



(11) **EP 3 585 929 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**25.08.2021 Patentblatt 2021/34**

(21) Anmeldenummer: **18706719.4**

(22) Anmeldetag: **20.02.2018**

(51) Int Cl.:  
**D04C 3/00 (2006.01) D04C 3/40 (2006.01)**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2018/054173**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2018/153870 (30.08.2018 Gazette 2018/35)**

(54) **FLECHTMASCHINE**

BRAIDING MACHINE

MACHINE À TRESSER

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

(30) Priorität: **27.02.2017 DE 102017203161**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**01.01.2020 Patentblatt 2020/01**

(73) Patentinhaber: **Maschinenfabrik NIEHOFF GmbH & Co. KG**  
**91126 Schwabach (DE)**

(72) Erfinder:  
• **FIEDLER, Holger**  
**91174 Spalt (DE)**  
• **STADLER, Wolfgang**  
**91161 Hilpoltstein (DE)**

(74) Vertreter: **Wallinger Ricker Schlotter Tostmann Patent- und Rechtsanwälte mbB**  
**Zweibrückenstraße 5-7**  
**80331 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A1- 2 903 807 US-A- 4 716 807**

**EP 3 585 929 B1**

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 eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Flechtmaschine sowie ein Verfahren zum Steuern einer derartigen Flechtmaschine.

**[0002]** Flechtmaschinen zum Verflechten eines Flechtguts sind im Stand der Technik bekannt. Gegenwärtig werden Flechtmaschinen mit einer konstanten Drehzahl betrieben, die eine maximale Drehzahl nicht übersteigen darf. Die maximal zulässige Drehzahl wird maßgeblich durch die maximal erlaubte Belastung der Maschine begrenzt, welche wiederum ein Ergebnis der maximal zulässigen Zentrifugalkraft ist.

**[0003]** Aus der DE 21 62 170 A1 ist eine Schnellflechtmaschine zum Umflechten strangförmigen Gutes mittels fadenförmigem Flechtgut in Form von Drähten oder Bändern aus organischem und anorganischem Material unter Verwendung von zweier entgegengesetzt zueinander rotierender Spulenträger bekannt.

**[0004]** Aus der US 4,716,807 ist eine Geschwindigkeitsregelung für eine Flechtmaschine nach dem Maibaum-Prinzip bekannt, bei der die Betriebsgeschwindigkeit der Flechtmaschine fortlaufend erhöht wird, während die Menge des auf den Stranggutbereitstellungsträgern aufgewickelten Stranggutmaterials abnimmt, wodurch die Maschine mit der optimalen Geschwindigkeit betrieben wird und die Effizienz der Flechtmaschine erhöht wird.

**[0005]** Ferner ist aus der DE 10 2005 058 223 A1 eine Flechtmaschine, insbesondere zum Flechten von Draht- oder Textilgeweben, bekannt. Die Flechtmaschine hat einen ersten Spulenträgersatz und mindestens einen zweiten Spulenträgersatz, welche beim Flechten eine Relativbewegung zueinander ausführen, wobei zumindest einer der Spulenträgersätze entlang einer kreisförmigen Führungsbahn geführt ist.

**[0006]** Während eines Flechtvorgangs wird ständig von Flechtgutträgern bereitgestelltes Flechtgut zugeführt und verflochten. Daher ändert sich die Masse der Flechtgutträger während eines Flechtvorgangs. In Folge ändert sich auch die Belastung der Flechtmaschine. Heutige Flechtmaschinen werden daher zumeist mit einer Drehzahl betrieben, welche zwar die Flechtmaschinen vor einer Überlastung schützt jedoch nicht in ausreichendem Maße die Möglichkeit von Produktivitätssteigerungen berücksichtigt.

**[0007]** In Anbetracht dessen besteht ein Bedürfnis, eine Flechtmaschine sowie ein Verfahren zum Steuern einer Flechtmaschine bereitzustellen, die eine Produktivitätssteigerung ermöglichen. Hierfür werden eine Flechtmaschine nach Anspruch 1 sowie ein Verfahren nach Anspruch 15 angegeben. Spezifische Ausführungsbeispiele der Flechtmaschine ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen 1 bis 14.

**[0008]** Ein erster Aspekt der vorliegenden Erfindung bezieht sich auf eine Flechtmaschine. Die Flechtmaschine weist mehrere Flechtgutträger, einen Antrieb und eine Steuereinrichtung auf. Die Flechtgutträger sind um ein

gemeinsames Flechtzentrum der Flechtmaschine angeordnet. Die Flechtgutträger sind jeweils dazu ausgebildet, ein in dem gemeinsamen Flechtzentrum zu verflechtendes Flechtgut zu tragen. Der Antrieb ist dazu ausgebildet, die mehreren Flechtgutträger derart anzutreiben, dass sie sich um das gemeinsame Flechtzentrum bewegen. Die Steuereinrichtung ist dazu ausgebildet, den Antrieb derart zu steuern, dass eine auf mindestens einen der Flechtgutträger wirkende Zentrifugalkraft zumindest nahezu konstant bleibt. Ferner weist die Flechtmaschine mindestens einen Unwuchtsensor auf, der dazu ausgebildet ist, eine Unwucht der mehreren Flechtgutträger bei der Drehung um das gemeinsame Flechtzentrum zu ermitteln, und die Steuereinrichtung ist dazu ausgebildet, die ermittelte Unwucht bei der Steuerung des Antriebs zu berücksichtigen.

**[0009]** Der Antrieb ist dazu ausgebildet, die mehreren Flechtgutträger derart anzutreiben, dass sie sich um das gemeinsame Flechtzentrum drehen / dass sie um das gemeinsame Flechtzentrum rotieren.

**[0010]** Ein zweiter Aspekt der Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Steuern einer Flechtmaschine. Die Flechtmaschine weist mehrere Flechtgutträger, einen Antrieb, eine Steuereinrichtung und mindestens einen Unwuchtsensor auf. Die mehreren Flechtgutträger sind um ein gemeinsames Flechtzentrum der Flechtmaschine angeordnet. Die Flechtgutträger sind jeweils dazu ausgebildet, ein in dem gemeinsamen Flechtzentrum zu verflechtendes Flechtgut zu tragen. Das Verfahren beschreibt ein Antreiben der mehreren Flechtgutträger derart, dass sie sich um das gemeinsame Flechtzentrum bewegen. Das Verfahren beschreibt ferner ein Steuern des Antriebs derart, dass eine auf mindestens einen der Flechtgutträger wirkende Zentrifugalkraft zumindest nahezu konstant bleibt. Außerdem beschreibt das Verfahren ein Ermitteln einer Unwucht der mehreren Flechtgutträger bei der Drehung um das gemeinsame Flechtzentrum durch den mindestens einen Unwuchtsensor und das Berücksichtigen der ermittelten Unwucht durch die Steuereinrichtung bei der Steuerung des Antriebs.

**[0011]** Die mehreren Flechtgutträger werden derart angetrieben, dass sie sich um das gemeinsame Flechtzentrum drehen / dass sie um das gemeinsame Flechtzentrum rotieren.

**[0012]** Gemäß der Erfindung wird der Antrieb von der Steuereinrichtung derart gesteuert, dass eine auf mindestens einen der Flechtgutträger wirkende Zentrifugalkraft zumindest nahezu konstant bleibt / konstant gehalten wird. Während eines Flechtvorgangs wird ständig von den Flechtgutträgern getragenes Flechtgut verflochten. Daher ändern sich der Füllgrad der Füllträger und damit die Masse der Flechtgutträger während eines Flechtvorgangs. Im Unterschied zu herkömmlichen Flechtmaschinen wird keine konstante Drehzahl eingestellt sondern eine zumindest nahezu konstante Zentrifugalkraft beibehalten. Die Drehzahl muss nicht konstant gehalten werden sondern kann beispielsweise erhöht werden, wenn die Masse des mindestens einen Flechtgutträgers ab-

nimmt, solange die auf diesen wirkende Zentrifugalkraft zumindest nahezu konstant bleibt. Bei abnehmender Masse führt eine Erhöhung der Drehzahl zu einer zumindest nahezu konstanten, auf den mindestens einen Flechtgutträger wirkenden Zentrifugalkraft. Eine Erhöhung der Drehzahl führt zu einer Produktivitätssteigerung.

**[0013]** Nachstehend wird die vorliegende Erfindung aus Gründen der Übersichtlichkeit mit primärem Fokus auf die Flechtmaschine gemäß dem ersten Aspekt beschrieben, wobei die folgenden Erörterungen für das Verfahren zum Steuern der Flechtmaschine gemäß dem zweiten Aspekt entsprechend gelten.

**[0014]** Die Flechtgutträger verlaufen kreisförmig um das gemeinsame Flechtzentrum, d.h. sie sind entlang eines Kreisumfangs um das gemeinsame Flechtzentrum angeordnet. Die Flechtgutträger können in Umfangsrichtung um das gemeinsame Flechtzentrum jeweils mit einem gleichbleibenden Abstand voneinander angeordnet sein. Bei den Flechtgutträgern kann es sich um Spulen handeln, auf denen das Flechtgut beispielsweise aufgerollt sein kann. Die Flechtgutträger sind in radialer Richtung in einem gleichen Abstand von dem Flechtzentrum angeordnet. Der radiale Abstand der Flechtgutträger von dem Flechtzentrum kann gleichbleibend / unveränderlich oder veränderbar sein. Die Flechtgutträger können mit einer gleichen oder zumindest teilweise voneinander abweichenden Menge an Flechtgut versehen sein. In dem Flechtzentrum wird das jeweils von den Flechtgutträgern bereitgestellte Flechtgut miteinander verflochten. Das Flechtzentrum kann auch als Flechtachse der Flechtmaschine bezeichnet werden. Das Flechtzentrum kann parallel zu der Längsachse der Flechtmaschine liegen oder dieser entsprechen.

**[0015]** Gemäß einem ersten möglichen Ausführungsbeispiel ist es denkbar, dass die Flechtgutträger auf einem gemeinsamen Träger aufgebracht oder angeordnet sind. Durch Bewegung, z.B. Drehung, des gemeinsamen Trägers kann die beschriebene Bewegung der Flechtgutträger um das gemeinsame Flechtzentrum ausgeführt werden. Zusätzlich kann ein unbeweglicher Flechtgutträger vorgesehen sein, so dass das von den mehreren Flechtgutträgern bereitgestellte Flechtgut und das von dem unbeweglichen Flechtgutträger bereitgestellte Flechtgut in bekannter Weise miteinander verflochten werden. In diesem Fall beziehen sich die hierin beschriebenen Aspekte und Details auf die Bewegung der beispielsweise auf dem gemeinsamen Träger aufgebrachten oder angeordneten Flechtgutträger. Gemäß einem zweiten möglichen Ausführungsbeispiel ist es denkbar, dass die mehreren Flechtgutträger auf einem ersten gemeinsamen Träger aufgebracht oder angeordnet sind und weitere Flechtgutträger auf einem zweiten gemeinsamen Träger aufgebracht oder angeordnet sind. Die beiden gemeinsamen Träger können in einer spezifischen Ausgestaltung als Spulensätze oder Kränze ausgebildet sein. Die beiden Träger können jeweils von einem gemeinsamen Antrieb oder von separaten / unter-

schiedlichen Antrieben angetrieben werden. Ein Flechtprozess kann in bekannter Weise beispielsweise durch gegenläufige Bewegung, z.B. entgegengesetzte Drehung, der beiden gemeinsamen Träger erfolgen. Die hierin beschriebenen Aspekte und Details können sich auf die Bewegung der beispielsweise auf dem ersten gemeinsamen Träger aufgebrachten oder angeordneten Flechtgutträger beziehen. Zusätzlich können sich die hierin beschriebenen Aspekte und Details auf die Bewegung der beispielsweise auf dem zweiten gemeinsamen Träger aufgebrachten oder angeordneten Flechtgutträger beziehen. Gemäß einer spezifischen Realisierung kann ein außenliegender sogenannter Unterkrantz, der mit Flechtgutträgern versehen ist, sich gegenläufig bewegen zu einem innenliegenden, sogenannten Oberkrantz, der ebenfalls mit Flechtgutträgern versehen ist. Die hierin beschriebenen Aspekte und Details können sich auf den Unterkrantz und/oder den Oberkrantz der Flechtmaschine beziehen.

**[0016]** Bei dem Flechtgut kann es sich um jedes denkbare strangförmige oder langgestreckte Material handeln, das für einen Flechtvorgang geeignet ist. Mit Hilfe der Flechtmaschine können daher verschiedene Geflechte aus strangförmigem Material wie Drähten oder Textilfasern hergestellt werden, zum Beispiel in Form von Schlauchgeflechten oder Litzengeflechten und/oder zum Umflechten beispielsweise eines Kabels mit einem Drahtgeflecht. Bei der Flechtmaschine kann es sich beispielsweise um eine speziell zum Verflechten von Drähten geeignete Drahtflechtmaschine handeln. Bei der Flechtmaschine kann es sich um eine Rotationsflechtmaschine handeln.

**[0017]** Unter einem Flechtvorgang kann ein kompletter Vorgang zum Fertigen eines Flechtprodukts verstanden werden. Ferner ist es denkbar, dass unter einem Flechtvorgang ein vom Starten der Flechtmaschine bis zum Stoppen der Flechtmaschine dauernder Vorgang verstanden werden kann. Die Flechtmaschine wird beispielsweise gestoppt, wenn ein oder mehrere der Flechtgutträger leergelaufen sind und jeweils durch einen vollen, d.h. vollständig mit Flechtgut befüllten, Flechtgutträger ersetzt werden.

