(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2016 224 923 A1** 2018.06.14

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 224 923.1**
(22) Anmeldetag: **14.12.2016**
(43) Offenlegungstag: **14.06.2018**

(51) Int Cl.: ***F25B 21/00*** (2006.01)
H01F 1/053 (2006.01)

(71) Anmelder:
Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft, 80809 München, DE

(72) Erfinder:
Dünckelmeyer, Matthias, Dr., 80333 München, DE;
Prex, Maximilian, 84175 Gerzen, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

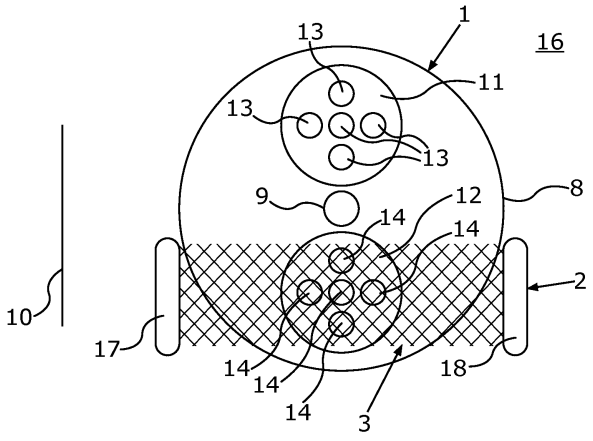
DE	**10 2006 014 596**	**A1**
DE	**10 2013 114 562**	**A1**
DE	**11 2008 000 146**	**T5**
US	**2005 / 0 022 538**	**A1**
US	**2014 / 0 305 138**	**A1**
US	**2016 / 0 356 528**	**A1**

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Kühlvorrichtung, Verwendung einer solchen Kühlvorrichtung für eine mobile Anwendung und Verfahren zum Betreiben einer solchen Kühlvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Kühlvorrichtung (1), mit wenigstens einer Magneteinrichtung (2), mittels welcher wenigstens ein Magnetfeld (3) bereitstellbar ist, mit wenigstens zwei von einem jeweiligen Fluidstrom durchströmbaren Kanälen (4, 5), und mit wenigstens einem Kühlelement (8), welches zumindest jeweilige, sich durch magnetokalorisches Material (11, 12) hindurcherstreckende Kanalbereiche (13, 14) der Kanäle (4, 5) bildet, wobei die Kühlvorrichtung (1) zwischen wenigstens zwei voneinander unterschiedlichen Zuständen verstellbar ist, wobei in dem jeweiligen Zustand einer der Kanalbereiche (13, 14) in dem von der Magneteinrichtung (3) bereitgestellten Magnetfeld (3) und der jeweils andere Kanalbereich (14, 13) außerhalb des von der Magneteinrichtung (3) bereitgestellten Magnetfelds (3) angeordnet ist, um in dem jeweiligen Zustand einen der Fluidströme mittels des magnetokalorischen Effekts zu kühlen, und wobei die Kühlvorrichtung (1) als offenes System ausgebildet ist, dessen Kanäle (4, 5) jeweils beidenends in die Umgebung (16) der Kühlvorrichtung (1) münden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kühlvorrichtung gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1, eine Verwendung einer solchen Kühlvorrichtung für eine mobile Anwendung sowie ein Verfahren einer solchen Kühlvorrichtung gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 12.

[0002] Eine solche Kühlvorrichtung sowie ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Kühlvorrichtung sind beispielsweise bereits der US 2016/0025385 A1 als bekannt zu entnehmen. Die Kühlvorrichtung umfasst wenigstens eine Magneteinrichtung, mittels welcher wenigstens ein Magnetfeld bereitstellbar ist. Dies bedeutet, dass im Rahmen des Verfahrens zum Betreiben der Kühlvorrichtung mittels der Magneteinrichtung wenigstens ein Magnetfeld bereitgestellt wird. Die Kühlvorrichtung umfasst wenigstens zwei von einem jeweiligen Fluidstrom durchströmbare Kanäle sowie wenigstens ein Kühlelement, zumindest jeweilige, sich durch magnetokalorisches Material hindurcherstreckende Kanalbereiche der Kanäle bildet. Der jeweilige, durch den jeweiligen Kanal strömende Fluidstrom kann somit durch den jeweiligen Kanalbereich und somit durch das magnetokalorische Material hindurchströmen.

