 t zu erreichen, entspricht dies ei-

ner Anzahl von sechs Brammen, da erst mit einer Anzahl von sechs Brammen à 9076 kg die Bedarfsmenge von 50 t erreicht wird. Im Beispiel des Auftrags 1 wird sogar dadurch die Menge, welche bezüglich Auftrag 1 produziert werden muss, deutlich überschritten, nämlich es werden 54456 kg durch diese sechs Brammen bei dem angenommenen mittleren Brammengewicht erzielt.

**[0054]** Anschließend erfolgt in Schritt 204 eine Sortierung der Brammen zum Erhalt einer Basisfolge. Die Sortierung erfolgt dabei nach einem Sortierkriterium, wobei das Sortierkriterium die Brammenbreiten umfasst. Ausgehend von Figur 4 werden nun die dort ausgeführten Walzbreiten für jeden Auftrag ausgehend von der größten Walzbreite hin zur kleinsten Walzbreite einzeln aufgelistet und sortiert, wobei das entsprechende zugehörige Ergebnis in Figur 5 ersichtlich ist. Auftrag 2 mit der größten Walzbreite von 650 erscheint mit der Anzahl der bestimmten Brammen von drei zunächst in den obersten drei Zeilen der Basisfolge der Figur 5, gefolgt von den vier Brammen bezüglich Auftrag 6 mit 600 mm Walzbreite, daraufhin gefolgt von den fünf Brammen von Auftrag 5 mit 550 mm Walzbreite usw. Die in Figur 5 gezeigte Hintereinanderreihung der sortierten zu gießenden Brammen wird im Folgenden als "sortierte Basisfolge von zu gießenden Brammen" bezeichnet.

**[0055]** Nun wird in Schritt 206 die sortierte Basisfolge der Figur 5 in eine Anzahl von Teilstücken partitioniert, welche der Anzahl der Kokillen 126 der Figur 1 entspricht. Da in Figur 1 die Stranggussanlage vier Kokillen aufweist, erfolgt nun eine Partitionierung der Tabelle der Figur 5 in vier Teilstücke. Jede Teilstück umfasst dabei eine identische Anzahl von zu gießenden Brammen. Hierzu wird ausgehend von der ersten zu gießenden Bramme der Tabelle der Figur 5 ein unmittelbar zusammenhängender Satz von zu gießender Brammen ausgewählt und als Teilstück 1 definiert. Teilstück 1 sowie alle weiteren Teilstücke umfassen dabei exakt acht zu gießende Brammen. Diese sind im Folgenden mit T1 gekennzeichnet. Dem schließen sich die nächsten acht zu gießenden Brammen der Tabelle der Figur 5 an, welche als T2 gekennzeichnet sind. Dem folgt T3 und daraufhin T4, jeweils umfassend acht zu gießende Brammen. Die hieraus resultierenden Teilstücke T1, T2, T3 und T4 sind in der Figur 6 dargestellt.

**[0056]** Nach dem Schritt 206 der Partitionierung in Teilstücke erfolgt nun in Schritt 208 eine eindeutige Zuordnung jeder der Teilstücke zu einem der Stränge, das heißt zu einer der Kokillen 126, wobei die Zuordnung so erfolgt, dass von den innenliegenden Strängen zu den außenliegenden Strängen gehende durchschnittliche Brammenbreite der in der jeweiligen Teilstück bestimmt zu gießenden Brammen stetig abnimmt. Dies führt dazu, dass bezüglich der Stranggussanlage der Figur 1 die beiden inneren Stränge die Teilstücke 1 und Teilstücke 2 mit den großen Brammenbreiten und die beiden äußeren Stränge die Teilstücke 3 und 4 mit den kleineren Brammenbreiten aufweisen.

**[0057]** Das Ergebnis der Zuordnung der einzelnen

Teilfolgen zu den Strängen bzw. dem Strangbelegungsschema ist in der Figur 7 gezeigt.

**[0058]** Nachfolgend wird in Schritt 210 für jede der Teilfolgen eine Anpassung der Brammenbreiten der zu gießenden Brammen der Teilfolgen unter Berücksichtigung der Toleranzangaben vorgenommen. Ziel ist es dabei, die Breitensprünge zwischen unmittelbar aufeinanderfolgenden zu gießenden Brammen in einer Teilfolge in einem Bereich zu halten, welcher den zulässigen Angaben für die Stranggussanlage entspricht. Im Folgenden sei die maximal zulässige Breitendifferenz zwischen zwei unmittelbar aufeinanderfolgenden Brammen als "Sprungwert" bezeichnet, wobei im Beispiel der Figur 1 dieser Sprungwert als maximal 25 mm angenommen wird. Der Einfachheit halber sei ferner im Folgenden ausschließlich der Hauptstrang 1 umfassend die Unterstränge 1 und 2 mit den Teilfolgen 3 und 2 diskutiert, wobei in analoger Weise Berechnungen bezüglich des zweiten Hauptstrangs umfassend Unterstrang 3 und 4 mit den Teilfolgen 1 und 4 eingestellt werden können.

**[0059]** Betrachtet man nun den Unterstrang 1 mit Teilfolge T3, so gibt es zwischen Auftrag 1 und Auftrag 4 in den Zeilen 1 und 2 bezüglich der Brammen einen Breitensprung bei der Walzbreite von 520 nach 470 mm. Dies überschreitet die besagten 25 mm als Sprungwert deutlich. Selbiges gilt bezüglich des Sprungs von Auftrag 4 mit einer Walzbreite von 470 mm zu Zeile 7 und Auftrag 7 mit einer Walzbreite von 430 mm. Um nun in Schritt 210 die Anpassung der Brammenbreiten durchzuführen, wird beginnend mit der ersten Position der jeweiligen sortierten Teilfolgen die Breitendifferenz zur Breite der Folgeposition geprüft. Im Falle dessen die Differenz größer ist als der Sprungwert erfolgt eine Reduktion der Breite der aktuellen Bramme bzw. der aktuellen Position so weit, dass die daraus resultierende Breitendifferenz dem Sprungwert entspricht. Dies wird zyklisch wiederholt. Im Ergebnis ergeben sich daraus bezüglich Unterstrang 1 ausgehend von der ersten Position bis zur letzten Position maximal Sprünge von 25 mm. Es sei angemerkt, dass die exakte Art und Weise, wie diese Anpassung der Brammenbreiten zur Berücksichtigung der maximalen Sprungwerte der Breitensprünge erfolgt, auf vielfältige Art und Weise möglich ist. Letzten Endes ist hier das Ergebnis entscheidend, nämlich dass in einer Teilfolge von einer zu gießenden Bramme zur nächsten der Sprungwert nicht überschritten wird.

**[0060]** Da eine Besonderheit der Stranggussanlage der Figur 1 darin liegt, dass es sich hierbei um eine sogenannte Twin-Gussanlage handelt, bei der jeweils für ein Paar der Stränge 128 nur eine gemeinsame Schneideanlage 134 zur Verfügung steht, muss gewährleistet werden, dass die Brammen der parallelen Unterstränge 128, das heißt die Brammen im Unterstrang 1 und 2 identische Längen haben. Dies hat in den bisherigen Anpassungen jedoch noch keine Berücksichtigung gefunden. Aus diesem Grund erfolgt eine Anpassung der Brammenlängen, was in Schritt 212 allgemein und in den Schritten 214-216 spezifisch skizziert ist. Nachdem nun

also in Schritt 210 die Brammenbreiten angepasst wurden, kann bei gegebener Strangbreite aus der jeweiligen Unter- und Obergrenze des Brammengewichtes eine entsprechende zugehörige minimale und maximale Länge der Bramme berechnet werden. In der Figur 1 ergibt sich bezüglich der ersten Zeile und Auftrag 1 aus der angepassten Strangbreite 500 mm eine minimale Brammenlänge von 7849 mm und eine maximale Brammenlänge von 10051 mm. Diese Berechnungen können nun

5 für alle in den Teilfolgen spezifizierte Brammen durchgeführt werden. Dies entspricht Schritt 214 der Figur 2. Nun wird für jedes Paar von parallel zu gießenden Brammen ein Durchschnittswert bezüglich der beiden minimalen und maximalen Längen der Brammen bestimmt und  
10 daraus eine mittlere Länge für beide Brammen berechnet. Bezüglich Unterstrang 1 und Teilfolge T3 ergibt sich damit eine mittlere Brammenlänge 8757 mm, welche identisch ist mit Unterstrang 2 (T2) und der ersten Bramme, Auftrag 5. Aufgrund der unterschiedlichen Strangbreiten von einmal 500 mm und einmal 550 mm bezüglich dieser ersten Zeile ergeben sich dementsprechend auch unterschiedliche zugehörige Brammengewichte von 8880 kg bzw. 9768 kg.

**[0061]** Auch hier sei angemerkt, dass es unerheblich ist, auf welche Art und Weise nun exakt diese mittlere Brammenlänge berechnet wird. Möglich ist beispielsweise, dass als Ziellänge (Brammenlänge) für die beiden Brammen die Mitte des Toleranzbereiches der Längen der beiden Brammen wie folgt gewählt wird: Ziellänge =  
25 Länge\_min von Unterstrang 1 + (Länge\_max von Unterstrang 2 - Länge\_min von Unterstrang 1) / 2.

