



(11)

EP 4 183 924 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
24.05.2023 Patentblatt 2023/21

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
E01C 19/28^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22202044.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
E01C 19/286

(22) Anmeldetag: **18.10.2022**

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Dagner, Josef**
 Altenstadt (DE)
• **Braunschläger, Stefan**
 Bärnau (DE)
• **Bäumli, Stefan**
 Tirschenreuth (DE)

(30) Priorität: **19.11.2021 DE 102021130259**

(74) Vertreter: **Ruttensperger Lachnit Trossin Gomoll**
 Patent- und Rechtsanwälte
 PartG mbB
 Arnulfstraße 58
 80335 München (DE)

(71) Anmelder: **Hamm AG**
 95643 Tirschenreuth (DE)

(54) **BODENBEARBEITUNGSWALZE UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER BODENBEARBEITUNGSWALZE**

(57) Eine Bodenbearbeitungswalze für eine Bodenbearbeitungsmaschine, insbesondere Bodenverdichter, umfasst einen in Richtung einer Walzendrehachse (D_1) langgestreckten, einen Walzeninnenraum (16) umgebenden Walzenmantel (18) und eine wenigstens teilweise in dem Walzeninnenraum (16) angeordnete Unwuchtanordnung (32), wobei die Unwuchtanordnung (32) wenigstens eine um eine Unwuchtdrehachse (U) drehbare Unwuchtmasse (36) mit zur Unwuchtdrehachse (U) exzentrischem Massenschwerpunkt (M) und ein Unwuchtantriebssystem (40) mit wenigstens einem Un-

wucht-Elektroantriebsmotor (38) zum Antreiben der wenigstens einen Unwuchtmasse (36) zur Drehung um die Unwuchtdrehachse (U) umfasst, wobei bei deaktivierter Unwuchtanordnung (32) die wenigstens eine Unwuchtmasse (36) im Wesentlichen in einer Ruhelage ist, wobei das Unwuchtantriebssystem (40) dazu ausgebildet ist, bei Deaktivierung der Unwuchtanordnung (32) in einer Unwucht-Rückführphase den wenigstens einen Unwucht-Elektroantriebsmotor (38) derart zu betreiben, dass die wenigstens eine Unwuchtmasse (36) in die Ruhelage bewegt wird.

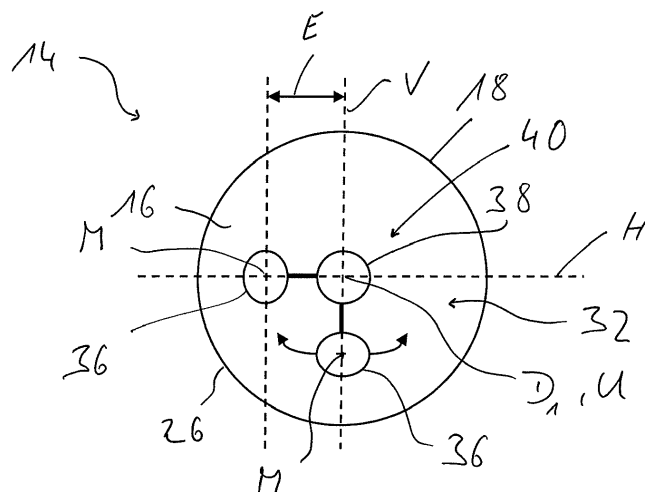


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Bodenbearbeitungswalze, welche in einer Bodenbearbeitungsmaschine, zum Beispiel Bodenverdichter, dazu eingesetzt werden kann, einen Boden zu bearbeiten, insbesondere zu verdichten. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Betreiben einer derartigen Bodenbearbeitungswalze bzw. einer eine derartige Bodenbearbeitungswalze aufweisenden Bodenbearbeitungsmaschine.

[0002] Eine Bodenbearbeitungswalze, welche beispielsweise in einer als Bodenverdichter aufgebauten Bodenbearbeitungsmaschine als Verdichterwalze eingesetzt werden kann, kann eine Unwuchtanordnung mit wenigstens einer um eine Unwuchtdrehachse drehbaren Unwuchtmasse aufweisen. Entspricht die Unwuchtdrehachse der Drehachse der Bodenbearbeitungswalze, wird durch die wenigstens eine rotierende Unwuchtmasse eine zur Walzendrehachse orthogonal orientierte Kraft auf die Bodenbearbeitungswalze ausgeübt und somit die Bodenbearbeitungswalze in eine zur Drehachse der Bodenbearbeitungswalze im Wesentlichen orthogonale, periodische Vibrationsbewegung versetzt. Sind beispielsweise zwei Unwuchtmassen mit zur Drehachse der Bodenbearbeitungswalze versetzten und parallel angeordneten, bezüglich der Drehachse der Bodenbearbeitungswalze einander diametral gegenüberliegenden Unwuchtdrehachsen vorgesehen, kann durch die rotierenden Unwuchten ein bezüglich der Drehachse der Bodenbearbeitungswalze im Wesentlichen tangential orientiertes, periodisch sich änderndes Drehmoment auf die Bodenbearbeitungswalze ausgeübt werden, um die Bodenbearbeitungswalze in eine periodische Oszillationsbewegung zu versetzen.

[0003] Um in derartigen Bodenbearbeitungsmaschinen den Einsatz fossiler Brennstoffe zu vermeiden bzw. den Verbrauch fossiler Brennstoffe zu mindern, kann in Zuordnung zu einer Bodenbearbeitungswalze ein Unwucht-Elektroantriebsmotor vorgesehen sein, durch welchen die wenigstens eine Unwuchtmasse zur Drehung angetrieben werden kann. Bei deaktivierter Unwuchtanordnung und somit nicht erregtem Unwucht-Elektroantriebsmotor erzeugt dieser weder ein Antriebsdrehmoment, noch ein Bremsdrehmoment, so dass eine durch diesen grundsätzlich zur Drehung anzutreibende Unwuchtmasse sich in einer Ruhelage minimaler potentieller Energie positionieren wird, in welchem der Massenschwerpunkt einer derartigen Unwuchtmasse im Wesentlichen vertikal unter der Unwuchtdrehachse positioniert ist. In diese Ruhelage wird eine Unwuchtmasse sich bewegen, wenn, ausgehend von einem Betriebszustand, in welchem die Unwuchtmasse mit einer Betriebsdrehzahl um die zugeordnete Unwuchtdrehachse rotiert, der zugeordnete Unwucht-Elektroantriebsmotor deaktiviert wird. Am Ende des Übergangs in den Ruhezustand bzw. der Bewegung in die Ruhelage pendelt eine grundsätzlich nicht mit einem Bremsmoment beaufschlagte Un-

wuchtmasse mit einer vergleichsweise geringen Frequenz und mit abnehmender Amplitude um die Ruhelage, was durch eine entsprechende Schwingung an der Bodenbearbeitungswalze bzw. der Bodenbearbeitungsmaschine spürbar wird.

