

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Temperiervorrichtung und ein Verfahren zum Betrieb einer Temperiervorrichtung, wobei die Temperiervorrichtung mit einem Stator und einem relativ zu dem Stator drehbaren Rotor ausgebildet ist, wobei die Temperiervorrichtung eine Temperiereinrichtung aufweist, wobei die Temperiereinrichtung zumindest ein mit einem Wärmeträgerfluid durchströmbares Temperierelement mit einem magnetisierbaren Material aufweist, wobei die Temperiervorrichtung eine Magnetfeldeinrichtung aufweist, wobei die Temperiereinrichtung in einem Magnetfeld der Magnetfeldeinrichtung zumindest teilweise angeordnet ist, wobei die Magnetfeldeinrichtung relativ zu der Temperiereinrichtung drehbar ist, derart, dass das Magnetfeld an dem Temperierelement zur Veränderung einer Magnetisierung des Materials variierbar ist, wobei infolge einer Erhöhung der Magnetisierung eine Temperatur des Materials erhöhbar und infolge einer Verminderung der Magnetisierung die Temperatur vermindierbar ist, wobei das Temperierelement mit dem Wärmeträgerfluid unter thermischer Kontaktierung des Materials zu einer Wärmeabfuhr aus dem Material und/oder zu einer Wärmezufuhr zu dem Material durchströmbar ist.

[0002] Eine derartige Temperiervorrichtung basiert auf dem magnetokalorischen Effekt, bei dem sich ein magnetisierbares bzw. magnetokalorisches Material erwärmt, wenn es in ein Magnetfeld bewegt wird, und abkühlt, wenn es daraus entfernt wird.

[0003] Da stets das magnetisierbare bzw. magnetokalorische Material und das Magnetfeld bzw. eine Magnetfeldeinrichtung der Temperiervorrichtung relativ zueinander bewegt werden müssen, kann zwischen zwei Arten von Temperiervorrichtungen unterschieden werden. So ist eine Temperiervorrichtung bekannt, bei der das Material und die Magnetfeldeinrichtung relativ zueinander linear bewegt werden, und eine Temperiervorrichtung, bei der diese Bewegung rotatorisch ausgeführt wird. Diese Temperiervorrichtung weist dann einen an einer Rotorwelle drehbaren Rotor und einen Stator auf.

[0004] Die Temperaturänderung des Materials basiert auf einer durch eine Magnetisierung bzw. Entmagnetisierung des Materials hervorgerufenen Änderung einer thermischen bzw. magnetischen Entropie des Materials. Dieser Effekt kann zum Heizen oder zum Kühlen genutzt werden, wenn das erwärmte bzw. abgekühlte Material mit einer Wärmesenke bzw. Wärmequelle verbunden wird, so dass Wärme aus dem Material abgeführt bzw. zu dem Material zugeführt werden kann. Eine derartige Temperiervorrichtung weist gegenüber einer konventionellen Kühlvorrichtung bzw. Heizvorrichtung einen wesentlich verbesserten Wirkungsgrad auf und ist klimafreundlich, da kein klimaschädliches Kältemittel verwendet werden muss.

[0005] Zu einer Wärmeabfuhr aus dem magnetisierten Material bzw. zu einer Wärmezufuhr zu dem entmagnetisierten Material wird das Material mit einem Wärmeträ-

gerfluid in einen thermischen Kontakt gebracht, welches typischerweise durch von dem Material ausgebildete Kanäle geleitet wird bzw. diese durchströmt. Regelmäßig weist die Temperiervorrichtung eine Temperiereinrichtung mit einer Mehrzahl von Temperierelementen auf, welche jeweils ein derartiges Material aufweisen bzw. jeweils aus einem derartigen Material ausgebildet sind. Durch eine relative Drehung der Temperiereinrichtung und der Magnetfeldeinrichtung bzw. des Magnetfeldes zueinander wird das Magnetfeld an den einzelnen Temperierelementen dann variiert, derart, dass das jeweilige Material alternierend magnetisiert und entmagnetisiert wird und damit verbunden eine alternierende Temperaturerhöhung und Temperaturverminderung erfährt. In Abhängigkeit von der Magnetisierung des jeweiligen Materials kann das Wärmeträgerfluid die Temperierelemente dann durchströmen, derart, dass das Wärmeträgerfluid die Temperierelemente bei magnetisiertem Material zu einer Wärmeabfuhr aus dem Material oder bei entmagnetisiertem Material zu einer Wärmezufuhr zu dem Material durchströmt.

[0006] Zur Drehung des Rotors bzw. zur Ausführung der relativen Drehung zwischen der Magnetfeldeinrichtung und der Temperiereinrichtung weist die Temperiervorrichtung regelmäßig eine Antriebsanordnung auf, welche einen mit einer Rotorwelle des Rotors verbundenen externen Antriebsmotor bzw. Elektromotor umfasst. Das Vorsehen einer derartigen Antriebsanordnung ist als nachteilhaft anzusehen, da die Verwendung eines externen Antriebsmotors bzw. Elektromotors mit zusätzlichen Materialkosten verbunden ist und zu einer vergrößerten Bauform der Temperiervorrichtung führt, wodurch ein Anwendungsbereich der Temperiervorrichtung eingeschränkt ist. Zudem werden für eine niedrige Drehzahl von in der Regel < 5 Hz Getriebemotoren benötigt, welche infolge des zusätzlichen Getriebes besonders kostenintensiv sind.

[0007] Weiter weist die Temperiervorrichtung regelmäßig ein Fluidsystem auf, welches einen Fluidkreislauf mit einer Fördereinrichtung bzw. einer Pumpe zur Zirkulation des Wärmeträgerfluids aufweist. Typischerweise weist die Fördereinrichtung bzw. die Pumpe einen eigenen Antriebsmotor bzw. Elektromotor auf, was ebenfalls mit zusätzlichen Herstellungskosten der Temperiervorrichtung verbunden ist und zu einer vergrößerten Bauform der Temperiervorrichtung führt, wodurch der Anwendungsbereich der Temperiervorrichtung zusätzlich eingeschränkt ist. Zudem erfordert eine derartige Fördereinrichtung stets eine elektronische Regelung, was einen Betrieb der Temperiervorrichtung verkompliziert und weitere Fehlerquellen schafft.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Temperiervorrichtung und ein Verfahren zum Betrieb einer Temperiervorrichtung vorzuschlagen, welche kostengünstig herstellbar ist und einen breiten Anwendungsbereich aufweist bzw. welches einen vereinfachten Betrieb ermöglicht.