**[0062]** Es sei angemerkt, dass die minimalen und maximalen Brammenlängen wieder unter Verwendung der Dichte von Stahl, der konstanten Dicke der Bramme (zum Beispiel 260 mm) und einem gewissen Toleranzabzug von z.B. 2 % berechnet werden können gemäß der bekannten Formel Länge = Gewicht / (Dicke x Breite x Dichte).

**[0063]** Die Bestimmung des Durchschnittswerts bezüglich der beiden minimalen und maximalen Längen der Brammen und die Festlegung der Länge der beiden Brammen auf den Durchschnittswert erfolgt in der Figur 2 in Schritt 216.

**[0064]** Das Verfahren setzt sich in Schritt 218 mit dem 40 Anpassen der Brammengewichte auf die real in einem Konverter zur Verfügung stehende Menge an flüssigem Stahl fort. Summiert man in der Figur 8 die aus den mit Schritt 216 bestimmten Brammenlängen resultierenden Brammengewichten auf, so ergibt sich bei Berücksichtigung aller Unterstränge (auch der nicht dargestellten Unterstränge 3 und 4) unter Umständen ein Gesamtgewicht, welches nicht optimal die Menge an Flüssigstahl berücksichtigt, welche mit einem oder mehreren Konvertern zur Verfügung stehen. Liegt beispielsweise das Gesamtgewicht bei 275 t, kann jedoch mit einem Konverter Flüssigstahl nur 270 t zur Verfügung gestellt werden, so erfolgt nun eine Veränderung des Brammengewichts oder der Brammenlänge gleichmäßig über alle Brammen  
45  
50  
55

aller Unterstränge hinweg, bis schließlich das hieraus erhaltene Gesamtgewicht dem gewünschten Zielgewicht entspricht. Auch hier müssen selbstverständlich die entsprechenden Toleranzen bezüglich minimaler und maximaler Brammenbreite bzw. minimaler und maximaler Brammenglänge Berücksichtigung finden.

**[0065]** In beispielhafter Weise kann dies in Schritt 218, der Anpassung der Brammengewichte, dergestalt realisiert werden, dass über alle Brammen aller Unterstränge hinweg ein Quotient von hieraus resultierendem Gesamtgewicht und Zielgewicht bestimmt wird, wobei die Veränderung des Brammengewichts oder Brammenglängen jeder einzelnen Bramme eine Multiplikation des Brammengewichts oder der Brammenglänge mit diesem Koeffizienten umfasst. Das diesbezügliche Ergebnis ist in der Figur 9 exemplarisch dargestellt. Im Ergebnis haben sich hier die Gesamtgewichte der Unterstränge erhöht, um damit in optimaler Weise das Zielgewicht zu erreichen.

**[0066]** Nach Schritt 218 erfolgt in Schritt 220 eine Optimierung der Gießzeiten, wobei die Details von Schritt 220 in den Schritten 222-232 skizziert sind. Ziel ist dabei die Strangbreite zu vergrößern bei gleichzeitiger Verkürzung der Stranglänge, in der Form, dass das Gewicht beibehalten wird und keine Toleranzverletzung stattfindet. Die Schritte der Optimierung der Gießzeiten sind im Detail in Figur 2 mit den Schritten 222 bis 232 angegeben. Hierzu wird zunächst in Schritt 222 der Wert Q1\_i bestimmt, wobei i bezüglich eines Strangenpaars das jeweilige Paar von parallelen Brammen angibt.

**[0067]** In der Figur 9 würde i beispielsweise die erste Zeile für das Brammenpaar Auftrag 1 und Auftrag 5 bezüglich der Unterstränge 1 und 2 angeben. Somit wird nun bezüglich Auftrag 1 der Quotient aus maximaler Breite (550 mm) und der Breite der aktuellen Bramme (500 mm) berechnet und abgespeichert. Ebenso wird der Quotient bezüglich der ersten Zeile bzw. der ersten Bramme für Unterstrang 1, Auftrag 5 als 580 mm durch 550 mm berechnet.

**[0068]** Nach dieser Berechnung in Schritt 222 erfolgt in Schritt 224 die Berechnung eines weiteren Quotienten für die Brammen dieses Brammenpaars, wobei hier jedoch keine "Vorbramme" vorhanden ist, da die in der ersten Zeile angegebenen Brammen die ersten Brammen sind. Insofern spielt hier Q2 keine Rolle. Nun wird anschließend in Schritt 226 der Quotient Q3 berechnet als der Quotient aus der Breite der Folgebramme plus dem Sprungwert und der Breite der aktuellen Bramme. Bezuglich Unterstrang 1 wäre dies also 475 mm + 25 / 500 mm = 1. Nachdem so für die erste Zeile die Quotienten Q1, Q2 (nicht vorhanden, da keine Vorbramme vorhanden) und Q3 berechnet wurden, wird nun für Unterstrang 1 und Unterstrang 2 gemeinsam (da parallele Bramme) der kleinste Wert verwendet der so berechneten Quotienten für die erste Zeile (Schritt 230). Mit diesem kleinsten Quotienten wird daraufhin die Breite der aktuellen Bramme in Zeile 1 für Unterstrang 1 und Unterstrang 2 jeweils multipliziert und die Länge der aktuellen Bramme jeweils dividiert (Schritt 232).

**[0069]** Dasselbe wird nun für die nächste Zeile von Unterstrang 1 und 2, das heißt das nächste Brammenpaar durchgeführt. Hier kann diesmal Q2 berechnet werden, da z.B. bezüglich Zeile 2 von Unterstrang 1 die Vorbramme eine Breite von 500 mm hat und die aktuelle Bramme eine Breite von 475 mm, sodass  $Q2 = 500/475$  ist.

**[0070]** Letzten Endes können die Schritte der Bestimmung der verschiedenen Quotienten sowie der Multiplikation der Breiten und Division der Längen, das heißt die Schritte 222 bis 232 zunächst nacheinander für alle Brammen eines Strangenpaars und für alle Stränge iterativ durchgeführt werden, wobei nach Abschluss dieser Schritte dieses Verfahren mehrmals wiederholt werden kann bis entweder keine Änderung der Breite der Brammen mehr erfolgt oder aber eine bestimmte Zahl von Iterationen erreicht oder überschritten wurde. Im Ergebnis resultieren so zu gießende Brammen, welche bezüglich der Gießzeit optimiert sind, indem die Strangbreite innerhalb der Toleranzen vergrößert sind, ohne dass es hierbei zu Toleranzverletzungen kommt.

**[0071]** Das Verfahren endet schließlich in Schritt 234 mit der Übermittlung der Steuerdaten 112 an die Stranggussanlage unter Verwendung der Schnittstellen 104 und 116. Die Steuerdaten beinhalten Angaben bezüglich der Reihenfolge, in welcher die Brammen mit entsprechender berechneter Breite und Länge hergestellt werden sollen. Der Steuerungscomputer 114 kann daraufhin die Steuerungsanlage so ansteuern, dass die entsprechende Produktion der Brammen erfolgt.

## 30 Bezugszeichenliste

### [0072]

35	100	Steuereinheit
	101	Stranggussanlage
	102	Prozessor
	104	Schnittstelle
	106	Speicher
40	108	Gießaufträge
	110	Anweisungen
	112	Steuerdaten
	114	Steuerungscomputer
	116	Schnittstelle
45	118	Prozessor
	120	Speicher
	122	Konverter
	124	Verteiler
	126	Kokille
50	128	Strangpaar
	130	Führungsrollen
	132	Bramme
	134	Schneidevorrichtung

## 55 Patentansprüche

### 1. Verfahren zur Steuerung einer Stranggussanlage

(101) zur Herstellung von Brammen (132) aus einem vorbestimmten Material, wobei die Stranggussanlage (101) eine Anzahl von Kokillen (126) zur Erzeugung entsprechender Gießstränge aufweist, wobei das Verfahren umfasst:

- Empfang mehrerer Gießaufträge (108), wobei jeder Gießauftrag eine Bedarfsmenge an dem Material, eine zugehörige Brammenbreite und Toleranzangaben bezüglich der Gießaufträge (108) umfasst,
- Bestimmung für jeden der Gießaufträge (108) aus den jeweiligen Bedarfsmengen und den jeweiligen Brammenbreiten eines Satzes von zu gießenden Brammen (132) mit zugehörigen Brammengewichten und Brammenbreiten,
- Sortierung aller zu gießenden Brammen (132) aller Sätze aller Gießaufträge (108) gemäß einem Sortierkriterium zum Erhalt einer sortierten Basisfolge von zu gießenden Brammen, wobei das Sortierkriterium die Brammenbreiten umfasst,
- Gleichmäßige Partitionierung der sortierten Basisfolge in eine Anzahl von Teilfolgen, wobei die Anzahl der Teilfolgen der Anzahl der Kokillen (126) entspricht,
- Für jede der Teilfolgen, Anpassung der Brammenbreiten der zu gießenden Brammen (132) der Teilfolge unter Berücksichtigung der Toleranzangaben, wobei aufgrund der Anpassung die Breitensprünge zwischen zwei in der Teilfolge unmittelbar aufeinander folgenden zu gießenden Brammen (132) einen vorbestimmten Sprungwert nicht überschreiten, wobei aufgrund der angepassten Brammenbreiten angepasste Teilfolgen resultieren,
- Übermittlung von Steuerdaten an die Stranggussanlage (101) zur Herstellung der in den angepassten Teilfolgen bestimmten zu gießenden Brammen, wobei in den Steuerdaten für jede der Teilfolgen die Reihenfolge der Herstellung der Brammen (132) der Reihenfolge entspricht, in welcher die zu gießenden Brammen (132) in der jeweiligen angepassten Teilfolge bestimmt sind,

wobei das Sortierkriterium die Brammenbreiten in abnehmender Reihenfolge umfasst.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei es sich bei der Stranggussanlage (101) um eine Mehrstranganlage mit mehreren parallel liegenden Strängen handelt, wobei jedem Strang eine der Kokillen (126) zugeordnet ist, wobei die Steuerung zur parallelen gleichzeitigen Herstellung der in den Teilfolgen bestimmten zu gießenden Brammen (132) erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, ferner umfassend eine

eindeutige Zuordnung jeder der Teilfolgen zu einem der Stränge, wobei die Zuordnung so erfolgt, dass von den innenliegenden Strängen zu den außenliegenden Strängen gehend die durchschnittliche Brammenbreite der in den jeweiligen Teilfolgen bestimmten zu gießenden Brammen (132) stetig abnimmt.

4. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, wobei aufgrund der gleichmäßigen Partitionierung die Anzahl der in den jeweiligen Teilfolgen bestimmten zu gießenden Brammen (132) für alle Teilfolgen identisch ist.
5. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, ferner nach der Anpassung der Brammenbreiten:
  - Bestimmung des Gesamtgewichts aller zu gießender Brammen (132) aller angepasster Teilfolgen,
  - Vergleich des Gesamtgewichts mit einem Zielgewicht zum Erhalt eines Vergleichswertes,
  - Für alle in den angepassten Teilfolgen bestimmten zu gießenden Brammen (132), gleichartige Veränderung des Brammengewichts oder der Brammenlänge anhand des Vergleichswertes zum Erhalt aktualisierter angepasster Teilfolgen, wobei im Falle dessen das hierdurch veränderte Brammengewicht oder die hierdurch veränderte Brammenlänge die Toleranzangaben des zugehörigen Gießauftrages verletzt, keine Veränderung des Brammengewichts oder der Brammenlänge erfolgt,
  - Wiederholung der Schritte der Bestimmung des Gesamtgewichts, des Vergleichens und der Veränderung des Brammengewichts oder der Brammenlänge bis der Vergleichswert in einem vorbestimmten Schwellbereich liegt.
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Zielgewicht mindestens einem ganzzahligen Vielfachen des Gewichts entspricht, das mit der Bereitstellung des Materials aus einem Konverter erzielbar ist.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, wobei der Vergleichswert den Quotienten von Gesamtgewicht und Zielgewicht umfasst, wobei die Veränderung des Brammengewichts oder der Brammenlänge eine Multiplikation des Brammengewichts oder der Brammenlänge mit dem Quotienten umfasst.
8. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche 5-7, wobei der Schwellbereich eine Abweichung des Gesamtgewichts vom Zielgewicht kleiner als 3% ist.
9. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, wobei nach der Anpassung der Brammenbreiten für alle zu gießenden Brammen (132) aller angepasster Teil-

- folgen gleichartig jeweils die Brammenbreite verändert wird bei gleichzeitiger Verkürzung der Brammenlänge unter Beibehaltung des Brammengewichts, wobei im Falle dessen die hierdurch veränderte Brammenbreite oder die hierdurch veränderte Brammenlänge die Toleranzangaben des zugehörigen Gießauftrages verletzt, keine Veränderung der Brammenbreite oder der Brammenlänge erfolgt.
10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei das Sortierkriterium die Brammenbreiten in abnehmender Reihenfolge umfasst, wobei die gleichartige Veränderung der Brammenbreite bei gleichzeitiger Verkürzung der Brammenlänge für alle Brammen (132) einer angepassten Teilfolge jeweils umfasst:
- Bestimmung eines ersten Quotienten von maximal zulässiger Brammenbreite und Breite der aktuellen Bramme (132),
  - Bestimmung eines zweiten Quotienten der Breite der in der Teilfolge der aktuellen Bramme unmittelbar vorhergehenden Bramme und der Breite der aktuellen Bramme (132), wobei der zweite Quotient nur bestimmt wird, wenn die aktuelle Bramme nicht die erste Bramme der Teilfolge ist,
  - Bestimmung eines dritten Quotienten der Breite der in der Teilfolge der aktuellen Bramme unmittelbar nachfolgenden Bramme plus dem Sprungwert und der Breite der aktuellen Bramme (132), wobei der dritte Quotient nur bestimmt wird, wenn die aktuelle Bramme nicht die letzte Bramme der Teilfolge ist.
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die gleichartige Veränderung der Brammenbreite bei gleichzeitiger Verkürzung der Brammenlänge für alle Brammen (132) einer angepassten Teilfolge jeweils ferner umfasst:
- Multiplikation der Breite der aktuellen Bramme und Division der Länge der aktuellen Bramme mit dem kleinsten Wert des ersten, zweiten und dritten Quotienten,
  - Wiederholung der Schritte der Bestimmung des ersten, zweiten und dritten Quotienten sowie der Multiplikation, bis entweder keine Änderung der Breite der Brammen (132) mehr erfolgt oder bis eine vorbestimmte Zahl von Iterationen erreicht oder überschritten wurde.
12. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Stranggussanlage (101) für jeweils ein Paar der Stränge (128) eine gemeinsame Schneideanlage (134) für die beiden Stränge zum Schneiden parallel gegossener Brammen (132) aufweist, wobei für ein Paar der angepassten Teilfolgen, welche einem der Paare der Stränge zugeordnet sind, die jeweils an derselben Position der jeweiligen Teilfolgen bestimmten Brammen (132) ein Paar von parallel zu gießender Brammen (132) bilden, wobei die Bestimmung des ersten, zweiten und dritten Quotienten jeweils für ein Paar von aktuellen Brammen (132) der parallel zu gießen Brammen (132) durchgeführt wird, wobei die gleichartige Veränderung der Brammenbreite bei gleichzeitiger Verkürzung der Brammenlänge für alle Brammen (132) aller Paare der angepassten Teilfolge jeweils umfasst:
- Multiplikation der Breiten des Paares der aktuellen Brammen (132) und Division der Längen des Paares der aktuellen Brammen (132) mit dem insgesamt kleinsten der Werte der ersten, zweiten und dritten Quotienten, welche bezüglich des Paares der aktuellen Brammen (132) bestimmt wurde,
  - Wiederholung der Schritte der Bestimmung des ersten, zweiten und dritten Quotienten sowie der Multiplikation, bis entweder keine Änderung der Breite der Brammen (132) mehr erfolgt oder bis eine vorbestimmte Zahl von Iterationen erreicht oder überschritten wurde.
13. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, wobei jeder Gießauftrag ein KIM-Gewicht umfasst, wobei das Sortierkriterium als Hauptkriterium die Brammenbreiten in abnehmender Reihenfolge und als zweites Kriterium das KIM-Gewicht umfasst, wobei die Toleranzangaben jeweils eine Untergrenze und eine Obergrenze bezüglich der Brammenbreiten und der KIM-Gewichte umfassen.
14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei das Bestimmen des Satzes von zu gießenden Brammen (132) für jeden Gießauftrag umfasst:
- Bestimmung eines minimalen Brammengewichts aus der Untergrenze der Brammenbreite und der Untergrenze des KIM-Gewichts,
  - Bestimmung eines maximalen Brammengewichts aus der Obergrenze der Brammenbreite und der Obergrenze des KIM-Gewichts,
  - Bestimmung eines Mittelwertes von minimalem und maximalem Brammengewicht,
  - Bestimmung der benötigten Anzahl von zu gießenden Brammen (132), um bei dem Mittelwert des Brammengewichts die Bedarfsmenge an Material gerade zu überschreiten, wobei durch die Anzahl der zu gießenden Brammen (132) der Satz von zu gießenden Brammen (132) gebildet wird.
15. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, wobei die Anpassung der Brammenbreiten der zu gießenden Brammen (132) der Teilfolge umfasst:

