

(19)



(11)

EP 3 127 614 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.02.2017 Patentblatt 2017/06

(51) Int Cl.:
B02C 4/08 (2006.01) **B02C 4/42 (2006.01)**
B02C 9/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16182798.5**

(22) Anmeldetag: **04.08.2016**

(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**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **Ing. Stefan Kastenmüller GmbH**
82152 Martinsried (DE)

(72) Erfinder: **SCHMID, Franz**
86807 Buchloe (DE)

(74) Vertreter: **Schumacher & Willsau**
Patentanwalts-gesellschaft mbH
Nymphenburger Straße 42
80335 München (DE)

(30) Priorität: **05.08.2015 DE 102015010157**

(54) **WALZENSTUHL MIT SCHNEIDEN-SCHNEIDEN-BETRIEBSART UND
RÜCKEN-RÜCKEN-BETRIEBSART**

(57) Die Erfindung betrifft einen Walzenstuhl (10) mit einer ersten Riffelwalze (12), die eine Vielzahl von ersten Riffelschneiden (32) und ersten Riffelrücken (34) aufweist, und mit einer zweiten Riffelwalze (14), die eine Vielzahl von zweiten Riffelschneiden (36) und zweiten Riffelrücken (38) aufweist. Der Walzenstuhl kann in einer Schneiden-Schneiden-Betriebsart, in der die ersten Schneiden und die zweiten Schneiden gegenseitig angenähert werden, und in einer Rücken-Rücken-Betriebsart, in der die ersten Rücken und die zweiten Rücken gegenseitig angenähert werden, betrieben werden. Ein Wechsel zwischen der Schneiden-Schneiden-Betriebsart und der Rücken-Rücken-Betriebsart kann im laufenden Betrieb durch eine Veränderung der Drehzahl der ersten Riffelwalze und/oder eine Veränderung der Drehzahl der zweiten Riffelwalze erfolgen.

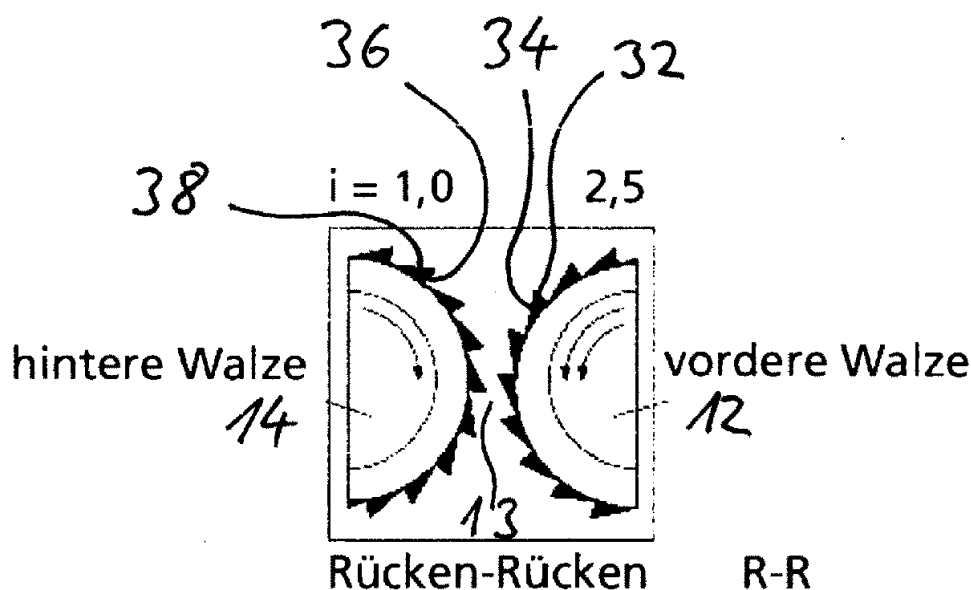


Fig. 1a

EP 3 127 614 A2

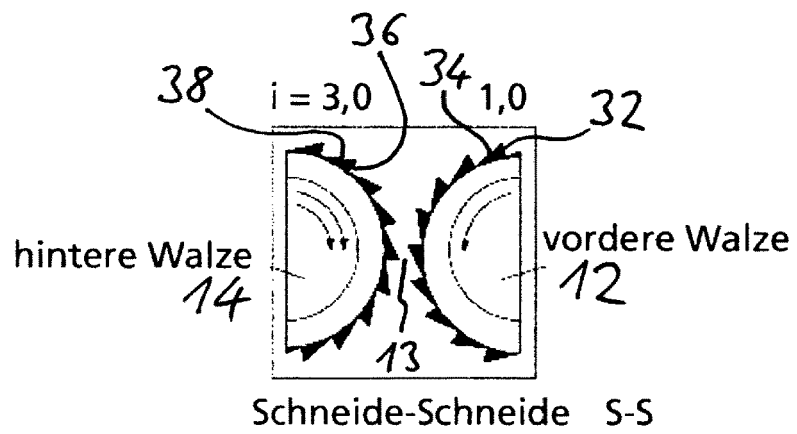


Fig. 1b

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Walzenstuhl mit einer ersten Riffelwalze, die eine Vielzahl von ersten Riffelschneiden und ersten Riffelrücken aufweist, und mit einer zweiten Riffelwalze, die eine Vielzahl von zweiten Riffelschneiden und zweiten Riffelrücken aufweist, wobei der Walzenstuhl dazu ausgelegt ist, entweder in einer Schneiden-Schneiden-Betriebsart, in der die ersten Schneiden und die zweiten Schneiden gegenseitig angenähert werden, oder in einer Rücken-Rücken-Betriebsart, in der die ersten Rücken und die zweiten Rücken gegenseitig angenähert werden, betrieben zu werden.

