

(19)



(11)

EP 3 693 090 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.08.2020 Patentblatt 2020/33

(51) Int Cl.:
B07B 1/42 (2006.01) **B07B 1/28 (2006.01)**
B06B 1/16 (2006.01) **B07B 13/18 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **19000069.5**

(22) Anmeldetag: **06.02.2019**

(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:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Weiers, Jochen**
41812 Erkelenz (DE)
• **Pollmanns, Jürg**
41372 Niederkrüchten (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwaltskanzlei Methling**
Kaninenberghöhe 50
45136 Essen (DE)

(71) Anmelder: **Siebtechnik GmbH**
45478 Mülheim an der Ruhr (DE)

(54) **REGELBARE SIEBMASCHINE UND VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER REGELBAREN SIEBMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft eine regelbare Siebmachine umfassend zumindest einen Siebkasten (1) und eine Antriebseinheit, mittels derer der Siebkasten (1) in Schwingungen versetzbar ist, wobei die Antriebseinheit einen Antriebsmotor (42) aufweist, welcher zwei gegenläufig drehende Antriebswellen (3, 4) mit jeweils mindestens einer Unwuchtmasse (5, 6) antreibt, indem der Antriebsmotor (42) die erste Antriebswelle (3) als Haupt-

welle (10) antreibt und die zweite Antriebswelle (4) als Nebenwelle (11) über eine kinematische Kette mit der Hauptwelle (10) gekoppelt ist, dadurch gekennzeichnet, dass die kinematische Kette ein Verstellelement aufweist, mittels dessen die relative Phasenlage der Nebenwelle (11) gegenüber der Hauptwelle (10) veränderbar und festlegbar ist. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb einer regelbaren Siebmachine.

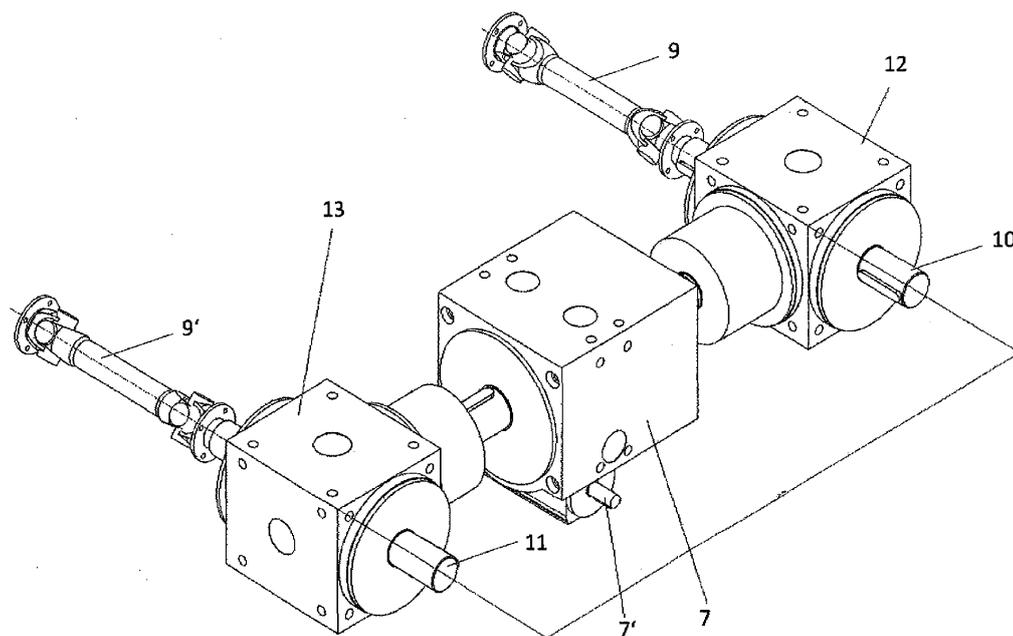


Fig. 1

EP 3 693 090 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine regelbare Siebmaschine umfassend zumindest einen Siebkasten und eine Antriebseinheit, mittels derer der Siebkasten in Schwingungen versetzbar ist, wobei die Antriebseinheit einen Antriebsmotor aufweist, welcher zwei gegenläufig drehende Antriebswellen mit jeweils mindestens einer Unwuchtmasse antreibt, indem der Antriebsmotor die erste Antriebswelle als Hauptwelle antreibt und die zweite Antriebswelle als Nebenwelle über eine kinematische Kette mit der Hauptwelle gekoppelt ist.

[0002] Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb einer solchen regelbaren Siebmaschine.

[0003] Aus DE 23 565 42 C2 ist ein schwingungserzeugender Antrieb für Siebmaschinen mit ellipsenförmigen Schwingungen bekannt. Ein Siebkasten mit Siebboden ist hierbei über Federn mit einem Fundament verbunden. Die Siebmaschine verfügt hierbei über drei Kreisschwingungserzeuger, auch Wuchtantriebe genannt, bei denen jeweils eine Unwucht mit einem rotierenden Antrieb verbunden ist, so dass beim Betrieb Fliehkräfte als Resultierende wirken. Zwei identische Kreisschwingungserzeuger sind so gegenlaufend montiert, so dass die Unwucht in eine Richtung stets parallel und in einer hierzu senkrechten Richtung gegenläufig bewegt wird. Hierdurch eliminieren sich die resultierenden Kräfte in eine Richtung und verstärken sich die Kräfte in die dazu senkrechte Richtung. Daraus resultiert eine Linearschwingung. Ein dritter Kreisschwingungserzeuger erzeugt mit seiner Unwucht eine Kreisschwingung. Durch die Überlagerung der Linearschwingung mit der Kreisschwingung entsteht eine ellipsenförmige Schwingung, wobei sowohl die Masse der Unwuchten, als auch die Frequenz der beiden unterschiedlichen Schwingungen die resultierende ellipsenförmige Schwingung beeinflussen, so dass sich die Ellipse durch entsprechende Veränderungen individuell anpassen lässt. Damit der gesamte Siebkasten in gleicher Form und gleicher Richtung schwingt, sollten die Resultierenden aller Kräfte durch den Schwerpunkt des Siebkastens verlaufen.