[0003] Dabei ist die Kühlvorrichtung zwischen wenigstens zwei voneinander unterschiedlichen Zuständen verstellbar. In dem jeweiligen Zustand ist einer der Kanalbereiche in dem von der Magneteinrichtung bereitgestellten Magnetfeld angeordnet, und der jeweils andere Kanalbereich ist außerhalb des von der Magneteinrichtung bereitgestellten Magnetfelds angeordnet. Mit anderen Worten, wird bei einem Betrieb der Kühlvorrichtung mittels der Magneteinrichtung in dem jeweiligen Bereich das Magnetfeld bereitgestellt, so ist in dem jeweiligen Zustand einer der Kanalbereiche in dem Magnetfeld angeordnet, während der andere Kanalbereich außerhalb des Magnetfelds angeordnet ist. Hierdurch wird in dem jeweiligen Zustand einer der Fluidströme mittels des magnetokalorischen Effekts gekühlt beziehungsweise kann mittels des magnetokalorischen Effekts gekühlt werden.

[0004] Wie hinlänglich bekannt ist, ist unter dem magnetokalorischen Effekt das Phänomen zu verstehen, dass sich einige magnetokalorische Materialien erwärmen, wenn sie einem Magnetfeld ausgesetzt werden. Wird das Magnetfeld entfernt beziehungsweise werden diese magnetokalorischen Materialien außerhalb des Magnetfelds angeordnet, sodass das Magnetfeld nicht mehr auf das magnetokalorische Material wirkt, so kühlen sich die magnetokalorischen Materialien ab. Somit ist es beispielsweise während des Betriebs der Kühlvorrichtung möglich, zunächst in einem der Zustände einen der Kanalbereiche dem Magnetfeld auszusetzen. Wird dann beispielsweise der zweite Zustand eingestellt, so kühlt sich der zuvor dem Magnetfeld ausgesetzte Kanalbereich beziehungsweise das den zuvor dem Magnetfeld ausgesetzten Kanalbereich bildende magnetokalorische Material ab, sodass dann der den einen Kanalbereich durchströmende Fluidstrom mittels des sich abkühlenden magnetokalorischen Materials gekühlt werden kann. Andere magnetokalorische Materialien kühlen sich ab, wenn sie einem Magnetfeld ausgesetzt werden. Wird das Magnetfeld entfernt beziehungsweise werden die anderen magnetokalorischen Materialien außerhalb des Magnetfeldes angeordnet, sodass das Magnetfeld nicht mehr auf die anderen magnetokalorischen Materialien wirkt, so erwärmen sich diese anderen magnetokalorischen Materialien.

[0005] Des Weiteren offenbart die DE 10 2014 106 754 A1 ein Trocknergerät, mit einer Trocknungskammer zur Aufnahme von Trocknungsgut, durch die erwärmte Trocknungsluft geleitet wird, die anschließend durch Abkühlen entfeuchtet wird. Dabei ist es vorgesehen, dass das Erwärmen und/oder Abkühlen der Trocknungsluft mittels einer magnetokalorischen Einheit erfolgt.

[0006] Außerdem ist aus der US 2015/0089960 A1 eine magnetische Kühlanlage bekannt. Des Weiteren offenbart die US 2015/0033763 A1 ein Verbundmaterial zur Realisierung einer magnetischen Kühlung. Darüber hinaus offenbart die US 2014/0338365 A1 eine magnetische Struktur. Schließlich ist der US 2012/0032105 A1 ein wässriges Wärmeträgermedium für magnetische Kühler als bekannt zu entnehmen.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Kühlvorrichtung, eine Verwendung sowie ein Verfahren der eingangs genannten Art derart weiterzuentwickeln, dass eine besonders vorteilhafte Einsatzfähigkeit der Kühlvorrichtung realisiert werden kann.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Kühlvorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, durch eine Verwendung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 11 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 12 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0009] Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft eine Kühlvorrichtung, mit wenigstens einer Magneteinrichtung, mittels welcher wenigstens ein Magnetfeld bereitstellbar ist. Ferner umfasst die Kühlvorrichtung wenigstens zwei von einem jeweiligen Fluidstrom durchströmbare Kanäle. Der jeweilige Fluidstrom umfasst beispielsweise ein Fluid beziehungsweise ist durch ein Fluid gebildet. Außerdem umfasst die Kühlvorrichtung wenigstens ein Kühlelement, welches zumindest jeweilige, sich durch magnetokalorisches Material hindurcherstreckende Ka-