[0004] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Bodenbearbeitungswalze für eine Bodenbearbeitungsmaschine und ein Verfahren zum Betreiben einer derartigen Bodenbearbeitungswalze vorzusehen, mit welchen das Auftreten einer Pendelbewegung einer Unwuchtmasse bei Deaktivierung einer Unwuchtanordnung, also beim Übergang in einen Ruhezustand, vermieden werden kann.

[0005] Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird diese Aufgabe gelöst durch eine Bodenbearbeitungswalze für eine Bodenbearbeitungsmaschine, insbesondere Bodenverdichter, umfassend einen in Richtung einer Walzendrehachse langgestreckten, einen Walzeninnenraum umgebenden Walzenmantel und eine wenigstens teilweise in dem Walzeninnenraum angeordnete Unwuchtanordnung, wobei die Unwuchtanordnung wenigstens eine um eine Unwuchtdrehachse drehbare Unwuchtmasse mit zur Unwuchtdrehachse exzentrischem Massenschwerpunkt und ein Unwuchtantriebssystem mit wenigstens einem Unwucht-Elektroantriebsmotor zum Antreiben der wenigstens einen Unwuchtmasse zur Drehung um die Unwuchtdrehachse umfasst, wobei bei deaktivierter Unwuchtanordnung die wenigstens eine Unwuchtmasse im Wesentlichen in einer Ruhelage ist, wobei das Unwuchtantriebssystem dazu ausgebildet ist, bei Deaktivierung der Unwuchtanordnung in einer Unwucht-Rückführphase den wenigstens einen Unwucht-Elektroantriebsmotor derart zu betreiben, dass die wenigstens eine Unwuchtmasse in die Ruhelage bewegt wird.

[0006] Bei einer erfindungsgemäß aufgebauten Bodenbearbeitungswalze wird das Auspendeln einer Unwuchtmasse bei Deaktivierung der Unwuchtanordnung, also beim Übergang in einen Ruhezustand, dadurch verhindert, dass durch entsprechendes Betreiben des Unwucht-Elektroantriebsmotors die wenigstens eine Unwuchtmasse definiert in die Ruhelage, also den Zustand minimaler potentieller Energie, bewegt wird. Es tritt keine Pendelbewegung auf, sondern die wenigstens eine Unwuchtmasse wird von einem Zustand höherer potentieller Energie, also einem Zustand, in welchem der Massenschwerpunkt der wenigstens einen Unwuchtmasse höher liegt als in der Ruhelage, in einer im Wesentlichen kontinuierlichen Absenkbewegung in Richtung zur Ruhelage bewegt.

[0007] Dabei kann das Unwuchtantriebssystem dazu ausgebildet sein, bei Deaktivierung der Unwuchtanordnung die wenigstens eine Unwuchtmasse aus einer Auslenklage in die Ruhelage zu bewegen. Die wenigstens eine Unwuchtmasse wird also durch Betreiben des zugeordneten Unwucht-Elektroantriebsmotors zwischen zwei Stellungen, nämlich der Auslenklage einerseits und der Ruhelage andererseits, ohne Pendelbewegung in

den Zustand geringerer bzw. minimaler potentieller Energie gebracht.

[0008] In der Ruhelage kann der Massenschwerpunkt der wenigstens einen Unwuchtmasse in einer Vertikalrichtung im Wesentlichen vertikal unter der Unwuchtdrehachse positioniert sein, also den Zustand minimaler potentieller Energie einnehmen, während in der Auslenklage der Massenschwerpunkt der wenigstens einen Unwuchtmasse mit einem Auslenkwinkel aus der Ruhelage ausgelenkt sein kann.

[0009] Um am Beginn der Unwucht-Rückführphase eine definierte Bewegung der wenigstens einen Unwuchtmasse einleiten zu können, wird vorgeschlagen, dass das Unwuchtantriebssystem dazu ausgebildet ist, bei Deaktivierung der Unwuchtanordnung, insbesondere mit Beginn der Unwucht-Rückführphase, den wenigstens einen Unwucht-Elektroantriebsmotor zum Erzeugen eines Haltedrehmoments zu betreiben.

[0010] Hierzu kann beispielsweise das Unwuchtantriebssystem dazu ausgebildet sein, zum Erzeugen des Haltedrehmoments einen Haltestrom durch den wenigstens einen Unwucht-Elektroantriebsmotor zu leiten.

[0011] Um die wenigstens eine Unwuchtmasse, ausgehend von einem normalen Rotationsbetrieb, in einen Zustand zu überführen, in welchem in der Unwucht-Rückführphase diese ohne wesentliche Pendelbewegung zur Ruhelage zurückbewegt wird, kann das Unwuchtantriebssystem dazu ausgebildet sein, in einer der Unwucht-Rückführphase vorangehenden Unwucht-Bremsphase den Unwucht-Elektroantriebsmotor zum Erzeugen eines Bremsdrehmoments zum Senken einer Drehzahl der wenigstens einen Unwuchtmasse, ausgehend von einer Betriebsdrehzahl, zu betreiben. Insbesondere kann diese Unwucht-Bremsphase dazu dienen, die wenigstens eine Unwuchtmasse in die Auslenklage zu bewegen bzw. im Bereich der Auslenklage zu positionieren, so dass die wenigstens eine Unwuchtmasse in der Auslenklage im Wesentlichen zur Ruhe kommt.