[0009] Diese Aufgabe wird durch eine Temperiervor-

richtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und ein Verfahren zum Betrieb einer Temperiervorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 14 gelöst.

[0010] Die erfindungsgemäße Temperiervorrichtung ist mit einem Stator und einem relativ zu dem Stator drehbaren Rotor ausgebildet, wobei die Temperiervorrichtung eine Temperiereinrichtung aufweist, wobei die Temperiereinrichtung zumindest ein mit einem Wärmeträgerfluid durchströmbares Temperierelement mit einem magnetisierbaren Material aufweist, wobei die Temperiervorrichtung eine Magnetfeldeinrichtung aufweist, wobei die Temperiereinrichtung in einem Magnetfeld der Magnetfeldeinrichtung zumindest teilweise angeordnet ist, wobei die Magnetfeldeinrichtung relativ zu der Temperiereinrichtung drehbar ist, derart, dass das Magnetfeld an dem Temperierelement zur Veränderung einer Magnetisierung des Materials variierbar ist, wobei infolge einer Erhöhung der Magnetisierung eine Temperatur des Materials erhöhbar und infolge einer Verminderung der Magnetisierung die Temperatur vermindert ist, wobei das Temperierelement mit dem Wärmeträgerfluid unter thermischer Kontaktierung des Materials zu einer Wärmeabfuhr aus dem Material und/oder zu einer Wärmezufuhr zu dem Material durchströmbar ist, wobei die Temperiervorrichtung eine Spuleneinrichtung aufweist, welche dazu eingerichtet ist, ein zur Wechselwirkung mit dem Magnetfeld der Magnetfeldeinrichtung bestimmtes weiteres Magnetfeld zu erzeugen, derart, dass die Magneteneinrichtung relativ zu der Temperiereinrichtung drehbar ist und/oder die Temperiervorrichtung ein Fluidsystem aufweist, wobei das Fluidsystem einen Fluidkreislauf mit einer Fördereinrichtung zur Zirkulation des Wärmeträgerfluids aufweist, wobei die Fördereinrichtung zum Antrieb der Fördereinrichtung an eine Rotorwelle des Rotors gekoppelt ist.

[0011] Erfindungsgemäß ist die Temperiervorrichtung, insbesondere magnetokalorische Kühlvorrichtung und/oder magnetokalorische Heizvorrichtung, mit einem Stator und einem relativ zu dem Stator drehbaren Rotor ausgebildet, wobei die Temperiervorrichtung eine Temperiereinrichtung aufweist, wobei die Temperiereinrichtung zumindest ein mit einem Wärmeträgerfluid durchströmbares Temperierelement, welches als magnetischer bzw. magnetokalorischer Regenerator verstanden werden kann, mit einem magnetisierbaren bzw. magnetokalorischen Material aufweist. Vorteilhafterweise kann die Temperiereinrichtung eine Mehrzahl von derartigen Temperierelementen aufweisen. Die Temperiereinrichtung kann dann beispielsweise zwei, drei, vier, fünf, sechs, sieben, acht, neun, zehn, elf, zwölf oder mehr Temperierelemente aufweisen. Vorzugsweise kann die Temperiereinrichtung eine ungerade Anzahl an Temperierelementen aufweisen.

[0012] Erfindungsgemäß weist die Temperiervorrichtung eine Magnetfeldeinrichtung auf, wobei die Temperiereinrichtung in einem Magnetfeld der Magnetfeldeinrichtung zumindest teilweise angeordnet ist, wobei die Magnetfeldeinrichtung relativ zu der Temperiereinrich-

tung drehbar ist, derart, dass das Magnetfeld an dem Temperierelement zur Veränderung einer Magnetisierung des Materials variierbar ist, wobei infolge einer Erhöhung der Magnetisierung eine Temperatur des Materials erhöhbar und infolge einer Verminderung der Magnetisierung die Temperatur vermindert ist, wobei das Temperierelement mit dem Wärmeträgerfluid unter thermischer Kontaktierung des Materials zu einer Wärmeabfuhr aus dem Material und/oder zu einer Wärmezufuhr zu dem Material durchströmbar ist. Durch eine Drehung der Temperiereinrichtung und der Magnetfeldeinrichtung bzw. des Magnetfeldes relativ zueinander kann das Magnetfeld an dem Temperierelement bzw. an den jeweiligen Temperierelementen also variiert werden, derart, dass das Material bzw. jeweilige Material alternierend magnetisiert und entmagnetisiert wird und damit verbunden eine alternierende Temperaturerhöhung und Temperaturverminderung erfahren kann. In Abhängigkeit von der Magnetisierung des Materials bzw. jeweiligen Materials, kann das Wärmeträgerfluid das Temperierelement bzw. die jeweiligen Temperierelemente dann durchströmen, derart, dass das Wärmeträgerfluid das Temperierelement bzw. die jeweiligen Temperierelemente bei magnetisiertem Material zu einer Wärmeabfuhr aus dem Material oder bei entmagnetisiertem Material zu einer Wärmezufuhr zu dem Material durchströmen kann.