nalbereiche der Kanäle bildet, sodass der den jeweiligen Kanal durchströmende Fluidstrom den jeweiligen Kanalbereich durchströmt und somit durch das jeweilige magnetokalorische Material hindurchströmt. Die Kühlvorrichtung ist ferner zwischen wenigstens zwei voneinander unterschiedlichen Zuständen, insbesondere Betriebszuständen, verstellbar oder umschaltbar. In dem jeweiligen Zustand stellt die Magneteinrichtung beispielsweise wenigstens ein Magnetfeld, insbesondere genau ein Magnetfeld, bereit. Dabei ist - insbesondere bei dem Betrieb der Kühlvorrichtung - in dem jeweiligen Zustand einer der Kanalbereiche in dem von der Magneteinrichtung bereitgestellten Magnetfeld angeordnet, und der jeweils andere Kanalbereich ist außerhalb des von der Magneteinrichtung bereitgestellten Magnetfelds angeordnet. Somit wirkt das bereitgestellte Magnetfeld auf den einen Kanalbereich beziehungsweise auf das den einen Kanalbereich bildende magnetokalorische Material, während das Magnetfeld auf den anderen Kanalbereich beziehungsweise auf das den anderen Kanalbereich bildende magnetokalorische Material nicht wirkt. Hierdurch ist es möglich, in dem jeweiligen Zustand einen der Fluidströme mittels des magnetokalorischen Effekts zu kühlen.

[0010] Wie allgemein bekannt ist, ist unter dem magnetokalorischen Effekt, insbesondere unter dem positiven magnetokalorischen Effekt, das Phänomen beziehungsweise der Effekt zu verstehen, dass sich ein magnetokalorisches Material beispielsweise erwärmt, wenn man das magnetokalorische Material einem Magnetfeld aussetzt, sodass das Magnetfeld auf das magnetokalorische Material einwirkt. Wird das Magnetfeld abgeschaltet beziehungsweise wird das magnetokalorische Material dann außerhalb des Magnetfelds angeordnet, sodass das Magnetfeld nicht mehr auf das magnetokalorische Material, auf das das Magnetfeld zuvor eingewirkt hat, einwirkt, so kühlt sich das magnetokalorische Material ab. Ist somit beispielsweise zunächst der andere Kanalbereich in dem Magnetfeld angeordnet, während das Magnetfeld bereitgestellt wird, sodass das Magnetfeld auf das magnetokalorische Material wirkt, durch das sich der andere Kanalbereich hindurcherstreckt, so wird beispielsweise zunächst das magnetokalorische Material, durch das sich der andere Kanalbereich hindurcherstreckt, erwärmt. Strömt beispielsweise der Fluidstrom durch den zunächst in dem Magnetfeld angeordneten anderen Kanalbereich, so wird beispielsweise das magnetokalorische Material, durch das sich der andere Kanalbereich hindurcherstreckt, mittels des den anderen Kanalbereich durchströmenden Fluidstroms gekühlt, sodass das magnetokalorische Material, durch das sich der andere Kanalbereich hindurcherstreckt, nicht oder nur sehr geringfügig erwärmt. Somit wird beispielsweise der den anderen Kanalbereich durchströmende Fluidstrom erwärmt beziehungsweise genutzt, um Wärme von dem den anderen Kanalbereich begrenzenden beziehungsweise bildenden magnetokalorischen Material abzutransportieren.