[0004] DE 7811967 U1 zeigt einen Antrieb für eine Schwingmaschine, bei welcher zwei Kreisschwingungserreger mit gleicher Drehzahl synchron und gegenläufig mit unterschiedlichen Unwuchtgewichten laufen. Die Unwuchtgewichte laufen auf zwei Wellen, welche über Gelenkwellen und ein Getriebe miteinander verbunden sind. Der Antriebsmotor und das Getriebe schwingen bei diesem Aufbau nicht mit dem Siebkasten.

[0005] Die Montage der beiden Kreisschwingungserzeuger führen zur Richtung der Linearbewegung und somit auch zur Ellipsenneigung. Eine Veränderung der Ellipsenneigung bedingt eine mechanische Veränderung der Wellenpositionen, was gemäß dem Stand der Technik nur im Stillstand möglich ist.

[0006] Mechanische Ellipsensiebmaschinen werden teilweise über Vorgelege- oder Wendegetriebe angetrieben. Hierbei treibt ein Elektromotor eine Hauptwelle an,

welche über das Getriebe mit der Nebenwelle gekoppelt ist. Die Hauptwelle ist mit einer Unwucht verbunden, während die Nebenwelle mit einer anderen Unwucht verbunden ist. Eine Verstellung der Ellipsenneigung ist aus verfahrenstechnischen Gründen nur im Stillstand der Maschine auf mechanischem Wege beispielsweise durch Versetzen der Wellenpositionen zueinander möglich. Das Versetzen der Wellenposition (Drehwinkel) nennt man auch Phasenverschiebung. Dabei ist eine Verstellung nur schrittweise aufgrund der durch die Zähne der Zahnräder vorgegebenen Teilung und/oder abhängig von der Teilung der Passtücke möglich.

[0007] Die Ellipse einer Ellipsensiebmaschine lässt sich gemäß dem Stand der Technik durch eine Phasenverschiebung der gegenläufigen Wellen, eine Änderung des Schwerpunkts der Unwuchtgewichte zum dazugehörigen Wellenmittelpunkt, eine Änderung der Masse der Unwuchtgewichte, oder durch eine Änderung der Drehzahlen der Wellen und ihres Drehzahlverhältnisses erreichen. Nachteilig ist dabei, dass diese Maßnahmen nur im Stillstand der Maschine durchgeführt werden können.

[0008] Eine Phasenverschiebung der gegenläufigen Wellen ist ferner mittels zweier Antriebsmotoren möglich, wobei jeder Motor eine Welle antreibt. Der Motor kann hierzu über einen Frequenzumrichter zur Einstellung der Drehzahl verfügen. Um eine gleiche Wellendrehzahl der beiden Wellen zu gewährleisten, sind Inkrementalgeber notwendig, welche die Winkeländerungen der beiden Wellen erfassen und die beiden Antriebsmotoren derart aufeinander abstimmen, dass beide Wellen sich mit der gleichen Winkelgeschwindigkeit mit gegenläufigem Drehsinn drehen. Die Phasenlage kann elektronisch verändert werden, indem sich kurzzeitig eine Welle schneller dreht als die andere, so dass sie zueinander verdreht werden. Nach erfolgter Phasenverschiebung, welche über die Inkrementalgeber erfasst wird, drehen sich die Wellen wieder mit gleicher Drehzahl. Durch die Phasenverschiebung verändert sich jedoch die Ausrichtung der Ellipse. Nachteilig ist dabei der sehr hohe Aufwand durch die Anordnung zweier Elektromotoren mit jeweils einem Frequenzumrichter und zusätzlich jeweils einem Inkrementalgeber sowie die Steuerung.

[0009] Hiervon ausgehend, ist es die Aufgabe der Erfindung, eine Siebmaschine und ein Verfahren zum Betrieb einer Siebmaschine bereitzustellen, wobei eine insbesondere stufenlose Verstellung der Ellipsenneigung bei nur einem Antriebsmotor auch während des Betriebs ermöglicht ist.

[0010] Diese Aufgabe wird durch eine Siebmaschine gemäß Anspruch 1 sowie das Verfahren gemäß Anspruch 10 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0011] Besonders vorteilhaft bei der regelbaren Siebmaschine umfassend zumindest einen Siebkasten und eine Antriebseinheit, mittels derer der Siebkasten in Schwingungen versetzbar ist, wobei die Antriebseinheit einen Antriebsmotor aufweist, welcher zwei gegenläufig

drehende Antriebswellen mit jeweils mindestens einer Unwuchtmasse antreibt, indem der Antriebsmotor die erste Antriebswelle als Hauptwelle antreibt und die zweite Antriebswelle als Nebenwelle über eine kinematische Kette mit der Hauptwelle gekoppelt ist, ist es, dass die kinematische Kette ein Verstellelement aufweist, mittels dessen die relative Phasenlage der Nebenwelle gegenüber der Hauptwelle veränderbar und festlegbar ist.

[0012] Mit dem Begriff der kinematischen Kette ist dabei gemeint, dass die Hauptwelle und die Nebenwelle insofern miteinander gekoppelt sind, dass ein Verdrehen der Hauptwelle gleichzeitig ein gegenläufiges Verdrehen der Nebenwelle bewirkt, die Hauptwelle und die Nebenwelle somit kinematisch gekoppelt sind. Erfindungsgemäß ist in diese kinematische Kette ein Verstellelement integriert, mittels dessen die relative Phasenlage der Nebenwelle gegenüber der Hauptwelle veränderbar und festlegbar ist.