**[0018]** Während eines Flechtvorgangs wird der Antrieb von der Steuereinrichtung derart gesteuert, dass die jeweils auf alle der Flechtgutträger wirkende Zentrifugalkraft zumindest nahezu konstant bleibt. Der Begriff des Steuerns kann hierin so verstanden werden, dass er ein Steuern und/oder ein Regeln umfasst.

**[0019]** Wie beschrieben, wird während eines Flechtvorgangs ständig von den Flechtgutträgern getragenes Flechtgut verflochten. Daher ändern sich der Füllgrad der Füllträger und damit die Masse der Flechtgutträger während eines Flechtvorgangs. Der Füllgrad und damit die Masse der Flechtgutträger können jeweils übereinstimmen. Wird in diesem Fall die auf einen der Flechtgutträger wirkende Zentrifugalkraft konstant gehalten, wird automatisch die auf die anderen Flechtgutträger jeweils wirkende Zentrifugalkraft bei dem gleichen Wert

konstant gehalten.

**[0020]** Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann der Antrieb dazu ausgebildet sein, die mehreren Flechtgutträger derart anzutreiben, dass sie sich mit einer anpassbaren Drehzahl um das gemeinsame Flechtzentrum drehen. Die Steuereinrichtung kann dazu ausgebildet sein, die anpassbare Drehzahl derart anzupassen, dass die auf den mindestens einen der Flechtgutträger wirkende Zentrifugalkraft zumindest nahezu konstant bleibt. Beispielsweise kann die Steuereinrichtung dazu ausgebildet sein, die anpassbare Drehzahl derart anzupassen, dass die jeweils auf alle Flechtgutträger wirkende Zentrifugalkraft zumindest nahezu konstant bleibt. Die Steuereinrichtung kann dazu ausgebildet sein, den Antrieb der Flechtmaschine derart zu steuern, dass die mehreren Flechtgutträger sich mit der angepassten Drehzahl um das gemeinsame Flechtzentrum drehen. Der Antrieb kann hierfür entsprechende Steueranweisungen von der Steuereinrichtung erhalten. Der Antrieb kann basierend auf den Steueranweisungen die Flechtgutträger entsprechend antreiben.

**[0021]** Gemäß einer Variante dieses Ausführungsbeispiel kann der Antrieb dazu ausgebildet sein, die mehreren Flechtgutträger derart anzutreiben, dass sie sich mit einer anpassbaren Winkelgeschwindigkeit oder Geschwindigkeit um das gemeinsame Flechtzentrum drehen.

**[0022]** Die Steuereinrichtung kann dazu ausgebildet sein, die anpassbare Winkelgeschwindigkeit oder Geschwindigkeit derart anzupassen, dass die auf den mindestens einen der Flechtgutträger wirkende Zentrifugalkraft zumindest nahezu konstant bleibt. Beispielsweise kann die Steuereinrichtung dazu ausgebildet sein, die anpassbare Winkelgeschwindigkeit oder Geschwindigkeit derart anzupassen, dass die jeweils auf alle der Flechtgutträger wirkende Zentrifugalkraft zumindest nahezu konstant bleibt.

**[0023]** Durch das Ausführungsbeispiel sowie dessen Variante wird bei einer Änderung der Masse des mindestens einen Flechtgutträgers die auf diesen wirkende Zentrifugalkraft dadurch zumindest nahezu konstant gehalten, indem die Drehzahl, Winkelgeschwindigkeit oder Geschwindigkeit angepasst wird. Dies stellt eine effiziente und einfache Möglichkeit dar, die Zentrifugalkraft zumindest nahezu konstant zu halten. Wie erläutert, wird während eines Flechtvorgangs ständig von den Flechtgutträgern bereitgestelltes Flechtgut verflochten. Daher ändern sich der Füllgrad der Füllträger und damit die Masse der Flechtgutträger während eines Flechtvorgangs. Im Unterschied zu herkömmlichen Flechtmaschinen wird die Drehzahl, Winkelgeschwindigkeit oder Geschwindigkeit nicht eingestellt und konstant gehalten sondern kann beispielsweise erhöht werden, wenn die Masse des mindestens einen Flechtgutträgers abnimmt, solange die jeweils auf den mindestens einen Flechtgutträger wirkende Zentrifugalkraft zumindest nahezu konstant bleibt. Eine Erhöhung der Drehzahl, Winkelgeschwindigkeit oder Geschwindigkeit führt zu einer Pro-

duktivitätssteigerung.

**[0024]** Auch wenn hierin auf die Drehzahl an Stelle der Winkelgeschwindigkeit oder Geschwindigkeit Bezug genommen wird, so gelten diese Ausführungen entsprechend auch für die Winkelgeschwindigkeit oder Geschwindigkeit.

**[0025]** Die Steuereinrichtung kann dazu ausgebildet sein, die anpassbare Drehzahl mehrmals / wiederholt während eines Flechtvorgangs anzupassen. Die anpassbare Drehzahl kann in festen oder variablen Zeitintervallen während eines Flechtvorgangs angepasst werden. Rein beispielhaft sei hier genannt, dass die anpassbare Drehzahl kontinuierlich / fortlaufend während eines Flechtvorgangs angepasst wird. Durch die mehrmalige, beispielsweise kontinuierliche, Anpassung der Drehzahl kann der Antrieb noch genauer gesteuert werden. Da die Zentrifugalkraft eine quadratische Funktion der Drehzahl ist, steigt bei konstanter Zentrifugalkraft und stetig abnehmender Masse die maximal zulässige Maschinendrehzahl an. Damit kann die Drehzahl erhöht werden, um die Produktivität zu steigern. Die mehrmalige Anpassung der Drehzahl gewährleistet, dass die Drehzahl mehrmals während eines Flechtvorgangs erhöht werden kann. Dies erhöht die Produktivitätssteigerung während des Flechtvorgangs.

**[0026]** Die Steuereinrichtung kann dazu ausgebildet sein, den Antrieb derart zu steuern, dass eine maximal auf mindestens einen der Flechtgutträger wirkende Zentrifugalkraft zumindest nahezu konstant bleibt. Beispielsweise kann die Steuereinrichtung dazu ausgebildet sein, die anpassbare Drehzahl derart anzupassen, dass eine maximal auf mindestens einen der Flechtgutträger wirkende Zentrifugalkraft zumindest nahezu konstant bleibt.

**[0027]** Dadurch wird die Flechtmaschine auf die maximal wirkende Zentrifugalkraft ausgelegt. Dies gewährleistet einen zuverlässigeren Schutz vor Überbelastung der Flechtmaschine.

**[0028]** Die Steuereinrichtung kann dazu ausgebildet sein, den Antrieb in Abhängigkeit von der Masse mindestens eines der Flechtgutträger zu steuern. Beispielsweise kann die Steuereinrichtung dazu ausgebildet sein, die anpassbare Drehzahl in Abhängigkeit von der Masse mindestens eines der Flechtgutträger anzupassen.

**[0029]** Hierdurch wird die Masse mindestens eines der Flechtgutträgers bei der Steuerung des Antriebs, wie z. B. bei der Anpassung der Drehzahl, berücksichtigt. Wie erläutert, wird während eines Flechtvorgangs ständig von den Flechtgutträgern bereitgestelltes Flechtgut verflochten. Daher ändern sich der Füllgrad der Füllträger und damit die Masse der Flechtgutträger während eines Flechtvorgangs. Durch Berücksichtigung der Masse des mindestens einen Flechtgutträgers kann die Drehzahl entsprechend der geänderten Masse angepasst werden, um die auf den mindestens einen Flechtgutträger wirkende Zentrifugalkraft konstant zu halten.

**[0030]** Es sind verschiedene Realisierungen denkbar, wie die Steuerung des Antriebs basierend auf der Masse mindestens eines der Flechtgutträger erfolgen kann.

**[0031]** Gemäß einer ersten möglichen Realisierung ist es denkbar, dass nur die Masse eines einzigen der Flechtgutträger bei der Anpassung der Drehzahl ermittelt und berücksichtigt wird. Dieses Vorgehen kann dann ausreichend sein, wenn beispielsweise bekannt ist, dass alle Flechtgutträger die gleiche Masse aufweisen. Die Flechtgutträger weisen z.B. dann die gleiche Masse auf, wenn die Flechtmaschine neu in Betrieb genommen wurde oder alle Flechtgutträger zusammen ausgewechselt wurden.

**[0032]** Gemäß einer zweiten möglichen Realisierung wird beispielsweise die Masse aller Flechtgutträger ermittelt. Im Einklang mit einer ersten Variante der zweiten möglichen Realisierung kann beispielsweise aus den ermittelten Massen ein Mittel- oder Medianwert gebildet werden. Der ermittelte Mittel- oder Medianwert der Massen kann dann bei der Anpassung der Drehzahl berücksichtigt werden.

**[0033]** Gemäß einer zweiten Variante der zweiten möglichen Realisierung kann die Steuereinrichtung dazu ausgebildet sein, den Antrieb in Abhängigkeit von der Masse des Flechtgutträgers mit der größten Masse der mehreren Flechtgutträger zu steuern. Beispielsweise kann die Steuereinrichtung dazu ausgebildet sein, die anpassbare Drehzahl in Abhängigkeit von der Masse des Flechtgutträgers mit der größten Masse der mehreren Flechtgutträger anzupassen. Hierfür kann die Steuereinrichtung die Masse aller Flechtgutträger ermitteln und durch Vergleich die Masse des Flechtgutträgers mit der größten Masse auswählen und zur Steuerung der Flechtmaschine, wie z.B. für die Anpassung der anpassbaren Drehzahl, berücksichtigen. Die anpassbare Drehzahl kann derart gewählt werden, dass eine maximal erlaubte Zentrifugalkraft der Flechtmaschine nicht überschritten wird.

**[0034]** Die Masse der Flechtgutträger kann als eine quadratische Funktion einer Kreisringfläche angesehen werden. Bei der Kreisringfläche kann es sich um den Weg handeln, auf dem sich die Flechtgutträger um das Flechtzentrum bewegen. Wenn die Drehzahl nach dem Flechtgutträger mit der höchsten Masse geregelt wird, nimmt die Masse der restlichen Spulen entsprechend schneller ab. Bei zumindest teilweise unterschiedlichen Füllgraden der Flechtgutträger bleibt daher die Masse der anderen Flechtgutträger mit geringerem Füllgrad nicht konstant.

**[0035]** Durch die Steuerung / Regelung nach dem Flechtgutträger mit der höchsten Masse wird eine genaue und einfache Möglichkeit zur Beibehaltung der Zentrifugalkraft und, bei abnehmender Masse, Steigerung der Drehzahl bereitgestellt.

**[0036]** Der Füllgrad und damit die Masse zumindest einiger der Flechtgutträger der Flechtmaschine kann sich unterscheiden. Indem die größte Masse aller Flechtgutträger berücksichtigt wird, wird die Flechtmaschine auf die maximal wirkende Zentrifugalkraft ausgelegt. Dies gewährleistet einen zuverlässigeren Schutz vor Überbelastung der Flechtmaschine. Das heißt, zum Schutz vor

Überbelastung und Fehlbedienung kann die anpassbare Drehzahl aus dem maximal gefüllten Flechtgutträger ermittelt werden. Außerdem kann dadurch die konstante Zentrifugalkraft unterhalb der maximal erlaubten Zentrifugalkraft liegen bzw. derartig gewählt werden, d.h. unter der Zentrifugalkraft, die bei bekannten Flechtmaschinen mit konstanter Drehzahl vorliegt. Damit kann nicht nur eine Produktivitätssteigerung über die Laufzeit der Maschine erreicht werden sondern auch eine Herabsetzung der maximalen Maschinenbelastung.

**[0037]** Die Steuerung / Regelung der Flechtmaschine kann beispielsweise linear erfolgen. Dabei kann der Flechtvorgang mit einer Drehzahl begonnen werden, die z.B. zumindest nahezu der zulässigen Istdrehzahl der Flechtmaschine entspricht. Im Folgenden kann die Flechtmaschine derart gesteuert / geregelt werden, dass sie mit einer beispielsweise linear ansteigenden Drehzahl läuft bis eine maximale Drehzahl, z.B. eine maximal bei einer definierten Füllung des mindestens einen Flechtgutträgers zulässigen Drehzahl, erreicht ist. Beispielsweise kann die Flechtmaschine bei einer Ausgangsdrehzahl starten und beispielsweise bei einem Füllgrad von 60% des mindestens einen Flechtgutträgers nach einer gewissen Zeit eine maximale Drehzahl erreichen. Dies kann geregelt erfolgen mittels Sensor oder auch ungeregelt mit fester Einstellung.

**[0038]** Die Masse der Flechtgutträger kann auf verschiedene Weise ermittelt werden. Gemäß einer ersten denkbaren Ausgestaltung kann die Steuereinrichtung die Masse des mindestens einen Flechtgutträgers basierend auf Betriebsparametern der Flechtmaschine und/oder Informationen über den mindestens einen Flechtgutträger schätzen. Beispielsweise kann die Steuereinrichtung hierfür berücksichtigen, zu welchem Zeitpunkt der Flechtgutträger in vollem Zustand an der Flechtmaschine angebracht wurde, mit welcher Drehzahl die Flechtmaschine seit diesem Zeitpunkt lief und welche Ausgangsmasse der Flechtgutträger in vollem Zustand hatte. Aus diesen oder ähnlichen Parametern kann die derzeitige Masse des Flechtgutträgers abgeleitet werden. Hierdurch kann die Masse des mindestens einen Flechtgutträgers ohne weitere Komponenten geschätzt werden.