[0012] Um die Unwucht-Bremsphase möglichst kurz zu halten, wird vorgeschlagen, dass das Bremsdrehmoment größer ist als das Haltedrehmoment. Beispielsweise kann das Bremsdrehmoment im Bereich des durch den Unwucht-Elektroantriebsmotor maximal erzeugbaren Bremsdrehmoments liegen.

[0013] Zum Einleiten der Unwucht-Rückführphase kann das Unwuchtantriebssystem dazu ausgebildet sein, bei Erreichen einer Übergangsdrehzahl oder/und dann, wenn seit Beginn der Unwucht-Bremsphase eine vorbestimmte Bremszeitdauer vergangen ist, den wenigstens einen Unwucht-Elektroantriebsmotor zum Erzeugen des Haltedrehmoments zu betreiben.

[0014] Die Übergangsdrehzahl kann beispielsweise bei Null liegen. Dies bedeutet, dass in der Unwucht-Bremsphase die wenigstens eine Unwuchtmasse praktisch zum Stillstand gebracht wird und am Ende der Unwucht-Bremsphase in der Auslenklage positioniert ist oder im Bereich der Auslenklage lediglich eine Bewegung mit sehr geringer Geschwindigkeit ausführt.

[0015] Da im Allgemeinen nicht bekannt ist, in welcher Auslenklage am Ende der Unwucht-Bremsphase die wenigstens eine Unwuchtmasse zum Stillstand oder nahezu zum Stillstand gebracht wird, ist es vorteilhaft, wenn das Haltedrehmoment einem durch die wenigstens eine Unwuchtmasse bei Positionierung der wenigstens einen Unwuchtmasse bei einem Referenz-Auslenkwinkel generierten Drehmoment entspricht, wobei vorzugsweise der Referenz-Auslenkwinkel im Bereich von 90° bezüglich der Ruhelage liegt. Auf diese Art und Weise wird ein plötzliches Herabfallen der wenigstens einen Unwuchtmasse aufgrund eines zu geringen Haltedrehmoments verhindert.

[0016] Zum Bewegen der wenigstens einen Unwuchtmasse in der Unwucht-Rückführphase in die Ruhelage kann das Unwuchtantriebssystem dazu ausgebildet sein, bei in der Auslenklage positionierter wenigstens einer Unwuchtmasse den wenigstens einen Unwucht-Elektroantriebsmotor zum Senken des durch den wenigstens einen Unwucht-Elektroantriebsmotor erzeugten Drehmoments, ausgehend von dem Haltedrehmoment, zu betreiben.

[0017] Das Senken des Drehmoments, ausgehend von dem Haltedrehmoment, kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass das Unwuchtantriebssystem dazu ausgebildet ist, den durch den Unwucht-Elektroantriebsmotor geleiteten Strom, ausgehend von dem Haltestrom, zu senken.

[0018] Zur Erzeugung einer Vibrationsbewegung einer Bodenbearbeitungswalze kann die Unwuchtdrehachse wenigstens einer Unwuchtmasse, vorzugsweise jeder Unwuchtmasse, der Walzendrehachse entsprechen. Soll eine Bodenbearbeitungswalze in eine Oszillationsbewegung versetzt werden, kann alternativ oder zusätzlich vorgesehen sein, dass die Unwuchtdrehachse wenigstens einer Unwuchtmasse, vorzugsweise jeder Unwuchtmasse, zur Walzendrehachse versetzt und parallel angeordnet ist.

[0019] Die Erfindung betrifft ferner eine Bodenbearbeitungsmaschine, vorzugsweise Bodenverdichter, umfassend wenigstens eine erfindungsgemäß aufgebaute Bodenbearbeitungswalze.

[0020] Ferner wird die eingangs angegebene Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zum Betreiben einer erfindungsgemäß aufgebauten Bodenbearbeitungswalze, vorzugsweise in einer erfindungsgemäß aufgebauten Bodenbearbeitungsmaschine, umfassend die Maßnahmen:

- a) bei Deaktivierung der Unwuchtanordnung, Senken der Drehzahl der wenigstens einen Unwuchtmasse in einer Unwucht-Bremsphase, ausgehend von einer Betriebsdrehzahl,
- b) in einer auf die Unwucht-Bremsphase folgenden Unwucht-Rückführphase, Erzeugen eines Haltedrehmoments durch den wenigstens einen Unwucht-Elektroantriebsmotor und Verringern des durch den Unwucht-Elektroantriebsmotor erzeugten

Drehmoments, ausgehend von dem Haltedrehmoment, zum Bewegen der wenigstens einen Unwuchtmasse in die Ruhelage.

[0021] Die Erfindung wird nachfolgend mit Bezug auf die beiliegenden Figuren detailliert beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 eine Seitenansicht einer als Bodenverdichter ausgebildeten Bodenbearbeitungsmaschine mit zwei Bodenbearbeitungswalzen;

Fig. 2 eine prinzipartige Darstellung einer Bodenbearbeitungswalze mit einer dieser zugeordneten Unwuchtanordnung.

[0022] In Fig. 1 ist eine als Bodenverdichter ausgebildete Bodenbearbeitungsmaschine allgemein mit 10 bezeichnet. Die Bodenbearbeitungsmaschine 10 umfasst an einem Hinterwagen 12 eine um eine Walzendrehachse D_1 drehbare Bodenbearbeitungswalze 14 mit einem einen Walzeninnenraum 16 umschließenden Walzenmantel 18. An einem in einem Gelenkverbindungsbe-
reich 20 mit dem Hinterwagen 12 zum Lenken der Bodenbearbeitungsmaschine 10 gelenkig verbundenen Vorderwagen 22 weist die Bodenbearbeitungsmaschine 10 eine weitere Bodenbearbeitungswalze 24 mit einem von einem Walzenmantel 26 umschlossenen Walzeninnenraum 28 auf. Am Hinterwagen 12 ist ferner ein Bedienstand 30 vorgesehen, von welchem aus eine Bedienungsperson die Bodenbearbeitungsmaschine 10 bedienen kann, beispielsweise um diese über einen zu verdichten Boden, wie z. B. Asphaltmaterial, zu bewegen.