[0013] Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung weist die Temperiervorrichtung eine Spuleneinrichtung auf, welche dazu eingerichtet ist, ein zur Wechselwirkung mit dem Magnetfeld der Magnetfeldeinrichtung bestimmtes weiteres Magnetfeld zu erzeugen, derart, dass die Magnetfeldeinrichtung relativ zu der Temperiereinrichtung drehbar ist. An der Spuleneinrichtung kann eine elektrische Spannung, vorzugsweise eine Wechselspannung, anlegbar sein, sodass die von einem elektrischen Strom durchfließbare Spuleneinrichtung das weitere Magnetfeld erzeugen kann. Eine Stärke des weiteren Magnetfeldes kann dabei so bemessen sein, dass es einerseits zum Antrieb des Rotors bzw. zur Ausführung der relativen Drehung zwischen der Magnetfeldeinrichtung und der Temperiereinrichtung genügt und andererseits das Magnetfeld der Magnetfeldeinrichtung bzw. das magnetisierbare Material bzw. die Magnetisierung nur unwesentlich beeinflusst. Das Vorsehen der Spuleneinrichtung hat den Vorteil, dass eine gesonderte Antriebsanordnung mit einem externen Antriebsmotor bzw. Elektromotor somit zur Drehung des Rotors nicht mehr erforderlich ist, wodurch bei einer Herstellung der Temperiervorrichtung anfallende Materialkosten reduziert und eine Bauform der Temperiervorrichtung kompaktifiziert werden kann, so dass die Temperiervorrichtung in einem breiteren Anwendungsbereich eingesetzt werden kann. Beispielsweise kann die Temperiervorrichtung dann auch in Kühlmöbeln in einem Supermarkt und in Konstantklimaschränken im Pharmabereich verwendet werden. Weiter ist ein Betrieb der Temperiervorrich-

tung vereinfacht.

[0014] Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung, welcher alternativ oder zusätzlich zu dem ersten Aspekt vorgesehen ist, weist die Temperiertorrichtung ein Fluidsystem auf, wobei das Fluidsystem einen Fluidkreislauf mit einer Fördereinrichtung zur Zirkulation des Wärmeträgerfluids aufweist, wobei die Fördereinrichtung zum Antrieb der Fördereinrichtung an eine Rotorwelle des Rotors gekoppelt ist. Ein eigener Antriebsmotor bzw. Elektromotor für die Fördereinrichtung ist somit für die fremdgetriebene Fördereinrichtung nicht erforderlich, wodurch die Herstellungskosten der Temperiertorrichtung (weiter) reduziert, die Bauform der Temperiertorrichtung (weiter) kompaktifiziert und folglich der Anwendungsbe-
 5 reich der Temperiertorrichtung (weiter) vergrößert werden kann. Zudem wird so in Verbindung mit dem ersten Aspekt eine simultane Leistungsregelung von einer Kühl- bzw. Heizleistung und einer Förderleistung über eine Änderung einer Drehzahl der Rotorwelle möglich. Eine elektronische Regelung der Fördereinrichtung ist daher nicht
 10 mehr erforderlich, wodurch das Regelkonzept bzw. ein Betrieb der Temperiertorrichtung vereinfacht und potentielle Fehlerquellen minimiert werden können. Vorteilhafterweise kann die Fördereinrichtung dabei derart ausgelegt sein, dass eine Fördermenge des Wärmeträgerfluids bei jeder Drehzahl auf die Kühl- bzw. Heizleistung abgestimmt ist. Durch diese vorteilhafte Konstruktion der Fördereinrichtung sind beide Komponenten hierdurch je-
 15 derzeit aufeinander abgestimmt bzw. durch vorteilhafte konstruktive Maßnahmen aufeinander abstimmbare. Eine beispielhafte Maßnahme zur Abstimmung eines Wärmeträgerfluidstroms auf die Kühl- bzw. Heizleistung des Systems kann dabei, im Fall einer Axialkolbenpumpe als Fördereinrichtung, eine Neigung einer Schrägscheibe sein. Im laufenden Betrieb bedarf es keiner nachträglichen Abstimmung durch die Regelung des Gesamtsystems.

[0015] Wenn ausschließlich der erste Aspekt vorgesehen ist, ist es grundsätzlich auch denkbar, dass die Temperiertorrichtung ein Fluidsystem aufweist, wobei das Fluidsystem einen Fluidkreislauf mit einer Fördereinrichtung zur Zirkulation des Wärmeträgerfluids aufweist, wobei die Fördereinrichtung einen eigenen Antriebsmotor bzw. Elektromotor aufweisen kann. Wenn ausschließlich der zweite Aspekt vorgesehen ist, ist es grundsätzlich
 20 auch denkbar, dass die Temperiertorrichtung zur Drehung des Rotors bzw. zur Ausführung der relativen Drehung zwischen der Magnetfeldeinrichtung und der Temperiereinrichtung eine Antriebsanordnung aufweist, welche einen mit einer Rotorwelle des Rotors verbundenen eigenen bzw. externen Antriebsmotor bzw. Elektromotor umfasst. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind beide Aspekte gleichzeitig vorgesehen.

[0016] Der Fluidkreislauf kann ein geschlossener Fluidkreislauf sein, der mit beispielsweise Wasser, Ethanol oder Glycerin als Wärmeträgerfluid gefüllt sein kann. Das Wärmeträgerfluid kann auch ein Kältemittel sein, welches innerhalb der Temperiertorrichtung eine Pha-

senänderung bzw. einen Phasenwechsel durchlaufen kann. Die Fördereinrichtung kann beispielsweise eine Pumpe oder ein Verdichter sein, der zur Förderung des Wärmeträgerfluids geeignet ist. Vorzugsweise ist die Fördereinrichtung eine zentrale Pumpe, welche das
 5 Wärmeträgerfluid in dem Fluidkreislauf unter Durchströmen des Temperierelements bzw. aller Temperierelemente zirkuliert. Die Fördereinrichtung kann insbesondere eine Kolbenpumpe, Membranpumpe, Rotationskolbenpumpe, Drehschieberpumpe, Zapfwellenpumpe, Peristaltikpumpe oder Axialkolbenpumpe sein.

[0017] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Temperiertorrichtung kann der Rotor die Magnetfeldeinrichtung und der Stator die Temperiereinrichtung und die Spuleneinrichtung umfassen. Die Magnetfeldeinrichtung kann dann ein rotierendes magnetisches Drehfeld erzeugen, in welchem die Temperiereinrichtung ortsfest angeordnet sein kann. Diese Ausführungsform ist gegenüber einer alternativen Ausführungsform der Temperiertorrichtung, bei der der Stator die Magnetfeldeinrichtung und der Rotor die Temperiereinrichtung und die Spuleneinrichtung umfassen kann, insofern vorteilhaft, als auf eine Abdichtung der Temperiereinrichtung bzw. des
 10 Temperierelements gegenüber dem Leistungssystem, welche aufgrund von Reibungseffekten und einem daraus resultierenden Wärmeeintrag, insbesondere auf einer Kaltseite der Temperiereinrichtung, regelmäßig problematisch ist, verzichtet werden kann. Gleichwohl ist es jedoch grundsätzlich auch möglich, dass der Stator die Magnetfeldeinrichtung und der Rotor die Temperiereinrichtung und die Spuleneinrichtung umfassen kann. Die Temperiereinrichtung kann dann in einem statischen Magnetfeld der Magnetfeldeinrichtung rotieren.