- Ausgehend von der ersten oder der letzten zu gießenden Bramme der Teilfolge, Bestimmung der Differenz der Breitendifferenz zwischen der aktuellen Bramme und der der aktuellen Bramme in der Teilfolge unmittelbar folgenden Bramme (132),  
 - Im Falle dessen die Differenz größer ist als der Sprungwert, Reduktion der Breite der aktuellen Bramme so weit, dass die daraus resultierende Breitendifferenz zu der unmittelbar nachfolgenden Bramme dem Sprungwert entspricht, andernfalls Beibehaltung der Breite der aktuellen Bramme.
- 16.** Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche 2-15, wobei jeder Gießauftrag ein KIM-Gewicht umfasst, wobei die Toleranzangaben jeweils eine Untergrenze und eine Obergrenze bezüglich der KIM-Gewichte umfassen, wobei die Stranggussanlage (101) für jeweils ein Paar der Stränge (128) eine gemeinsame Schneideanlage (134) für die beiden Stränge zum Schneiden parallel gegossener Brammen (132) aufweist, wobei für ein Paar von angepassten Teilfolgen, welche einem der Paare der Stränge zugeordnet sind, die jeweils an derselben Position der jeweiligen Teilfolgen bestimmten Brammen (132) ein Paar von parallel zu gießender Brammen (132) bilden, wobei das Verfahren ferner nach der Anpassung der Brammenbreiten umfasst:
- Bestimmung für jede zu gießende Bramme aller Teilfolgen aus den angepassten Brammenbreiten und der zugehörigen Untergrenze und Obergrenze des KIM-Gewichts eine dem entsprechende minimale und maximale Länge der Bramme (132),  
 - Für jedes Paar von parallel zu gießenden Brammen, Bestimmen eines Durchschnittswertes bezüglich der beiden minimalen und maximalen Längen der Brammen (132) und Festlegung der Länge der beiden Brammen (132) auf den Durchschnittswert.
- 17.** Computerprogrammprodukt mit von einem Prozessor ausführbaren Instruktionen zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorigen Ansprüche.
- 18.** Steuereinheit (100) zur Steuerung einer Stranggussanlage (101) zur Herstellung von Brammen (132) aus einem vorbestimmten Material, wobei die Stranggussanlage (101) eine Anzahl von Kokillen (126) zur Erzeugung entsprechender Gießstränge aufweist, wobei die Steuereinheit einen Prozessor und einen Speicher aufweist, wobei der Speicher durch den Prozessor ausführbare Anweisungen enthält, wobei die Ausführung der Anweisungen durch den Prozessor die Steuereinheit steuert zum:
- Empfang mehrerer Gießaufträge (108), wobei jeder Gießauftrag eine Bedarfsmenge an dem Material, eine zugehörige Brammenbreite und Toleranzangaben bezüglich der Gießaufträge (108) umfasst,  
 - Bestimmung für jeden der Gießaufträge (108) aus den jeweiligen Bedarfsmengen und den jeweiligen Brammenbreiten eines Satzes von zu gießenden Brammen (132) mit zugehörigen Brammengewichten und Brammenbreiten,  
 - Sortierung aller zu gießenden Brammen (132) aller Sätze aller Gießaufträge (108) gemäß einem Sortierkriterium zum Erhalt einer sortierten Basisfolge von zu gießenden Brammen, wobei das Sortierkriterium die Brammenbreiten umfasst,  
 - Gleichmäßige Partitionierung der sortierten Basisfolge in eine Anzahl von Teilstücken, wobei die Anzahl der Teilstücke der Anzahl der Kokillen (126) entspricht,  
 - Für jede der Teilstücke, Anpassung der Brammenbreiten der zu gießenden Brammen (132) der Teilstücke unter Berücksichtigung der Toleranzangaben, wobei aufgrund der Anpassung die Breitensprünge zwischen zwei in der Teilstücke unmittelbar aufeinander folgenden zu gießenden Brammen (132) einen vorbestimmten Sprungwert nicht überschreiten, wobei aufgrund der angepassten Brammenbreiten angepasste Teilstücke resultieren,  
 - Übermittlung von Steuerdaten (112) an die Stranggussanlage (101) zur Herstellung der in den angepassten Teilstücken bestimmten zu gießenden Brammen, wobei in den Steuerdaten (112) für jede der Teilstücke die Reihenfolge der Herstellung der Brammen (132) der Reihenfolge entspricht, in welcher die zu gießenden Brammen (132) in der jeweiligen angepassten Teilstücke bestimmt sind,
- wobei das Sortierkriterium die Brammenbreiten in abnehmender Reihenfolge umfasst.

## 45 Claims

1. A method for controlling a continuous casting system (101) for producing slabs (132) from a predetermined material, the continuous casting system (101) comprising a plurality of molds (126) for creating corresponding cast strands, the method comprising:
  - receiving a plurality of casting orders (108), each casting order including a required quantity of the material, an associated slab width, and tolerance specifications with respect to the casting orders (108);
  - determining for each of the casting orders

(108), from the respective required quantities and the respective slab widths, a set of slabs (132) to be cast with associated slab weights and slab widths;

- sorting all slabs (132) to be cast of all sets of all casting orders (108) according to a sorting criterion to obtain a sorted base sequence of slabs to be cast, the sorting criterion including the slab widths; 5
- uniformly partitioning the sorted base sequence into a number of subsequences, the number of subsequences corresponding to the number of molds (126); 10
- adjusting, for each of the subsequences, the slab widths of the slabs (132) to be cast of the subsequence, taking the tolerance specifications into consideration, the jumps in widths between two slabs (132) to be cast immediately following one another in the subsequence not exceeding a predetermined jump value as a result of the adjustment, adjusted subsequences resulting from the adjusted slab widths; and 15
- transmitting control data to the continuous casting system (101) for producing the slabs to be cast determined in the adjusted subsequences, the order of production of the slabs (132) in the control data for each of the subsequences corresponding to the order in which the slabs (132) to be cast are determined in the respective adjusted subsequence, 20
- 25

wherein the sorting criterion includes the slab widths in descending order.

2. The method according to claim 1, wherein the continuous casting system (101) is a multi-strand system with a plurality of strands arranged in parallel, each strand being assigned one of the molds (126), and the control being carried out for the parallel simultaneous production of the slabs (132) to be cast determined in the subsequences. 35
3. The method according to claim 2, furthermore comprising an unambiguous assignment of each of the subsequences to one of the strands, the assignment being carried out in such a way that the average slab width of the slabs (132) to be cast determined in the respective subsequences continuously decreases from the inner strands to the outer strands. 40
4. The method according to any one of the preceding claims, wherein, as a result of the uniform partitioning, the number of slabs (132) to be cast determined in the respective subsequences is identical for all subsequences. 45
5. The method according to any one of the preceding claims, after the adjustment of the slab widths fur-

thermore comprising:

- determining the total weight of all slabs (132) to be cast of all adjusted subsequences;
- comparing the total weight to a target weight for obtaining a comparison value;
- for all slabs (132) to be cast determined in the adjusted subsequences, changing the slab weight or the slab length in the same manner based on the comparison value so as to obtain updated adjusted subsequences, no change being made in the slab weight or the slab length in the event that the slab weight thus changed, or the slab length thus changed, violates the tolerance specifications of the associated casting order; and
- repeating the steps of determining the total weight, comparing, and changing the slab weight or the slab length until the comparison value is within a predetermined threshold range.

6. The method according to claim 5, wherein the target weight corresponds to at least one integer multiple of the weight achievable by providing the material from a converter. 25
7. The method according to claim 5 or 6, wherein the comparison value comprises the quotient of total weight and target weight, the change in the slab weight or the slab length including multiplying the slab weight or the slab length by the quotient. 30
8. The method according to any one of the preceding claims 5 to 7, wherein the threshold range is a deviation of the total weight from the target weight of less than 3%. 35
9. The method according to any one of the preceding claims, wherein, after the adjusting of the slab widths for all slabs (132) to be cast of all of the adjusted subsequences, the slab width is changed in each case in the same manner, while shortening the slab length and maintaining the slab weight, no change being made in the slab weight or the slab length in the event that the slab weight thus changed, or the slab length thus changed, violates the tolerance specifications of the associated casting order. 40
10. The method according to claim 9, wherein the sorting criterion includes the slab widths in descending order, the change of the slab width in the same manner, while shortening the slab length for all slabs (132) of an adjusted subsequence in each case comprising: 45

  - determining a first quotient of maximum allowable slab width and width of the current slab (132);
  - determining a second quotient of the width of