**[0039]** Gemäß einer zweiten denkbaren Ausgestaltung kann die Flechtmaschine mindestens einen Sensor aufweisen. Der Sensor kann dazu ausgebildet sein, den Füllgrad mindestens eines der Flechtgutträger mit Flechtgut zu erfassen. Bei einer Flechtmaschine mit einem ersten gemeinsamen Träger von Flechtgutträgern und einem zweiten gemeinsamen Träger von Flechtgutträgern, beispielsweise einem außenliegenden Unterkranz und einem innenliegenden Oberkranz, kann beispielsweise der Füllgrad mindestens eines Flechtgutträgers des ersten gemeinsamen Trägers und/oder mindestens eines Flechtgutträgers des zweiten gemeinsamen Trägers erfasst werden. Rein beispielhaft sei hier genannt, dass bei einer Flechtmaschine mit zwei Spulenkränzen z.B. nur der Füllgrad mindestens eines Flechtgutträgers des Oberkranzes gemessen wird (der Ober-

kranz ist für gewöhnlich kritischer für den Flechtvorgang) oder auch der Füllgrad mindestens eines Flechtgutträgers beider Kränze (Ober- und Unterkranz) erfasst wird. Wie oben genannt kann z.B. nach dem maximal gefüllten Flechtgutträger geregelt werden.

**[0040]** Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist es denkbar, dass ein einziger Sensor ortsfest vorgesehen ist, an dem sich die mehreren Flechtgutträger aufgrund ihrer Rotation um das gemeinsame Flechtzentrum vorbei bewegen. Der eine Sensor kann entsprechend nacheinander Messungen vornehmen, um aus den Messungen den jeweiligen Füllgrad der Flechtgutträger zu erfassen. Unter dem Füllgrad kann der Prozentsatz an Flechtgut verstanden werden, mit dem der Flechtgutträger tatsächlich befüllt ist verglichen mit einem vollständig mit Flechtgut befüllten Flechtgutträger. Das Ausführungsbeispiel kann z.B. dadurch verfeinert werden, indem ein weiterer Sensor vorgesehen ist, der für die Positionserfassung der Flechtgutträger vorgesehen sein kann. So können gemäß dem Ausführungsbeispiel beispielsweise zwei Sensoren vorgesehen sein. Diese zwei Sensoren können bei jedem der Flechtgutträger entsprechende Messungen ausführen. Zum Beispiel kann ein erster der beiden Sensoren über eine Abstandsmessung den Füllgrad des mindestens einen Flechtgutträgers, beispielsweise jedes Flechtgutträgers, erfassen. Ein zweiter der Sensoren kann die Position des mindestens einen Flechtgutträgers erfassen und z.B. über Ausgabe eines Signals den ersten Sensor zum Start der Abstandsmessung anweisen. Somit kann sichergestellt werden, dass die Abstandsmessung immer an der gleichen Stelle und pro Flechtgutträger erfolgt. Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel können mehrere Sensoren zur Füllgraderfassung vorgesehen sein. Beispielsweise kann eine Anzahl an Sensoren vorgesehen sein, die mit der Anzahl an Flechtgutträgern übereinstimmt. Es ist denkbar, dass jeder dieser Sensoren beispielsweise einem Flechtgutträger derart zugeordnet ist, dass er stets nur Messungen zur Erfassung des Füllgrads dieses einen Flechtgutträgers vornimmt. Dadurch können die erforderlichen Messungen jeweils zeitlich ausgeführt werden.

**[0041]** Bei dem mindestens einen Sensor kann es sich um einen Abstandssensor handeln, d.h. einen Sensor der dazu ausgebildet ist, Abstandsmessungen durchzuführen. Hierbei kann es sich um einen optischen Sensor handeln. Der Sensor kann beispielsweise dazu ausgebildet sein, mittels Laser einen Abstand zu erfassen. Mit Hilfe dieses Sensors kann daher nicht direkt die Masse des Flechtgutträgers ermittelt werden sondern der Abstand des Sensors von dem Flechtgutträger. Da während des Flechtvorgangs fortlaufend Flechtgut von dem Flechtgutträger bereitgestellt wird, nimmt der Füllgrad der Flechtgutträger ab. Dieser Füllgradverlust / diese Füllgradabnahme, z.B. Durchmesserverlust / Durchmesserabnahme, des Flechtgutträgers kann mit Hilfe des Sensors per Abstandsmessung erfasst werden. Die aktuelle Masse kann aus der Abstandsmessung, genauer gesagt aus dem mit Hilfe der Abstandserfassung abge-

leiteten Füllgrad, errechnet werden. Dies resultiert daraus, dass die Masse des Flechtgutträgers abhängig ist von dessen Füllgrad und umgekehrt.

**[0042]** Der Sensor kann derart an oder in der Flechtmaschine angeordnet sein, dass ihn alle der Flechtgutträger bei ihrer Drehung um das gemeinsame Flechtzentrum passieren. Der Sensor kann beispielsweise statisch am Rahmen der Flechtmaschine außerhalb der sich bewegenden Flechtgutträger, beispielsweise außerhalb rotierender Kränze, angebracht sein.

**[0043]** Alternativ zu der Ausgestaltung des Sensors z. B. als Abstandssensors zur Erfassung des Füllgrads des Flechtgutträgers und der indirekten Ermittlung der Masse des Flechtgutträgers aus dem erfassten Füllgrad, ist es denkbar, den mindestens einen Flechtgutträger, z.B. jeden Flechtgutträger, mit einem Kraftsensor auszustatten. Mittels des Kraftsensors kann dann die jeweils wirkende Zentrifugalkraft direkt gemessen werden. Hierdurch kann auf schnelle und einfache Weise die auf den jeweiligen Flechtgutträger wirkende Zentrifugalkraft ermittelt werden.

**[0044]** Der mindestens eine Sensor kann dazu ausgebildet sein, den Füllgrad mindestens eines der Flechtgutträger mehrmals während eines Flechtvorgangs zu erfassen. Der Füllgrad kann in festen oder variablen Zeitintervallen erfasst werden. Beispielsweise kann der Füllgrad des mindestens einen Flechtgutträgers fortlaufend / kontinuierlich ermittelt werden.

**[0045]** Die von dem mindestens einen Sensor erfassten Informationen über den Füllgrad des mindestens einen Flechtgutträgers können an die Steuereinrichtung übermittelt werden. Beispielsweise können diese Informationen fortlaufend, zum Beispiel in festen oder variablen Zeitintervallen, von dem mindestens einen Sensor an die Steuereinrichtung weitergeleitet oder von der Steuereinrichtung von dem mindestens einen Sensor abgerufen werden. Die Weitergabe der Informationen von dem Sensor an die Steuereinrichtung kann z.B. kontinuierlich erfolgen.

**[0046]** Dadurch kann die Flechtmaschine noch genauer gesteuert werden. Beispielsweise kann die Drehzahl häufiger erhöht werden. Dies führt zu einer weiteren Produktivitätssteigerung.

**[0047]** Die Steuereinrichtung kann dazu ausgebildet sein, aus dem erfassten Füllgrad des mindestens einen Flechtgutträgers die Masse des mindestens einen Flechtgutträgers abzuleiten. Hierfür kann die Steuereinrichtung zusätzlich zu dem Füllgrad die Masse des unbefüllten Flechtgutträgers berücksichtigen. Durch die Ermittlung der Masse aus dem Füllgrad des mindestens einen Flechtgutträgers wird eine einfache und genaue Möglichkeit bereitgestellt, die Masse des mindestens einen Flechtgutträgers zu ermitteln, um diese für die Steuerung des Antriebs, wie z.B. die Anpassung der Drehzahl, zu berücksichtigen.

**[0048]** Durch Verwendung des mindestens einen Sensors wird eine Möglichkeit bereitgestellt, die Masse des mindestens einen Flechtgutträgers, z.B. aller Flechtgut-

träger, schnell und genau zu ermitteln. Dadurch kann die Flechtmaschine noch genauer gesteuert werden.

**[0049]** Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann der mindestens eine Sensor dazu ausgebildet sein, den Füllgrad aller Flechtgutträger fortlaufend während eines Flechtvorgangs zu erfassen. Daraus kann die Steuereinrichtung fortlaufend die Masse aller Flechtgutträger ermitteln. Basierend auf der Masse aller Flechtgutträger kann die Steuereinrichtung den Antrieb steuern, wie z. B. die Drehzahl anpassen. Beispielsweise kann die Steuereinrichtung die Drehzahl basierend auf einem Mittelwert aller ermittelten Massen anpassen. Alternativ kann die Steuereinrichtung die Drehzahl fortlaufend basierend auf der jeweils höchsten aller ermittelten Massen anpassen.

**[0050]** Erfindungsgemäß weist die Flechtmaschine ferner mindestens einen Unwuchtsensor auf. Der mindestens eine Unwuchtsensor ist dazu ausgebildet, eine Unwucht der mehreren Flechtgutträger bei der Drehung um das gemeinsame Flechtzentrum zu ermitteln. Da die Flechtgutträger unterschiedlich stark gefüllt sein können, kann eine Unwucht in der Flechtmaschine vorliegen. Da die Spulen sich gleichmäßig entleeren, bleiben die Gewichtsunterschiede und folglich auch die Unwucht bestehen. Bei Erhöhung der Drehzahl erhöht sich auch die Unwucht. Folglich könnte eine erhöhte Drehzahl zu stärkerer Vibration führen. Der Unwuchtsensor kann vorgesehen sein, um dies zu überwachen. Vibrationen können einen Einfluss auf die Produktqualität sowie auf die Haltbarkeit der Maschine haben. Unwuchtsensoren sind aus dem Stand der Technik bekannt und werden zum Beispiel in Waschmaschinen eingesetzt.

**[0051]** Erfindungsgemäß ist die Steuereinrichtung dazu ausgebildet, die ermittelte Unwucht bei der Steuerung des Antriebs zu berücksichtigen. Beispielsweise kann die Steuereinrichtung dazu ausgebildet sein, die ermittelte Unwucht bei der Anpassung der anpassbaren Drehzahl zu berücksichtigen. Ermittelt die Steuereinrichtung beispielsweise, dass die angepasste Drehzahl zu einer Unwucht führen würde oder tatsächlich führt, welche einen vorbestimmten Grenzwert überschreitet, kann die Steuereinrichtung stattdessen die Drehzahl derart anpassen, dass sie gerade auf oder unter dem Grenzwert liegt.

**[0052]** Das beschriebene Verfahren kann ganz oder teilweise mit Hilfe eines Computerprogramms durchgeführt werden. So kann ein Computerprogrammprodukt mit Programmcodeabschnitten für das Ausführen des Verfahrens vorgesehen sein. Das Computerprogramm kann auf einem computerlesbaren Speichermedium oder in der Flechtmaschine gespeichert sein. Wenn die Programmcodeabschnitte des Computerprogramms in einen Rechner, Computer oder Prozessor (beispielsweise einen Mikroprozessor, Mikrocontroller oder digitalen Signalprozessor (DSP)) geladen sind, oder auf einem Rechner, Computer oder Prozessor laufen, können sie den Computer oder Prozessor dazu veranlassen, einen oder mehrere Schritte oder alle Schritte des hierin be-

schriebenen Verfahrens auszuführen.

**[0053]** Auch wenn einige der voranstehend beschriebenen Aspekte und Details in Bezug auf die Flechtmaschine beschrieben wurden, so können diese Aspekte auch in entsprechender Weise in dem Verfahren zum Steuern der Flechtmaschine oder einem das Verfahren unterstützenden oder implementierenden Computerprogramm realisiert werden.

**[0054]** Die vorliegende Erfindung soll weiter anhand von Figuren erläutert werden. Diese Figuren zeigen schematisch:

Figur 1a eine aus dem Stand der Technik bekannte Flechtmaschine;

Figur 1b einen Verlauf von Zentrifugalkraft und Drehzahl bei der Flechtmaschine aus Figur 1a;

Figur 2 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Flechtmaschine;

Figur 3 ein Flussdiagramm eines Ausführungsbeispiels eines Verfahrens zur Steuerung der Flechtmaschine aus Figur 2;

Figur 4 ein zweites Ausführungsbeispiel einer Flechtmaschine;

Figur 5a einen Verlauf von Maschinendrehzahl und Zentrifugalkraft bei einer Flechtmaschine aus Figuren 2 und 4;

Figur 5b einen Vergleich der Zentrifugalkraft der Flechtmaschine aus Figur 1 und der Zentrifugalkraft der Flechtmaschinen aus Figuren 2 und 4;

Figur 5c einen Vergleich der Drehzahl einer Flechtmaschine aus Figur 1 mit der Drehzahl einer Flechtmaschine aus Figuren 2 und 4; und

Figur 5d die Produktivitätssteigerung in Prozent bei Verwendung einer Flechtmaschine aus Figuren 2 und 4 gegenüber einer Flechtmaschine aus Figur 1.

**[0055]** Im Folgenden werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, spezifische Details dargelegt, um ein vollständiges Verständnis der vorliegenden Erfindung zu liefern. Es ist einem Fachmann jedoch klar, dass die vorliegende Erfindung in anderen Ausführungsbeispielen verwendet werden kann, die von den nachfolgend dargelegten Details abweichen können.