[0018] Vorteilhafterweise kann die Spuleneinrichtung eine Mehrzahl von Spulen bzw. Wicklungen aufweisen. An den Spulen kann dann jeweils eine Wechselspannung angelegt werden, wobei die Wechselspannungen zueinander um einen festen Phasenwinkel verschoben sein können. Beispielsweise kann die Spuleneinrichtung
 15 drei Spulen aufweisen, wobei die jeweils an den drei Spulen anliegenden Wechselspannungen um einen festen Phasenwinkel von 120 ° zueinander verschoben sein können. Durch eine geeignete räumliche Anordnung der Spulen, welche dann beispielsweise bei den drei Spulen im Kreis um jeweils 120 ° versetzt angeordnet sein können, kann dann ein magnetisches Drehfeld erzeugt werden, welches mit dem Magnetfeld der Magnetfeldeinrichtung in eine Wechselwirkung treten kann, um die Drehung der Magnetfeldeinrichtung zu der Temperiereinrichtung zu bewirken.

[0019] Vorteilhafterweise kann der Stator eine Anordnung aus einer Vielzahl von gestapelten, vorzugsweise ringartigen, Blechelementen bzw. Blechringen umfassen, an welcher die Spuleneinrichtung angeordnet sein kann. Die Blechelemente, welche beschichtet sein können, können, vorzugsweise radial nach innen ragende, Zähne ausbilden, an welchen die Spuleneinrichtung befestigt sein kann. Die Spulen bzw. Wicklungen können

konzentriert oder verteilt sein. Bei einer konzentrierten Wicklung wird die Wicklung über nur einen Zahn geführt, während bei einer verteilten Wicklung eine Anzahl von Zähnen, über die die Wicklung geführt wird, modifizierbar ist, sodass sich die Spulen teilweise überlappen können. Weiter kann der Stator eine Hülle bzw. ein Casing umfassen, welche bzw. welches das Temperierelement bzw. die Temperierelement aufnehmen und fixieren kann.

[0020] Vorteilhafterweise kann die Temperiertvorrichtung eine Regeleinrichtung zur Regelung einer Drehzahl des Rotors bzw. einer Rotationsgeschwindigkeit des Rotors aufweisen. Beispielsweise kann die Regeleinrichtung dann einen Frequenzumrichter aufweisen, der eine Veränderung einer Frequenz des mittels der Spuleneinrichtung erzeugten Drehfeldes zulässt. Dadurch wird eine stufenlose Drehzahländerung des Rotors ermöglicht. Mittels der Regeleinrichtung ist eine Regelung der Kühl- bzw. Heizleistung und/oder der Förderleistung über die Regelung der Drehzahl des Rotors möglich.

[0021] Vorteilhafterweise kann das magnetisierbare Material das Temperierelement ausbilden bzw. das Temperierelement kann aus dem Material ausgebildet sein.

[0022] Vorteilhafterweise kann das Material Kanäle bzw. Mikrokanäle zur Durchleitung bzw. Durchströmung des Wärmeträgerfluids ausbilden. Das Wärmeträgerfluid kann das Material dann direkt thermisch kontaktieren.

[0023] Das Temperierelement kann zumindest ein erstes magnetisierbares Material mit einer ersten Curie-Temperatur und ein zweites magnetisierbares Material mit einer zweiten Curie-Temperatur aufweisen. Die Materialien können dann in Reihe angeordnet sein, um einen Temperaturbereich zu erweitern.

[0024] Das Material kann eine Materialmischung sein, welche Lanthan (La), Eisen (Fe), Silizium (Si), Cobalt (Co) und/oder weitere Komponenten aufweisen kann. Insbesondere kann das Material eine La(FeSi)_{13} -Legierung sein.

[0025] Weiter kann die Fördereinrichtung direkt oder indirekt, beispielsweise über einen Riemen, welchen das Fluidsystem aufweisen kann, an die Rotorwelle gekoppelt sein.

[0026] Insbesondere falls eine Drehzahl der Rotorwelle für die Fördereinrichtung ungeeignet sein sollte, kann das Fluidsystem eine Getriebeeinrichtung aufweisen, über welche die Fördereinrichtung an die Rotorwelle gekoppelt sein kann.

[0027] Weiter kann das Fluidsystem einen kalten Wärmeübertrager zur Wärmezufuhr zu dem Wärmeträgerfluid und/oder einen warmen Wärmeübertrager zur Wärmeabfuhr von dem Wärmeträgerfluid aufweisen. Der kalte Wärmeübertrager bzw. Wärmetauscher kann auf einer Kaltseite der Temperiereinrichtung angeordnet sein und zur Zuführung von Wärme zu dem Wärmeträgerfluid dienen und der warme Wärmeübertrager bzw. Wärmetauscher kann auf einer Warmseite der Temperiereinrichtung angeordnet sein und zur Abführung von Wärme von dem Wärmeträgerfluid dienen. Die Temperiertvorrich-

tung kann dann als Kühlvorrichtung bzw. Kälteerzeuger und/oder als Heizvorrichtung bzw. Wärmepumpe genutzt werden. Der kalte bzw. heiße Wärmeübertrager kann dann innerhalb des Fluidkreislaufs angeschlossen sein und von dem Fluid durchströmt werden.

[0028] Vorteilhafterweise kann die Temperiereinrichtung als eine Buchse ausgebildet sein. Dabei können die Temperierelemente, vorzugsweise in gleichmäßigen Abständen zueinander, über einen Umfang der Buchse verteilt angeordnet sein und sich in einer axialen Richtung der Buchse erstrecken.