- the slab immediately preceding the current slab in the subsequence and the width of the current slab (132), the second quotient only being determined when the current slab is not the first slab in the subsequence; and  
 - determining a third quotient of the width of the slab immediately following the current slab in the subsequence, plus the jump value, and the width of the current slab (132), the third quotient only being determined when the current slab is not the last slab in the subsequence.
11. The method according to claim 10, wherein the change of the slab width in the same manner, while shortening the slab length for all slabs (132) of an adjusted subsequence in each case furthermore comprises:  
 - multiplying the width of the current slab and dividing the length of the current slab by the smallest value of the first, second and third quotients; and  
 - repeating the steps of determining the first, second, and third quotients and multiplying, until either the width of the slabs (132) no longer changes or a predetermined number of iterations has been reached or exceeded.
12. The method according to claim 10, wherein the continuous casting system (101), for each pair of strands (128), comprises a shared cutting system (134) for the two strands for cutting slabs (132) cast in parallel, wherein, for a pair of the adjusted subsequences, which are assigned to one of the pairs of strands, the slabs (132) determined in the same position of the respective subsequences form a pair of slabs (132) to be cast in parallel, the determination of the first, second and third quotients being carried out for each pair of current slabs (132) of the slabs (132) to be cast in parallel, the change of the slab width in the same manner, while shortening the slab length for all slabs (132) of all pairs of the adjusted subsequences in each case comprising:  
 - multiplying the widths of the pair of current slabs (132) and dividing the lengths of the pair of current slabs (132) by the overall smallest of the values of the first, second and third quotients which was determined with respect to the pair of current slabs (132); and  
 - repeating the steps of determining the first, second, and third quotients and multiplying, until either the width of the slabs (132) no longer changes or a predetermined number of iterations has been reached or exceeded.
13. The method according to any one of the preceding claims, wherein each casting order includes a KIM weight, the sorting criterion including the slab widths in descending order as a primary criterion and the KIM weight as a secondary criterion, and the tolerance specifications in each case including a lower limit and an upper limit with respect to the slab widths and the KIM weights
14. The method according to claim 13, wherein the determination of the set of slabs (132) to be cast for each casting order comprises:  
 - determining a minimum slab weight from the lower limit of the slab width and the lower limit of the KIM weight;  
 - determining a maximum slab weight from the upper limit of the slab width and the upper limit of the KIM weight;  
 - determining of a mean value of the minimum and the maximum slab weights, and  
 - determining the required number of slabs (132) to be cast in order to just exceed the required amount of material at the mean value of the slab weight, the set of slabs (132) to be cast being formed by the number of slabs (132) to be cast.
15. The method according to any one of the preceding claims, wherein the adjustment of the slab widths of the slabs (132) to be cast of the subsequence comprises:  
 - proceeding from the first or the last slab to be cast of the subsequence, determining the difference in width between the current slab and the slab (132) immediately following the current slab in the subsequence; and  
 - if the difference is greater than the jump value, reducing the width of the current slab to such an extent that the resulting width difference with respect to the immediately following slab corresponds to the jump value, otherwise maintaining the width of the current slab.
16. The method according to any one of the preceding claims 2 to 15, wherein each casting order includes a KIM weight, the tolerance specifications in each case including a lower limit and an upper limit with respect to the KIM weights, the continuous casting system (101), for each pair of strands (128) comprising a shared cutting system (134) for the two strands for cutting slabs (132) cast in parallel, wherein, for a pair of adjusted subsequences, which are assigned to one of the pairs of strands, the slabs (132) determined in the same position of the respective subsequences form a pair of slabs (132) to be cast in parallel, after the adjustment of the slab widths the method furthermore comprising:  
 - determining, for each slab to be cast of all sub-

sequences, corresponding minimum and maximum lengths of the slab (132) from the adapted slab widths and the associated lower limit and upper limit of the KIM weight; and

- for each pair of slabs to be cast in parallel, determining an average value with respect to the two minimum and maximum lengths of the slabs (132), and setting the length of the two slabs (132) to the average value.

17. A computer program product, comprising instructions executable by a processor for carrying out the method according to any one of the preceding claims.

18. A control unit (100) for controlling a continuous casting system (101) for producing slabs (132) from a predetermined material, wherein the continuous casting system (101) comprises a plurality of molds (126) for creating corresponding cast strands, the control unit comprising a processor and a memory, the memory including instructions executable by said processor, the execution of the instructions by the processor controlling the control device for:

- receiving a plurality of casting orders (108), each casting order including a required quantity of the material, an associated slab width, and tolerance specifications with respect to the casting orders (108);

- determining for each of the casting orders (108), from the respective required quantities and the respective slab widths, a set of slabs (132) to be cast with associated slab weights and slab widths;

- sorting all slabs (132) to be cast of all sets of all casting orders (108) according to a sorting criterion to obtain a sorted base sequence of slabs to be cast, the sorting criterion including the slab widths;

- uniformly partitioning the sorted base sequence into a number of subsequences, the number of subsequences corresponding to the number of molds (126);

- adjusting, for each of the subsequences, the slab widths of the slabs (132) to be cast of the subsequence, taking the tolerance specifications into consideration, the jumps in widths between two slabs (132) to be cast immediately following one another in the subsequence not exceeding a predetermined jump value as a result of the adjustment, adjusted subsequences resulting from the adjusted slab widths; and

- transmitting control data (112) to the continuous casting system (101) for producing the slabs to be cast determined in the adjusted subsequences, the order of production of the slabs (132) in the control data (112) for each of the

subsequences corresponding to the order in which the slabs (132) to be cast are determined in the respective adjusted subsequence,

wherein the sorting criterion includes the slab widths in descending order.

## Revendications

10

1. Procédé de commande d'une installation de coulée continue (101) pour la fabrication de brames (132) à partir d'un matériau prédéterminé, où l'installation de coulée continue (101) présente un certain nombre de coquilles (126) pour la génération de coulées correspondantes, où le procédé comprend :

- la réception de plusieurs ordres de coulées (108), où chaque ordre de coulée comprend une quantité nécessaire de matériau, une largeur de brame correspondante et des indications de tolérance concernant les ordres de coulées (108),

- la détermination, pour chacun des ordres de coulée (108), à partir des quantités nécessaires respectives et des largeurs des brames respectives, d'un ensemble de brames (132) à couler avec des poids de brames et des largeurs de brames correspondants,

- le classement de toutes les brames (132) à couler de tous les ensembles de tous les ordres de coulées (108) en fonction d'un critère de classement pour l'obtention d'une séquence de base classée de brames à couler, où le critère de classement comprend les largeurs des brames,

- la répartition régulière de la séquence de base classée en un nombre de séquences partielles, où le nombre des séquences partielles correspond au nombre de coquilles (126),

- pour chacune des séquences partielles, l'adaptation des largeurs de brames aux brames (132) à couler de la séquence partielle en tenant compte des indications de tolérance, où, en raison de l'adaptation, les différences de largeurs entre deux brames (132) à couler l'une après l'autre immédiatement dans la séquence partielle, ne dépassent pas une valeur de décalage prédéterminée, où des séquences partielles adaptées résultent du fait des largeurs de brames adaptées,

- la transmission de données de commande à l'installation de coulée continue (101) pour la fabrication des brames à couler déterminées dans les séquences partielles adaptées, où dans les données de commande, pour chacune des séquences partielles, l'ordre dans le classement de la fabrication des brames (132) correspondent à l'ordre dans le classement dans lequel les brames (132) à couler sont déterminées

- dans la séquence partielle adaptée respective,  
où le critère de classement comprend les largeurs  
de brames dans un ordre de classement décrois-  
5  
sant.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel, dans  
le cas de l'installation de coulée continue (101), il  
s'agit d'une installation à plusieurs coulées avec plu-  
10  
sieurs coulées situées en parallèle, où une des co-  
quilles (126) est associée à chaque coulée, où la  
commande a lieu pour une fabrication en parallèle  
simultanée des brames (132) à couler déterminées  
dans les séquences partielles.  
15
3. Procédé selon la revendication 2, comprenant en  
outre une association précise de chacune des sé-  
quences partielles à l'une des coulées, où l'associa-  
tion a lieu de sorte que la largeur des brames moyen-  
ne des brames (132) à couler déterminées dans les  
20  
séquences partielles respectives diminue de maniè-  
re régulière en partant des coulées situées à l'inté-  
rieur vers les coulées s'écoulant vers l'extérieur.  
25
4. Procédé selon l'une des revendications précé-  
dentes, dans lequel, en raison de la répartition régulière,  
le nombre de brames (132) à couler déterminées  
dans les séquences partielles respectives est iden-  
tique pour toutes les séquences.  
30
5. Procédé selon l'une des revendications précé-  
dentes, il y a en outre après l'adaptation des largeurs  
des brames :  
35
- la détermination du poids total de toutes les  
brames (132) à couler de toutes les séquences  
partielles,
  - la comparaison du poids total avec un poids  
cible permettant d'obtenir une valeur de compa-  
raison,  
40
  - pour toutes les brames (132) à couler détermi-  
nées dans les séquences partielles adaptées,  
la modification identique du poids de la brame  
ou de la longueur de la brame à l'aide de la valeur  
de comparaison pour l'obtention de séquences  
partielles adaptées actualisées, où, dans le cas  
où le poids de la brame modifiée ainsi ou la lon-  
gueur de la brame modifiée ainsi ne correspon-  
dant pas aux indications de tolérance de l'ordre  
de coulée correspondant, il n'y a pas de modifi-  
cation du poids de la brame ou de la longueur  
de la brame,  
45
  - la répétition des étapes de la détermination du  
poids total, de la comparaison et de la modifica-  
tion du poids de la brame ou de la longueur de  
la brame jusqu'à ce que la valeur de compara-  
ison se situe dans une plage limite prédétermi-  
née.  
50
6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel le  
poids cible correspond au moins à un multiple entier  
du poids qui peut être atteint avec la fourniture du  
matériau à partir d'un convertisseur.  
55
7. Procédé selon la revendication 5 ou la revendication  
6, dans lequel la valeur de comparaison contient le  
quotient du poids total et du poids cible, où la modi-  
fication du poids de la brame ou de la longueur de  
la brame comprend une multiplication du poids de  
la brame ou de la longueur de la brame avec le quo-  
tient.  
60
8. Procédé selon l'une des revendications précé-  
dentes, dans lequel la plage limite est une déviation  
du poids total par rapport au poids cible inférieure à  
3 %.  
65
9. Procédé selon l'une des revendications précé-  
dentes, dans lequel, après l'adaptation des largeurs de  
brames, la largeur de brames est respectivement  
modifiée de la même façon pour toutes les brames  
(132) à couler de toutes les séquences partielles  
avec un raccourcissement simultané de la longueur  
des brames tout en conservant le poids des brames,  
où, dans le cas où la largeur de la brame ainsi modifiée  
ou la longueur de la brame ainsi modifiée ne cor-  
respond pas aux indications de tolérance de l'ordre  
de coulée correspondant, il n'y a pas de modifi-  
cation de la largeur de la brame ou de la longueur  
de la brame.  
70
10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel le cri-  
tère de classement comprend les largeurs des bra-  
mes dans l'ordre de classement décroissant, où la  
même modification de la largeur de la brame pour  
un raccourcissement simultané de la longueur de la  
brame pour toutes les brames (132) d'une séquence  
partielle adaptée comprend respectivement :  
75
- la détermination d'un premier quotient de la  
largeur de brame maximale admissible et de la  
largeur de la brame (132) actuelle,
  - la détermination d'un deuxième quotient de la  
largeur de la brame immédiatement précédente  
à la brame actuelle dans la séquence partielle  
et de la largeur de la brame (132) actuelle, où  
le deuxième quotient n'est déterminé que si la  
brame actuelle n'est pas la première brame de  
l'ordre de classement,
  - la détermination d'un troisième quotient de la  
largeur de la brame succédant immédiatement  
à la brame actuelle dans la séquence partielle  
plus la valeur de décalage et la largeur de la  
brame (132) actuelle, où le troisième quotient  
n'est déterminé que si la brame actuelle n'est  
pas la dernière brame de l'ordre de classement.  
80