[0002] Derartige Walzenstühle werden in Mühlen zum Mahlen von Mahlgut pflanzlichen Ursprungs verwendet, zum Beispiel zum Mahlen von Getreide (zum Beispiel Weizen, Gerste, Roggen, Hafer, Dinkel) oder anderer Erzeugnisse (zum Beispiel Mais, Maniok, Kakaobohnen, Kaffeebohnen, Nüsse). Ein Rücken-Rücken- und ein Schneide-Schneide-Betriebsmodus (R-R- beziehungsweise S-S-Betriebsmodus) werden unter Bezugnahme auf Figur 1a und Figur 1b nachfolgend kurz erläutert. Eine erste Walze (vordere Walze) 12 und eine zweite Walze (hintere Walze) 14 sind jeweils um ihre Drehachse drehbar gelagert, wobei die beiden Drehachsen parallel zueinander verlaufen und zwischen den beiden Walzen 12, 14 ein Spalt 13 zur Aufnahme des Mahlguts besteht. Die Mantelfläche der vorderen Walze 12 ist mit einer Vielzahl von Erhebungen (Riffeln) versehen, wobei jeder Riffel eine Schneidfläche (Riffelschneide) 32 und eine Rückenfläche (Riffelrücken) 34 aufweist. Die Riffelrücken sind jeweils ungefähr tangential zur Mantelfläche der vorderen Walze 12 ausgerichtet. Die Riffelschneiden 32 stehen hingegen ungefähr senkrecht auf der Manteloberfläche der vorderen Walze 12. Dasselbe gilt entsprechend für die Riffelschneiden 36 und die Riffelrücken 38 der hinteren Walze 14. Die beiden Walzen werden so angetrieben, dass sie mit einander entgegengesetzten Drehgeschwindigkeiten rotieren. Dies hat den Effekt, dass sich die Riffel der vorderen Walze 12 und die Riffel der hinteren Walze 14 im Bereich des Spalts 13 in der Transportrichtung des Mahlguts (zum Beispiel von oben nach unten) bewegen. Bei dem in Figur 1a dargestellten R-R-Modus rotiert die vordere Walze 12 schneller (zum Beispiel um den Faktor 2,5 schneller) als die hintere Walze 14. Damit nähern sich stets zwei einander zugewandte Riffelrücken 34, 38 der vorderen und der hinteren Walze 12, 14 einander beim Einlaufen in den Spalt 13 an, während sich zwei einander zugewandte Riffelschneiden 32, 36 im Bereich des Spalts 13 voneinander entfernen (siehe Figur 1a). In einem S-S-Modus hingegen nähern sich im Bereich des Spalts 13 zwei einander zugewandte Riffelschneiden 32, 36 der vorderen Walze 12 und der hinteren Walze 14 einander an, während zwei sich einander zugewandte Riffelrücken 34, 38 voneinander entfernen (siehe Figur 1b).

[0003] Als vordere Walze wird diejenige Walze be-

zeichnet, bei der die Rückfläche eines jeden Riffels in Bewegungsrichtung des betreffenden Riffels betrachtet der Schneidfläche des betreffenden Riffels vorgelagert ist. Das heißt, bei der vorderen Walze tritt stets zunächst die Rückfläche und dann die Schneidfläche des Riffels in den Spalt 13 ein. In anderen Worten liegt bei der vorderen Walze die Rückfläche eines Riffels in Bewegungsrichtung vorn und die Schneidfläche des Riffels liegt hinten. Bei der hinteren Walze hingegen liegt die Schneidfläche eines Riffels in Bewegungsrichtung vorn und die Rückfläche des Riffels liegt hinten. In anderen Worten: die Riffelschneiden 32 der vorderen Walze 12 sind jeweils nach hinten gewandt, während die Riffelschneiden 36 der hinteren Walze 14 jeweils nach vorne gewandt sind.

[0004] Ein Wechsel von einem R-R-Modus in einen S-S-Modus lässt sich prinzipiell auf zwei unterschiedliche Weisen erreichen. Eine Möglichkeit besteht darin, dafür zu sorgen, dass sich die hintere Walze 14 im S-S-Modus schneller als die vordere Walze 14 dreht. Dies ist in Figur 1b veranschaulicht, wo sich die hintere Walze 14 zum Beispiel dreimal so schnell dreht wie die vordere Walze 12. Eine derartige Änderung der Drehzahlen ist bei heute üblichen Walzenstühlen in der Regel nicht einfach zu bewerkstelligen, da die vordere und die hintere Walze von einem gemeinsamen Motor über ein gemeinsames Getriebe angetrieben werden. Das Getriebe weist in der Regel keine oder nur wenige Einstellmöglichkeiten auf. Typischerweise ist das Drehzahlverhältnis zwischen der hinteren und der vorderen Walze fest. In einem solchen Fall gelingt der Wechsel vom R-R- in den S-S-Modus, indem die beiden Walzen 12, 14 bei stillstehendem Motor aus ihrer jeweiligen Lagerung genommen, dann um 180° um ihre jeweilige geeignete Querachse gedreht und in dieser gedrehten Stellung wieder in ihre jeweilige Lagerung eingesetzt gelagert werden. Damit wird aus der vorderen Walze 12 die neue hintere Walze 12 und aus der hinteren Walze 14 wird die neue vordere Walze 14.

[0005] Es ist Aufgabe der Erfindung, einen Walzenstuhl der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass er einen komfortablen und schnellen Wechsel zwischen dem S-S-Modus und dem R-R-Modus erlaubt. Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass der Wechsel im laufenden Betrieb durch eine Veränderung der Drehzahl der ersten Riffelwalze und/oder eine Veränderung der Drehzahl der zweiten Riffelwalze erfolgt. In anderen Worten wird der Antriebsmechanismus des Walzenstuhls so gestaltet, dass die Drehzahl der ersten Riffelwalze und/oder die Drehzahl der zweiten Riffelwalze im laufenden Betrieb, das heißt, während sich beide Walzen normal drehen, möglich ist. Es entfällt somit das Erfordernis, die Walzen anzuhalten und um 180° zu drehen, um vom S-S-Modus in den R-R-Modus oder umgekehrt zu schalten.

[0006] Gemäß einer Ausführungsform umfasst der Walzenstuhl ein Getriebe, mit Hilfe dessen sich die Drehzahl der ersten Riffelwalze und/oder die Drehzahl der zweiten Riffelwalze verändern lassen.

[0007] Alternativ oder ergänzend zu dem Getriebe

kann vorgesehen sein, dass der Walzenstuhl eine erste elektrische Maschine zum Antreiben der ersten Riffelwalze und eine zweite elektrische Maschine zum Antreiben der zweiten Riffelwalze aufweist. Durch Veränderung der Drehzahl der ersten beziehungsweise zweiten elektrischen Maschine lässt sich dann eine Änderung der Drehzahl der ersten beziehungsweise zweiten Riffelwalze erreichen. Damit kann das Verhältnis der Drehzahlen der ersten Walze und der zweiten Walze während des Betriebs geändert werden.