[0013] Durch die Veränderung der relativen Phasenlage der Nebenwelle gegenüber der Hauptwelle wird gleichzeitig die relative Phasenlage der beiden Unwuchtmassen zueinander verändert und hierdurch die Ausrichtung der resultierenden Ellipse der Schwingungserregung des Siebkastens verändert. Durch das in die kinematische Kette integrierte Verstellelement kann somit die Ausrichtung der Ellipse der Schwingungserregung verändert und den Anforderungen angepasst werden.

[0014] Vorzugsweise ist das Verstellelement durch eine Kupplung, insbesondere eine Reibkupplung oder eine Klauenkupplung, und/oder ein Drehzahlüberlagerungsgetriebe gebildet. Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Verstellelement durch ein Drehzahlüberlagerungsgetriebe gebildet ist.

[0015] Es lässt sich somit mittels des Drehzahlüberlagerungsgetriebes die Phasenlage der Rotation der beiden Antriebswellen zueinander verändern. Je nach Ausgestaltung des Drehzahlüberlagerungsgetriebes besteht ferner die Möglichkeit, mittels des Drehzahlüberlagerungsgetriebes das Verhältnis der Drehgeschwindigkeit der beiden Antriebswellen zu verändern, so dass sich beide Wellen sowohl mit gleicher Drehzahl, als auch mit unterschiedlicher Winkelgeschwindigkeit drehen können.

[0016] Durch die Verstellung des Drehzahlüberlagerungsgetriebes lässt sich erfindungsgemäß die elliptische Schwingung der Siebmaschine hinsichtlich der Lage der Hauptachse, als auch bezüglich des Verhältnisses von Haupt- zur Nebenachse der Ellipse verändern.

[0017] Die Verstellung des Drehzahlüberlagerungsgetriebes kann sowohl mechanisch, als auch elektronisch erfolgen. Bei einer mechanischen Verstellung wird beispielsweise bei einem Planetengetriebe das Außensonnenrad angehalten, frei laufen gelassen oder durch einen Bremsengriff gebremst bewegt. Bei einem Reibradgetriebe mit Kegelrad wird die Position der beiden Räder zueinander verändert, wodurch das Übersetzungsverhältnis verändert wird. Bei einer elektronischen Verstellung erfolgt diese mit Hilfe von Sensoren und Aktoren.

[0018] Die Verstellung kann bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung sowohl während des Betriebs, als auch im Stillstand erfolgen.

[0019] Bevorzugt ist das Verstellelement durch ein Drehzahlüberlagerungsgetriebe gebildet, welches zu einem veränderbaren Getriebeteil ein zusätzliches, festes Übersetzungsverhältnis enthält. So kann das Drehzahlüberlagerungsgetriebe zusätzlich zum veränderbaren Getriebeteil ein zusätzliches, festes Übersetzungsverhältnis enthalten. Kann der veränderbare Getriebeteil die Ausgangsdrehzahl lediglich drosseln, so ermöglicht die feste Übersetzung, dass in der Summe die Ausgangsdrehzahl auch größer als die Eingangsdrehzahl sein kann.

[0020] In dem Fall, dass das das Verstellelement durch ein Drehzahlüberlagerungsgetriebe gebildet ist, kann das Drehzahlüberlagerungsgetriebe insbesondere ein Planetengetriebe und/oder ein Schneckenradgetriebe und/oder ein Reibradgetriebe mit Kegelrad sein.

[0021] In einer bevorzugten Ausführungsform weist die kinematische Kette zwischen der Hauptwelle und der Nebenwelle zumindest zwei Wendegetriebe und/oder zumindest ein Vorgelegegetriebe auf. Durch die Anordnung zweier Wendegetriebe und/oder eines Vorgelegegetriebes wird die gegenläufige Drehrichtung der Nebenwelle gegenüber der Hauptwelle gewährleistet.

[0022] Vorzugsweise sind die Antriebseinheit mit Antriebsmotor und/oder ein Drehzahlüberlagerungsgetriebe und/oder optionale weitere Getriebe mit den dazugehörigen Wellen zum Antrieb der zwei gegenläufig drehenden Antriebswellen ganz oder teilweise mit dem Siebkasten starr gekoppelt oder von dem Siebkasten entkoppelt

[0023] Die Antriebseinheit aus Antriebsmotor, Drehzahlüberlagerungsgetriebe, optionalen weiteren Getrieben und den dazugehörigen Wellen zum Antrieb der zwei gegenläufig drehenden Antriebswellen kann vollständig oder teilweise von dem Siebkasten entkoppelt sein. Kardanwellen ermöglichen dann beispielsweise die Krafteinleitung von den feststehenden Bauteilen auf die schwingenden Teile. Alternativ kann die Antriebseinheit ganz oder partiell mit dem Siebkasten verbunden sein und somit mit der elliptischen Schwingung mitschwingen.

[0024] Bevorzugt verfügen die beiden Antriebswellen oder die Verstellwelle des Drehzahlüberlagerungsgetriebes jeweils über einen Inkrementalgeber zur Erfassung der Winkeländerungen der beiden Antriebswellen oder der Verstellwelle, wobei ein Drehzahlüberlagerungsgetriebe in der kinematischen Kette in Abhängigkeit der Signale des/der Inkrementalgeber/s gesteuert oder geregelt wird. Mittels derartiger Inkrementalgeber kann somit die relative Winkellage der beiden Antriebswellen zueinander detektiert werden. Das Drehzahlüberlagerungsgetriebe und damit die relative Phasenlage der Nebenwelle gegenüber der Hauptwelle kann somit in Abhängigkeit der mittels der Inkrementalgeber erfassten Winkellagen der Antriebswellen und/oder der Verstellwelle des Drehzahlüberlagerungsgetriebes in einem offenen Regel-

kreis gesteuert oder alternativ in einem geschlossenen Regelkreis geregelt werden.