[0011] Wird daraufhin die Kühlvorrichtung derart umgeschaltet, dass dann der andere Kanalbereich außerhalb des Magnetfelds angeordnet ist, so kühlt sich das magnetokalorische Material, durch das sich der andere Kanalbereich hindurcherstreckt, das heißt das den anderen Kanalbereich begrenzende beziehungsweise bildende magnetokalorische Material ab, sodass der den anderen Kanalbereich durchströmende Fluidstrom mittels des sich abkühlenden magnetokalorischen Materials gekühlt wird. Insbesondere ist es dadurch möglich, den den anderen Kanalbereich durchströmenden Fluidstrom besonders stark und insbesondere so stark zu kühlen, dass der den anderen Kanalbereich durchströmende Fluidstrom eine Temperatur aufweist, welche geringer als die Umgebungstemperatur ist. Diese Kühlung des den anderen Kanalbereich durchströmenden Fluidstroms ist ohne weiteres auch auf den einen Kanalbereich beziehungsweise auf den den einen Kanalbereich durchströmenden Fluidstrom und das magnetokalorische Material übertragbar, durch welches sich der eine Kanalbereich hindurcherstreckt.

[0012] Ferner ist es denkbar, ein anderes magnetokalorisches Material, insbesondere ein solches magnetokalorisches Material, mittels welchem der negative magnetokalorische Effekt zur Kühlung genutzt werden kann, zu nutzen. Ein solches Material kühlt sich beispielsweise ab, wenn es in einem beziehungsweise in dem von der Magneteinrichtung bereitgestellten Magnetfeld angeordnet ist. Wird dieses Material außerhalb des Magnetfelds angeordnet beziehungsweise wird dann das Magnetfeld abgeschaltet, sodass das Material nicht mehr in dem Magnetfeld angeordnet ist, so erwärmt sich das andere magnetokalorische Material. Dieser Effekt kann zum Kühlen eines der oben genannten Fluidströme verwendet werden, wobei dann derjenige der Fluidströme gekühlt wird, welcher den Kanalbereich durchströmt, der in dem jeweiligen Zustand in dem bereitgestellten Magnetfeld angeordnet ist.

[0013] Um nun eine besonders vorteilhafte und insbesondere flexible Einsatzfähigkeit der Kühlvorrichtung zu realisieren, ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Kühlvorrichtung als offenes System ausgebildet ist, dessen Kanäle jeweils beidenends in die Umgebung der Kühlvorrichtung münden. Dies bedeutet, dass die Fluidströme nicht dieselben Fluidströme sind beziehungsweise dass der den einen Kanalbereich beziehungsweise der einen der Kanäle durchströmende Fluidstrom nicht derselbe Fluidstrom ist, der den anderen Kanalbereich beziehungsweise den anderen Kanal durchströmt. Während des Betriebs der Kühlvorrichtung strömt beispielsweise der jeweilige Fluidstrom aus der Umgebung in den jeweiligen Kanal ein, woraufhin der jeweilige Fluid-

strom den jeweiligen Kanal und somit den jeweiligen Kanalbereich durchströmt. Dann strömt der jeweilige Fluidstrom aus dem jeweiligen Kanal an beziehungsweise in die Umgebung der Kühlvorrichtung aus, sodass dann der aus dem jeweiligen Kanal ausgeströmte Fluidstrom nicht wieder dem jeweils anderen Kanal zugeführt wird. Die Kanäle sind somit nicht beziehungsweise nicht direkt fluidisch miteinander verbunden. Da die Kühlvorrichtung als offenes System ausgebildet ist, sind die Kanäle beispielsweise lediglich über die insbesondere räumlich unbegrenzte Umgebung der Kühlvorrichtung fluidisch miteinander verbunden. Durch die Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung als offenes System ist es möglich, den jeweiligen Fluidstrom bedarfsgerecht und somit effizient und effektiv zu kühlen. Insbesondere kann ein sich in der Umgebung der Kühlvorrichtung befindendes und beispielsweise den jeweiligen Fluidstrom bildendes Fluid zumindest im Wesentlichen direkt und ohne den Einsatz von zusätzlichen Wärmetauschern und Kühlmitteln gekühlt werden, sodass die Teileanzahl, der Bauraumbedarf, das Gewicht und die Kosten der Kühlvorrichtung besonders gering gehalten werden können. Mit anderen Worten können im Vergleich zu herkömmlichen Kühlvorrichtungen, die als geschlossene Systeme ausgebildet sind, Wärmetauscher und Kühlmittel entfallen beziehungsweise die Anzahl an solchen Wärmetauschern gering gehalten werden, sodass auch der Bauraumbedarf der Kühlvorrichtung besonders gering gehalten werden kann.