[0008] Gemäß einer Ausführungsform weisen die erste elektrische Maschine und die zweite elektrische Maschine unterschiedliche Nennleistungen auf. Zum Beispiel kann es für viele Anwendungen (zum Beispiel Mahlen von Getreide) genügen, wenn die elektrische Maschine zum Antreiben der hinteren Walze eine geringere Nennleistung aufweist als die elektrische Maschine zum Antreiben der vorderen Walze.

[0009] Das Verhältnis der Nennleistungen der beiden elektrischen Maschinen kann zum Beispiel im Bereich zwischen 1:1,2 und 1:5 liegen. Vorzugsweise liegt es im Bereich von 1:2 bis 1:4. Damit gelingt ein guter Kompromiss zwischen Herstellungskosten einerseits und Vielseitigkeit im Einsatz andererseits.

[0010] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass diejenige elektrische Maschine die höhere Nennleistung aufweist, die die vordere Riffelwalze antreibt. Im R-R-Modus ist die vordere Walze die schnellere der beiden Riffelwalzen. Im S-S-Modus ist die hintere Walze die schnellere, doch genügt auch im S-S-Modus für den Antrieb der hinteren Walze eine relativ geringe Leistung, da im S-S-Modus typischerweise relativ geringe Drehzahlen gewählt werden.

[0011] Gemäß einer Ausführungsform ist der ersten elektrischen Maschine ein erster Frequenzumrichter und der zweiten elektrischen Maschine ein zweiter Frequenzumrichter zugeordnet. Die erste elektrische Maschine kann über den ersten Frequenzumrichter an eine elektrische Spannungsquelle angeschlossen werden. Die zweite elektrische Maschine kann über den zweiten Frequenzumrichter an eine zweite Spannungsquelle angeschlossen werden. Vorzugsweise werden die erste und die zweite elektrische Maschine über den jeweiligen Frequenzumrichter jeweils an dieselbe Spannungsquelle, zum Beispiel an ein privates oder öffentliches Stromnetz, angeschlossen. Die Spannungsquelle kann eine Wechselspannungsquelle oder aber eine Gleichspannungsquelle sein. Die Frequenz der von der Wechselspannungsquelle gelieferten Spannung kann zum Beispiel zwischen 20 Hz und 100 Hz betragen. Stromversorgungsnetze liefern im Allgemeinen eine Wechselspannung mit einer Effektivspannung von 110 V (zum Beispiel in den USA) oder 220 V (zum Beispiel in Europa); vorteilhafterweise sind der erste und der zweite Frequenzumrichter für den Anschluss an ein derartiges Wechselspannungsnetz geeignet. Im Betrieb lässt sich durch Steuerung des ersten beziehungsweise zweiten Frequenzumrichters die Ausgangsfrequenz des betreffen-

den Frequenzumrichters und damit die Drehzahl der ersten beziehungsweise zweiten elektrischen Maschine steuern. Im einfachsten Fall ist die Drehzahl der ersten beziehungsweise zweiten elektrischen Maschine identisch mit der Frequenz der Ausgangsspannung (Ausgangsfrequenz) des ersten beziehungsweise zweiten Frequenzumrichters. Zur Steuerung des ersten beziehungsweise zweiten Frequenzumrichters kann eine erste beziehungsweise eine zweite Steuereinheit vorgesehen sein. Mittels der ersten beziehungsweise zweiten Steuereinheit lässt sich die Frequenz der Ausgangsspannung des ersten beziehungsweise zweiten Frequenzumrichters einstellen. Die erste beziehungsweise zweite Steuereinheit weisen vorzugsweise eine Bedieneinheit, zum Beispiel in Form eines Drehknopfes, zum Einstellen der gewünschten Ausgangsfrequenz auf. Die erste und die zweite Steuereinheit können ein gemeinsames Gehäuse aufweisen.

[0012] Während des Betriebs ist es möglich, dass eine der beiden elektrischen Maschinen als Motor und die andere als Generator betrieben wird. Dieser Fall kann auftreten, wenn die schnellere der beiden Walzen die langsamere durch Kraftschluss und/oder Reibschluss über das Mahlgut zwischen den beiden Walzen derart stark antreibt, dass die langsamere Walze eine elektrische Nettoleistung liefert, die zum Beispiel in das Stromnetz oder direkt zurück in die elektrische Maschine der schnelleren Walze fließt. Es kann aber auch der Fall auftreten, dass die langsamere Walze zum Teil über die ihr zugeordnete elektrische Maschine und zum restlichen Teil über Kraftschluss und/oder Reibschluss mit der schnelleren Walze angetrieben wird.

[0013] Gemäß einer Ausführungsform wird die von der als Generator betriebenen elektrischen Maschine erzeugte Energie zumindest teilweise zum Antrieb der als Motor betriebenen elektrischen Maschine verwendet. Dies kann zum Beispiel dadurch realisiert werden, dass die erste elektrische Maschine und die zweite elektrische Maschine über einen Leistungskoppler miteinander gekoppelt werden.

[0014] Gemäß einer Ausführungsform haben die erste Riffelwalze und die zweite Riffelwalze den gleichen Walzendurchmesser. Damit ist der Walzenstuhl gleichermaßen für den R-R-Modus wie den S-S-Modus geeignet. Vorzugsweise sind die erste und die zweite Riffelwalze baugleich. Dies vereinfacht die Herstellung, Wartung und gegebenenfalls Reparatur des Walzenstuhls.

[0015] Es kann vorgesehen sein, dass das Verhältnis der Drehzahl der ersten Walze und der Drehzahl der zweiten Walze im Bereich von 7:1 und 1:4,5 variierbar ist. Dieser Bereich wird als ausreichend groß erachtet, um den gängigen Anforderungen im Hinblick auf unterschiedliches Mahlgut und unterschiedlichen verlangten Eigenschaften des erzeugten Schrots oder Mehls zu genügen.