[0025] Die Unwuchtmassen der beiden Antriebswellen können identisch oder unterschiedlich sein.

[0026] In einer bevorzugten Ausführungsform weist der Antriebsmotor eine Steuerung, insbesondere mit einem Frequenzumrichter, auf, mittels derer die Drehzahl der beiden Antriebswellen gesteuert oder geregelt wird. Die Drehzahl der beiden Antriebswellen kann somit in einem offenen Regelkreis gesteuert oder alternativ in einem geschlossenen Regelkreis geregelt werden.

[0027] Vorzugsweise weist die Siebmaschine einen Servomotor auf, mittels dessen das Verstellelement zur Veränderung und Einstellung der relativen Phasenlage der Nebenwelle gegenüber der Hauptwelle betätigt wird. Die Veränderung und Einstellung der relativen Phasenlage der Nebenwelle gegenüber der Hauptwelle kann dabei bei laufender Siebmaschine und/oder bei Stillstand der Siebmaschine erfolgen.

[0028] Besonders vorteilhaft bei dem Verfahren zum Betrieb einer regelbaren Siebmaschine umfassend zumindest einen Siebkasten und eine Antriebseinheit, mittels derer der Siebkasten in Schwingungen versetzbar ist, wobei die Antriebseinheit einen Antriebsmotor aufweist, welcher zwei gegenläufig drehende Antriebswellen mit jeweils mindestens einer Unwuchtmasse antreibt, indem der Antriebsmotor die erste Antriebswelle als Hauptwelle antreibt und die zweite Antriebswelle als Nebenwelle über eine kinematische Kette mit der Hauptwelle gekoppelt ist, ist es, dass mittels eines Verstellelementes in der kinematischen Kette die relative Phasenlage der Nebenwelle gegenüber der Hauptwelle veränderbar und festlegbar ist.

[0029] Mit dem Begriff der kinematischen Kette ist dabei gemeint, dass die Hauptwelle und die Nebenwelle insofern miteinander gekoppelt sind, dass ein Verdrehen der Hauptwelle gleichzeitig ein gegenläufiges Verdrehen der Nebenwelle bewirkt, die Hauptwelle und die Nebenwelle somit kinematisch gekoppelt sind.

[0030] Erfindungsgemäß ist in diese kinematische Kette ein Verstellelement integriert, mittels dessen die relative Phasenlage der Nebenwelle gegenüber der Hauptwelle veränderbar und festlegbar ist.

[0031] Durch die Veränderung der relativen Phasenlage der Nebenwelle gegenüber der Hauptwelle wird gleichzeitig die relative Phasenlage der beiden Unwuchtmassen zueinander verändert und hierdurch die Ausrichtung der resultierenden Ellipse der Schwingungserregung des Siebkastens verändert. Durch das in die kinematische Kette integrierte Verstellelement kann somit die Ausrichtung der Ellipse der Schwingungserregung verändert und den Anforderungen angepasst werden.

[0032] Vorzugsweise ist die relative Phasenlage der Nebenwelle gegenüber der Hauptwelle mittels einer Kupplung, insbesondere einer Reibkupplung oder einer Klauenkupplung, und/oder mittels eines Drehzahlüberlagerungsgetriebes veränderbar und festlegbar.

[0033] Besonders bevorzugt ist die relative Phasenla-

ge der Rotation der beiden Antriebswellen mittels eines Drehzahlüberlagerungsgetriebes in der kinematischen Kette veränderbar.

[0034] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Verhältnis der Drehgeschwindigkeiten der beiden Antriebswellen mittels eines Drehzahlüberlagerungsgetriebes in der kinematischen Kette veränderbar und festlegbar

[0035] Es lässt sich somit mittels des Drehzahlüberlagerungsgetriebes die Phasenlage der Rotation der beiden Antriebswellen zueinander verändern. Je nach Ausgestaltung des Drehzahlüberlagerungsgetriebes besteht ferner die Möglichkeit, mittels des Drehzahlüberlagerungsgetriebes das Verhältnis der Drehgeschwindigkeit der beiden Antriebswellen zu verändern, so dass sich beide Wellen sowohl mit gleicher Drehzahl, als auch mit unterschiedlicher Winkelgeschwindigkeit drehen können.

[0036] Durch die Verstellung des Drehzahlüberlagerungsgetriebes lässt sich erfindungsgemäß die elliptische Schwingung der Siebmaschine hinsichtlich der Lage der Hauptachse, als auch bezüglich des Verhältnisses von Haupt- zur Nebenachse der Ellipse verändern.

[0037] Die Verstellung des Drehzahlüberlagerungsgetriebes kann sowohl mechanisch, als auch elektronisch erfolgen. Bei einer mechanischen Verstellung wird beispielsweise bei einem Planetengetriebe das Außensonnenrad angehalten, frei laufen gelassen oder durch einen Bremsengriff gebremst bewegt. Bei einem Reibradgetriebe mit Kegelrad wird die Position der beiden Räder zueinander verändert, wodurch das Übersetzungsverhältnis verändert wird. Bei einer elektronischen Verstellung erfolgt diese mit Hilfe von Sensoren und Aktoren.

[0038] Die Verstellung kann bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung sowohl während des Betriebs, als auch im Stillstand erfolgen.

[0039] Vorzugsweise verfügen die beiden Antriebswellen und/oder eine Verstellwelle eines Drehzahlüberlagerungsgetriebes jeweils über zumindest einen Inkrementalgeber zur Erfassung der Winkeländerungen der beiden Antriebswellen und/oder der Verstellwelle, wobei ein Drehzahlüberlagerungsgetriebe in der kinematischen Kette in Abhängigkeit des/der Signale der Inkrementalgeber/s gesteuert oder geregelt wird.