[0023] Bei der Bodenbearbeitungsmaschine 10 können beide Bodenbearbeitungswalzen 14 zur Drehung um deren Walzendrehachsen D_1 , D_2 angetrieben sein. Hierzu kann beispielsweise ein elektrohydraulisches Antriebssystem mit einer von einem Elektromotor angetriebenen Fahr-Hydraulikpumpe und in Zuordnung zu jeder Bodenbearbeitungswalze 14 einem Fahr-Hydraulikmotor vorgesehen sein.

[0024] Ferner kann in Zuordnung zu zumindest einer Bodenbearbeitungswalze, vorzugsweise beiden Bodenbearbeitungswalzen, jeweils eine in Fig. 1 anhand einer Strichlinie prinzipartig dargestellte Unwuchtanordnung 32, 34 vorgesehen sein. Der Aufbau und die Wirkungsweise einer derartigen Unwuchtanordnung werden anhand der der Bodenbearbeitungswalze 14 des Hinterwagens 12 zugeordneten Unwuchtanordnung 32 nachfolgend detailliert beschrieben. Es ist darauf hinzuweisen, dass dann, wenn bei beiden Bodenbearbeitungswalzen 14, 24 derartige Unwuchtanordnungen 32 bzw. 34 vorgesehen sind, diese zueinander gleich aufgebaut sein können und in gleicher Art und Weise betrieben werden können.

[0025] Die der Bodenbearbeitungswalze 14 zugeordnete Unwuchtanordnung 32 umfasst zumindest eine um eine im dargestellten Beispiel der Walzendrehachse D_1

entsprechende Unwuchtdrehachse U zur Drehung antreibbare Unwuchtmasse 36 mit zur Unwuchtdrehachse U exzentrischem Massenschwerpunkt M. Es ist darauf hinzuweisen, dass in Fig. 2 die Unwuchtmasse 36 in zwei nachfolgend noch erläuterten Drehlagen um die Unwuchtdrehachse U positioniert gezeigt ist. Weiter ist darauf hinzuweisen, dass beispielsweise mehrere derartige Unwuchtmassen 36 in Richtung der Unwuchtdrehachse U aufeinander folgend im Walzeninnenraum 16 angeordnet sein können.

[0026] Der Unwuchtmasse 36 ist ein beispielsweise ebenfalls im Walzeninnenraum 16 angeordneter Unwucht-Elektroantriebsmotor 38 zugeordnet. Dieser kann aus einer am Bodenverdichter 10 vorgesehenen Batterie, einer Brennstoffzelle oder dergleichen gespeist werden und im Bodenbearbeitungsbetrieb, also beispielsweise beim Verdichten von Asphaltmaterial oder dergleichen, die zugeordnete Unwuchtmasse 36 zur Drehung um die Unwuchtdrehachse U antreiben. Es ist in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, dass der Unwucht-Elektroantriebsmotor 38 dazu vorgesehen sein kann, mehrere beispielsweise in Richtung der Unwuchtdrehachse U aufeinander folgend angeordnete Unwuchtmassen 36 anzutreiben. Alternativ könnte dann, wenn mehrere derartige Unwuchtmassen 36 vorgesehen sind, in Zuordnung zu jeder derartigen Unwuchtmasse 36 ein separater, diese antreibender Unwucht-Elektroantriebsmotor 38 vorgesehen sein. Der Unwucht-Elektroantriebsmotor 38 ist vorzugsweise ein Drei-Phasen-Elektromotor, welcher unter der Ansteuerung eines Inverters steht und zur Rotation mit einer Soll-Drehzahl bzw. einem Soll-Drehmoment mittels des Inverters mit der jeweils erforderlichen Spannung bzw. dem jeweils erforderlichen Strom gespeist wird.

[0027] Im Betrieb der Bodenbearbeitungsmaschine 10 und bei aktivierter, also in Betrieb versetzter Unwuchtanordnung 32 treibt der Unwucht-Elektroantriebsmotor 38 die Unwuchtmasse 36 zur Drehung um die Unwuchtdrehachse U mit bis zu mehreren tausend Umdrehungen pro Minute an. Dadurch wird eine bezüglich der Walzendrehachse D_1 im Wesentlichen orthogonale Kraft auf die Bodenbearbeitungswalze 14 ausgeübt und diese in eine periodische Vibrationsbewegung versetzt.

[0028] Soll der Betrieb der Unwuchtanordnung 32 beendet werden, diese also deaktiviert werden, wird zunächst beispielsweise mit Beginn der Deaktivierung in einer Unwucht-Bremsphase die Drehzahl der Unwuchtmasse 36 um die Unwuchtdrehachse U gesenkt. Hierzu kann beispielsweise der Unwucht-Elektroantriebsmotor 38 als Generator betrieben werden, um aus der abnehmenden kinetischen Energie der Unwuchtmasse 36 elektrische Energie zu gewinnen und diese in einen Energiespeicher, also beispielsweise eine an der Bodenbearbeitungsmaschine 10 vorgesehene Batterie, zu speisen. Alternativ kann der Unwucht-Elektroantriebsmotor 38 in einem Bremsbetrieb betrieben werden, in welchem durch Bestromung desselben ein der Rotation der Unwuchtmasse 36 entgegenwirkendes Bremsdreh-

moment erzeugt wird. Grundsätzlich könnte auch in verschiedenen Teilphasen der Unwucht-Bremsphase der Unwucht-Elektroantriebsmotor 38 im Generatorbetrieb bzw. im Bremsbetrieb betrieben werden. Um die Unwucht-Bremsphase möglichst kurz zu halten, kann in der Unwucht-Bremsphase der Unwucht-Elektroantriebsmotor 38 beispielsweise zum Erzeugen eines maximal möglichen Bremsdrehmoments angesteuert werden, unter der weiteren Vorgabe, dass als Soll-Drehzahl eine Drehzahl im Bereich von Null zu erreichen ist.