[0016] Gemäß einer Ausführungsform lässt sich durch die Veränderung der Drehzahl der ersten Riffelwalze und/oder die Veränderung der Drehzahl der zweiten Rif-

felwalze eine stufenlose Veränderung einer Differentialgeschwindigkeit und einer Riffelwirkzahl hervorrufen. Dies gelingt zum Beispiel dadurch, dass zur Einstellung der Drehzahl der ersten Riffelwalze und/oder zur Einstellung der Drehzahl der zweiten Riffelwalze eine stufenlos einstellbare erste beziehungsweise zweite Bedieneinheit zur Verfügung gestellt wird.

[0017] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Dabei bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder ähnliche Komponenten.

Figur 1a und Figur 1b veranschaulichen einen R-R-Modus und einen S-S-Modus.

Figur 2 zeigt schematisch ein Ausführungsbeispiel eines Walzenstuhls.

Figur 3a und Figur 3b zeigen jeweils schematisch ein Ausführungsbeispiel mit einem Getriebe.

Figur 4 zeigt ein Flussdiagramm eines Ausführungsbeispiels eines Verfahrens zum Betreiben eines Walzenstuhls.

Figur 5 zeigt eine Tabelle mit Beispielen typischer Übersetzungsverhältnisse und Riffelstellungen einer Getreidemühle.

[0018] Figur 2 zeigt schematisch ein Beispiel eines Walzenstuhls 10 mit einer ersten Riffelwalze (erste Walze) 12 und einer zweiten Riffelwalze (zweite Walze) 14. Die erste Walze 12 weist eine Vielzahl von ersten Riffelschneiden 32 und ersten Riffelrücken 34 auf. Die zweite Walze 14 weist eine Vielzahl von zweiten Riffelschneiden 36 und zweiten Riffelrücken 38 auf. Der Walzenstuhl 10 ist dazu ausgelegt, wahlweise entweder in einer Schneiden-Schneiden-Betriebsart oder in einer Rücken-Rücken-Betriebsart betrieben zu werden. In der S-S-Betriebsart werden die ersten Schneiden 32 und die zweiten Schneiden 36 gegenseitig angenähert. In der R-R-Betriebsart werden die ersten Rücken 34 und die zweiten Rücken 38 gegenseitig angenähert. Ein Wechsel zwischen der S-S-Betriebsart und der R-R-Betriebsart kann im laufenden Betrieb durch eine Veränderung der Drehzahl der ersten Walze 12 und/oder durch eine Veränderung der Drehzahl der zweiten Walze 14 erfolgen. Wie bereits in Figur 1 wird auch in dem Beispiel von Figur 2 die erste Walze 12 als vordere Walze und die zweite Walze 14 als hintere Walze betrieben.

[0019] Der Walzenstuhl 10 umfasst eine erste elektrische Maschine 16 und eine zweite elektrische Maschine 18. Die erste Walze 12 ist mit der ersten elektrischen Maschine 16 mechanisch und/oder elektromagnetisch gekoppelt oder koppelbar, so dass die erste elektrische Maschine ein Drehmoment (in dem Beispiel parallel zur Y-Achse, die hier senkrecht zur Zeichenebene steht) auf die erste Walze 12 ausüben kann, um eine Rotation der

ersten Walze 12 um ihre Drehachse (in dem Beispiel parallel zur Y-Achse) zu bewirken. Die zweite elektrische Maschine 18 ist mit der zweiten Walze 14 mechanisch oder elektromagnetisch gekoppelt oder koppelbar und damit im stande, auf die zweite Walze 14 ein Drehmoment (in dem Beispiel parallel zur Y-Achse) auszuüben, um eine Rotation der zweiten Walze 14 um ihre Drehachse (in dem Beispiel parallel zur Y-Achse) zu bewirken. Im gewöhnlichen Mahlbetrieb werden die erste Walze 12 und die zweite Walze 14 gegenläufig betrieben. Das heißt, der Rotationsgeschwindigkeitsvektor der zweiten Walze 14 ist dem Rotationsgeschwindigkeitsvektor der ersten Walze 12 entgegengerichtet. In dem Beispiel zeigt der Rotationsgeschwindigkeitsvektor der ersten Walze 12 gegen die Y-Richtung (aus der Zeichenebene heraus), während der Rotationsgeschwindigkeitsvektor der zweiten Walze 14 in die positive Y-Richtung (in die Zeichenebene hinein) zeigt. Die beiden elektrischen Maschinen 16, 18 können zum Beispiel jeweils ein Wechselstrom-, ein Drehstrom- oder ein Gleichstrommotor sein. Die Maximalleistung (oder die Nennleistung) der ersten elektrischen Maschine 16 ist höher als die maximale Leistung beziehungsweise die Nennleistung der zweiten elektrischen Maschine 18. Des Weiteren ist die maximale Drehzahl oder die Nenndrehzahl der ersten elektrischen Maschine 16 höher als die maximale Drehzahl beziehungsweise die Nenndrehzahl der zweiten elektrischen Maschine 18. Die maximale Leistung und/oder die maximale Drehzahl der ersten Maschine 16 wird gewöhnlicherweise im R-R-Modus verlangt. Die maximale Leistung und/oder die maximale Drehzahl der zweiten elektrischen Maschine 18 wird gewöhnlicherweise im S-S-Modus verlangt und ist geringer als die maximal von der ersten Maschine 16 verlangte Leistung beziehungsweise Drehzahl. In dem Beispiel hat die erste elektrische Maschine 16 eine Nennleistung von 7,5 kW und eine maximale Drehzahl von 1000 Umdrehungen pro Minute, während die zweite elektrische Maschine 18 eine Nennleistung von 2,2 kW und eine maximale Drehzahl von 200 Umdrehungen pro Minute besitzt.

[0020] Die erste elektrische Maschine 16 ist über einen ersten Frequenzumrichter 20 an eine Spannungsquelle 26, zum Beispiel eine Wechselstromquelle, angeschlossen oder anschließbar. Die zweite elektrische Maschine 18 ist über einen zweiten Frequenzumrichter 22 an die Spannungsquelle 26 angeschlossen oder anschließbar. Die Spannungsquelle 26 kann zum Beispiel ein Anschlusspunkt an ein ausgedehntes Stromversorgungsnetz sein. Die Spannungsquelle 26 kann zum Beispiel eine Wechselspannung mit 220 V und 50 Hz bereitstellen. Jeder der beiden Frequenzumrichter 20, 22 nutzt die an seinem Spannungseingang anliegende Eingangsspannung (zum Beispiel die von der Spannungsquelle 26 gelieferte Versorgungsspannung), um an seinem Spannungsausgang (der mit der ersten beziehungsweise zweiten elektrischen Maschine 16, 18 verbunden ist), eine Ausgangsspannung mit geeignetem Effektivwert und geeigneter Frequenz zu erzeugen. Der erste Fre-

quenzumrichter 20 liefert der ersten elektrischen Maschine 16 somit eine Wechselspannung mit einer ersten Frequenz F1. Der zweite Frequenzumrichter 22 liefert der zweiten elektrischen Maschine 18 eine Wechselspannung mit einer zweiten Frequenz F2.