**[0056]** Es ist dem Fachmann zudem klar, dass die nachfolgend dargelegten Erläuterungen unter Verwendung von Hardwareschaltungen, Softwaremitteln oder einer Kombination davon implementiert sein/werden können. Die Softwaremittel können im Zusammenhang

stehen mit programmierten Mikroprozessoren oder einem allgemeinen Rechner, Computer, einer ASCII (Application Specific Integrated Circuit; zu deutsch: anwendungsspezifische integrierte Schaltung) und/oder DSPs (Digital Signal Processors; zu deutsch: digitalen Signalprozessoren). Es ist zudem klar, dass auch dann, wenn die nachfolgenden Details in Bezug auf ein Verfahren beschrieben werden, diese Details auch in einer geeigneten Vorrichtungseinheit, einem Computerprozessor oder einem mit einem Prozessor verbundenen Speicher realisiert sein können, wobei der Speicher mit einem oder mehreren Programmen versehen ist, die das Verfahren durchführen, wenn sie durch den Prozessor ausgeführt werden.

**[0057]** Figur 1a zeigt eine schematische Darstellung einer Flechtmaschine 1 gemäß dem Stand der Technik. Die Flechtmaschine 1 weist mehrere, in dem gezeigten Beispiel acht, Spulen 2 als ein Beispiel für Flechtgutträger auf. Jede dieser Spulen 2 dient als Träger für mittels der Flechtmaschine 1 in einem Flechtzentrum 3 zu verflechtendes Flechtgut. Das Flechtgut wird bei Betrieb der Flechtmaschine 1 von jeder Spule 2 radial nach innen auf das Flechtzentrum 3 der Flechtmaschine 1 zugeführt. Das Flechtzentrum 3 kann auch als Flechtachse der Flechtmaschine bezeichnet werden und der Längsachse der Flechtmaschine 1 entsprechen oder parallel zu dieser liegen. Gemäß dem Beispiel aus Figur 1 entspricht das Flechtzentrum 3 dem Mittelpunkt der kreisförmigen Bahn, auf der sich die Spulen 2 um das Flechtzentrum 3 bewegen. In Betrieb drehen sich die Spulen 2 mit konstanter Drehzahl um das Flechtzentrum / die Flechtachse 3. Das zugeführte Flechtgut wird durch die Drehung der Spulen 2 um das Dreh- und Flechtzentrum 3 sowie das Wegführen des jeweiligen Flechtguts entlang dem Flechtzentrum 3 in aus dem Stand der Technik bekannter Weise miteinander verflochten.

**[0058]** Die Spulen 2 werden gemäß der schematischen Darstellung aus Figur 1a von einem Spulenträger 2a getragen. Durch Drehung des Spulenträgers 2a und damit Bewegung der Spulen 2 um das gemeinsame Flechtzentrum 3 kann ein Flechtprozess ausgeführt werden. Zusätzlich kann eine unbewegliche Spule (nicht gezeigt) vorgesehen sein, so dass das von den mehreren Spulen 2 bereitgestellte Flechtgut und das von der unbeweglichen Spule bereitgestellte Flechtgut in bekannter Weise miteinander verflochten werden. Alternativ ist es denkbar, dass die mehreren Spulen 2 auf einem ersten Spulenträger 2a, beispielsweise einem Oberkranz, angeordnet sind und weitere Spulen 2 auf einem zweiten Spulenträger (nicht gezeigt), beispielsweise einem Unterkranz, angeordnet sind. In diesem Fall kann ein Flechtprozess in bekannter Weise beispielsweise durch gegenläufige Bewegung, z.B. entgegengesetzte Drehung, der beiden gemeinsamen Spulenträger erfolgen.

**[0059]** Bei aus dem Stand der Technik bekannten Flechtmaschinen, wie der Flechtmaschine 1, wird eine konstante Drehzahl eingesetzt. Diese Drehzahl wird so gewählt, dass eine maximale Belastung der Flechtma-

schinen nicht überschritten wird. Bekannte Flechtmaschinen sind oftmals auf eine maximale Drehzahl von 175 U/min begrenzt und werden bei dieser maximalen Drehzahl betrieben. Bei einem maximalen Füllgrad von 100% der Spulen 2 wirkt somit eine zulässige Zentrifugalkraft von 221,43 N auf jede vollgefüllte Spule 2. Diese Figur stellt dar, wie bei einer konstanten Drehzahl (siehe den Drehzahlverlauf 4) und einem Füllgrad von 100% die Zentrifugalkraft maximal ist und mit abnehmendem Füllgrad der Spule 2 abnimmt. Das heißt, bei vollständig gefüllter / befüllter Spule 2 entsteht die höchste Belastung. Mit abnehmendem Füllgrad der Spule 2 wird die Zentrifugalkraft und damit die Belastung auf die Flechtmaschine 1 stetig geringer. Das hat zur Folge, dass Flechtmaschinen aus dem Stand der Technik zwar eine Überlastung der Flechtmaschine 1 zu verhindern versuchen, jedoch nicht in gewünschtem Maße auf eine maximale Produktivität optimiert sind.

**[0060]** Figur 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer Flechtmaschine 10. Der prinzipielle Aufbau der Flechtmaschine 10 basiert auf dem Aufbau der Flechtmaschine 1 aus Figur 1a, so dass auf die diesbezüglichen Ausführungen verwiesen wird. So kann es sich bei dem Spulenträger 20a aus Figur 2 um einen gemeinsamen Spulenträger zur Durchführung des Flechtvorganges handeln oder um einen von zwei gegenläufigen Spulenträgern, beispielsweise einen Oberkranz oder einen Unterkranz, von denen der andere in Figur 2 nicht gezeigt ist.

**[0061]** Die Flechtmaschine 10 aus Figur 2 weist Spulen 20 als ein Beispiel für Flechtgutträger auf. Jede der Spulen 20 dient als Träger für zu verflechtendes Flechtgut. Die Spulen 20 werden von einem Antrieb 12 der Flechtmaschine 10 um eine gemeinsame Flechtachse 30 / um ein gemeinsames Flechtzentrum 30, die / das gemäß Figur 2 dem Drehzentrum der Spulen 20 entspricht, gedreht. Im Gegensatz zu der Flechtmaschine 1 aus Figur 1a wird bei der Flechtmaschine 10 aus Figur 2 jedoch keine Drehzahl vorausgewählt und konstant gehalten. Hingegen wird bei der Flechtmaschine 10 aus Figur 2, eine auf eine oder mehrere der Spulen 20 wirkende und durch die Drehung bedingte Zentrifugalkraft konstant gehalten.

**[0062]** Hierfür weist die Flechtmaschine 10 eine Steuereinrichtung 40 und einen Sensor 50 auf. Der Sensor 50 erfasst wiederholt, z.B. fortlaufend, den Füllgrad einer oder mehrerer der Spulen 20. Hierfür ist der Sensor 50 beispielhaft als Abstandssensor ausgebildet. Der Sensor 50 kann beispielsweise mittels Laser den jeweiligen Abstand zu den sich vorbei bewegenden Spulen 20 erfassen. Da sich der Füllgrad der Spulen 20 laufend ändert, ändert sich entsprechend auch der von dem Sensor 50 erfasste Abstand. Im Folgenden wird beispielhaft angenommen, dass der Sensor 50 wiederholt den Füllgrad aller Spulen 20 erfasst. Daraus kann entweder direkt vom Sensor 50 oder durch die Steuereinrichtung 40 die Masse jeder der Spulen 20 ermittelt werden.

**[0063]** Alternativ oder zusätzlich zu der Ausgestaltung

des Sensors z.B. als Abstandssensor zur Erfassung des Füllgrads der Spulen 20 und der indirekten Ermittlung der Masse der Spulen 20 aus dem erfassten Füllgrad, kann beispielsweise jede Spule 20 mit einem Kraftsensor versehen werden. Mittels des Kraftsensors kann dann die jeweils wirkende Zentrifugalkraft direkt gemessen werden. Das heißt, alternativ oder zusätzlich (z.B. aus Redundanzgründen) zu dem Sensor 50 kann jeweils ein Sensor an jeder der Spulen 20 vorgesehen sein, der direkt die auf die jeweilige Spule 20 einwirkende Zentrifugalkraft misst.

**[0064]** Unabhängig von der genauen Ermittlung der Masse, kann aus der Masse einer Spule 20, unter Kenntnis ihres radialen Abstandes  $r$  vom Drehzentrum, d.h. vom Flechtzentrum 30, die auf die jeweilige Spule 20 wirkende Zentrifugalkraft von der Steuereinrichtung 40 ermittelt werden. Aus der Masse jeder Spule 20 kann die Steuereinrichtung grundsätzlich für jede Spule 20 die jeweils wirkende Zentrifugalkraft ableiten. Die Zentrifugalkraft  $F$  ergibt sich aus der Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  wie folgt:

$$F = m * \omega^2 * r$$

**[0065]** Die Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  ist direkt proportional zur Drehzahl  $n$ , da gilt:

$$\omega = 2 * \pi * n$$

**[0066]** Somit ergibt sich für den Zusammenhang zwischen Zentrifugalkraft  $F$  und Drehzahl  $n$ :

$$F = 4 * \pi^2 * n^2 * m * r$$

**[0067]** Die Kreiszahl  $\pi$  (Pi) ist bekannt und konstant. Die Masse  $m$  und Zentrifugalkraft  $F$  verhalten sich direkt proportional. Das heißt, mit abnehmender Masse nimmt die auf einen Körper wirkende Zentrifugalkraft  $F$  direkt proportional ab. Dadurch kann bei abnehmenden Füllgrad und damit abnehmender Masse  $m$  der Spulen 20 die Drehzahl  $n$  entsprechend erhöht werden und dennoch die wirkende Zentrifugalkraft konstant gehalten werden. Die Steuereinrichtung 40 ermittelt die Drehzahl  $n$  derart, dass die Zentrifugalkraft  $F$ , die auf die Spulen 20 jeweils wirkt, konstant bleibt. Dadurch kann mit der Abnahme des Spulenfüllgrads die Drehzahl  $n$  der Flechtmaschine 10 erhöht werden. Dies steigert die Produktivität. Rein beispielhaft sei hier genannt, dass die Drehzahl in einem Bereich von 150 U/min bis 250 U/min oder in einem Teilbereich hieraus während des Flechtprozesses angepasst werden kann.

**[0068]** In dem Beispiel aus Figur 2 ist rein beispielhaft der Füllgrad aller Spulen 20 identisch. Dies kann in der Praxis beispielsweise auftreten, wenn die Flechtmaschine 10 erstmals in Betrieb genommen wird oder wenn alle

Spulen 20 gleichzeitig ausgetauscht und durch vollständig gefüllte Spulen 20 ersetzt werden. In diesem Fall reicht es aus, wenn nur der Füllgrad einer der Spulen 20 jeweils erfasst wird. Alternativ kann auch der Füllgrad aller Spulen 20 erfasst werden. Unabhängig davon, ist es gemäß diesem Beispiel jedenfalls ausreichend, die Masse einer der Spulen 20 seitens der Steuereinrichtung 40 zu kennen und für die Steuerung zu berücksichtigen. In diesem Fall wird die Steuereinrichtung 40 basierend auf der ermittelten Masse  $m$  einer der Spulen 20 und damit mit hinreichender Genauigkeit der Masse  $m$  jeder der Spulen 20 die Drehzahl  $n$  derart anpassen, dass bei abnehmender Masse  $m$  der Spule(n) 20 die Zentrifugalkraft  $F$  konstant bleibt. Die Drehzahl  $n$  lässt sich aus obiger Formel durch die folgende Abhängigkeit ermitteln:

$$n^2 = F / (4 * \pi^2 * m * r)$$

**[0069]** Nicht nur die Drehzahl bzw. die Drehzahlanpassung ist eine quadratische Funktion sondern auch die Masse der Spule 20 bzw. der Massenverlust der Spule während der Produktion / während des Flechtvorgangs (die Masse bzw. der Massenverlust sind proportional zu  $\pi / 4 * (D^2 - d^2)$ ). Bei  $D$  handelt es sich um den Außendurchmesser der Spule bei maximaler Spulenfüllung.  $D$  nimmt während des Flechtvorgangs ab und ist daher nicht konstant. Bei  $d$  handelt es sich um den Kerndurchmesser der Spule selbst und ist daher konstant. So kann  $d$  auch als Durchmesser der Spule ohne Füllgut verstanden werden. Auf diese Weise kann aus der bekannten Proportionalität der Massenverlust aus dem Außendurchmesser der Spule 20 bei der jeweils vorliegenden Spulenfüllung und dem konstanten Durchmesser der Spule 20 ohne Füllgut ermittelt werden.

**[0070]** Weitere Details zur Steuerung der Flechtmaschine 10 werden nun in Bezug auf Figur 3 beschrieben.

**[0071]** In einem Schritt S302 treibt der Antrieb der Flechtmaschine 10 die Spulen 20 derart an, dass sie sich um das gemeinsame Flechtzentrum 30 bewegen, wie z. B. drehen. Sie können sich z.B. mit einer anpassbaren Drehzahl  $n$  um das Flechtzentrum 30 drehen. In den Schritten S304 und S306 wird der Antrieb derart gesteuert, dass eine auf mindestens einen der Spulen 20 wirkende Zentrifugalkraft zumindest nahezu konstant bleibt. Hierfür wird mittels des Sensors 50 in Schritt S304 zunächst der Füllgrad der Spulen 20 erfasst. Zudem wird in Schritt S304 basierend auf dem jeweils erfassten Spulenfüllgrad durch die Steuereinrichtung 40 eine Masse der Spule 20 und damit jeder der zumindest nahezu gleich gefüllten Spule 20 ermittelt. Die ermittelte Masse der Spule 20 kann nun zur Ermittlung einer angepassten Drehzahl mit Hilfe der Beziehung

$$n^2 = F / (4 * \pi^2 * m * r)$$

verwendet werden.