[0029] Die Magnetfeldeinrichtung kann relativ zu der Buchse coaxial innerhalb und/oder außerhalb der Buchse angeordnet sein. Insbesondere kann die Magnetfeldeinrichtung also relativ zu der Buchse coaxial innerhalb der Buchse angeordnet sein.

[0030] Die Spuleneinrichtung kann relativ zu der Buchse coaxial innerhalb und/oder außerhalb der Buchse angeordnet sein. Insbesondere kann die Spuleneinrichtung also relativ zu der Buchse coaxial außerhalb der Buchse angeordnet sein.

[0031] Vorteilhafterweise kann die Magnetfeldeinrichtung durch zumindest einen Permanentmagnet oder Elektromagnet ausgebildet sein. Die Magnetfeldeinrichtung kann aus einer Anzahl von Permanentmagneten so zusammengesetzt sein, dass Feldlinien des Magnetfeldes durch die Temperiereinrichtung verlaufen. Die Permanentmagnete können alle gleich bzw. identisch aufgebaut sein. Der Permanentmagnet kann ein Neodym-Magnet sein. Alternativ kann die Magnetfeldeinrichtung durch einen Elektromagneten ausgebildet sein. Weiter kann der Rotor Flussleitstücke zur Leitung des Magnetfeldes bzw. eines magnetischen Flusses aufweisen.

[0032] Vorteilhafterweise kann die Temperiertvorrichtung eine Verteilereinrichtung zur, vorzugsweise auf die Magnetisierung zeitlich abgestimmten, Steuerung des Durchströmens des Temperierelements bzw. der Temperierelemente mit dem Wärmeträgerfluid aufweisen. Die Verteilereinrichtung kann zumindest ein dem Temperierelement zugeordnetes Ventil aufweisen bzw. eine zumindest der Mehrzahl der Temperierelemente entsprechende Mehrzahl von Ventilen aufweisen, so dass jedem Temperierelement zumindest ein Ventil, insbesondere zwei Ventile, zugeordnet sein kann.

[0033] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Betrieb einer Temperiertvorrichtung wird ein Rotor der Temperiertvorrichtung relativ zu einem Stator der Temperiertvorrichtung gedreht, wobei zumindest ein ein magnetisierbares Material aufweisendes Temperierelement einer Temperiereinrichtung der Temperiertvorrichtung mit einem Wärmeträgerfluid durchströmt wird, wobei die Temperiereinrichtung in einem Magnetfeld einer Magnetfeldeinrichtung der Temperiertvorrichtung zumindest teilweise angeordnet wird, wobei die Magnetfeldeinrichtung relativ zu der Temperiereinrichtung gedreht wird, derart, dass das Magnetfeld an dem Temperierelement zur Veränderung einer Magnetisierung des Materials variiert wird, wobei infolge einer Erhöhung der Ma-

gnetisierung eine Temperatur des Materials erhöht und infolge einer Verminderung der Magnetisierung die Temperatur vermindert wird, wobei das Temperierelement mit dem Wärmeträgerfluid unter thermischer Kontaktierung des Materials zu einer Wärmeabfuhr aus dem Material und/oder zu einer Wärmezufuhr zu dem Material durchströmt wird, wobei mittels einer Spuleneinrichtung der Temperiervorrichtung ein zur Wechselwirkung mit dem Magnetfeld der Magnetfeldeinrichtung bestimmtes weiteres Magnetfeld erzeugt wird, derart, dass die Magnetfeldeinrichtung relativ zu der Temperiereinrichtung gedreht wird und/oder das Wärmeträgerfluid mittels einer Fördereinrichtung eines Fluidkreislaufs eines Fluidsystems der Temperiervorrichtung zirkuliert wird, wobei die an eine Rotorwelle des Rotors gekoppelte Fördereinrichtung mittels der Rotorwelle angetrieben wird.

[0034] Zu den vorteilhaften Wirkungen des erfindungsgemäßen Verfahrens wird auf die Vorteilsbeschreibung der erfindungsgemäßen Temperiervorrichtung verwiesen.

[0035] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen des Verfahrens ergeben sich aus den Merkmalsbeschreibungen der auf den Vorrichtungsanspruch 1 rückbezogenen Unteransprüche.

[0036] Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigelegten Zeichnungen näher erläutert.

[0037] Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Teildarstellung einer Temperiervorrichtung;

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung einer Anordnung aus einer Vielzahl von gestapelten Blechelementen eines Stators der Temperiervorrichtung;

Fig. 3 eine perspektivische Darstellung der Anordnung mit einer daran befestigten Spuleneinrichtung der Temperiervorrichtung;

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer direkten Kopplung einer Fördereinrichtung eines Fluidkreislaufs eines Fluidsystems einer Temperiervorrichtung an eine Rotorwelle eines Rotors der Temperiervorrichtung;

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer indirekten Kopplung einer Fördereinrichtung eines Fluidkreislaufs eines Fluidsystems einer Temperiervorrichtung an eine Rotorwelle eines Rotors der Temperiervorrichtung.

[0038] Die **Fig. 1** zeigt eine Teildarstellung einer Temperiervorrichtung 10. Nicht dargestellt sind insbesondere ein Fluidsystem, eine Verteilereinrichtung und eine Regleinrichtung, welches bzw. welche die Temperiervorrichtung 10 außerdem aufweist. Die Temperiervorrich-