[0021] Der Walzenstuhl 10 umfasst weiter eine erste Steuereinheit 40 zum Einstellen der vom ersten Frequenzumrichter 20 erzeugten Ausgangsfrequenz F1 sowie eine zweite Steuereinheit 42 zum Einstellen der vom zweiten Frequenzumrichter 22 erzeugten Ausgangsfrequenz F2. Die erste Steuereinheit 40 und die zweite Steuereinheit 42 können jeweils mechanisch, elektrisch, elektromagnetisch oder elektromechanisch mit dem entsprechenden ersten beziehungsweise zweiten Frequenzumrichter 20, 22 gekoppelt sein. Die beiden Steuereinheiten 40, 42 können jeweils eine Benutzer- und/oder eine Computerschnittstelle 44 beziehungsweise 46 aufweisen, um es einem Nutzer oder Computer zu ermöglichen, die Ausgangsfrequenzen F1 und F2 der Frequenzumrichter 20, 22 einzustellen. Der erste Frequenzumrichter 20 und die an ihn angeschlossene erste elektrische Maschine 16 haben in einer einfachsten Ausführungsform ein Übersetzungsverhältnis von 1:1. In diesem Fall erzeugt die Ausgangsspannung des ersten Frequenzumrichters 20 mit Frequenz F1 eine entsprechende Rotation der ersten Walze 12 mit derselben Frequenz, das heißt Drehgeschwindigkeit, F1. Dasselbe gilt entsprechend für den zweiten Frequenzumrichter 22 und die an ihn angeschlossene zweite elektrische Maschine 18. Ausgangsfrequenzen F1 = 1000 Hz und F2 = 200 Hz können somit Drehzahlen D1 = 1000 pro Minute beziehungsweise D2 = 200 pro Minute erzeugen. Mittels der Steuereinheiten 40, 42 lassen sich die Drehzahlen D1 und D2 der ersten beziehungsweise zweiten Walze 12, 14 individuell einstellen, insbesondere im laufenden Betrieb, das heißt, während sich die Walzen 12, 14 drehen und während sie von den Frequenzumrichtern 20, 22 mit Energie versorgt werden. Insbesondere gelingt auf die Weise ein Wechsel von einem S-S-Modus (in welchem $D2 > D1$ ist) in einen R-R-Modus (in welchem $D1 > D2$ ist) und umgekehrt im laufenden Betrieb.

[0022] Wenn eine der beiden Walzen 12, 14 schneller als die andere rotiert (also wenn $D1 > D2$ oder $D2 > D1$ ist), überträgt die schneller rotierende Walze durch mechanischen Kontakt mit der langsamer rotierenden Walze über das Mahlgut (zum Beispiel Getreide) Energie auf die langsamere Walze und treibt sie somit teilweise oder sogar vollständig an. In diesem Fall verhält sich die elektrische Maschine der langsameren Walze als elektrischer Generator. Die sich als Generator verhaltende elektrische Maschine (entweder die erste elektrische Maschine 16 oder die zweite elektrische Maschine 18) liefert dann elektrische Energie an den mit ihr verbundenen Frequenzumrichter (20 oder 22). In einer einfachen Ausführungsform (nicht dargestellt) fließt diese Energie zumindest größtenteils zurück in die Spannungsquelle 26, zum Beispiel in ein Stromversorgungsnetz. In dem gezeigten Beispiel hingegen ist ein Leistungskoppler 24

vorgesehen, der die beiden Frequenzumrichter 20, 22 miteinander elektrisch koppelt und damit die erzeugte elektrische Energie an den Frequenzumrichter (20 oder 22) der schneller rotierenden Walze (12 oder 14) zurückführt. Die Spannungsquelle 26 wird damit entlastet. Ein geeigneter Leistungskoppler wird zum Beispiel von dem Unternehmen Eaton (ehemals Moeller) angeboten. Bei Einsatz des Leistungskopplers 24 können die Drehzahlen der beiden Walzen 12, 14 nahezu beliebig und unabhängig voneinander verändert werden, ohne dass Energie in größerem Maß verloren geht.

[0023] Bei der in Figur 3a und Figur 3b schematisch dargestellten Ausführungsform des Walzenstuhles 10 aus Figur 2 werden die Walzen 12, 14 von der jeweiligen elektrischen Maschine 16 beziehungsweise 18 über ein erstes Getriebe 17 beziehungsweise ein zweites Getriebe 19 angetrieben. Die beiden Getriebe 17 und 19 können jeweils ein Getriebe mit festem (das heißt, nicht einstellbarem) Übersetzungsverhältnis sein, da sich die Drehzahlen der ersten und zweiten elektrischen Maschine 16, 18 variieren lassen. Auf Schaltgetriebe kann verzichtet werden, ohne nennenswerte Nachteile in Kauf zu nehmen.

[0024] Das Flussdiagramm in Figur 4 veranschaulicht ein Verfahren 200 zum Betrieb eines Walzstuhls, zum Beispiel des Walzstuhls 10 aus Figur 2. Während einer ersten Phase 202 wird der Walzstuhl in einem R-R-Modus betrieben. Das heißt, die vordere Walze dreht sich schneller als die hintere Walze ($D1 < D2$). In einer anschließenden Phase 204 wird die Drehzahl D1 der vorderen Walze reduziert und die Drehzahl D2 der hinteren Walze wird erhöht. Dies kann im laufenden Betrieb durch Reduzieren der Drehzahl der ersten elektrischen Maschine und Erhöhen der Drehzahl der zweiten elektrischen Maschine erfolgen. In einer anschließenden Phase 206 dreht sich die hintere Walze schneller als die vordere Walze. Das heißt, $D1 < D2$. Damit wird der Walzstuhl nun in einem S-S-Modus betrieben. In einer nachfolgenden Phase 208 wird die Drehzahl D1 der ersten Walze wieder erhöht und die Drehzahl D2 der zweiten Walze wird wieder reduziert. Im laufenden Betrieb gelingt dies ähnlich wie in der Phase 204 durch Erhöhen der Drehzahl der ersten elektrischen Maschine und Reduzieren der Drehzahl der zweiten elektrischen Maschine. Damit befindet sich der Walzstuhl wieder in einem R-R-Modus.