[0029] Am Ende der Unwucht-Bremsphase, also bei Erreichen einer Übergangsdrehzahl im Bereich von Null, ist die Unwuchtmasse 36 in einer grundsätzlich nicht bekannten Auslenklage. Die Unwuchtmasse 36 bzw. deren Massenschwerpunkt könnte in einer in Fig. 2 unten veranschaulichten Ruhelage sein, in welcher der Massenschwerpunkt M der Unwuchtmasse 36 im Wesentlichen vertikal unter der Walzendrehachse D_1 positioniert ist. Im Allgemeinen wird jedoch die Unwuchtmasse 36 am Ende der Unwucht-Bremsphase in einer der Ruhelage nicht entsprechenden Auslenklage positioniert sein und würde bei fortgesetzter Ansteuerung des Unwucht-Elektroantriebsmotors 38 unter der Vorgabe, dass die Soll-Drehzahl der Unwuchtmasse 36 Null sein soll, in dieser Auslenklage gehalten werden.

[0030] Bei der durch den Unwucht-Elektroantriebsmotor 38 zur Drehung angetriebenen Unwuchtmasse 36 liegt beispielsweise aus der Ansteuerung des Unwucht-Elektroantriebsmotors 38 oder bereitgestellt durch einen Drehzahlsensor im Allgemeinen Information über die momentane Drehzahl der Unwuchtmasse 36 bzw. des Unwucht-Elektroantriebsmotors 38 vor. Erreicht die ausgehend von der Betriebsdrehzahl gesenkte Drehzahl der Unwuchtmasse 36 die Übergangsdrehzahl, die beispielsweise der für die Unwucht-Bremsphase vorgegebenen Soll-Drehzahl im Bereich von Null entsprechen kann, oder ist seit Beginn der Unwucht-Bremsphase eine ausreichend lange Zeitdauer vergangen, welche sicherstellt, dass die Unwuchtmasse 36 in einer der Ruhelage nicht entsprechenden Auslenklage zur Ruhe gekommen ist, geht ein beispielsweise den Unwucht-Elektroantriebsmotor 38 und eine zugeordnete Ansteuereinheit umfassendes Unwuchtantriebssystem 40 in eine Unwucht-Rückführphase über, um ein Rückschwingen und Auspendeln der Unwuchtmasse 36 zu vermeiden. Würde in einem derartigen Zustand bei zunächst in einer Auslenklage gehaltener Unwuchtmasse 36 der Unwucht-Elektroantriebsmotor 38 vollständig deaktiviert, also stromlos geschaltet werden, würde die Unwuchtmasse eine Pendelbewegung um die Unwuchtdrehachse U ausführen, also sich nicht mehr über einen oberen Totpunkt der Kreisbewegung hinweg bewegen. Diese Pendelbewegung würde mit abnehmender Amplitude andauern, bis die Unwuchtmasse 36 die in Fig. 2 unten dargestellte Positionierung einnimmt, in welcher der Massenschwerpunkt M der Unwuchtmasse 36 in Richtung einer Vertikallinie V, also in Schwerkraftrichtung, direkt, also vertikal unter der Unwuchtdrehachse U positioniert ist. In dieser

der Ruhelage der Unwuchtmasse 36 entsprechenden Positionierung ist bzw. verbleibt die Unwuchtmasse 36 auch bei deaktivierter Unwuchtanordnung 32 bzw. deaktiviertem Unwuchtantriebssystem 40.

[0031] Um diese zu spürbaren Schwingungen an der Bodenbearbeitungsmaschine 10 führende Auspendelbewegung der Unwuchtmasse 36 zu vermeiden, wird der Unwucht-Elektroantriebsmotor 38 beim Übergang in die Unwucht-Rückführphase derart bestromt, dass dieser ein definiertes Haltedrehmoment erzeugt. Das Haltedrehmoment ist grundsätzlich kleiner als das in der Unwucht-Bremsphase erzeugte bzw. erzeugbare maximale Bremsdrehmoment und ist beispielsweise derart festgelegt, dass grundsätzlich bei durch den Unwucht-Elektroantriebsmotor 38 erzeugtem Haltedrehmoment die Unwuchtmasse 36 in der aus der Ruhelage ausgelenkten Auslenklage positioniert bleibt bzw. gehalten werden kann. Hierzu kann beispielsweise vorgesehen sein, dass als Haltedrehmoment ein Drehmoment erzeugt wird, welches so groß ist, dass auch dann, wenn die Auslenklage mit einem Referenz-Auslenkwinkel bezüglich der Ruhelage von 90° aufweist, die Unwuchtmasse 26 sich nicht in Richtung zur Ruhelage bewegen wird. In dieser Auslenklage ist die Unwuchtmasse 36 derart positioniert, dass der Massenschwerpunkt M derselben auf einer die Unwuchtdrehachse U schneidenden Horizontallinie H liegt. Dies ist ein Zustand, in welchem aufgrund eines maximalen effektiven Hebels E zwischen der Unwuchtdrehachse U und dem Massenschwerpunkt M im Schwerkraftfeld die Unwuchtmasse 36 ein maximales und dem Haltedrehmoment entgegenwirkendes bzw. entsprechendes Drehmoment generiert.

[0032] Erzeugt der Unwucht-Elektroantriebsmotor 38 am Beginn der Unwucht-Rückführphase ein derartiges Haltedrehmoment, wird zunächst die Unwuchtmasse in der Auslenklage verbleiben. Ausgehend von diesem Zustand wird in der Unwucht-Rückführphase dann das vom Unwucht-Antriebselektromotor 38 generierte Drehmoment, ausgehend vom Haltedrehmoment, allmählich gesenkt. Dies erfolgt durch Senken des durch den Unwucht-Elektroantriebsmotor 38 geleiteten elektrischen Stroms. Aufgrund des beispielsweise linear gesenkten Drehmoments bzw. Stroms wird die Unwuchtmasse 36 sich, ausgehend von der zunächst eingenommenen Auslenklage, allmählich nach unten in Richtung zur Ruhelage bewegen und diese dann, wenn das vom Unwucht-Elektroantriebsmotor 38 erzeugte Drehmoment auf einen Wert von Null gesenkt worden ist, in der Ruhelage sein.