- 11.** Procédé selon la revendication 10, dans lequel la même modification de la largeur de la brame pour un raccourcissement simultané de la longueur de la brame pour toutes les brames (132) d'une séquence partielle adaptée comprend en outre, 5  
respectivement :
- la multiplication de la longueur de la brame actuelle et la division de la longueur de la brame actuelle par la plus petite valeur des premier, 10 deuxième et troisième quotients,
  - la répétition des étapes de détermination des premier, deuxième et troisième quotients ainsi que la multiplication jusqu'à ce que, soit il n'y ait plus de modification de la largeur des brames (132), soit jusqu'à ce qu'un nombre prédéterminé d'itérations a été atteint ou dépassé. 15
- 12.** Procédé selon la revendication 10, dans lequel l'installation de coulée continue (101) présente une installation de découpe (134) commune pour respectivement une paire de coulées (128) pour deux coulées afin de couper les brames (132) coulées en parallèle, où, pour une paire des séquences partielles adaptées, lesquelles sont associées à une des paires de coulées, les brames (132) déterminées respectivement à la même position des séquences partielles respectives forment une paire de brames (132) à couler en parallèle, où la détermination des premier, deuxième et troisième quotients est effectuée respectivement pour une paire de brames (132) actuelle parmi les brames (132) à couler en parallèle, où la modification identique de la largeur de la brame pour un raccourcissement simultané de la longueur de la brame pour toutes les brames (132) de toutes les paires de la séquence partielle adaptée comprend respectivement : 20  
25  
30
- la multiplication des largeurs de la paire des brames (132) actuelles et la division des longueurs de la paire des brames (132) actuelles avec, dans le total, la plus petite valeur parmi les premier, deuxième et troisième quotients, 40 lesquels ont été déterminés pour la paire des brames (132) actuelles,
  - la répétition des étapes de la détermination des premier, deuxième et troisième quotients ainsi que de la multiplication jusqu'à ce que, soit aucune modification de la largeur des brames (132) n'ait plus lieu, soit jusqu'à ce qu'un nombre prédéterminé d'itérations ait été atteint ou dépassé. 50
- 13.** Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel chaque ordre de coulée comprend un poids selon les méthodes d'indicateurs clés, poids KIM, où le critère de classement comprend en tant que critère principal, les largeurs des brames 55
- dans l'ordre de classement décroissant et en tant que deuxième critère, le poids KIM, où les indications de tolérances comprennent respectivement une limite inférieure et une limite supérieure en ce qui concerne les largeurs des brames et les poids KIM.
- 14.** Procédé selon la revendication 13, dans lequel la détermination de l'ensemble des brames (132) à couler pour chaque ordre de coulée comprend :
- la détermination d'un poids de brame minimal à partir de la limite inférieure de la largeur de brame et de la limite inférieure du poids KIM,
  - la détermination d'un poids de brame maximal à partir de la limite supérieure de la largeur de brame et de la limite supérieure du poids KIM,
  - la détermination d'une valeur moyenne du poids de brame minimal et maximal,
  - la détermination du nombre nécessaire de brames (132) à couler afin de dépasser juste la quantité nécessaire de matière pour la valeur moyenne du poids de brame, où l'ensemble des brames (132) à couler est formé par le nombre des brames (132) à couler. 25
- 15.** Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'adaptation des largeurs de brames des brames (132) à couler de la séquence partielle comprend :
- en partant de la première ou de la dernière des brames à couler de la séquence partielle, la détermination de la différence de largeur entre la brame actuelle et la brame (132) succédant immédiatement à la brame actuelle dans la séquence partielle,
  - dans le cas où la différence est supérieure à la valeur de décalage, la réduction de la largeur de la brame actuelle jusqu'à ce que la différence en résultant de la largeur par rapport à la brame lui succédant immédiatement correspondent à la valeur de décalage, sinon, la conservation de la largeur de la brame actuelle. 30
- 16.** Procédé selon l'une des revendications précédentes 2 à 15, dans lequel chaque ordre de coulée comprend un poids KIM, où les indications de tolérance comprennent respectivement une limite inférieure et une limite supérieure en ce qui concerne les poids KIM, où l'installation de coulée continue (101) présente, pour respectivement une paire de coulées (128), une installation de découpe (134) commune pour les deux coulées pour découper des brames (132) coulées en parallèle, où, pour une paire de séquences partielles adaptées, lesquelles sont associées à une des paires de coulées, les brames (132) déterminées respectivement à la même position des séquences partielles respectives forment

une paire de brames (132) à couler en parallèle, où le procédé comprend en outre après l'adaptation des largeurs des brames :

- la détermination, pour chacune des brames à couler de toutes les séquences partielles, à partir des largeurs des brames adaptées et de la limite inférieure et de la limite supérieure du poids KIM, d'une longueur correspondante minimale et maximale de la brame (132), 5
- pour chaque paire de brames à couler en parallèle, la détermination d'une valeur moyenne en ce qui concerne les longueurs minimales et maximales des brames (132) et le réglage de la longueur des deux brames (132) à la valeur moyenne. 10
- 15

**17.** Produit programme informatique doté d'instructions exécutables par un processeur pour la réalisation du procédé selon l'une des revendications précédentes. 20

**18.** Unité de commande (100) permettant la commande d'une installation de coulée continue (101) pour la fabrication de brames (132) à partir d'un matériau prédéterminé, où l'installation de coulée continue (101) présente un certain nombre de coquilles (126) pour la génération de coulées correspondantes, où l'unité de commande présente un processeur et une mémoire, où la mémoire contient des consignes exécutables par le processeur, où l'exécution des consignes par le processeur commande à l'unité de commande d'exécuter : 25

- la réception de plusieurs ordres de coulées (108), où chaque ordre de coulée comprend une quantité nécessaire de matériau, une largeur de brame correspondante et des indications de tolérance concernant les ordres de coulées (108), 30
- la détermination, pour chacun des ordres de coulée (108), à partir des quantités nécessaires respectives et des largeurs des brames respectives, d'un ensemble de brames (132) à couler avec des poids de brames et des largeurs de brames correspondants, 35
- le classement de toutes les brames (132) à couler de tous les ensembles de tous les ordres de coulées (108) en fonction d'un critère de classement pour l'obtention d'une séquence de base classée de brames à couler, où le critère de classement comprend les largeurs des brames, 40
- la répartition régulière de la séquence de base classée en un nombre de séquences partielles, où le nombre des séquences partielles correspond au nombre de coquilles (126), 45
- pour chacune des séquences partielles, l'adaptation des largeurs de brames aux brames (132) à couler de la séquence partielle en tenant 50
- 55

compte des indications de tolérance, où, en raison de l'adaptation, les différences de largeurs entre deux brames (132) à couler l'une après l'autre immédiatement dans la séquence partielle, ne dépassent pas une valeur de décalage pré-déterminée, où des séquences partielles adaptées résultent du fait des largeurs de brames adaptées,

- la transmission de données de commande (112) à l'installation de coulée continue (101) pour la fabrication des brames à couler déterminées dans les séquences partielles adaptées, où dans les données de commande (112), pour chacune des séquences partielles, l'ordre dans le classement de la fabrication des brames (132) correspondent à l'ordre dans le classement dans lequel les brames (132) à couler sont déterminées dans la séquence partielle adaptée respective,

où le critère de classement comprend les largeurs de brames dans un ordre de classement décroissant.