[0025] In der Tabelle in Figur 5 werden Möglichkeiten einer feinstufigen oder stufenlosen Drehzahlverstellung beider Riffelwalzen durch individuelle Einstellung der Drehfrequenzen der beiden elektrischen Maschinen dargestellt. Zum Beispiel kann eine Betriebsart zur schonenden Vermahlung von Weizen im R-R-Modus während der laufenden Produktion in einen S-S-Modus mit intensiver Mahlarbeit, zum Beispiel für die Vermahlung von Roggen, überführt werden. Zum Beispiel können die Übersetzungen stufenlos während des Betriebs über Potentiometer oder durch die Vorgabe von rezepthinterlegten Festfrequenzen verstellt werden. Dies bedeutet, dass fest programmierte Übersetzungsverhältnisse hin-

terlegt werden können, die bei Rezeptanwahl (zum Beispiel bei Umstellung von Weizen auf Roggen) automatisch geändert werden, zum Beispiel von einem Computer über die Schnittstellen 42, 46 (siehe Figur 2).

Bezugszeichenliste

[0026]

10	Walzenstuhl
12	erste Riffelwalze
13	Spalt
14	zweite Riffelwalze
16	erste elektrische Maschine
17	erstes Getriebe
18	zweite elektrische Maschine
19	zweites Getriebe
20	erster Frequenzumrichter
22	zweiter Frequenzumrichter
24	Leistungskoppler
26	Spannungsquelle
32	erste Riffelschneide
34	erster Riffelrücken
36	zweite Riffelschneide
38	zweiter Riffelrücken
40	erste Steuereinheit
42	zweite Steuereinheit
44	erste Benutzer- und/oder Computerschnittstelle
46	zweite Benutzer- und/oder Computerschnittstelle
200	Verfahren
202	erste Phase
204	zweite Phase
206	dritte Phase
208	vierte Phase

Patentansprüche

1. Walzenstuhl (10) mit einer ersten Riffelwalze (12), die eine Vielzahl von ersten Riffelschneiden (32) und ersten Riffelrücken (34) aufweist, und mit einer zweiten Riffelwalze (14), die eine Vielzahl von zweiten Riffelschneiden (36) und zweiten Riffelrücken (38) aufweist, wobei der Walzenstuhl dazu ausgelegt ist, entweder in einer Schneiden-Schneiden-Betriebsart, in der die ersten Schneiden und die zweiten Schneiden gegenseitig angenähert werden, oder in einer Rücken-Rücken-Betriebsart, in der die ersten Rücken und die zweiten Rücken gegenseitig angenähert werden, betrieben zu werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Wechsel zwischen der Schneiden-Schneiden-Betriebsart und der Rücken-Rücken-Betriebsart im laufenden Betrieb durch eine Veränderung der Drehzahl der ersten Riffelwalze und/oder eine Veränderung der Drehzahl der zweiten Riffelwalze erfolgt.

2. Walzenstuhl nach Anspruch 1, **dadurch gekenn-**

zeichnet, dass die Veränderung der Drehzahl der ersten Riffelwalze und/oder die Veränderung der Drehzahl der zweiten Riffelwalze zumindest teilweise mit Hilfe eines Getriebes (17, 19) erfolgt.

3. Walzenstuhl nach Anspruch 1 oder 2, mit einer ersten elektrischen Maschine (16) zum Antreiben der ersten Riffelwalze und einer zweiten elektrischen Maschine (18) zum Antreiben der zweiten Riffelwalze.

4. Walzenstuhl nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste elektrische Maschine und die zweite elektrische Maschine unterschiedliche Nennleistungen aufweisen.

5. Walzenstuhl nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis der Nennleistungen der beiden elektrischen Maschinen im Bereich zwischen 1:1,2 und 1:5 und vorzugsweise im Bereich von 1:2 und 1:4 liegt.

6. Walzenstuhl nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** diejenige elektrische Maschine die höhere Nennleistung aufweist, die in der Rücken-Rücken-Betriebsart die schnellere der beiden Riffelwalzen antreibt.

7. Walzenstuhl nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der ersten elektrischen Maschine ein erster Frequenzumrichter (20) zugeordnet ist und dass der zweiten elektrischen Maschine ein zweiter Frequenzumrichter (22) zugeordnet ist.

8. Walzenstuhl nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** von den beiden elektrischen Maschinen eine als Motor und eine als Generator betrieben wird.

9. Walzenstuhl nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die von der als Generator betriebenen elektrischen Maschine erzeugte Energie zumindest teilweise zum Antrieb der als Motor betriebenen elektrischen Maschine verwendet wird.

10. Walzenstuhl nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Riffelwalze und die zweite Riffelwalze gleiche Walzendurchmesser haben.

11. Walzenstuhl nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis der Drehzahl der ersten Walze und der Drehzahl der zweiten Walze im Bereich von 7:1 und 1:4,5 variierbar ist.

12. Walzenstuhl nach einem der vorhergehenden An-

sprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Veränderung der Drehzahl der ersten Riffelwalze und/oder die Veränderung der Drehzahl der zweiten Riffelwalze eine stufenlose Veränderung einer Differentialgeschwindigkeit und einer Riffel­einwirkzahl hervorgerufen wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