tung 10 ist mit einem Stator 11 und einem relativ zu dem Stator 11 drehbaren Rotor 12, welcher eine Rotorwelle 13 aufweist, ausgebildet. Der Rotor 12 weist eine Magnetfeldeinrichtung 14, die aus Permanentmagneten 15 ausgebildet ist, und Flussleitstücke 16 zur Leitung eines mittels der Permanentmagnete 15 erzeugten, hier nicht sichtbaren Magnetfeldes auf. Der Stator 11 weist eine Anordnung 17 aus einer Vielzahl von gestapelten und beschichteten ringartigen Blechelementen 18 und eine Temperiereinrichtung 19 auf, wobei die Temperiereinrichtung 19 mit einem Wärmeträgerfluid durchströmbare Temperierelemente 20 aus einem magnetisierbaren bzw. magnetokalorischen Material aufweist, welche von einem Casing 21 des Stators 11 aufgenommen und fixiert werden. Die Temperierelemente 20 können auch als magnetische bzw. magnetokalorische Regeneratoren bezeichnet werden. Das Material kann dem Magnetfeld bzw. einem durch eine Drehung des Rotors 12 erzeugten magnetischen Drehfeld ausgesetzt werden. Das Magnetfeld kann demnach an den Temperierelementen 20 durch die Drehung des Rotors 12 bzw. der Permanentmagnete 15 variiert werden. Die Temperiereinrichtung 19 ist als eine Buchse 22 ausgebildet und die in gleichmäßigen Abständen zueinander über einen Umfang der Buchse 22 verteilt angeordneten Temperierelemente 20 verlaufen in einer axialen Richtung der Buchse 22 bzw. parallel zu der Rotorwelle 13, wobei die Magnetfeldeinrichtung 14 relativ zu der Buchse 22 coaxial innerhalb der Buchse 22 angeordnet ist. Weiter weisen die Temperierelemente 20 an einem hier nicht gezeigten axialen Ende der Buchse 22 jeweils eine hier nicht gezeigte Öffnung und an einem dem axialen Ende gegenüberliegenden, hier nicht gezeigten weiteren axialen Ende der Buchse 22 jeweils eine hier ebenfalls nicht gezeigte Öffnung für das Wärmeträgerfluid auf, sodass das Wärmeträgerfluid die Temperierelemente 20 durchströmen kann. An die Rotorwelle 13 kann eine Fördereinrichtung eines Fluidkreislaufs des Fluidsystems zur Zirkulation des Wärmeträgerfluides gekoppelt sein.

[0039] Die **Fig. 2** zeigt die Anordnung 17. Die Blechelemente 18 weisen radial nach innen ragende Zähne 25 auf.

[0040] Die **Fig. 3** zeigt die Anordnung 17 mit einer daran befestigten Spuleneinrichtung 26 des Stators 11, welche eine Mehrzahl von über die Zähne 25 verteilt gewickelten Spulen 27 aufweist, wobei sich die Spulen 27 teilweise überlappen. Mittels der Spuleneinrichtung 26 kann ein zur Wechselwirkung mit dem Magnetfeld der Magnetfeldeinrichtung 14 bestimmtes weiteres Magnetfeld erzeugt werden, infolgedessen der Rotor 12 angetrieben werden kann. Relativ zu der Buchse 22 ist die Spuleneinrichtung 26 coaxial außerhalb der Buchse 22 angeordnet.

[0041] Die **Fig. 4** zeigt eine direkte Kopplung einer als eine fremdgetriebene Pumpe ausgebildeten Fördereinrichtung 28 eines Fluidkreislaufs eines Fluidsystems einer Temperiervorrichtung an eine hier nur abschnittsweise dargestellte Rotorwelle 29 eines Rotors der Tempe-

riervorrichtung.

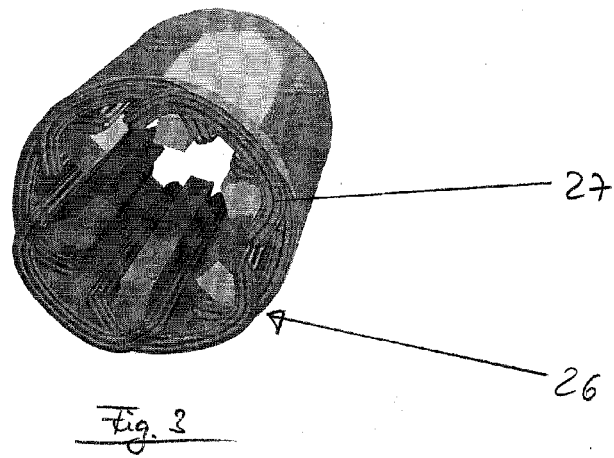
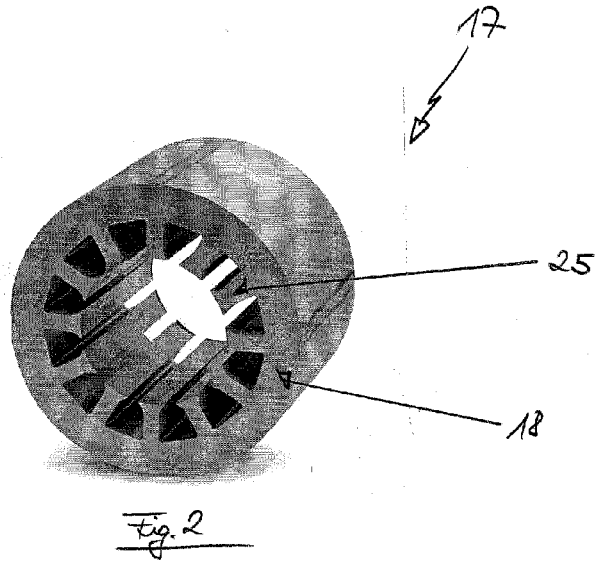
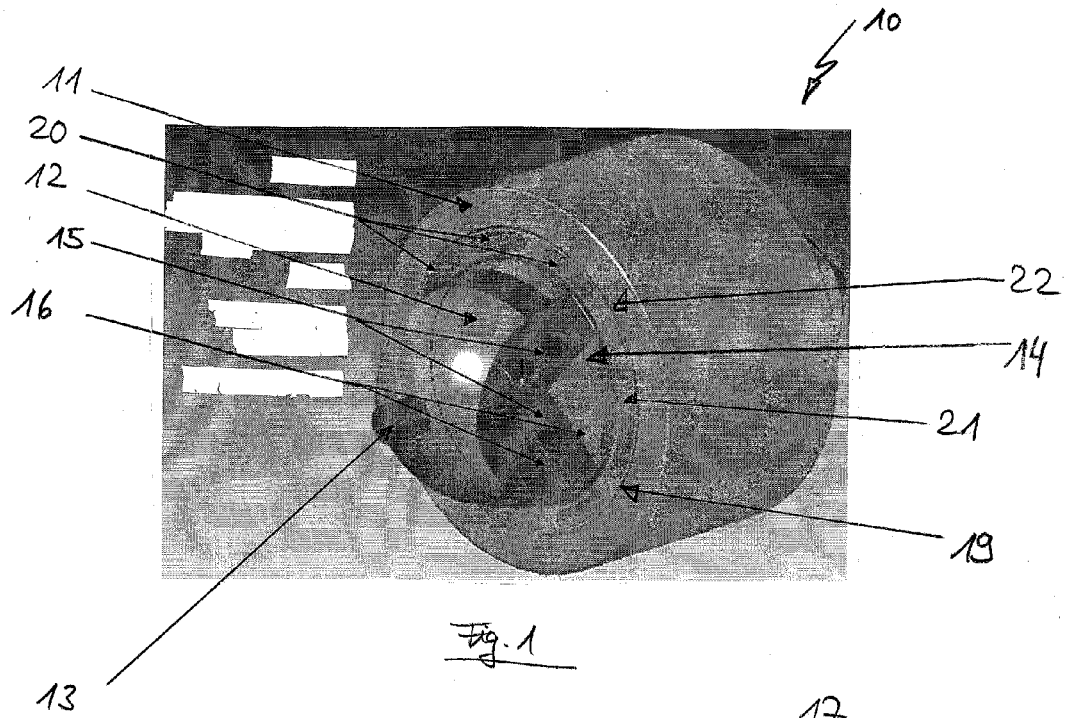
[0042] Die **Fig. 5** zeigt eine indirekte Kopplung einer als eine fremdgetriebene Pumpe ausgebildeten Fördereinrichtung 30 eines Fluidkreislaufs eines Fluidsystems einer Temperiereinrichtung an eine hier nur abschnittsweise dargestellte Rotorwelle 31 eines Rotors der Temperiereinrichtung. Dabei ist die Rotorwelle 31 über einen Riemen 32 des Fluidsystems an eine Welle 33 der Fördereinrichtung 30 gekoppelt.