Fig. 1

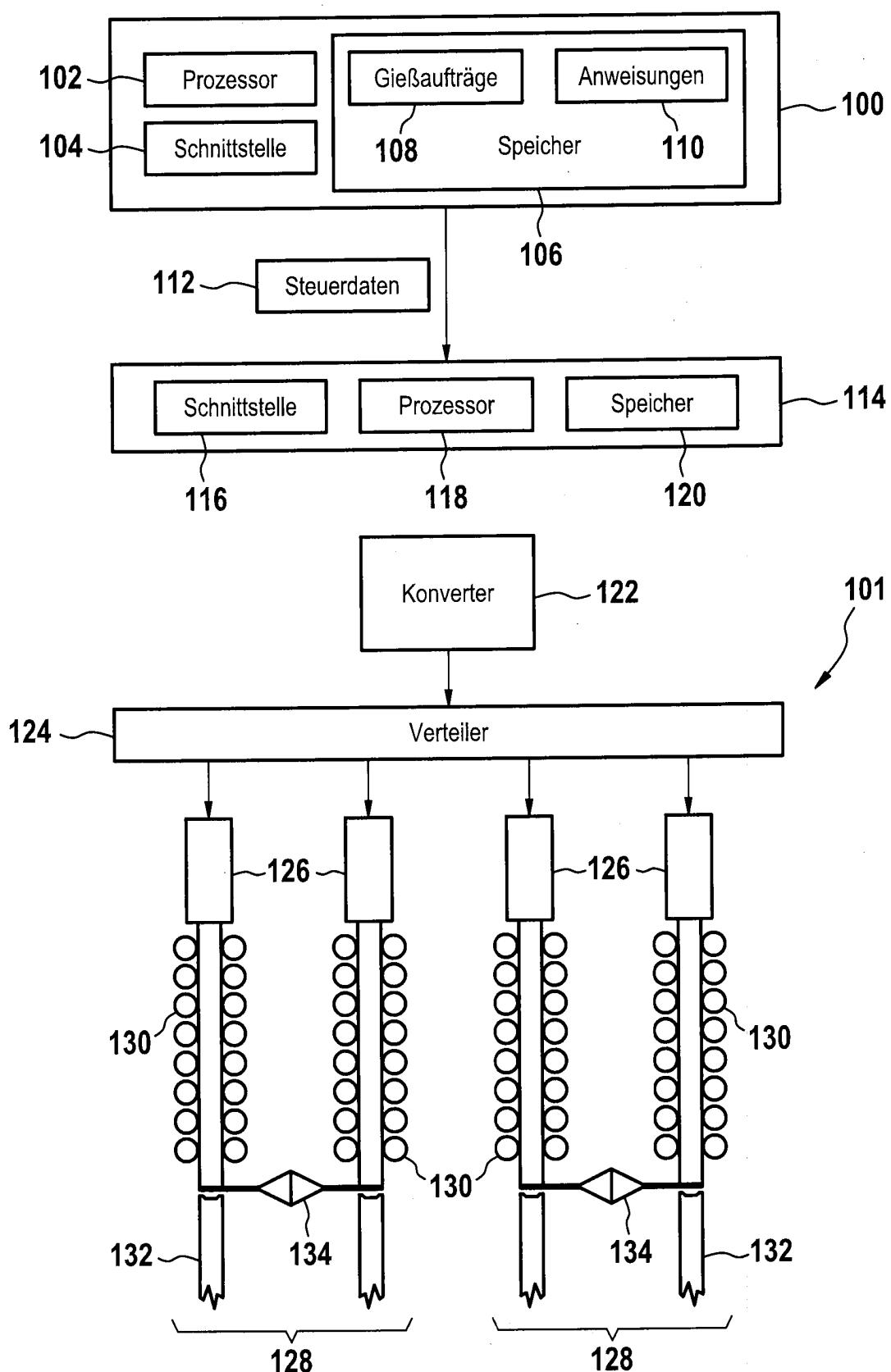
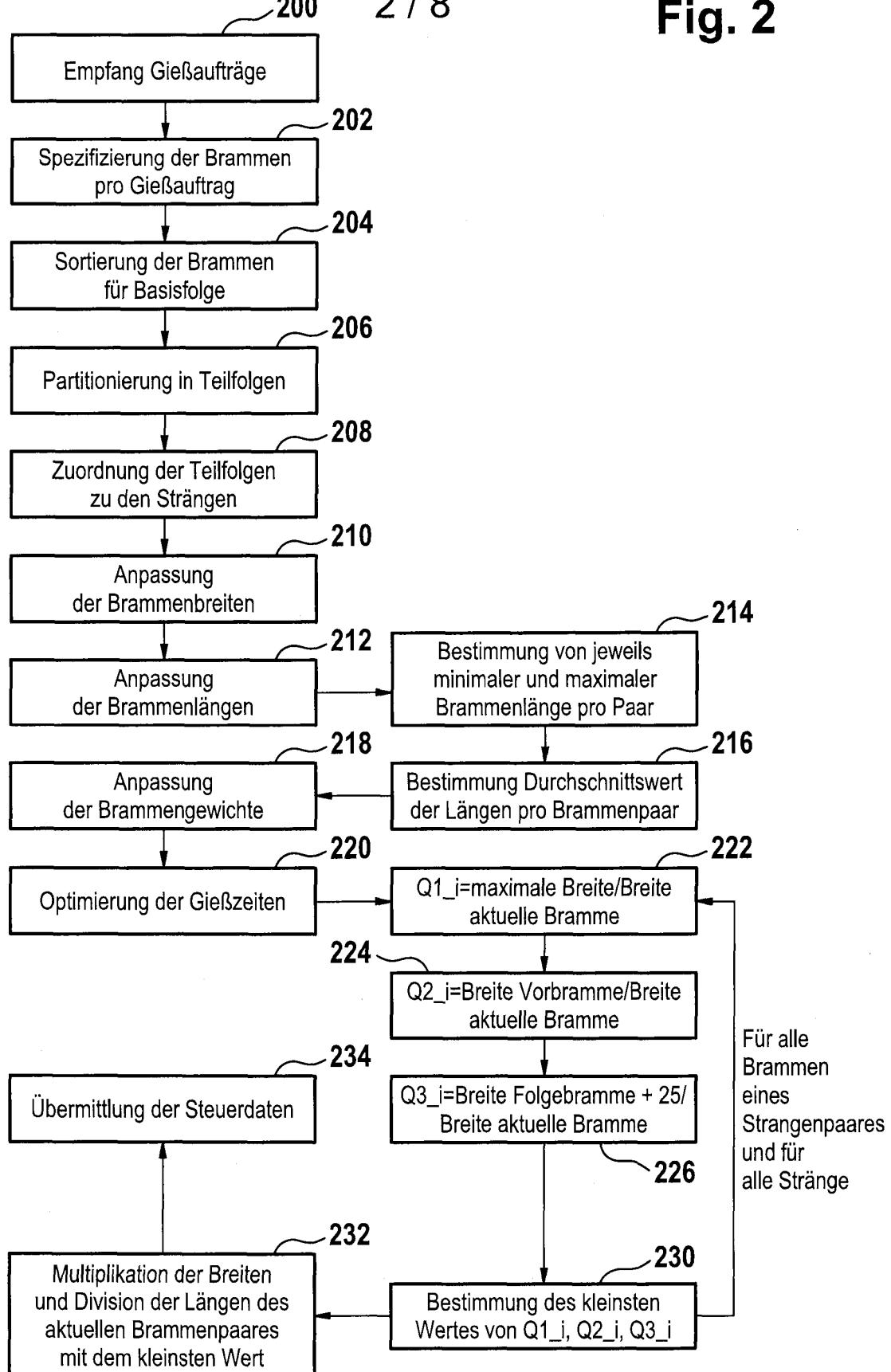


Fig. 2



Für alle  
Brammen  
eines  
Strangenpaars  
und für  
alle Stränge

**Fig. 3****1. Auftragsdaten mit den wichtigsten Toleranzvorgaben**

	Bedarfs-menge	Walz-breite	Breite min	Breite max	KIM min	KIM max	HZGew min	HZGew max
Auftrag 1	50000	520	490	550	15	20	7959	10192
Auftrag 2	35000	650	620	680	15	20	9949	12740
Auftrag 3	30000	400	370	430	15	20	6122	7840
Auftrag 4	40000	470	440	500	15	20	8153	9212
Auftrag 5	45000	550	520	580	15	20	8418	10780
Auftrag 6	40000	600	570	630	15	20	9184	11760
Auftrag 7	40000	430	400	460	15	18	6582	7585
	280000							

**Fig. 4****2. Umsetzung in Vorgaben für Bramme, insb. Umrechnung Bedarfsmenge in Anzahl Stücke**

	mittleres Brammen-gewicht	Anzahl Bramme	Bedarfs-menge Bramme	Walz-breite	Breite min	Breite max	KIM min	KIM max	HZGew min	HZGew max
Auftrag 1	9076	6	54456	520	490	550	15	20	7959	10192
Auftrag 2	11345	3	34035	650	620	680	15	20	9949	12740
Auftrag 3	6981	4	27924	400	370	430	15	20	6122	7840
Auftrag 4	8683	5	43415	470	440	500	15	20	8153	9212
Auftrag 5	9599	5	47995	550	520	580	15	20	8418	10780
Auftrag 6	10472	4	41888	600	570	630	15	20	9184	11760
Auftrag 7	7084	6	42504	430	400	460	15	18	6582	7585
		33	292217							