**[0072]** Aus dieser Beziehung kann die Steuereinrichtung 40 in Schritt S306 die angepasste Drehzahl  $n$  direkt ermitteln, da der radiale Abstand  $r$  zum Flechtzentrum 30 bekannt und konstant ist, die Masse  $m$  ermittelt wurde und die Zentrifugalkraft  $F$  konstant gehalten wird. Das heißt, für letztere wird der zuvor vorhandene und beispielsweise zu Beginn für die Flechtmaschine 10 gewählte Wert verwendet.

**[0073]** Im Schritt S302 wird die Flechtmaschine 10 mit der angepassten Drehzahl  $n$  angetrieben. Die Schritte S302 bis S306 können z.B. fortlaufend während des Flechtvorganges wiederholt werden.

**[0074]** In Figur 4 wird ein zweites Ausführungsbeispiel der Flechtmaschine 10 gezeigt. Die Flechtmaschine 10 aus Figur 4 basiert auf der Flechtmaschine 10 aus Figur 2. Demnach werden für die identischen Elemente identische Bezugszeichen verwendet und auch die Flechtmaschine mit dem gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Die Flechtmaschine 10 aus Figur 4 weist einen leicht angepassten Algorithmus auf. Optional kann die Flechtmaschine 10 aus Figur 4 zudem einen Unwuchtsensor 60 aufweisen. Wie in Figur 4 angedeutet, weisen die Spulen 20 der Flechtmaschine 10 rein beispielhaft zumindest teilweise einen unterschiedlichen Füllgrad auf.

**[0075]** Der angepasste Algorithmus ist dahingehend angepasst, dass mittels des Sensors 50 der Füllgrad aller Spulen 20 erfasst wird (dies entspricht einem möglichen Vorgehen aus Figur 2), jedoch für die Ermittlung der Drehzahl nur der Füllgrad der maximal gefüllten Spule 20a und damit die maximale Masse aller Spulen 20 berücksichtigt wird. Anders ausgedrückt wird die anpassbare Drehzahl aus dem Füllgrad der Spule 20a mit maximalem Füllgrad und damit der Spule 20a maximaler Masse ermittelt. Wird eine der Spulen 20 ausgetauscht kann sich die Spule 20a maximaler Masse ändern.

**[0076]** Die Steuereinrichtung 40 kann die größte Masse  $m_{\max}$  der ermittelten Massen  $m$  zur Ermittlung der angepassten Drehzahl wie folgt weiter verwenden.

**[0077]** Aus der Beziehung

$$F = 4 * n^2 * n^2 * m_{\max} * r$$

kann die Steuereinrichtung 40 die angepasste Drehzahl  $n$  direkt ermitteln, da der radiale Abstand  $r$  zum Flechtzentrum 30 bekannt und konstant ist, die größte Masse  $m_{\max}$  bekannt ist und die Zentrifugalkraft  $F$  konstant gehalten wird. Das heißt, für letztere wird der zuvor vorhandene und beispielsweise zu Beginn für die Flechtmaschine 10 gewählte Wert verwendet.

**[0078]** Zudem kann mit Hilfe des Unwuchtsensors 60 eine Unwucht in der Flechtmaschine 10 ermittelt werden. Diese Unwucht resultiert aus dem unterschiedlichen Füllgrad und damit der unterschiedlichen Masse der Spulen 20. Da bei steigender Drehzahl die Unwucht zunimmt, kann diese optional überwacht werden. Die Steuereinrichtung 40 kann die Unwucht bei der Anpassung der Drehzahl  $n$  berücksichtigen. Es ist z.B. denkbar, dass mit

Hilfe des Unwuchtsensors 60 festgestellt wird, dass eine maximal zulässige Unwucht überschritten wird, falls die seitens der Steuereinrichtung ermittelte Drehzahl verwendet würde / wird. Die Steuereinrichtung 40 kann dann die Drehzahl derart reduzieren, dass die maximal zulässige Unwucht nicht überschritten wird.

**[0079]** Die Figuren 5a bis 5d veranschaulichen die Vorteile der Flechtmaschinen 10 aus den Figuren 2 und 4.

**[0080]** Wie aus Figur 5a erkennbar, wird die Zentrifugalkraft bei den Flechtmaschinen 10 aus den Figuren 2 und 4 konstant gehalten (siehe den Verlauf 110 der Zentrifugalkraft  $F_k$ ). Dies hat zur Folge, dass bei abnehmendem Füllgrad der Spulen 20 (von 100% auf 0%) die mögliche Drehzahl ansteigt (siehe den Verlauf 210 der Drehzahl; ansteigender Verlauf illustriert durch Multiplikation von Drehzahl  $n$  mit einem veränderlichen Wert  $b > 1$ ).

**[0081]** Figur 5b zeigt den Verlauf 110 der Zentrifugalkraft der Flechtmaschinen 10 der Figuren 2 und 4 im Vergleich zu dem Verlauf 100 der Zentrifugalkraft bei der Flechtmaschine 1 aus Figur 1a. Es ist zu erkennen, dass die Zentrifugalkraft bei den Flechtmaschinen 10 unabhängig vom Füllgrad der Spulen 20 konstant bleibt (konstante Zentrifugalkraft  $F_k$ ), während die Zentrifugalkraft der Flechtmaschine 1 mit abnehmendem Füllgrad abnimmt (abnehmender Verlauf illustriert durch Multiplikation von Zentrifugalkraft  $F$  mit einem konstanten Wert  $a < 1$ ).

**[0082]** In Figur 5c wird der Verlauf 210 der Drehzahl bei den Flechtmaschinen 10 aus den Figuren 2 und 4 mit dem Verlauf 200 der Drehzahl bei der Flechtmaschine 1 aus Figur 1a verglichen. Wie zu erkennen, ist bei maximalem Füllgrad von 100% die Drehzahl der Flechtmaschinen 10 rein beispielhaft leicht unter der Drehzahl der Flechtmaschine 1. Bereits bei einem Füllgrad von ca. 85% nähern sich die beiden Füllgrade an und sind zumindest nahezu gleich. Ab einem Füllgrad von 80% wird die Drehzahl der Flechtmaschinen 10 bereits größer als die Drehzahl der Flechtmaschine 1. Damit kann bei einem Großteil des Flechtvorgangs die Flechtmaschine 10 aus den Figuren 2 und 4 mit einer höheren Drehzahl betrieben werden als die Flechtmaschine 1 aus Figur 1a. Dies erhöht die Produktivität. Bereits die Startdrehzahl der Flechtmaschinen 10 kann bei der oder höher liegen als die Drehzahl der Flechtmaschine 1.

**[0083]** Das Ausmaß der Produktivitätssteigerung ergibt sich rein beispielhaft aus Figur 5d. Der Verlauf 300 der Produktivität der Flechtmaschine 1 ist unabhängig vom Füllgrad der Spulen 2 konstant, da die Drehzahl konstant ist. Hingegen steigt der Verlauf 310 der Produktivität bei den Flechtmaschinen 10 mit abnehmendem Füllgrad der Spulen 20 an. Bei einem Füllgrad von 100% bis unter 85% ist die Produktivität der Flechtmaschinen 10 noch leicht niedriger als bei der Flechtmaschine 1, bei einem Füllgrad 85% gleicht sich die Produktivität jedoch einander an. Die Flechtmaschinen 10 könnten alternativ auch sofort mit der maximal zulässigen Drehzahl beginnen. Somit würde sofort (beim Start der Flechtmaschinen 10) eine Produktivitätssteigerung erreicht werden. Mit

abnehmendem Füllgrad von unter 85% bis 0% steigt der Produktivitätsvorteil der Flechtmaschinen 10 verglichen mit der Flechtmaschine 1 immer weiter an. Alternativ könnte ab der Erreichung einer bestimmten Grenzdrehzahl die Flechtmaschine 10 mit konstanter Drehzahl bis zur Erreichung der Leerererkennung (Füllgrad 0%) gefahren werden. Der über den Flechtvorgang gemittelte Verlauf 320 der Produktivität zeigt, dass die gemittelte Produktivität der Flechtmaschinen 10 über der konstanten Produktivität der Flechtmaschine 1 liegt. Gemittelt auf den gesamten Prozess lässt sich somit eine erhebliche Produktivitätssteigerung von bis zu 21% erreichen.

## Patentansprüche

### 1. Flechtmaschine (1) aufweisend:

- mehrere Flechtgutträger (2, 20, 20a), die in einem gleichbleibenden radialen Abstand von einem gemeinsamen Flechtzentrum (30) der Flechtmaschine um das gemeinsame Flechtzentrum (30) der Flechtmaschine (1) angeordnet sind und jeweils dazu ausgebildet sind, ein in dem gemeinsamen Flechtzentrum (30) zu verflechtendes Flechtgut zu tragen;
- einen Antrieb (12), der dazu ausgebildet ist, die mehreren Flechtgutträger (2, 20, 20a) derart anzutreiben, dass sie sich um das gemeinsame Flechtzentrum (30) bewegen; **gekennzeichnet durch**
- eine Steuereinrichtung (40), die dazu ausgebildet ist, den Antrieb (12) durch die Anpassung der Drehzahl, Winkelgeschwindigkeit oder Geschwindigkeit derart zu steuern, dass während eines Flechtvorgangs eine auf mindestens einen der Flechtgutträger (2, 20, 20a) wirkende Zentrifugalkraft (F, Fk) zumindest nahezu konstant bleibt, und **dadurch, dass** die Flechtmaschine (1) ferner mindestens einen Unwuchtsensor (60) aufweist, der dazu ausgebildet ist, eine Unwucht der mehreren Flechtgutträger (2, 20, 20a) bei der Drehung um das gemeinsame Flechtzentrum (30) zu ermitteln, und dass die Steuereinrichtung (40) dazu ausgebildet ist, die ermittelte Unwucht bei der Steuerung des Antriebs (12) durch die Anpassung der Drehzahl, Winkelgeschwindigkeit oder Geschwindigkeit zu berücksichtigen.

2. Flechtmaschine (1) nach Anspruch 1, wobei der Antrieb (12) dazu ausgebildet ist, die mehreren Flechtgutträger (2, 20, 20a) derart anzutreiben, dass sie sich mit einer anpassbaren Drehzahl (n) um das gemeinsame Flechtzentrum (30) drehen, und die Steuereinrichtung (40) dazu ausgebildet ist, die anpassbare Drehzahl (n) derart anzupassen, dass die auf den mindestens einen der Flechtgutträger (2, 20,

20a) wirkende Zentrifugalkraft (F, Fk) zumindest nahezu konstant bleibt.

3. Flechtmaschine (1) nach Anspruch 2, wobei die Steuereinrichtung (40) dazu ausgebildet ist, den Antrieb (12) der Flechtmaschine (1) derart zu steuern, dass die mehreren Flechtgutträger (2, 20, 20a) sich mit der angepassten Drehzahl (n) um das gemeinsame Flechtzentrum (30) drehen.
4. Flechtmaschine (1) nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Steuereinrichtung (40) dazu ausgebildet ist, die anpassbare Drehzahl (n) mehrmals während eines Flechtvorgangs, beispielsweise kontinuierlich, anzupassen.
5. Flechtmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Steuereinrichtung (40) dazu ausgebildet ist, den Antrieb (12) derart zu steuern, dass eine maximal auf mindestens einen der Flechtgutträger (2, 20, 20a) wirkende Zentrifugalkraft (F, Fk) zumindest nahezu konstant bleibt.
6. Flechtmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Steuereinrichtung (40) dazu ausgebildet ist, den Antrieb (12) in Abhängigkeit von der Masse (m) mindestens eines der Flechtgut tragenden Flechtgutträger (2, 20, 20a) zu steuern.
7. Flechtmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Steuereinrichtung (40) dazu ausgebildet ist, den Antrieb (12) in Abhängigkeit von der Masse (m) des Flechtgutträgers (2, 20, 20a) mit der größten Masse (m\_max) der mehreren Flechtgutträger (2, 20, 20a) zu steuern.
8. Flechtmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, ferner aufweisend mindestens einen Sensor (50), der dazu ausgebildet ist, den Füllgrad mindestens eines der Flechtgutträger (2, 20, 20a) mit Flechtgut zu erfassen.
9. Flechtmaschine (1) nach Anspruch 8, wobei der mindestens eine Sensor (50) dazu ausgebildet ist, den Füllgrad mindestens eines der Flechtgutträger (2, 20, 20a) mehrmals während eines Flechtvorgangs, beispielsweise kontinuierlich, zu erfassen.
10. Flechtmaschine (1) nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Steuereinrichtung (40) dazu ausgebildet ist, aus dem erfassten Füllgrad des mindestens einen Flechtgutträgers (2, 20, 20a) die Masse (m) des mindestens einen Flechtgutträgers (2, 20, 20a) abzuleiten.
11. Flechtmaschine (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 10, wobei die Steuereinrichtung (40) dazu ausgebildet ist, die anpassbare Drehzahl (n) derart anzupas-

sen, dass die anpassbare Drehzahl (n) linear während eines Flechtvorganges ansteigt.