[0033] Beim Absenken des vom Unwucht-Elektroantriebsmotor 38 bereitgestellten Drehmoments von dem Haltedrehmoment auf einen Wert von Null wird die Unwuchtmasse 36 ohne Pendelbewegung allmählich und im Wesentlichen kontinuierlich in die Ruhelage zurückgeführt, so dass im Wesentlichen kein Überspringen bzw. kein Bewegen über die Ruhelage hinaus stattfindet. Die Unwuchtmasse 36 wird also ohne an der Bodenbearbeitungsmaschine 10 wahrnehmbare Pendelbewe-

gung in die Ruhelage zurückgeführt. Ist dieser Zustand erreicht, wird der Betrieb des Unwuchtantriebssystems 40 eingestellt bzw. der Unwucht-Elektroantriebsmotor 38 nicht mehr mit einer Spannung beaufschlagt, so dass dieser stromlos ist und kein auf die Unwuchtmasse 36 einwirkendes Drehmoment erzeugt. Die Unwuchtmasse 36 wird schwerkraftbedingt in ihrer Ruhelage verbleiben, in welcher diese bzw. deren Massenschwerpunkt M die Lage minimaler potentieller Energie einnimmt.

[0034] Von besonderem Vorteil ist bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung einer Bodenbearbeitungswalze 14 bzw. 24, dass das Überführen einer Unwuchtmasse 36 in eine Ruhelage unabhängig davon erfolgen kann, ob die Bodenbearbeitungsmaschine 10 auf einem im Schwerkraftfeld horizontal orientierten Boden oder auf einem geneigten Boden steht. Die Unwuchtmasse 36 wird in der Ruhelage und bei deaktiviertem Unwucht-Elektroantriebsmotor 38 immer den Zustand geringster potentieller Energie einnehmen, in welchem deren Massenschwerpunkt M vertikal, also in Schwerkraftrichtung unter der Unwuchtdrehachse U positioniert ist. Es ist keine Sensorik erforderlich, um Information über die Neigung des Bodens, auf welchem die Bodenbearbeitungsmaschine 10 sich befindet, bereitzustellen.

[0035] Abschließend ist darauf hinzuweisen, dass bei einer erfindungsgemäß aufgebauten Bodenbearbeitungswalze 14, 24 bzw. einem Verfahren zum Betreiben derselben das durch den Unwucht-Elektroantriebsmotor 38 zu erzeugende Haltedrehmoment beispielsweise auch kleiner sein kann, als das zum Halten einer Unwuchtmasse 36 in dem in Fig. 2 veranschaulichten Zustand mit maximalem durch diese generiertem Drehmoment erforderliche Haltedrehmoment. Dadurch kann die Zeitdauer der Unwucht-Rückführphase verkürzt werden. Grundsätzlich kann die Zeitdauer der Unwucht-Rückführphase auch dadurch verkürzt werden, dass, beispielsweise abweichend von einem linearen Senken des Drehmoments, ausgehend vom Haltedrehmoment, zunächst am Beginn der Unwucht-Rückführphase das Drehmoment bzw. der durch den Unwucht-Elektroantriebsmotor 38 geleitete Strom schneller gesenkt wird, als am Ende der Unwucht-Rückführphase. Grundsätzlich kann es in der Unwucht-Rückführphase auch Phasen geben, in welchen vorübergehend das vom Unwucht-Elektroantriebsmotor 38 bereitgestellte Drehmoment auf Null bzw. einen Wert im Bereich von Null gesenkt wird, um auf diese Art und Weise vorübergehend eine schnellere Annäherung der Unwuchtmasse 36 an die Ruhelage zu erreichen.

[0036] Weiter ist darauf hinzuweisen, dass das Haltedrehmoment am Beginn der Unwucht-Rückführphase in der derjenigen Richtung um die Unwuchtdrehachse U erzeugt wird, welche sicherstellt, dass die Unwuchtmasse 36 nicht in die Ruhelage zurückfällt bzw. in Richtung zur Ruhelage beschleunigt wird. Bei Positionierung der Unwuchtmasse 36 in der in Fig. 2 dargestellten Auslenklage wird daher das Haltedrehmoment im Uhrzeigersinn erzeugt. Wäre die Unwuchtmasse 36 in Fig. 2 rechts von

der Unwuchtdrehachse U positioniert, würde das Haltedrehmoment im Gegenuhrzeigersinn erzeugt werden.

[0037] Abschließend ist weiter darauf hinzuweisen, dass die Prinzipien der vorliegenden Erfindung nicht nur bei einer zur Erzeugung einer Vibrationsbewegung vorgesehenen Unwuchtanordnung Anwendung finden können, sondern beispielsweise auch bei einer Unwuchtanordnung, bei welcher beispielsweise zwei Unwuchtmassen mit zur Walzendrehachse versetzter und paralleler Unwuchtdrehachse beispielsweise einander bezüglich der Walzendrehachse diametral gegenüberliegend angeordnet sind. Auch bei derartigen zur Walzendrehachse exzentrischen Unwuchtdrehachsen werden bei nicht aktiviertem Unwucht-Elektroantriebsmotor bzw. nicht aktivierten Unwucht-Elektroantriebsmotoren die Unwuchtmassen sich im Zustand minimaler potentieller Energie positionieren. Auch bei derartigen Anordnungen kann zum Vermeiden einer Auspendelbewegung der Unwuchtmassen in der vorangehend beschriebenen Art und Weise vorgegangen werden.