[0014] Unter einem offenen System ist im Rahmen der Erfindung zu verstehen, dass die Fluidströme beziehungsweise ein mittels des magnetokalorischen Effekts zu kühlendes Fluid nicht einen Kreislauf durchströmt und somit nicht im Kreis gefördert wird, sondern der jeweilige zu kühlende Fluidstrom wird aus der Umgebung entnommen und daran anschließend wieder an die Umgebung abgelassen und dabei nicht dem jeweils anderen Kanal wieder zugeführt. Somit kann beispielsweise das mittels des magnetokalorischen Effekts zu kühlende Fluid direkt als Kühlmedium verwendet werden, welches beispielsweise einem zu kühlenden Bereich gezielt und bedarfsgerecht zugeführt werden kann. Ein Wärmeaustausch zwischen dem jeweiligen, mittels des magnetokalorischen Effekts zu kühlenden Fluids oder Fluidstroms an ein davon unterschiedliches Fluid kann ebenso vermieden werden wie ein Wärmetauscher zum Bewirken eines solchen Wärmeaustausches.

[0015] Insbesondere ist es möglich, die erfindungsgemäße Kühlvorrichtung als Klimagerät zu verwenden, um beispielsweise einen gewünschten Bereich mit dem gekühlten Fluid zu versorgen. Bei diesem Bereich handelt es sich beispielsweise um einen Bereich, insbesondere einen Teilbereich, eines Innenraums eines beispielsweise als Kraftwagen, insbesondere als Personenkraftwagen, ausgebildeten Fahrzeugs. Insbesondere ist es mittels der erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung möglich, lediglich einen Teilbereich des Innenraums gezielt zu kühlen und dabei nicht den gesamten Innenraum kühlen beziehungsweise mit gekühlter Luft versorgen zu müssen. Vorzugsweise handelt es sich bei dem Fluid um ein Gas, insbesondere um Luft wie beispielsweise Umgebungsluft, um dadurch eine besonders vorteilhafte Kühlung zu realisieren.

[0016] Ferner ist es mittels der erfindungsgemäßen Kühleinrichtung möglich, einen zumindest im Wesentlichen kontinuierlichen Volumenstrom des beispielsweise die Fluidströme bildenden und mittels des magnetokalorischen Effekts zu kühlenden Fluids zu realisieren, sodass beispielsweise der zuvor genannten, zu kühlende Bereich zumindest im Wesentlichen kontinuierlich mit dem mittels der Kühlvorrichtung gekühlten Fluid versorgt werden kann. Dadurch kann eine zumindest im Wesentlichen kontinuierliche und somit effiziente und effektive Kühlung des Bereichs realisiert werden.

[0017] Der Erfindung liegt dabei insbesondere folgende Erkenntnis zugrunde: Klimageräte in modernen Fahrzeugen benötigen konstruktionsbedingt viel Bauraum und nutzen darüber hinaus umweltschädliche Kältemittel als Fluide. Aus diesem Grund wird mittlerweile verstärkt an neuen Arten von Klimaanlagen geforscht. Die erfindungsgemäße Kühlvorrichtung nutzt dabei den magnetokalorischen Effekt, um das zumindest im Wesentlichen direkt aus der Umgebung der Kühlvorrichtung stammende und bei dem Betrieb der Kühlvorrichtung in die Umgebung ausströmende Fluid als Kühlmedium oder Kühlfluid zu nutzen, sodass beispielsweise der Einsatz eines unerwünschten umweltschädlichen Kältemittels vermieden werden kann. Der magnetokalorische Effekt entsteht dabei beispielsweise, insbesondere bei positivem magnetokalorischem Effekt, durch die Ausrichtung der magnetischen Momente (Spins) des magnetokalorischen Materials durch das Magnetfeld. Die Temperatur eines Körpers stellt grundsätzlich ein Maß für die Bewegung und Unordnung seiner atomaren Bestandteile, also seiner Entropie, dar. Wird ein Magnetfeld an einen magnetokalorischen Werkstoff, das heißt an ein magnetokalorisches Material, angelegt, indem das magnetokalorische Material in dem Magnetfeld angeordnet wird, sodass das Magnetfeld auf das magnetokalorische Material wirkt, so richten sich die bisher ungeordneten magnetischen Momente parallel zum angelegten Magnetfeld aus.