Patentansprüche

1. Temperiereinrichtung (10), wobei die Temperiereinrichtung mit einem Stator (11) und einem relativ zu dem Stator drehbaren Rotor (12) ausgebildet ist, wobei die Temperiereinrichtung eine Temperiereinrichtung (19) aufweist, wobei die Temperiereinrichtung zumindest ein mit einem Wärmeträgerfluid durchströmbares Temperierelement (20) mit einem magnetisierbaren Material aufweist, wobei die Temperiereinrichtung eine Magnetfeldeinrichtung (14) aufweist, wobei die Temperiereinrichtung in einem Magnetfeld der Magnetfeldeinrichtung zumindest teilweise angeordnet ist, wobei die Magnetfeldeinrichtung relativ zu der Temperiereinrichtung drehbar ist, derart, dass das Magnetfeld an dem Temperierelement zur Veränderung einer Magnetisierung des Materials variierbar ist, wobei infolge einer Erhöhung der Magnetisierung eine Temperatur des Materials erhöhbar und infolge einer Verminderung der Magnetisierung die Temperatur vermindierbar ist, wobei das Temperierelement mit dem Wärmeträgerfluid unter thermischer Kontaktierung des Materials zu einer Wärmeabfuhr aus dem Material und/oder zu einer Wärmezufuhr zu dem Material durchströmbar ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Temperiereinrichtung eine Spuleneinrichtung (26) aufweist, welche dazu eingerichtet ist, ein zur Wechselwirkung mit dem Magnetfeld der Magnetfeldeinrichtung bestimmtes weiteres Magnetfeld zu erzeugen, derart, dass die Magnetfeldeinrichtung relativ zu der Temperiereinrichtung drehbar ist und/oder dass die Temperiereinrichtung (10) ein Fluidsystem aufweist, wobei das Fluidsystem einen Fluidkreislauf mit einer Fördereinrichtung (28, 30) zur Zirkulation des Wärmeträgerfluids aufweist, wobei die Fördereinrichtung zum Antrieb der Fördereinrichtung an eine Rotorwelle (13, 29, 31) des Rotors (12) gekoppelt ist.
2. Temperiereinrichtung nach einem der Ansprüche 1, **dadurch gekennzeichnet,**
dass der Rotor (12) die Magnetfeldeinrichtung (14) und der Stator (11) die Temperiereinrichtung (19) und die Spuleneinrichtung (26) umfasst.
3. Temperiereinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Spuleneinrichtung (26) eine Mehrzahl von Spulen (27) aufweist.
4. Temperiereinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**
dass der Stator (11) eine Anordnung (17) aus einer Vielzahl von gestapelten, vorzugsweise ringartigen, Blechelementen (18) umfasst, an welcher die Spuleneinrichtung (26) angeordnet ist.
5. Temperiereinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Temperiereinrichtung (10) eine Regeleinrichtung zur Regelung einer Drehzahl des Rotors (12) aufweist.
6. Temperiereinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**
dass das magnetisierbare Material das Temperierelement (20) ausbildet.
7. Temperiereinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**
dass das Fluidsystem eine Getriebeeinrichtung aufweist, über welche die Fördereinrichtung an die Rotorwelle (13, 29, 31) gekoppelt ist.
8. Temperiereinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**
dass das Fluidsystem einen kalten Wärmeüberträger zur Wärmezufuhr zu dem Wärmeträgerfluid und/oder einen warmen Wärmeüberträger zur Wärmeabfuhr von dem Wärmeträgerfluid aufweist.
9. Temperiereinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Temperiereinrichtung (19) als eine Buchse (22) ausgebildet ist.
10. Temperiereinrichtung Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Magnetfeldeinrichtung (14) relativ zu der Buchse (22) coaxial innerhalb und/oder außerhalb der Buchse angeordnet ist.
11. Temperiereinrichtung Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Spuleneinrichtung (26) relativ zu der Buchse (22) coaxial innerhalb und/oder außerhalb der Buchse angeordnet ist.

12. Temperiervorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Magnetfeldeinrichtung (14) durch zumindest einen Permanentmagnet (15) oder Elektromagnet ausgebildet ist. 5
13. Temperiervorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, 10
dass die Temperiervorrichtung (10) eine Verteilereinrichtung zur, vorzugsweise auf die Magnetisierung zeitlich abgestimmten, Steuerung des Durchströmens des Temperierelements (20) mit dem Wärmeträgerfluid aufweist. 15
14. Verfahren zum Betrieb einer Temperiervorrichtung (10), wobei ein Rotor (11) der Temperiervorrichtung relativ zu einem Stator (12) der Temperiervorrichtung gedreht wird, wobei zumindest ein ein magnetisierbares Material aufweisendes Temperierelement (20) einer Temperiereinrichtung (19) der Temperiervorrichtung mit einem Wärmeträgerfluid durchströmt wird, wobei die Temperiereinrichtung in einem Magnetfeld einer Magnetfeldeinrichtung (14) 20
der Temperiervorrichtung zumindest teilweise angeordnet wird, wobei die Magnetfeldeinrichtung relativ zu der Temperiereinrichtung gedreht wird, derart, dass das Magnetfeld an dem Temperierelement zur Veränderung einer Magnetisierung des Materials 25
variiert wird, wobei infolge einer Erhöhung der Magnetisierung eine Temperatur des Materials erhöht und infolge einer Verminderung der Magnetisierung die Temperatur vermindert wird, wobei das Temperierelement mit dem Wärmeträgerfluid unter thermischer Kontaktierung des Materials zu einer Wärmeabfuhr aus dem Material und/oder zu einer Wärmezufuhr zu dem Material durchströmt wird, 30
dadurch gekennzeichnet,
dass mittels einer Spuleneinrichtung (26) der Temperiervorrichtung ein zur Wechselwirkung mit dem Magnetfeld der Magnetfeldeinrichtung bestimmtes weiteres Magnetfeld erzeugt wird, derart, dass die Magnetfeldeinrichtung relativ zu der Temperiereinrichtung gedreht wird und/oder dass das Wärmeträgerfluid mittels einer Fördereinrichtung (28, 30) eines Fluidkreislaufs eines Fluidsystems der Temperiervorrichtung zirkuliert wird, wobei die an eine Rotorwelle (13, 29, 31)) des Rotors (12) gekoppelte Fördereinrichtung mittels der Rotorwelle angetrieben wird. 35
40
45
50

55



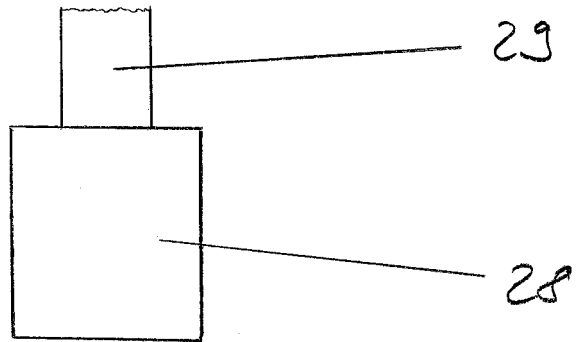


Fig. 4

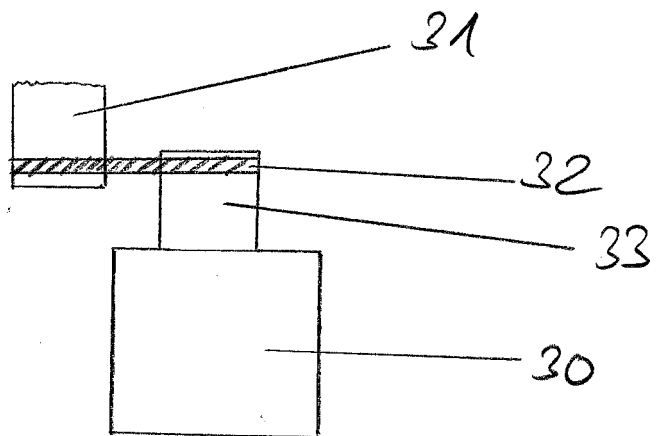


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 16 6947

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	WO 2020/134200 A1 (GREE ELECTRIC APPLIANCES INC ZHUHAI [CN]) 2. Juli 2020 (2020-07-02)	1, 6, 8-10, 12, 13	INV. F25B21/00 F25B49/02
Y	* Seite 9 - Seite 19; Abbildungen 1-10 *	1-5, 7, 11, 14	
Y	US 2011/041514 A1 (HEITZLER JEAN-CLAUDE [FR] ET AL) 24. Februar 2011 (2011-02-24) * Absätze [0042] - [0047]; Abbildungen 1-4 *	1-5, 11, 14	
Y	US 6 668 560 B2 (ASTRONAUTICS CORP [US]) 30. Dezember 2003 (2003-12-30) * Abbildung 5 *	7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F25B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 21. September 2023	Prüfer Weisser, Meinrad
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 23 16 6947

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.

21-09-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2020134200 A1	02-07-2020	CN 109708335 A	03-05-2019
		WO 2020134200 A1	02-07-2020
US 2011041514 A1	24-02-2011	AT 544993 T	15-02-2012
		BR PI0911670 A2	27-03-2018
		CN 102016452 A	13-04-2011
		EP 2283283 A2	16-02-2011
		ES 2382199 T3	06-06-2012
		HK 1155800 A1	25-05-2012
		JP 5552605 B2	16-07-2014
		JP 2011519009 A	30-06-2011
		PL 2283283 T3	31-07-2012
		US 2011041514 A1	24-02-2011
		WO 2009136022 A2	12-11-2009
US 6668560 B2	30-12-2003	AT 373213 T	15-09-2007
		AU 2002360563 A1	23-06-2003
		BR 0206797 A	28-11-2006
		CN 1605009 A	06-04-2005
		DE 60222466 T2	12-06-2008
		DK 1454098 T3	21-01-2008
		EP 1454098 A1	08-09-2004
		ES 2292845 T3	16-03-2008
		JP 4284183 B2	24-06-2009
		JP 4908469 B2	04-04-2012
		JP 2005513393 A	12-05-2005
		JP 2008304183 A	18-12-2008
		KR 20040062989 A	09-07-2004
		US 2003106323 A1	12-06-2003
		WO 03050456 A1	19-06-2003

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