12. Flechtmaschine (1) nach Anspruch 11, wobei die anpassbare Drehzahl (n) linear während eines Flechtvorganges in Abhängigkeit von einer festen Einstellung in der Flechtmaschine (1) ansteigt.
13. Flechtmaschine (1) nach Anspruch 11, wobei die anpassbare Drehzahl (n) linear während eines Flechtvorganges in Abhängigkeit von der Masse (m) mindestens eines der Flechtgutträger (2, 20, 20a) ansteigt.
14. Flechtmaschine (1) nach Anspruch 11, wobei die anpassbare Drehzahl (n) linear während eines Flechtvorganges in Abhängigkeit von dem Füllgrad mindestens eines der Flechtgutträger (2, 20, 20a) ansteigt.
15. Verfahren zum Steuern einer Flechtmaschine (1), wobei die Flechtmaschine (1) mehrere Flechtgutträger (2, 20, 20a), einen Antrieb (12), eine Steuereinrichtung (40) und mindestens einen Unwuchtsensor (60) aufweist, wobei die mehreren Flechtgutträger (2, 20, 20a) in einem gleichbleibenden radialen Abstand von einem gemeinsamen Flechtzentrum (30) der Flechtmaschine um das gemeinsame Flechtzentrum (30) der Flechtmaschine (1) angeordnet sind und jeweils dazu ausgebildet sind, ein in dem gemeinsamen Flechtzentrum (30) zu verflechtendes Flechtgut zu tragen, wobei das Verfahren die Schritte aufweist:

- Antreiben der mehreren Flechtgutträger (2, 20, 20a) derart, dass sie sich um das gemeinsame Flechtzentrum (30) bewegen; **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren weiterhin die Schritte aufweist:

- Steuern des Antriebs (12) durch die Anpassung der Drehzahl, Winkelgeschwindigkeit oder Geschwindigkeit derart, dass während eines Flechtvorganges eine auf mindestens einen der Flechtgutträger (2, 20, 20a) wirkende Zentrifugalkraft (F, Fk) zumindest nahezu konstant bleibt; und

- Ermitteln einer Unwucht der mehreren Flechtgutträger (2, 20, 20a) bei der Drehung um das gemeinsame Flechtzentrum (30) durch den mindestens einen Unwuchtsensor (60); und

- Berücksichtigen der ermittelten Unwucht durch die Steuereinrichtung (40) bei der Steuerung des Antriebs (12) durch die Anpassung der Drehzahl, Winkelgeschwindigkeit oder Geschwindigkeit.

## Claims

1. Braiding machine (1) comprising:

- a plurality of braiding-material carriers (2, 20, 20a), which are arranged at a constant radial distance from a common braiding center (30) of the braiding machine around the common braiding center (30) of the braiding machine (1) and are each adapted to carry a braiding-material to be braided in the common braiding center (30);

- a drive (12) which is designed to drive the plurality of braiding-material carriers (2, 20, 20a) such that they move around the common braiding center (30);

### characterized by

- a control device (40) which is designed to control the drive (12) by adapting the rotational speed, angular speed or speed such that during a braiding process, a centrifugal force (F, Fk) acting on at least one of the braiding-material carriers (2, 20, 20a) remains at least almost constant,

and in that

the braiding machine (1) further comprises at least one unbalance sensor (60) which is designed to determine an unbalance of the plurality of braiding-material carriers (2, 20, 20a) during the rotation around the common braiding center (30), and that the control device (40) is designed to take into account the determined imbalance when controlling the drive (12) by adapting the rotational speed, angular speed or speed.

2. Braiding machine (1) according to claim 1, wherein the drive (12) is designed to drive the plurality of braiding-material carriers (2, 20, 20a) such that they rotate around the common braiding center (30) at an adjustable rotational speed (n), and the control device (40) is designed to adapt the adjustable rotational speed (n) such that the centrifugal force (F, Fk) acting on the at least one of the braiding-material carriers (2, 20, 20a) remains at least almost constant.

3. Braiding machine (1) according to claim 2, wherein the control device (40) is designed to control the drive (12) of the braiding machine (1) such that the plurality of braiding-material carriers (2, 20, 20a) rotate at the adapted rotational speed (n) around the common braiding center (30).

4. Braiding machine (1) according to claim 2 or 3, wherein the control device (40) is designed to adapt the adjustable rotational speed (n) repeatedly during a braiding process, for example continuously.

5. Braiding machine (1) according to any one of claims 1 to 4, wherein the control device (40) is designed

- to control the drive (12) such that a centrifugal force (F, Fk) acting maximally on at least one of the braiding-material carriers (2, 20, 20a) remains at least almost constant.
6. Braiding machine (1) according to any one of claims 1 to 5, wherein the control device (40) is designed to control the drive (12) as a function of the mass (m) of at least one of the braiding-material carrying braiding-material carriers (2, 20, 20a).
7. Braiding machine (1) according to any one of claims 1 to 6, wherein the control device (40) is designed to control the drive (12) as a function of the mass (m) of the braiding-material carrier (2, 20, 20a) with the greatest mass (m\_max) of the multiple braiding-material carriers (2, 20, 20a).
8. Braiding machine (1) according to any one of claims 1 to 7, further comprising at least one sensor (50) which is designed to detect the filling level of at least one of the braiding-material carriers (2, 20, 20a) with braiding material.
9. Braiding machine (1) according to claim 8, wherein the at least one sensor (50) is designed to detect the filling level of at least one of the braiding-material carriers (2, 20, 20a) repeatedly during a braiding process, for example continuously.
10. Braiding machine (1) according to claim 8 or 9, wherein the control device (40) is designed to derive the mass (m) of the at least one braiding-material carrier (2, 20, 20a) from the detected filling level of the at least one braiding-material carrier (2, 20, 20a).
11. Braiding machine (1) according to one of claims 2 to 10, wherein the control device (40) is designed to adapt the adjustable rotational speed (n) such that the adjustable rotational speed (n) increases linearly during a braiding process.
12. Braiding machine (1) according to claim 11, wherein the adjustable rotational speed (n) increases linearly during a braiding process as a function of a fixed setting in the braiding machine (1).
13. Braiding machine (1) according to claim 11, wherein the adjustable rotational speed (n) increases linearly during a braiding process as a function of the mass (m) of at least one of the braiding-material carriers (2, 20, 20a).
14. Braiding machine (1) according to claim 11, wherein the adjustable rotational speed (n) increases linearly during a braiding process as a function of the filling level of at least one of the braiding-material carriers (2, 20, 20a).

15. A method for controlling a braiding machine (1), wherein the braiding machine (1) comprises a plurality of braiding-material carriers (2, 20, 20a), a drive (12), a control device (40) and at least one unbalance sensor (60), wherein the plurality of braiding-material carriers (2, 20, 20a) is arranged at a constant radial distance from a common braiding center (30) of the braiding machine around the common braiding center (30) of the braiding machine (1) and are each adapted to carry a braiding material to be braided in the common braiding center (30), wherein the method comprises the following steps:

- driving the plurality of braiding-material carriers (2, 20, 20a) such that they move around the common braiding center (30);
- characterized in that** the method further comprises the following steps:
  - controlling the drive (12) by adapting the rotational speed, angular speed or speed such that a centrifugal force (F, Fk) acting on at least one of the braiding-material carriers (2, 20, 20a) remains at least almost constant during a braiding process;
  - and
  - determining, by the at least one unbalance sensor (60), an imbalance of the plurality of braiding-material carriers (2, 20, 20a) during the rotation around the common braiding center (30); and
  - taking into account the determined imbalance by the control device (40) during controlling the drive (12) by adapting the rotational speed, angular speed or speed.

## Revendications

1. Métier à tresser (1) présentant :

- plusieurs supports de produit à tresser (2, 20, 20a), qui sont disposés à une distance radiale constante d'un centre de tressage (30) commun du métier à tresser autour du centre de tressage (30) commun du métier à tresser (1) et sont respectivement réalisés pour supporter un produit à tresser à entrelacer dans le centre de tressage (30) commun ;
- un entraînement (12) qui est réalisé pour entraîner les plusieurs supports de produit à tresser (2, 20, 20a) de telle manière qu'ils se déplacent autour du centre de tressage (30) commun ; **caractérisé par**
- un dispositif de commande (40) qui est réalisé pour commander l'entraînement (12) par l'adaptation de la vitesse de rotation, de la vitesse angulaire ou de la vitesse de telle manière qu'une force centrifuge (F, Fk) agissant sur l'au moins un des supports de produit à tresser (2, 20, 20a)

- reste au moins quasiment constante pendant une opération de tressage, et en ce que le métier à tresser (1) présente en outre au moins un capteur de balourd (60), qui est réalisé pour déterminer un balourd des plusieurs supports de produit à tresser (2, 20, 20a) lors de la rotation autour du centre de tressage (30) commun, et que le dispositif de commande (40) est réalisé pour tenir compte du balourd déterminé lors de la commande de l'entraînement (12) par l'adaptation de la vitesse de rotation, de la vitesse angulaire ou de la vitesse.
2. Métier à tresser (1) selon la revendication 1, dans lequel l'entraînement (12) est réalisé pour entraîner les plusieurs supports de produit à tresser (2, 20a, 20a) de telle manière qu'ils tournent autour du centre de tressage (30) commun avec une vitesse de rotation (n) pouvant être adaptée, et le dispositif de commande (40) est réalisé pour adapter la vitesse de rotation (n) pouvant être adaptée de telle manière que la force centrifuge (F, Fk) agissant sur l'au moins des supports de produit à tresser (2, 20, 20a) reste au moins quasiment constante.
  3. Métier à tresser (1) selon la revendication 2, dans lequel le dispositif de commande (40) est réalisé pour commander l'entraînement (12) du métier à tresser (1) de telle manière que les plusieurs supports de produit à tresser (2, 20, 20a) tournent autour du centre de tressage (30) commun avec la vitesse de rotation (n) adaptée.
  4. Métier à tresser (1) selon la revendication 2 ou 3, dans lequel le dispositif de commande (40) est réalisé pour adapter la vitesse de rotation (n) pouvant être adaptée à plusieurs reprises pendant une opération de tressage, par exemple en continu.
  5. Métier à tresser (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le dispositif de commande (40) est réalisé pour commander l'entraînement (12) de telle manière qu'une force centrifuge (F, Fk) agissant sur au moins un des supports de produit à tresser (2, 20, 20a) reste au moins quasiment constante.
  6. Métier à tresser (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le dispositif de commande (40) est réalisé pour commander l'entraînement (12) en fonction de la masse (m) d'au moins un des supports de produit à tresser (2, 20, 20a) supportant du produit à tresser.
  7. Métier à tresser (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel le dispositif de commande (40) est réalisé pour commander l'entraînement (12) en fonction de la masse (m) du support de produit à tresser (2, 20, 20a) avec la masse la plus grande (m\_max) des plusieurs supports de produit à tresser (2, 20, 20a).
  8. Métier à tresser (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, présentant en outre au moins un capteur (50) qui est réalisé pour détecter le degré de remplissage d'au moins un des supports de produit à tresser (2, 20, 20a) en produit à tresser.
  9. Métier à tresser (1) selon la revendication 8, dans lequel l'au moins un capteur (50) est réalisé pour détecter, par exemple en continu, le degré de remplissage d'au moins un des supports de produit à tresser (2, 20, 20a) à plusieurs reprises pendant une opération de tressage.
  10. Métier à tresser (1) selon la revendication 8 ou 9, dans lequel le dispositif de commande (40) est réalisé pour déduire du degré de remplissage détecté de l'au moins un support de produit à tresser (2, 20, 20a) la masse (m) de l'au moins un support de produit à tresser (2, 20, 20a).
  11. Métier à tresser (1) selon l'une quelconque des revendications 2 à 10, dans lequel le dispositif de commande (40) est réalisé pour adapter la vitesse de rotation (n) pouvant être adaptée de telle manière que la vitesse de rotation (n) pouvant être adaptée augmente de manière linéaire pendant une opération de tressage.
  12. Métier à tresser (1) selon la revendication 11, dans lequel la vitesse de rotation (n) pouvant être adaptée augmente de manière linéaire pendant une opération de tressage en fonction d'un réglage fixe dans le métier à tresser (1).
  13. Métier à tresser (1) selon la revendication 11, dans lequel la vitesse de rotation (n) pouvant être adaptée augmente de manière linéaire pendant une opération de tressage en fonction de la masse (m) d'au moins un des supports de produit à tresser (2, 20, 20a).
  14. Métier à tresser (1) selon la revendication 11, dans lequel la vitesse de rotation (n) pouvant être adaptée augmente de manière linéaire pendant une opération de tressage en fonction de l'état de remplissage d'au moins un des supports de produit à tresser (2, 20, 20a).
  15. Procédé pour commander un métier à tresser (1), dans lequel le métier à tresser (1) présente plusieurs supports de métier à tresser (2, 20, 20a), un entraînement (12), un dispositif de commande (40) et au moins un capteur de balourd (60), dans lequel les

plusieurs supports de produit à tresser (2, 20, 20a) sont disposés à une distance radiale constante d'un centre de tressage (30) commun du métier à tisser autour du centre de tressage (30) commun du métier à tresser (1) et sont réalisés respectivement pour supporter un produit à tresser à entrelacer dans le centre de tressage (30) commun, dans lequel le procédé présente les étapes :

- d'entraînement des plusieurs supports de produit à tresser (2, 20, 20a) de telle manière qu'ils se déplacent autour du centre de tressage (30) commun ; **caractérisé en ce que** le procédé présente par ailleurs les étapes :
- de commande de l'entraînement (12) par l'adaptation de la vitesse de rotation, de la vitesse angulaire ou de la vitesse de telle manière qu'une force centrifuge (F, Fk) agissant sur l'au moins un des supports de produit à tresser (2, 20, 20a) reste au moins quasiment constante pendant une opération de tressage ;
- et
- de détermination d'un balourd des plusieurs supports de produit à tresser (2, 20, 20a) lors de la rotation autour du centre de tressage (30) commun par l'au moins un capteur de balourd (60) ; et
- de prise en compte du balourd déterminé par le dispositif de commande (40) lors de la commande de l'entraînement (12) par l'adaptation de la vitesse de rotation, de la vitesse angulaire ou de la vitesse.