[0018] Dieser Effekt steht nicht im Widerspruch mit dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, da die Gesamtentropie des Systems entweder erhalten bleibt oder dabei ansteigt. Bei dem magnetokalorischen Effekt besteht die Gesamtentropie des Systems aus der thermischen sowie der magnetischen Entropie. Durch diese Ausrichtung der magne-

tischen Momente (Spins) beim Anlegen eines Magnetfelds an das magnetokalorische Material sinkt die magnetische Entropie, wodurch die thermische Entropie des Systems ansteigen muss. Dies spiegelt sich in einer Temperaturerhöhung des Materials wider. Beim Verlassen des Magnetfelds nimmt die magnetische Entropie wieder zu, da die magnetische Ausrichtung der Momente von einer geordneten Anordnung in Unordnung übergeht (natürliches Verhalten eines Materials hin zu einer größeren Entropie). Dabei nimmt die thermische Entropie des Gesamtsystems ab, wodurch die Temperatur des magnetokalorischen Materials schlagartig sinkt. Dieser Effekt ist auch als adiabate Entmagnetisierung bekannt. Durch die geschickte Anwendung dieses magnetokalorischen Effekts, beispielsweise durch Kühlung des im Magnetfeld angeordneten magnetokalorischen Materials, können nach dem Verlassen des Magnetfelds Temperaturen des magnetokalorischen Materials realisiert werden, welche geringer als die Umgebungstemperatur sind, sodass beispielsweise der das dann außerhalb des Magnetfelds angeordnete magnetokalorische Material durchströmende Fluidstrom effektiv gekühlt werden kann.

[0019] Üblicherweise wird als das magnetokalorische Material eine Legierung verwendet, welche einen magnetokalorischen Effekt aufweist. Eine solche Legierung umfasst üblicherweise seltene Erden sowie andere Legierungselemente. Magnetokalorische Legierungen auf Basis von Lanthan, Eisen und Silizium, welche alle nicht-toxisch sind, lassen sich auf pulvermetallurgischem Weg herstellen. Hierbei werden beispielsweise geeignete Ausgangslegierungen zu einem feinen Pulver vermahlen und wahlweise direkt mithilfe eines Lasers gesintert oder zu sogenannten Grünlingen verpresst und anschließend durch Wärmebehandlung unterhalb der Schmelztemperatur verdichtet und ausgehärtet.

[0020] Wichtig dabei ist beispielsweise, dass die Curie-Temperatur der verwendeten Legierung auf die jeweilige Anwendung abgestimmt werden sollte. Als Legierungen werden dementsprechend Materialien mit einem geringen Hysterese-Verhalten verwendet, das heißt solche, die schnell auf Änderungen der äußeren Gegebenheiten, zum Beispiel auf den Wechsel von der Anordnung in dem Magnetfeld zu der Anordnung außerhalb des Magnetfelds, reagieren und ihr Systemverhalten anpassen, beispielsweise an den Betrag der Magnetisierung.

[0021] Eine weitere der Erfindung zugrundeliegende Erkenntnis ist, dass in herkömmlichen Fahrzeugen Luftauslässe, über welche klimatisierte Luft in den jeweiligen Innenraum einströmen kann, fest verbaut sind, sodass lediglich die Richtung, Intensität und Temperatur der Luftströmung durch einen Insassen individuell eingestellt werden können. Eine Bewegung der Luftauslässe an andere Orte im Fahrzeug ist bisher nicht möglich. Zudem sind aktuell alle Luftauslässe im Fahrzeug mit der gleichen Klimaanlage verbunden, wodurch diese immer eingeschaltet sein muss, sobald ein Fahrgast kalte Luft aus einem der Luftauslässe möchte.

[0022] Im Gegensatz dazu kann die erfindungsgemäße Kühlvorrichtung als mobiles System beziehungsweise als mobile Kühlvorrichtung verwendet werden, welche beispielsweise relativ zu einem Aufbau, insbesondere relativ zu der Karosserie, des Fahrzeugs bewegt werden kann. Hierdurch ist es beispielsweise möglich, einen ersten Teilbereich des Innenraums gezielt mit dem gekühlten Fluidstrom beziehungsweise Fluid zu versorgen, während wenigstens ein an den Teilbereich angrenzender, zweiter Teilbereich des Innenraums nicht beziehungsweise nicht direkt mit dem gekühlten Fluid versorgt wird, da das gekühlte Fluid nicht direkt in den zweiten Teilbereich einströmt. Insbesondere ist es dadurch möglich, die Kühlvorrichtung insgesamt bedarfsgerecht an jeweiligen Stellen anzuordnen, sodass jeweilige Teilbereiche des Innenraums gezielt gekühlt werden können.