Patentansprüche

1. Bodenbearbeitungswalze für eine Bodenbearbeitungsmaschine, insbesondere Bodenverdichter, umfassend einen in Richtung einer Walzendrehachse (D_1 , D_2) langgestreckten, einen Walzeninnenraum (16, 28) umgebenden Walzenmantel (18, 26) und eine wenigstens teilweise in dem Walzeninnenraum (16, 28) angeordnete Unwuchtanordnung (32, 34), wobei die Unwuchtanordnung (32, 34) wenigstens eine um eine Unwuchtdrehachse (U) drehbare Unwuchtmasse (36) mit zur Unwuchtdrehachse (U) exzentrischem Massenschwerpunkt (M) und ein Unwuchtantriebssystem (40) mit wenigstens einem Unwucht-Elektroantriebsmotor (38) zum Antreiben der wenigstens einen Unwuchtmasse (36) zur Drehung um die Unwuchtdrehachse (U) umfasst, wobei bei deaktivierter Unwuchtanordnung (32, 34) die wenigstens eine Unwuchtmasse (36) im Wesentlichen in einer Ruhelage ist, wobei das Unwuchtantriebssystem (40) dazu ausgebildet ist, bei Deaktivierung der Unwuchtanordnung (32, 34) in einer Unwucht-Rückführphase den wenigstens einen Unwucht-Elektroantriebsmotor (38) derart zu betreiben, dass die wenigstens eine Unwuchtmasse (36) in die Ruhelage bewegt wird.
2. Bodenbearbeitungswalze nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Unwuchtantriebssystem (40) dazu ausgebildet ist, die wenigstens eine Unwuchtmasse (36) in der Unwucht-Rückführphase aus einer Auslenklage in die Ruhelage zu bewegen.
3. Bodenbearbeitungswalze nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Ruhelage

- der Massenschwerpunkt (M) der wenigstens einen Unwuchtmasse (36) in einer Vertikalrichtung im Wesentlichen vertikal unter der Unwuchtdrehachse (U) positioniert ist, und dass in der Auslenklage der Massenschwerpunkt (M) der wenigstens einen Unwuchtmasse (36) mit einem Auslenkwinkel aus der Ruhelage ausgelenkt ist.
4. Bodenbearbeitungswalze nach einem der Ansprüche 1-3,
dadurch gekennzeichnet, dass das Unwuchtantriebssystem (40) dazu ausgebildet ist, bei Deaktivierung der Unwuchtanordnung (32, 34) den wenigstens einen Unwucht-Elektroantriebsmotor (38) zum Erzeugen eines Haltedrehmoments zu betreiben.
 5. Bodenbearbeitungswalze nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass das Unwuchtantriebssystem (40) dazu ausgebildet ist, zum Erzeugen des Haltedrehmoments einen Haltestrom durch den wenigstens einen Unwucht-Elektroantriebsmotor (38) zu leiten.
 6. Bodenbearbeitungswalze nach einem der Ansprüche 1-5,
dadurch gekennzeichnet, dass das Unwuchtantriebssystem (40) dazu ausgebildet ist, in einer der Unwucht-Rückführphase vorangehenden Unwucht-Bremsphase den Unwucht-Elektroantriebsmotor (38) zum Erzeugen eines Bremsdrehmoments zum Senken einer Drehzahl der wenigstens einen Unwuchtmasse (36), ausgehend von einer Betriebsdrehzahl, zu betreiben.
 7. Bodenbearbeitungswalze nach Anspruch 6, sofern auf Anspruch 4 rückbezogen,
dadurch gekennzeichnet, dass das Bremsdrehmoment größer ist als das Haltedrehmoment.
 8. Bodenbearbeitungswalze nach Anspruch 6 oder 7, sofern auf Anspruch 4 rückbezogen,
dadurch gekennzeichnet, dass das Unwuchtantriebssystem (40) dazu ausgebildet ist, bei Erreichen einer Übergangsdrehzahl oder/und dann, wenn seit Beginn der Unwucht-Bremsphase eine vorbestimmte Bremszeitdauer vergangen ist, den wenigstens einen Unwucht-Elektroantriebsmotor (38) zum Erzeugen des Haltedrehmoments zu betreiben.
 9. Bodenbearbeitungswalze nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass die Übergangsdrehzahl bei Null liegt.
 10. Bodenbearbeitungswalze nach einem der Ansprüche 4-9,
dadurch gekennzeichnet, dass das Haltedrehmoment einem durch die wenigstens eine Unwuchtmasse bei Positionierung der wenigstens einen Unwuchtmasse bei einem Referenz-Auslenkwinkel generierten Drehmoment entspricht.
 11. Bodenbearbeitungswalze nach Anspruch 3 und Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass der Referenz-Auslenkwinkel im Bereich von 90° bezüglich der Ruhelage liegt.
 12. Bodenbearbeitungswalze nach Anspruch 2 und einem der Ansprüche 4-9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Unwuchtantriebssystem (40) dazu ausgebildet ist, bei in der Auslenklage positionierter wenigstens einer Unwuchtmasse (36) den wenigstens einen Unwucht-Elektroantriebsmotor (38) zum Senken des durch den wenigstens einen Unwucht-Elektroantriebsmotor (38) erzeugten Drehmoments, ausgehend von dem Haltedrehmoment, zum Bewegen der wenigstens einen Unwuchtmasse (36) aus der Auslenklage in die Ruhelage zu betreiben.
 13. Bodenbearbeitungswalze nach Anspruch 5 und Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass das Unwuchtantriebssystem (40) dazu ausgebildet ist, zum Senken des durch den wenigstens einen Unwucht-Elektroantriebsmotor (38) erzeugten Drehmoments den durch den Unwucht-Elektroantriebsmotor (38) geleiteten Strom, ausgehend von dem Haltestrom, zu senken.
 14. Bodenbearbeitungswalze nach einem der Ansprüche 1-13,
dadurch gekennzeichnet, dass die Unwuchtdrehachse (U) wenigstens einer Unwuchtmasse, vorzugsweise jeder Unwuchtmasse, der Walzendrehachse (D_1 , D_2) entspricht, oder/und dass die Unwuchtdrehachse (U) wenigstens einer Unwuchtmasse (36), vorzugsweise jeder Unwuchtmasse, zur Walzendrehachse (D_1 , D_2) versetzt und parallel angeordnet ist.
 15. Bodenbearbeitungsmaschine, vorzugsweise Bodenverdichter, umfassend wenigstens eine Bodenbearbeitungswalze (14, 24) nach einem der vorangehenden Ansprüche.
 16. Verfahren zum Betreiben einer Bodenbearbeitungswalze (14, 24) nach einem der Ansprüche 1-14, vorzugsweise in einer Bodenbearbeitungsmaschine (10) nach Anspruch 15, umfassend die Maßnahmen:
 - a) bei Deaktivierung der Unwuchtanordnung (32, 34), Senken der Drehzahl der wenigstens einen Unwuchtmasse (36) in einer Unwucht-Bremsphase, ausgehend von einer Betriebsdrehzahl,
 - b) in einer auf die Unwucht-Bremsphase folgenden

den Unwucht-Rückführphase, Erzeugen eines Haltedrehmoments durch den wenigstens einen Unwucht-Elektroantriebsmotor (38) und Verrin- 5 gern des durch den Unwucht-Elektroantriebsmotor (38) erzeugten Drehmoments, ausgehend von dem Haltedrehmoment, zum Bewe- gen der wenigstens einen Unwuchtmasse (36) in die Ruhelage.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