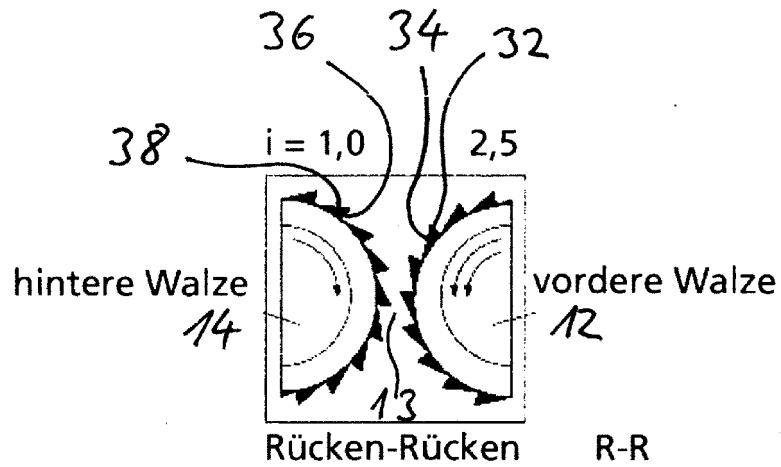


Fig. 1a

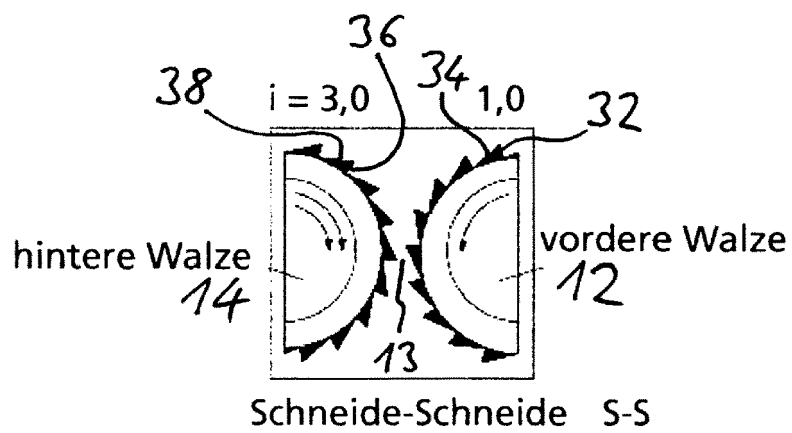


Fig. 1b

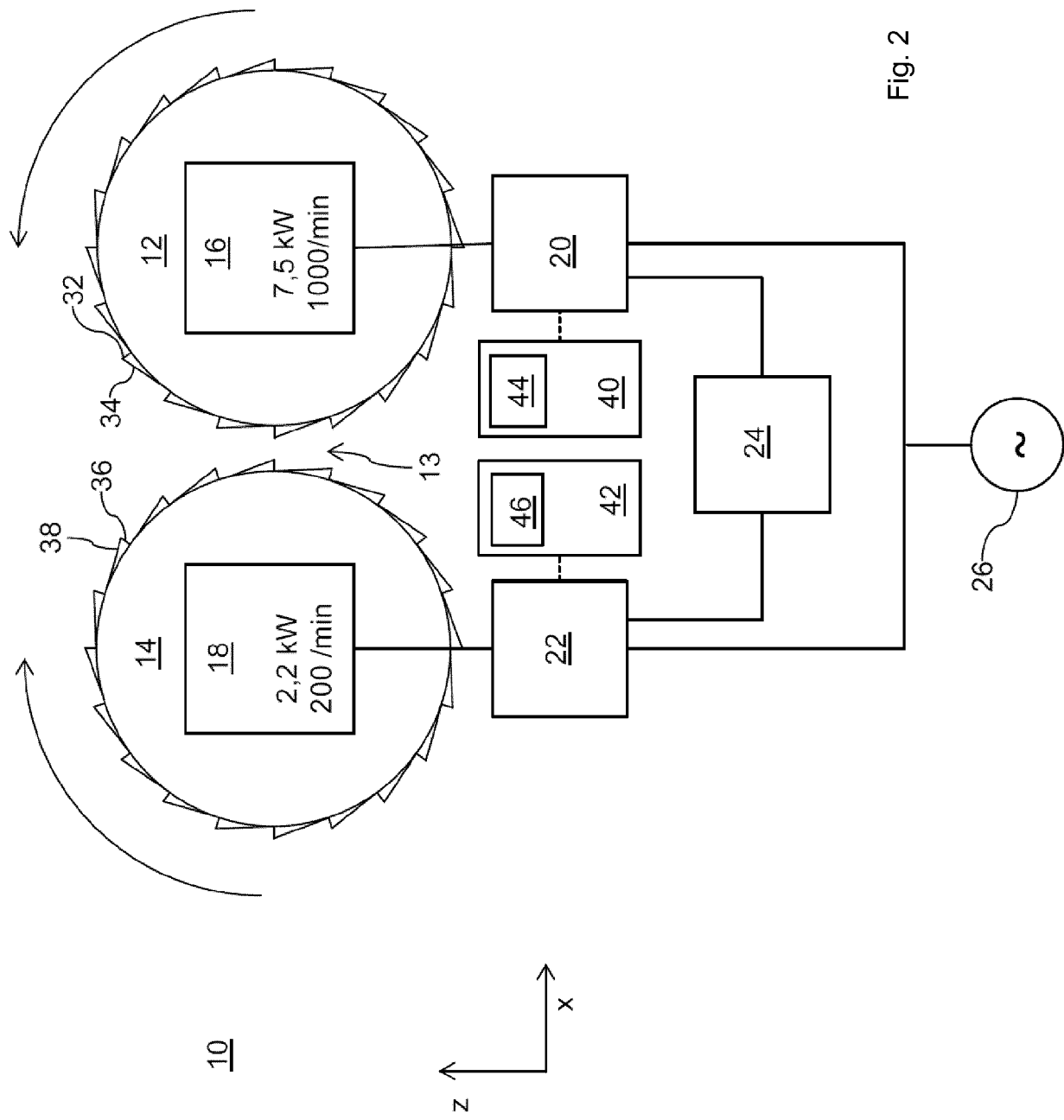


Fig. 2

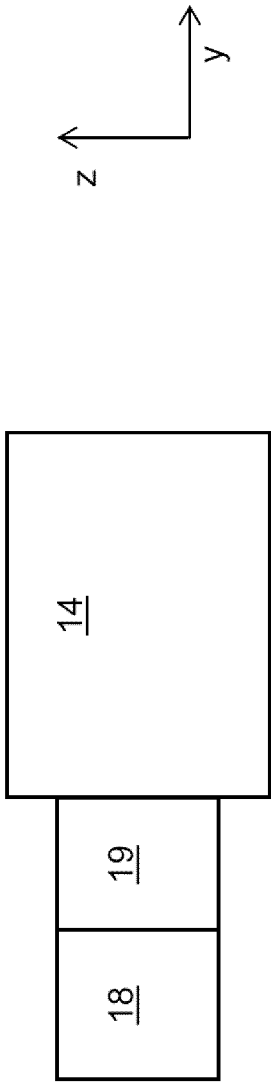


Fig. 3b

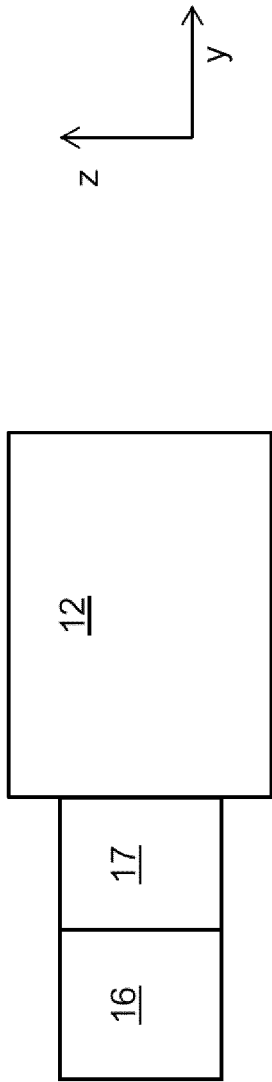


Fig. 3a

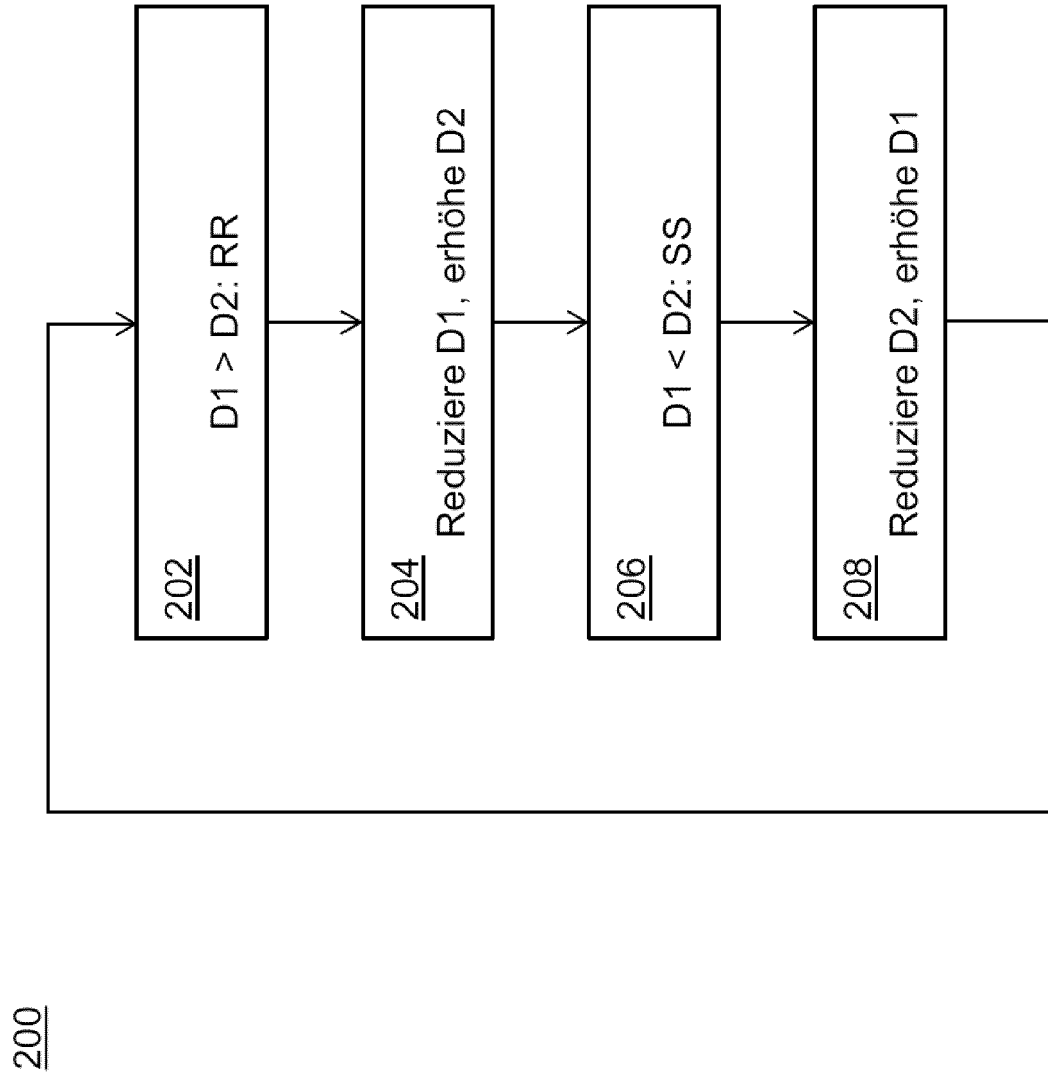


Fig. 4

Drehzahl, min ⁻¹ vordere W. m/s (HZ)			Drehzahl, min ⁻¹ hintere W. m/s (HZ)			Übersetzung i Riffelstellung	
300	4,7	50	250	3,9	50	1,2 : 1	R:R
400	6,2	66	250	3,9	50	1,6 : 1	R:R
400	6,2	66	200	3,1	40	2,0 : 1	R:R
400	6,2	66	160	2,5	32	2,5 : 1	R:R
Typisches Übersetzungsverhältnis und Riffelstellung einer reinen Weizenmühle							
400	6,2	66	100	1,6	20	4,0 : 1	R:R
400	6,2	66	72	1,1	14	5,5 : 1	R:R
454	7,1	75	72	1,1	14	6,3 : 1	R:R
150	2,3	25	150	2,3	30	1 : 1	Quetsche
150	2,3	25	200	3,1	40	1 : 2	S:S
150	2,3	25	250	3,9	50	1 : 1,67	S:S
150	2,3	25	300	4,7	60	1 : 2	S:S
150	2,3	25	350	5,5	70	1 : 1,23	S:S
150	2,3	25	450	7,1	90	1 : 3	S:S
Typisches Übersetzungsverhältnis und Riffelstellung einer reinen Roggenmühle							
100	1,6	17	450	7,1	90	1 : 4,5	S:S

Fig. 5