[0023] Insbesondere wurden folgende Nachteile herkömmlicher Klimaanlagen gegenüber einer magnetokalorischen Kühlvorrichtung identifiziert: Verwendung schädlicher Kühlmittel; lautes Betriebsgeräusch infolge eines Betriebs eines Kompressors; großer Bauraumbedarf; geringe Effizienz. Diese Nachteile können nun vermieden werden.

[0024] Ferner bestehen die Nachteile von fest verbauten Luftauslässen darin, dass keine Anpassung der Position an individuelle Bedürfnisse möglich ist und dass die gesamte Klimaanlage immer laufen muss, sobald kalte Luft aus nur einem der Luftauslässen benötigt wird. Diese Probleme und Nachteile können mittels der erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung vermieden werden. Mit anderen Worten kann durch den Einsatz der erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung auf klimaschädliche Kühlmittel verzichtet werden. Ferner kann der Bauraumbedarf der Kühlvorrichtung im Vergleich zu herkömmlichen Klimaanlagen besonders gering gehalten werden, sodass die erfindungsgemäße Kühlvorrichtung auf einfache und kostengünstige Weise in einem Fahrzeug angeordnet werden kann. Da sich ferner eine bedarfsgerechte und gezielte Kühlung des Innenraums realisieren lässt, kann der Energieverbrauch gering gehalten werden, sodass beispielsweise der Energieverbrauch im Vergleich zu herkömmlichen Klimaanlagen um bis zu 30 Prozent reduziert werden kann. Außerdem kann eine übermäßig starke Austrocknung der Luft reduziert werden. Insbesondere ist es möglich, die erfindungsgemäße Kühlvorrichtung mit beweglichen Luftauslässen zu kombinieren.

[0025] Gegenüber herkömmlichen Kühlsystemen, welche den magnetokalorischen Effekt zur Kühlung nutzen, kann die Komplexität deutlich reduziert werden, da weder Wärmetauscher noch ein von dem Fluid unterschiedliches Kältemittel beziehungsweise Kühlfluid erforderlich sind. Außerdem können das Gewicht und die Kosten reduziert werden. Des Weiteren kann ein zumindest im Wesentlichen kontinuierlicher Massenstrom des jeweiligen Fluidstroms realisiert werden, sodass beispielsweise ein zumindest im Wesentlichen kontinuierlicher Kühlmassenstrom dargestellt werden kann.

[0026] Es ist möglich, dass die Kühlvorrichtung derart ausgebildet ist, dass die Magneteinrichtung in einem ersten der Zustände das wenigstens eine Magnetfeld als ein erstes Magnetfeld in einem ersten Bereich bereitstellt. In dem ersten Bereich ist beispielsweise ein erster der Kanalbereiche angeordnet. In dem zweiten Zustand stellt die Magneteinrichtung beispielsweise ein zweites Magnetfeld in einem zweiten Bereich bereit. Der zweite Bereich ist beispielsweise von dem ersten Bereich unterschiedlich. Dies bedeutet, dass der zweite Bereich überlappungsfrei zu dem ersten Bereich angeordnet ist. Dabei ist der zweite Kanalbereich in dem zweiten Bereich angeordnet. In dem ersten Zustand stellt die Magneteinrichtung das zweite Magnetfeld nicht bereit, und in dem zweiten Zustand stellt die Magneteinrichtung das erste Magnetfeld nicht bereit. Mit anderen Worten ist beispielsweise in dem ersten Zustand das erste Magnetfeld aktiviert, während das zweite Magnetfeld deaktiviert, das heißt ausgeschaltet ist. In dem zweiten Zustand ist beispielsweise das zweite Magnetfeld aktiviert, während das erste Magnetfeld deaktiviert, das heißt ausgeschaltet ist. Somit ist in dem jeweiligen Zustand einer der Kanalbereich dem jeweiligen Magnetfeld ausgesetzt, während das jeweilige Magnetfeld nicht auf den anderen Kanalbereich einwirkt. Dadurch kann einer der Fluidströme, insbesondere der jeweilige, den anderen Kanalbereich durchströmende Fluidstrom, mittels des magnetokalorischen Effekts gekühlt werden. Bei dieser Ausführungsform stehen beispielsweise das Kühlelement und die Magneteinrichtung beziehungsweise das jeweilige Magnetfeld relativ zueinander fest.