**Fig. 5****3. Erstellung des Basisfolge**

	Walz-breite	Breite min	Breite max	KIM min	KIM max	HZGew min	HZGew max
T1	Auftrag 2	650	620	680	15	20	9949 12740
	Auftrag 2	650	620	680	15	20	9949 12740
	Auftrag 2	650	620	680	15	20	9949 12740
	Auftrag 6	600	570	630	15	20	9184 11760
T2	Auftrag 6	600	570	630	15	20	9184 11760
	Auftrag 6	600	570	630	15	20	9184 11760
	Auftrag 6	600	570	630	15	20	9184 11760
	Auftrag 5	550	520	580	15	20	8418 10780
T3	Auftrag 5	550	520	580	15	20	8418 10780
	Auftrag 5	550	520	580	15	20	8418 10780
	Auftrag 5	550	520	580	15	20	8418 10780
	Auftrag 5	550	520	580	15	20	8418 10780
T4	Auftrag 1	520	490	550	15	20	7959 10192
	Auftrag 1	520	490	550	15	20	7959 10192
	Auftrag 1	520	490	550	15	20	7959 10192
	Auftrag 1	520	490	550	15	20	7959 10192
Auftrag 4	Auftrag 4	470	440	500	17	20	8153 9212
	Auftrag 4	470	440	500	17	20	8153 9212
	Auftrag 4	470	440	500	17	20	8153 9212
	Auftrag 4	470	440	500	17	20	8153 9212
Auftrag 7	Auftrag 7	430	400	460	15	18	6582 7585
	Auftrag 7	430	400	460	15	18	6582 7585
	Auftrag 7	430	400	460	15	18	6582 7585
	Auftrag 7	430	400	460	15	18	6582 7585
Auftrag 3	Auftrag 7	430	400	460	15	18	6582 7585
	Auftrag 7	430	400	460	15	18	6582 7585
	Auftrag 3	400	370	430	15	20	6122 7840
	Auftrag 3	400	370	430	15	20	6122 7840
Auftrag 3	Auftrag 3	400	370	430	15	20	6122 7840
	Auftrag 3	400	370	430	15	20	6122 7840
	Auftrag 3	400	370	430	15	20	6122 7840
	Auftrag 3	400	370	430	15	20	6122 7840

**Fig. 6**

#### 4. Aufteilung der Basisfolge in vier Teilstufen

**Fig. 7****5. Zuordnen zu Strangbelegungsschema (Beispiel)**

Hauptstrang 1				Unterstrang 2				Unterstrang 3				Unterstrang 4																			
				Teilfolge 2 = T2				Teilfolge 1 = T1				Teilfolge 4 = T4																			
Walz-breite min	Breite max	KM min	HZGew max	Walz-breite min	Breite max	KM min	HZGew max	Walz-breite min	Breite max	KM min	HZGew max	Walz-breite min	Breite max	KM min	HZGew max																
Auftrag 1	520	490	15	20	7959	10192	Auftrag 5	550	520	580	15	20	8418	10780	Auftrag 2	650	620	680	15	20	9949	12740	Auftrag 7	430	400	460	15	18	6582	7385	
Auftrag 4	470	440	500	17	20	8153	9212	Auftrag 5	550	520	580	15	20	8418	10780	Auftrag 2	650	620	680	15	20	9949	12740	Auftrag 7	430	400	460	15	18	6582	7385
Auftrag 4	470	440	500	17	20	8153	9212	Auftrag 5	550	520	580	15	20	8418	10780	Auftrag 2	650	620	680	15	20	9949	12740	Auftrag 7	430	400	460	15	18	6582	7385
Auftrag 4	470	440	500	17	20	8153	9212	Auftrag 5	550	520	580	15	20	8418	10780	Auftrag 6	600	570	630	15	20	9184	11760	Auftrag 7	430	400	460	15	18	6582	7385
Auftrag 4	470	440	500	17	20	8153	9212	Auftrag 1	520	490	550	15	20	7959	10192	Auftrag 6	600	570	630	15	20	9184	11760	Auftrag 3	400	370	430	15	20	6122	7840
Auftrag 4	470	440	500	17	20	8153	9212	Auftrag 1	520	490	550	15	20	7959	10192	Auftrag 6	600	570	630	15	20	9184	11760	Auftrag 3	400	370	430	15	20	6122	7840
Auftrag 7	430	400	460	15	18	6582	7385	Auftrag 1	520	490	550	15	20	7959	10192	Auftrag 6	600	570	630	15	20	9184	11760	Auftrag 3	400	370	430	15	20	6122	7840
Auftrag 7	430	400	460	15	18	6582	7385	Auftrag 1	520	490	550	15	20	7959	10192	Auftrag 5	550	520	580	15	20	8418	10780	Auftrag 3	400	370	430	15	20	6122	7840

**Fig. 8****6. Anpassung der Unterstranglängen im Toleranzbereich**

Hauptstrang 1												Unterstrang 2 = T2													
Unterstrang 1 = T3												Hauptstrang 1													
	Walz-breite	Breite	KIM	KIM	HZGew	HZGew	Strang-breite	Länge	Brammen-länge	Brammen-Gewicht			Walz-breite	Breite	KIM	KIM	HZGew	HZGew	Strang-breite	Länge	Brammen-länge	Brammen-Gewicht			
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	Gewicht			min	max	min	max	min	max	min	max	min	max			
Auftrag 1	520	490	550	15	20	7939	10192	500	7849	10051	8757	8880	Auftrag 5	550	520	550	15	20	8418	10780	550	7547	9665	8757	7966
Auftrag 4	470	440	500	17	20	8153	9212	475	8464	9563	9065	8732	Auftrag 5	550	520	550	15	20	8418	10780	550	7547	9665	9065	10111
Auftrag 4	470	440	500	17	20	8153	9212	470	8554	9665	9110	8683	Auftrag 5	550	520	550	15	20	8418	10780	550	7547	9665	9110	10161
Auftrag 4	470	440	500	17	20	8153	9212	470	8554	9665	9154	8725	Auftrag 5	550	520	550	15	20	8418	10780	545	7616	9753	9154	10118
Auftrag 4	470	440	500	17	20	8153	9212	470	8554	9665	9110	8683	Auftrag 1	520	490	550	15	20	7959	10192	520	7547	9665	9110	9607
Auftrag 4	470	440	500	17	20	8153	9212	470	8554	9665	9251	8536	Auftrag 1	520	490	550	15	20	7959	10192	520	7547	9665	9251	9756
Auftrag 7	430	400	460	15	18	6582	7585	430	7584	8698	8607	7506	Auftrag 1	520	490	550	15	20	7959	10192	520	7547	9665	8607	9077
Auftrag 7	430	400	460	15	18	6582	7585	430	7584	8698	8607	7506	Auftrag 1	520	490	550	15	20	7959	10192	520	7547	9665	8607	9077
																								71661	
																								71661	
																								77675	

**Fig. 9****7. Beispiel für Anpassung der Gewichte durch Längenänderungen im Toleranzbereich**

Unterstrang 1 = T3												Unterstrang 2 = T2												
	Walz-breite	Breite	KIM	HZmin	HZmax	Gew.	Strang-breite	Länge	Brammen-länge	Gewicht		Walz-breite	Breite	KIM	HZmin	HZmax	Gew.	Strang-breite	Länge	Brammen-länge	Gewicht			
Auftrag 1	520	490	550	15	20	7939	10192	500	7849	9051	9500	550	520	560	15	20	8418	10780	550	7547	9665	9500	10596	
Auftrag 4	470	440	500	17	20	8153	9212	475	8464	9563	9500	9151	550	520	560	15	20	8418	10780	550	7547	9665	9500	10596
Auftrag 4	470	440	500	17	20	8153	9212	470	8554	9665	9500	9055	550	520	560	15	20	8418	10780	550	7547	9665	9500	10596
Auftrag 4	470	440	500	17	20	8153	9212	470	8554	9665	9500	9055	550	520	560	15	20	8418	10780	550	7547	9665	9500	10596
Auftrag 4	470	440	500	17	20	8153	9212	470	8554	9665	9500	9055	550	520	560	15	20	8418	10780	550	7547	9665	9500	10596
Auftrag 4	470	440	500	17	20	8153	9212	470	8554	9665	9500	9055	550	520	560	15	20	8418	10780	550	7547	9665	9500	10596
Auftrag 4	470	440	500	17	20	8153	9212	470	8554	9665	9500	9055	550	520	560	15	20	8418	10780	550	7547	9665	9500	10596
Auftrag 4	470	440	500	17	20	8153	9212	470	8554	9665	9500	9055	550	520	560	15	20	8418	10780	550	7547	9665	9500	10596
Auftrag 4	470	440	500	17	20	8153	9212	455	8836	9983	9500	8766	550	520	490	15	20	7959	10192	520	7547	9665	9500	10596
Auftrag 7	430	400	460	15	18	6582	7585	430	7584	8688	8650	7543	550	490	560	15	20	7959	10192	520	7547	9665	8650	9122
Auftrag 7	430	400	460	15	18	6582	7585	430	7584	8688	8650	7543	550	490	560	15	20	7959	10192	520	7547	9665	8650	9122
																							80568	

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 1021261 B1 [0006]
- EP 1658533 B1 [0006]
- JP 2000317583 A [0007]

**In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur**

- M. G. WICHMANN ; T. S. SPENGLER. Slab scheduling at parallel continuous casters. *International Journal of Production Economics*, Dezember 2015, vol. 170, 551-562 [0008]
- L. TANG ; G. WANG. Decision support system for the batching problems of steelmaking and continuous-casting production. *Journal "Omega*, Dezember 2008, vol. 36 (6), 976-991 [0009]