[0040] Mittels derartiger Inkrementalgeber kann somit die relative Winkellage der beiden Antriebswellen zueinander und/oder der Verstellwelle des Drehzahlüberlagerungsgetriebes detektiert werden. Das Drehzahlüberlagerungsgetriebe und damit die relative Phasenlage der Nebenwelle gegenüber der Hauptwelle kann somit in Abhängigkeit der mittels der Inkrementalgeber erfassten Winkellagen der Antriebswellen und/oder der Verstellwelle des Drehzahlüberlagerungsgetriebes in einem offenen Regelkreis gesteuert oder alternativ in einem geschlossenen Regelkreis geregelt werden.

[0041] Die Unwuchtmassen der beiden Antriebswellen können identisch oder unterschiedlich sein.

[0042] In einer bevorzugten Ausführungsform weist

der Antriebsmotor eine Steuerung, insbesondere mit einem Frequenzrichter, auf, mittels derer die Drehzahl der beiden Antriebswellen gesteuert oder geregelt wird. Die Drehzahl der beiden Antriebswellen kann somit in einem offenen Regelkreis gesteuert oder alternativ in einem geschlossenen Regelkreis geregelt werden.

[0043] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Figuren dargestellt und wird nachfolgend erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Eine perspektivische Ansicht der Hauptwelle und Nebenwelle mit der kinematischen Kette einer Siebmaschine;

Fig. 2 die Siebmaschine von oben sowie

Fig. 3 die Siebmaschine nach Figur 2 in der Seitenansicht.

[0044] Die Darstellung in den Figuren ist rein schematisch und nicht maßstabsgerecht. Gleiche Bauteile sind mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0045] Die Figuren zeigen eine regelbare Siebmaschine mit einem Siebkasten 1, der über Federn 17 mit einem Fundament verbunden ist und mit dem über Lager 8 zwei gegenläufig drehende Antriebswellen 3, 4 verbunden sind. Jede der beiden Antriebswellen 3, 4 weist jeweils zwei Unwuchtmassen 5, 6 auf. Die Unwuchtmassen 5 der ersten Antriebswelle 3 und die Unwuchtmassen 6 der zweiten Antriebswelle 4 sind betragsmäßig identisch. Der Schwerpunkt der Unwuchtmassen 5, 6 befindet sich jeweils abseits der Drehachse der dazugehörigen Antriebswellen 3, 4.

[0046] Die erste Antriebswellen 3 ist über eine Kardanwelle 9 mit der Hauptwelle 10 verbunden, während die zweite Antriebswellen 4 über eine andere Kardanwelle 9' mit der Nebenwelle 11 verbunden ist. Die Hauptwelle 10 führt zu einem Verteilergetriebe 12, welches ferner mit einer Motorwelle 14 sowie einer ersten Verbindungswelle 15 verbunden ist. Die Motorwelle 14 ist auf der dem Verteilergetriebe 12 abgewandten Seite mit einem Antriebsmotor 2 verbunden. Die Nebenwelle 11 führt zu einem Umlenkgetriebe 13, welches die Nebenwelle 11 rechtwinklig mit einer zweiten Verbindungswelle 16 verbindet. Die erste und zweite Verbindungswelle 15, 16 münden beide in ein Drehzahlüberlagerungsgetriebe 7. Die Getriebeanordnung zwischen der Hauptwelle 10 und der Nebenwelle 11 bilden eine kinematische Kette, welche die beiden Wellen miteinander koppelt und ein gegenläufiges Drehen der Hauptwelle 10 und der Nebenwelle 11 bewirken.

[0047] Im Betrieb treibt der Antriebsmotor 2 die Motorwelle 14 an, welche im Verteilergetriebe 12 die Rotation auf die Hauptwelle 10 sowie die erste Verbindungswelle 15 weitergibt. Die Hauptwelle 10 treibt über die erste Kardanwelle 9 die erste Antriebswelle 3 an, welche die mit ihr kombinierten Unwuchtmassen 5 in Rotation versetzt und damit über die Lager 8 eine erste Kraft auf den Siebkas-

ten 1 ausübt.

[0048] Die Rotation der ersten Verbindungswelle 15 kann in dem Drehzahlüberlagerungsgetriebe 7 verändert werden, so dass die zweite Verbindungswelle 16 mit gleicher oder veränderter Phasenlage in Bezug auf die erste Verbindungswelle 15 rotiert. Im Umlenkgetriebe 13 wird die Rotation rechtwinklig auf die Nebenwelle 11 umgelenkt, um über die zweite Kardanwelle 9 die zweite Antriebswelle 4 anzutreiben. Hierdurch werden die mit der zweiten Antriebswelle 4 kombinierten Unwuchtmassen 6 in Rotation versetzt und damit über die Lager 8 eine zweite Kraft auf den Siebkasten 1 ausübt.

[0049] Die beiden Antriebswellen 3, 4 laufen parallel in gegenläufiger Drehrichtung. Die beiden Kräfte ergeben durch ihre Überlagerung eine resultierende, elliptische Schwingung des Siebkastens 1. Durch die Neigung der Hauptachse der resultierenden Ellipse gegenüber der Horizontalen wird der Vorschub des Siebguts beeinflusst.

[0050] Die Neigung der Hauptachse der resultierenden Ellipse lässt sich mittels des Drehzahlüberlagerungsgetriebes 7 verändern, indem die Phasenlage der Rotation ersten Verbindungswelle 15 relativ zur zweiten Verbindungswelle 16 und somit der beiden Antriebswellen 3, 4 verändert wird.

[0051] Ferner ist in der Figur 1 die Verstellwelle 7' des Drehzahlüberlagerungsgetriebes 7 erkennbar. Die Verstellwelle 7' bildet den Anschluss für ein Rändelrad und/oder einen Servomotor und/oder einen Getriebemotor mit Inkrementalgeber zur Verstellung des Drehzahlüberlagerungsgetriebes 7.