35

40

45

50

55

FIG 1A

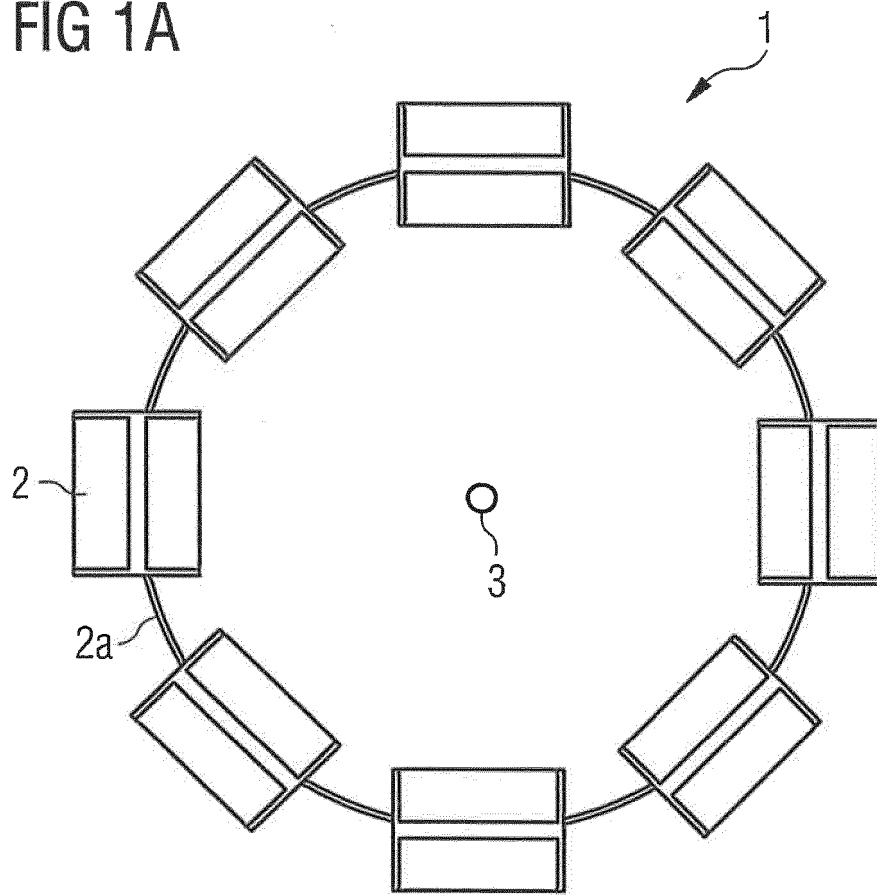


FIG 1B

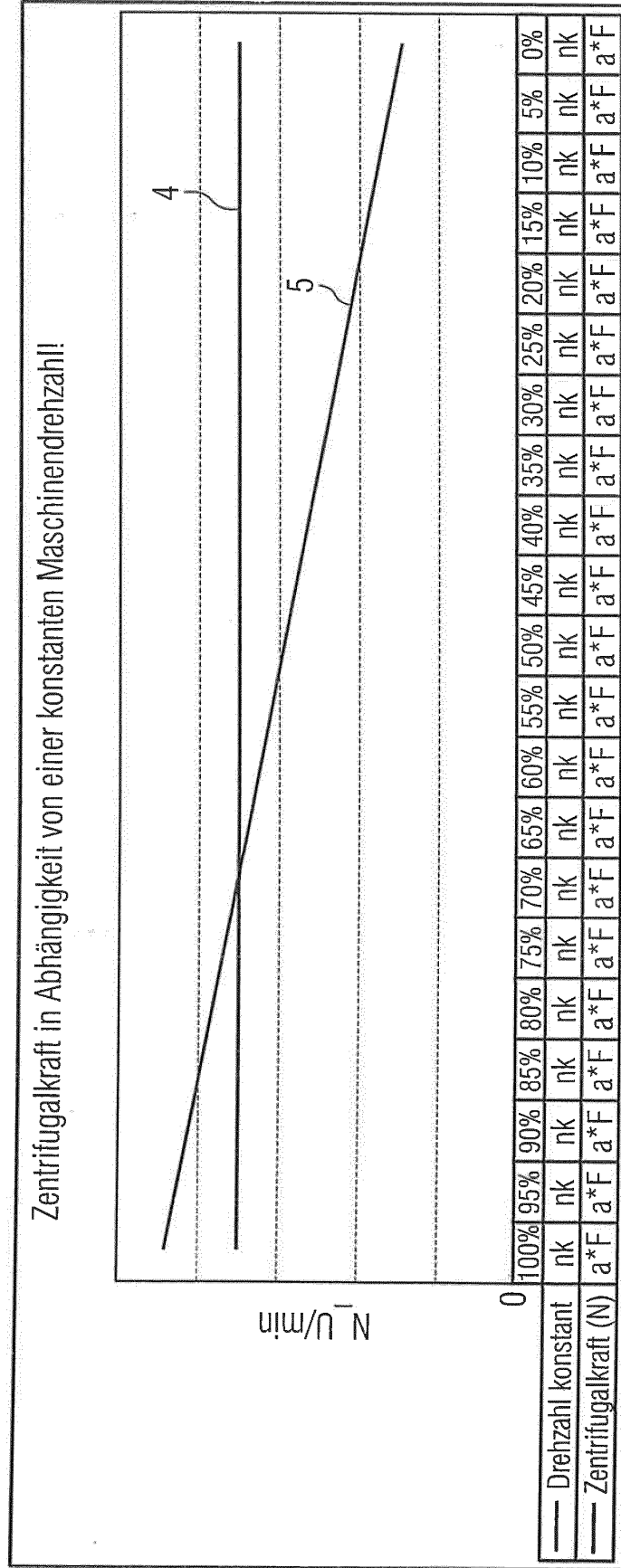


FIG 2

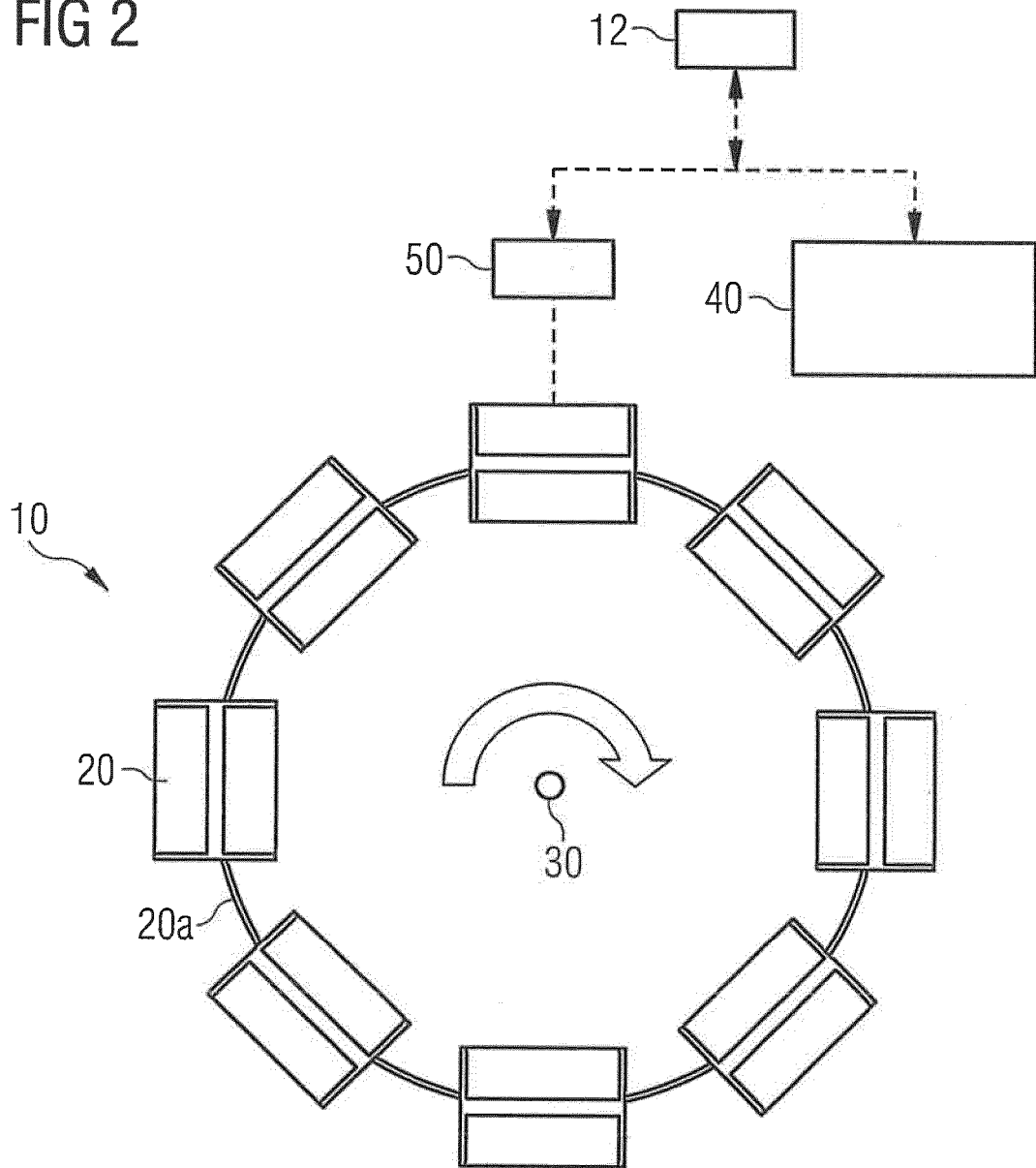


FIG 3

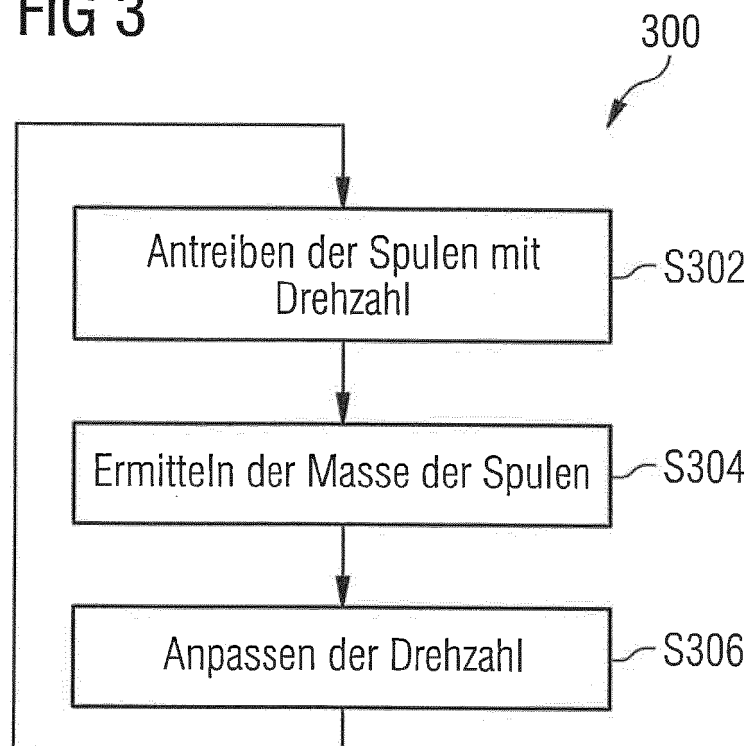


FIG 4

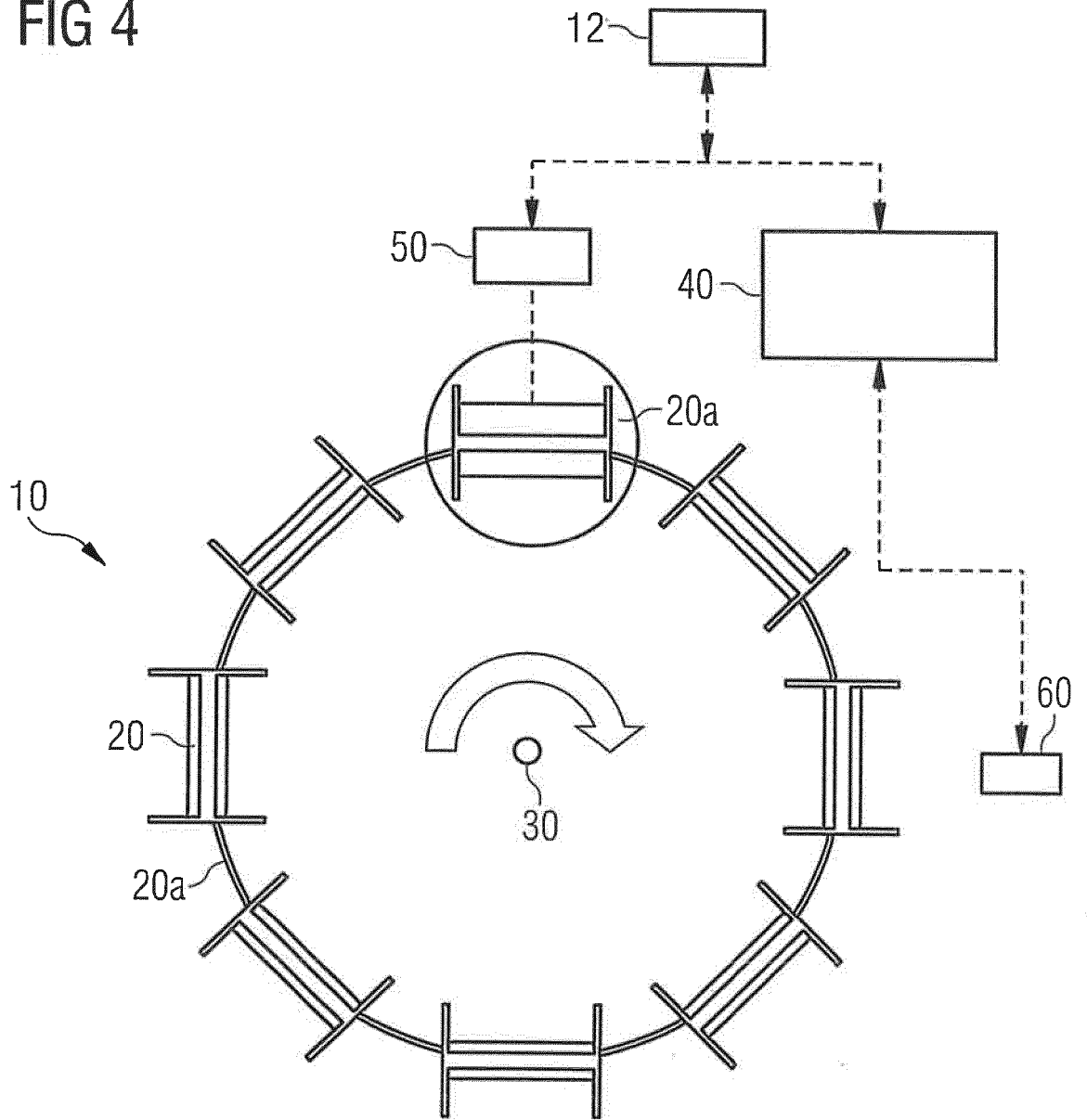


FIG 5A

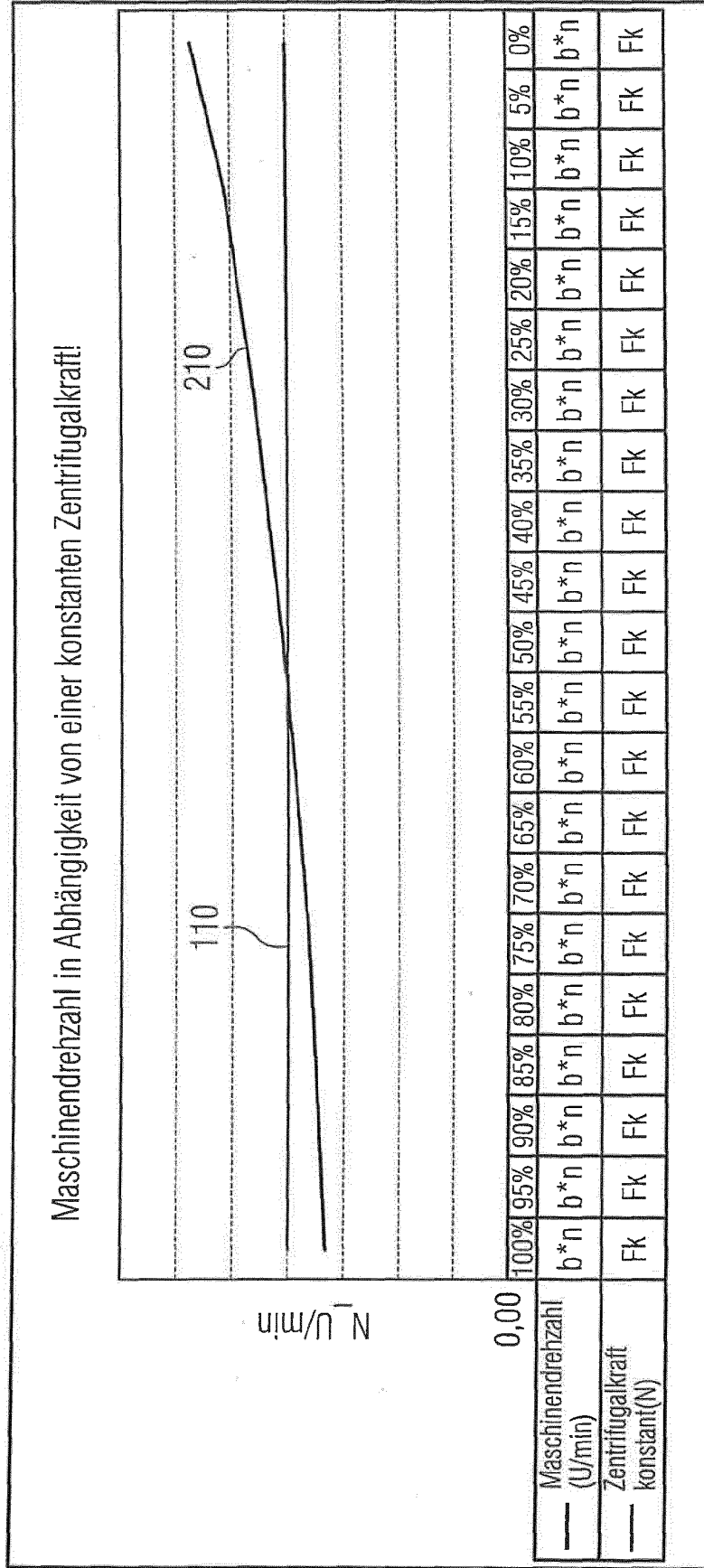