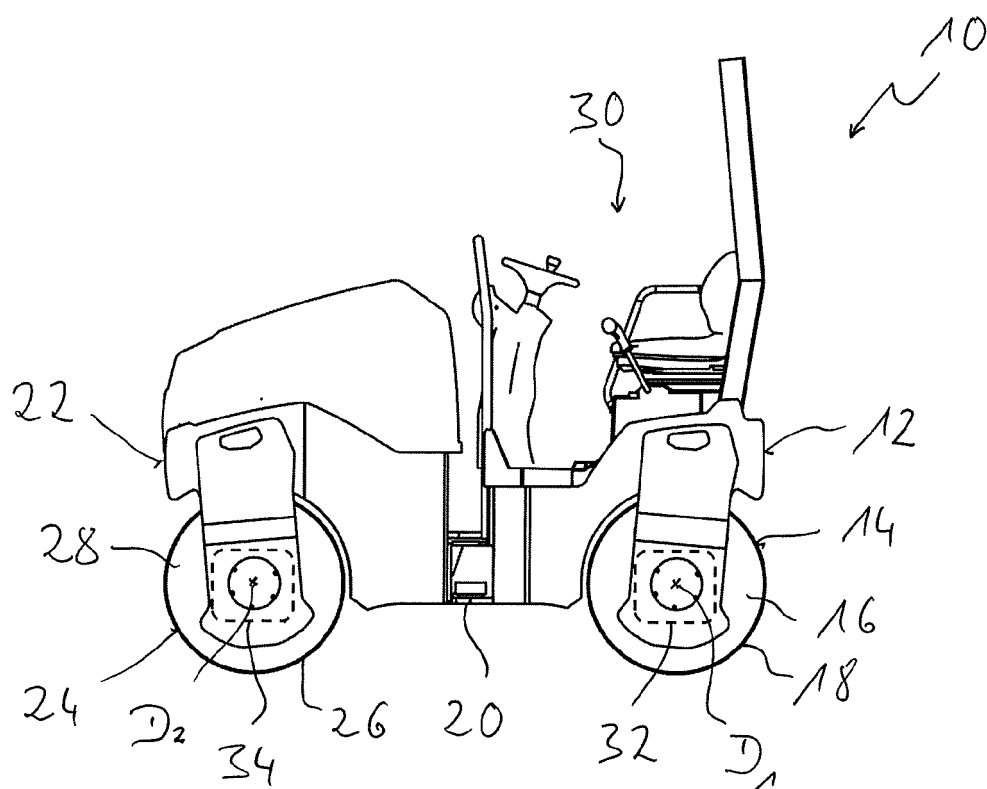


Fig. 1

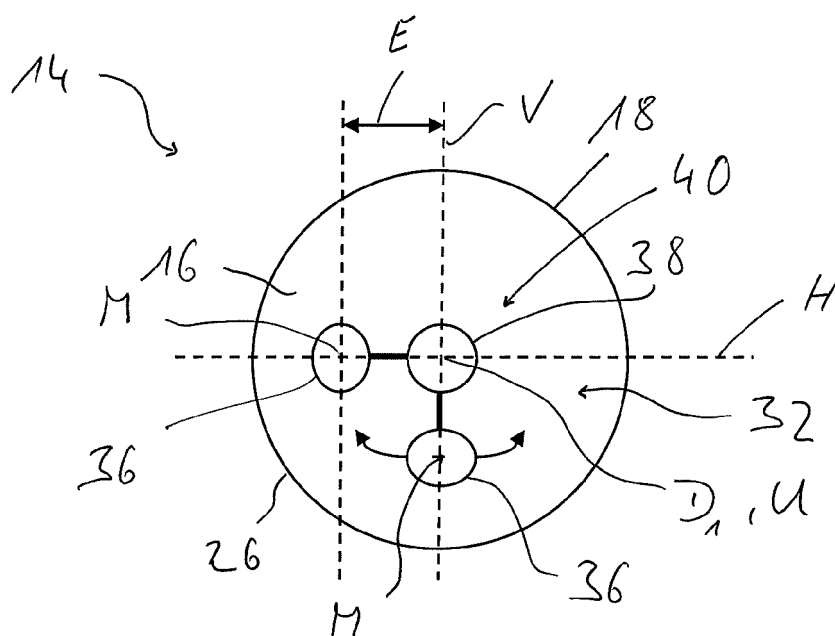


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 20 2044

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2019 002439 A1 (BOMAG GMBH [DE]) 8. Oktober 2020 (2020-10-08) * das ganze Dokument *	1, 4-6, 14, 15 16	INV. E01C19/28
A	US 6 224 293 B1 (SMITH WILLIAM M [US]) 1. Mai 2001 (2001-05-01) * das ganze Dokument *	1-16	
A	CN 104 480 839 A (XIAGONG SANMING HEAVY MACHINERY CO LTD) 1. April 2015 (2015-04-01) * das ganze Dokument *	1-16	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) E01C
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 9. März 2023	Prüfer Beucher, Stefan
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	

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

EP 22 20 2044

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

09-03-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102019002439 A1	08-10-2020	DE 102019002439 A1	08-10-2020
		EP 3947819 A1	09-02-2022
		WO 2020200509 A1	08-10-2020
US 6224293 B1	01-05-2001	KEINE	
CN 104480839 A	01-04-2015	KEINE	

EPO FORM P0461

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