[0052] Die Verstellung der Phase kann sowohl mechanisch, als auch elektronisch oder in Kombination erfolgen. Hierbei kann die Verstellung während des Betriebs oder im Stillstand erfolgen.

[0053] In einer optionalen Ausgestaltung der Erfindung enthält das Drehzahlüberlagerungsgetriebe 7 zum veränderbaren Getriebeteil ein zusätzliches, festes Übersetzungsverhältnis.

[0054] Die beiden Antriebswellen 3, 4 verfügen jeweils über Inkrementalgeber zur Erfassung der Winkeländerungen der beiden Antriebswellen 3, 4. Hierdurch kann das Drehzahlüberlagerungsgetriebe 7 in Abhängigkeit der Signale der Inkrementalgeber in einem geschlossenen Regelkreis geregelt werden.

[0055] Durch die Drehzahl des Antriebsmotors 2 lässt sich die Amplitude der Schwingung verändern. Mit der Erhöhung der Drehzahl nimmt die Schwingung zu, während kleinere Drehzahlen kleinere Schwingungen verursachen.

Bezugszeichenliste

[0056]

1	Siebkasten
2	Antriebsmotor
3	erste Antriebswelle

- 4 zweite Antriebswelle
- 5 Unwuchtmasse
- 6 Unwuchtmasse
- 7 Drehzahlüberlagerungsgetriebe
- 7' Verstellwelle
- 8 Lager
- 9, 9' Kardanwelle
- 10 Hauptwelle
- 11 Nebenwelle
- 12 Verteilergetriebe
- 13 Umlenkgetriebe
- 14 Motorwelle
- 15 erste Verbindungswelle
- 16 zweite Verbindungswelle
- 17 Feder

Patentansprüche

1. Regelbare Siebmaschine umfassend zumindest einen Siebkasten (1) und eine Antriebseinheit, mittels derer der Siebkasten (1) in Schwingungen versetzbar ist, wobei die Antriebseinheit einen Antriebsmotor (2) aufweist, welcher zwei gegenläufig drehende Antriebswellen (3, 4) mit jeweils mindestens einer Unwuchtmasse (5, 6) antreibt, indem der Antriebsmotor (2) die erste Antriebswelle (3) als Hauptwelle (10) antreibt und die zweite Antriebswelle (4) als Nebenwelle (11) über eine kinematische Kette mit der Hauptwelle (10) gekoppelt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die kinematische Kette ein Verstellelement aufweist, mittels dessen die relative Phasenlage der Nebenwelle (11) gegenüber der Hauptwelle (10) veränderbar und festlegbar ist.
2. Siebmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verstellelement durch eine Kupplung, insbesondere eine Reibkupplung oder eine Klauenkupplung, und/oder ein Drehzahlüberlagerungsgetriebe (7) gebildet ist.
3. Siebmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verstellelement durch ein Drehzahlüberlagerungsgetriebe (7) gebildet ist, welches zu einem veränderbaren Getriebeteil ein zusätzliches, festes Übersetzungsverhältnis enthält.
4. Siebmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verstellelement durch ein Drehzahlüberlagerungsgetriebe (7) gebildet ist, wobei das Drehzahlüberlagerungsgetriebe (7) ein Planetengetriebe und/oder ein Schneckenradgetriebe und/oder ein Reibradgetriebe mit Kegellrad ist.
5. Siebmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die kinematische Kette zwischen der Hauptwelle (10) und der

Nebenwelle (11) zumindest zwei Wendegetriebe und/oder zumindest ein Vorgelegegetriebe aufweist.

6. Siebmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebseinheit mit Antriebsmotor (2) und/oder ein Drehzahlüberlagerungsgetriebe (7) und/oder optionale weitere Getriebe (12, 13) mit den dazugehörigen Wellen (3, 4, 10, 11, 14, 15, 16) zum Antrieb der zwei gegenläufig drehenden Antriebswellen (3, 4) ganz oder teilweise mit dem Siebkasten (1) starr gekoppelt oder von dem Siebkasten (1) entkoppelt sind.
7. Siebmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Antriebswellen (3, 4) und/oder eine Verstellwelle (7') eines Drehzahlüberlagerungsgetriebes (7) jeweils über zumindest einen Inkrementalgeber zur Erfassung der Winkeländerungen der beiden Antriebswellen (3, 4) und/oder der Verstellwelle (7') verfügen und dass ein Drehzahlüberlagerungsgetriebe (7) in der kinematischen Kette in Abhängigkeit der Signale des/der Inkrementalgeber/s gesteuert oder geregelt wird.
8. Siebmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Unwuchtmassen (5, 6) der beiden Antriebswellen (3, 4) identisch oder unterschiedlich sind.
9. Siebmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Antriebsmotor (2) eine Steuerung, insbesondere mit einem Frequenzumrichter aufweist, mittels derer die Drehzahl der beiden Antriebswellen (3, 4) gesteuert oder geregelt wird.
10. Siebmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Siebmaschine einen Servomotor aufweist, mittels dessen das Verstellelement zur Veränderung und Einstellung der relativen Phasenlage der Nebenwelle (11) gegenüber der Hauptwelle (10) betätigt wird.
11. Verfahren zum Betrieb einer regelbaren Siebmaschine umfassend zumindest einen Siebkasten (1) und eine Antriebseinheit, mittels derer der Siebkasten (1) in Schwingungen versetzbar ist, wobei die Antriebseinheit einen Antriebsmotor (2) aufweist, welcher zwei gegenläufig drehende Antriebswellen (3, 4) mit jeweils mindestens einer Unwuchtmasse (5, 6) antreibt, indem der Antriebsmotor (2) die erste Antriebswelle (3) als Hauptwelle (10) antreibt und die zweite Antriebswelle (4) als Nebenwelle (11) über eine kinematische Kette mit der Hauptwelle (10) gekoppelt ist, insbesondere nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels eines Verstellelementes in der kinematischen