FIG 5B

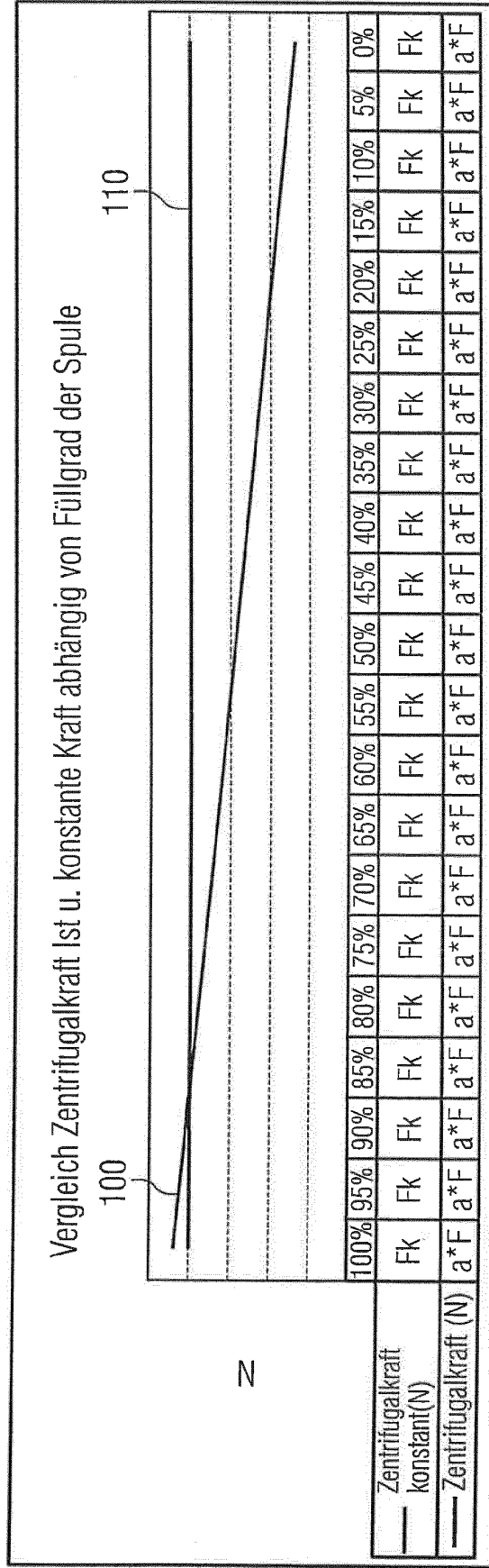


FIG 5C

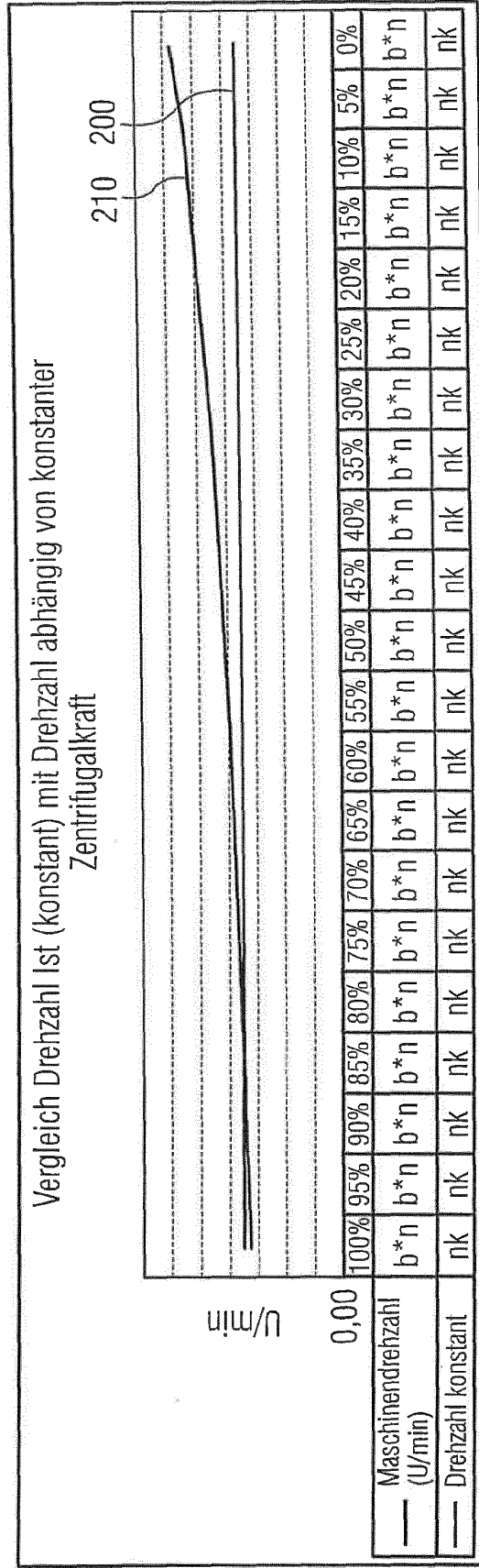
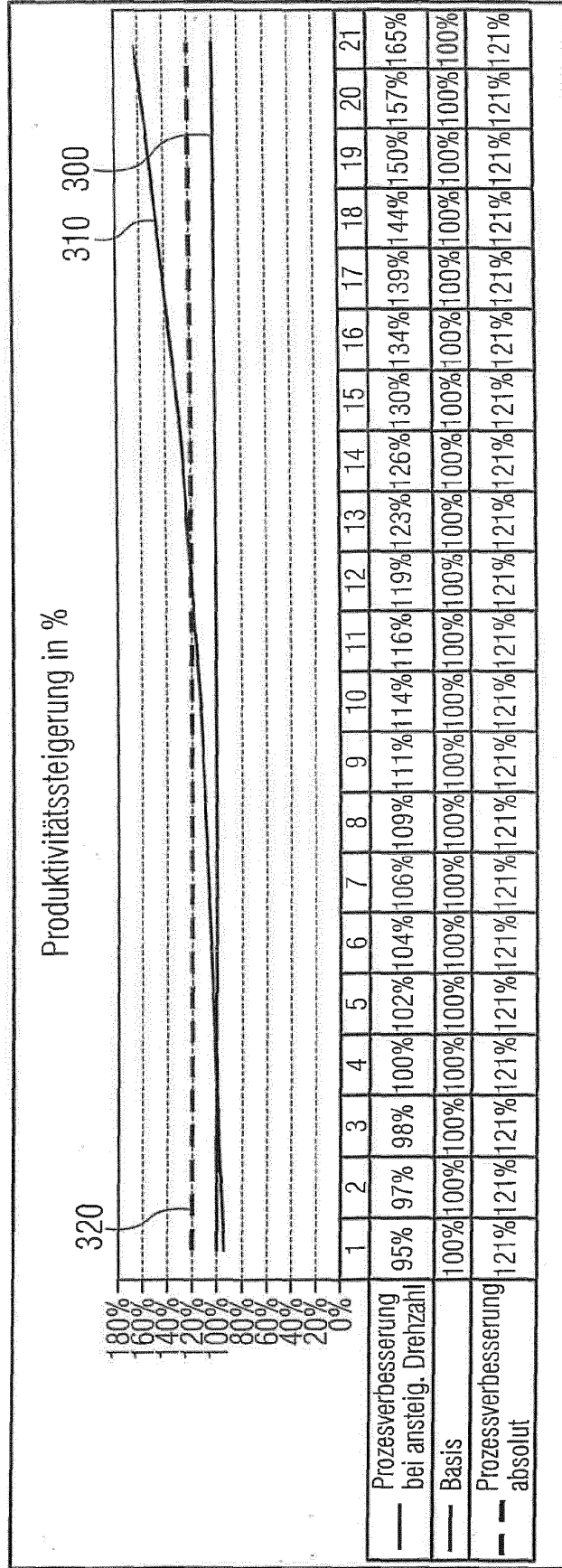


FIG 5D



**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**

- DE 2162170 A1 [0003]
- US 4716807 A [0004]
- DE 102005058223 A1 [0005]