Kette die relative Phasenlage der Nebenwelle (11) gegenüber der Hauptwelle (10) veränderbar und festlegbar ist.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die relative Phasenlage der Nebenwelle (11) gegenüber der Hauptwelle (10) mittels einer Kupplung, insbesondere einer Reibkupplung oder einer Klauenkupplung, und/oder mittels eines Drehzahlüberlagerungsgetriebes (7) veränderbar und festlegbar ist. 5
10
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die relative Phasenlage der Rotation der beiden Antriebswellen (3, 4) mittels eines Drehzahlüberlagerungsgetriebes (7) in der kinematischen Kette veränderbar ist. 15
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis der Drehgeschwindigkeiten der beiden Antriebswellen (3, 4) mittels eines Drehzahlüberlagerungsgetriebes (7) in der kinematischen Kette veränderbar und festlegbar ist. 20
25
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Antriebswellen (3, 4) und/oder eine Verstellwelle (7') eines Drehzahlüberlagerungsgetriebes (7) jeweils über zumindest einen Inkrementalgeber zur Erfassung der Winkeländerungen der beiden Antriebswellen (3, 4) und/oder der Verstellwelle (7') verfügen, wobei ein Drehzahlüberlagerungsgetriebe (7) in der kinematischen Kette in Abhängigkeit der Signale des/der Inkrementalgeber/s gesteuert oder geregelt wird. 30
35

40

45

50

55

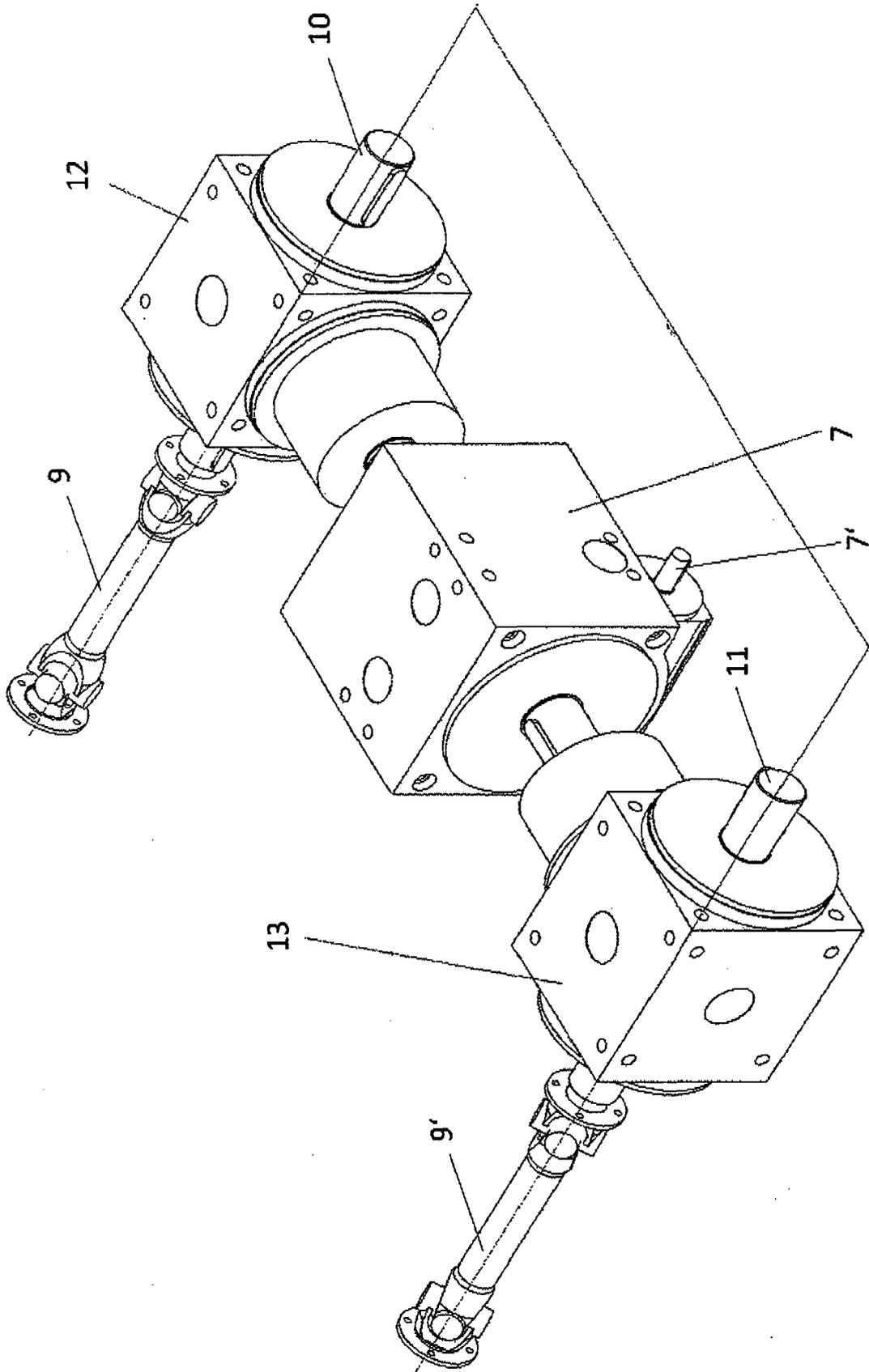


Fig. 1

Fig. 2

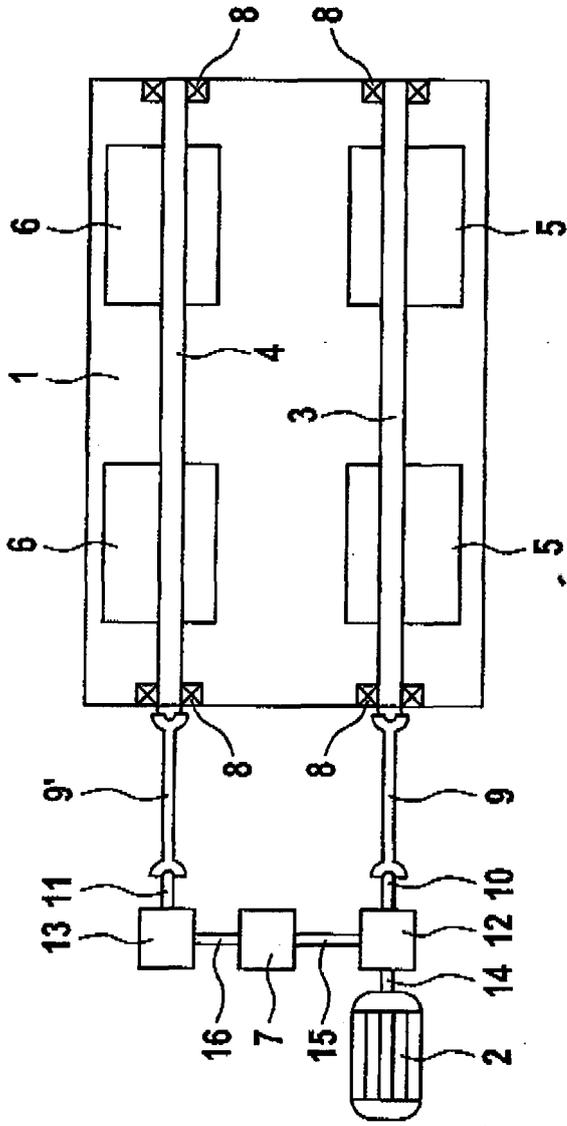
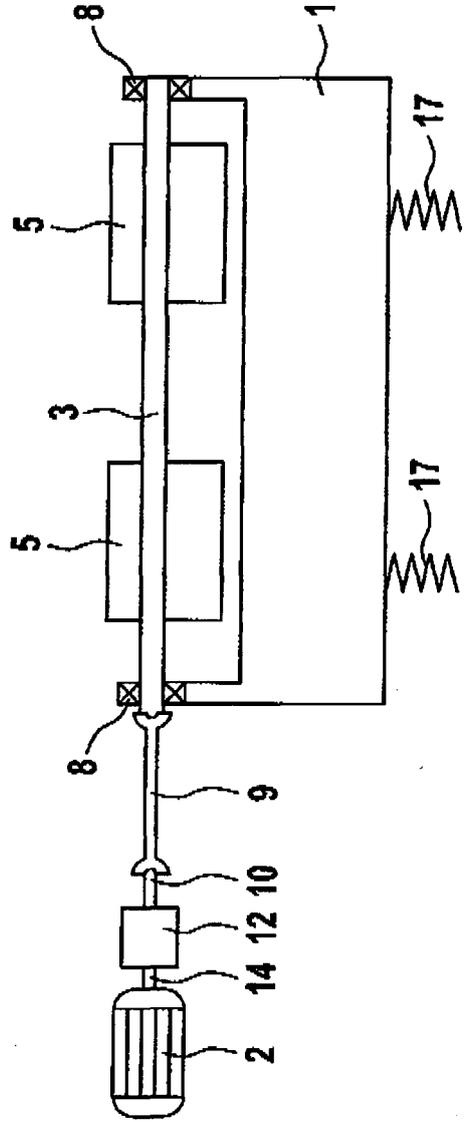


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 19 00 0069

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 76 13 723 U1 (BABBITLESS) 16. Dezember 1976 (1976-12-16) * Seite 1, Absatz 1; Abbildungen * * Seite 4, Absatz 3 - Seite 6, Absatz 4 * * Seite 11, Zeile 1 - Seite 13, Zeile 25 * -----	1-15	INV. B07B1/42 B07B1/28 ADD. B06B1/16 B07B13/18
X	DE 12 89 397 B (JOHNSON LOUIS W) 13. Februar 1969 (1969-02-13) * Spalte 1, Zeile 1 - Spalte 2, Zeile 41; Abbildungen * -----	1,2, 4-12,15	
X	DE 945 917 C (STEINMUELLER GMBH L & C) 19. Juli 1956 (1956-07-19) * das ganze Dokument *	1-6,8, 11-14 7,9,10, 15	
A	----- Tandler Zahnrad- Und Getriebefabrik GmbH: "Drehzahlüberlagerungs- getriebe Speed Modulation Gearboxes", 5. Mai 2016 (2016-05-05), Seiten 1-20, XP055612136, Bremen Gefunden im Internet: URL:https://www.tandler.de/wp-content/uplo ads/2009/06/duæg.pdf [gefunden am 2019-08-12] * Seite 2 * * Seite 9 * * Seite 11 * * Seite 13 * * Seite 15 * * Seite 19 * -----	2-4,6,7, 12-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B07B B06B B65G
4 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 13. August 2019	Prüfer Kosicki, Tobias
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 19 00 0069

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13-08-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	DE 7613723	U1	16-12-1976	AT	352038 B	27-08-1979
				BE	841274 A	29-10-1976
15				DE	7613723 U1	16-12-1976
				ES	447760 A1	16-06-1977
				FR	2314776 A1	14-01-1977
				GB	1536765 A	20-12-1978
				IT	1080750 B	16-05-1985
				ZA	7602409 B	27-04-1977
20	-----					
	DE 1289397	B	13-02-1969	DE	1289397 B	13-02-1969
				GB	1160392 A	06-08-1969
				US	3442381 A	06-05-1969
25	-----					
	DE 945917	C	19-07-1956	DE	945917 C	19-07-1956
				DE	1072191 B	13-08-2019
30	-----					
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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

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 2356542 C2 [0003]
- DE 7811967 U1 [0004]