[0027] Als besonders vorteilhaft hat es sich jedoch gezeigt, wenn das Kühlelement und das Magnetfeld beziehungsweise die Magneteinrichtung um eine Drehachse relativ zueinander drehbar sind, in einem ersten der Zustände eine erste Drehstellung relativ zueinander einnehmen und in dem zweiten Zustand eine von der ersten Drehstellung unterschiedliche zweite Drehstellung relativ zueinander einnehmen, wobei in der jeweiligen Drehstellung der eine Kanalbereich in dem Magnetfeld und der jeweils andere Kanalbereich außerhalb des Magnetfelds angeordnet ist. Dadurch kann ein zumindest im Wesentlichen kontinuierlicher Volumen- beziehungsweise Massenstrom des mittels der Kühlvorrichtung gekühlten Fluids realisiert werden, sodass eine besonders angenehme und effektive Kühlung realisierbar ist.

[0028] Mit anderen Worten, stellt die Magneteinrichtung während eines Betriebs der Kühlvorrichtung das Magnetfeld bereit, so ist das Kühlelement relativ zu dem Magnetfeld drehbar beziehungsweise wird relativ zu dem Magnetfeld gedreht. Das Kühlelement bildet dabei die jeweiligen, sich durch magnetokalorisches Material hindurcherstreckenden Kanalbereiche der Kanäle, sodass der den jeweiligen Kanal durchströmende Fluidstrom den jeweiligen Kanalbereich durchströmt und somit durch das jeweilige magnetokalorische Material hindurchströmt. Dabei ist - insbesondere bei dem Betrieb der Kühlvorrichtung - in der jeweiligen Drehstellung einer der Kanalbereiche in dem Magnetfeld und der jeweils andere Kanalbereich außerhalb des Magnetfelds angeordnet. Somit wirkt das bereitgestellte Magnetfeld auf den einen Kanalbereich beziehungsweise auf das den einen Kanalbereich bildende magnetokalorische Material, während das Magnetfeld auf den anderen Kanalbereich beziehungsweise auf das den anderen Kanalbereich bildende magnetokalorische Material nicht wirkt. Hierdurch ist es möglich, in der jeweiligen Drehstellung einen der Fluidströme, insbesondere denjenigen der Fluidströme, der durch denjenigen der Kanäle strömt, dessen Kanalbereich außerhalb des Magnetfelds oder in dem Magnetfeld angeordnet ist, mittels des magnetokalorischen Effekts zu kühlen.

[0029] Eine weitere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Magneteinrichtung feststehend ist, wobei das Kühlelement um die Drehachse relativ zu der Magneteinrichtung drehbar ist. Dies bedeutet, dass die Magneteinrichtung stationär ist. Mit anderen Worten ist beispielsweise eine Basis vorgesehen, an welcher das Kühlelement und die Magneteinrichtung zumindest mittelbar gehalten sind. Dabei umfasst die Basis beispielsweise ein Gehäuse, in welchem die Magneteinrichtung und das Kühlelement angeordnet sein können. Beispielsweise ist dabei das Kühlelement drehbar an der Basis angeordnet, sodass das Kühlelement um die Drehachse relativ zu der Magneteinrichtung und relativ zu der Basis drehbar ist. Bezüglich der Basis ist die Magneteinrichtung feststehend, sodass die Magneteinrichtung nicht relativ zu der Basis drehbar ist. Hierdurch kann ein besonders einfacher Aufbau realisiert werden, sodass eine besonders vorteilhafte Funktions- beziehungsweise Einsatzfähigkeit der Kühlvorrichtung dargestellt werden kann.

[0030] Eine weitere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Magneteinrichtung wenigstens zwei voneinander beabstandete Magnetelemente umfasst, mittels welchen das Magnetfeld erzeugbar beziehungsweise bereitstellbar ist. In der jeweili-

gen Drehstellung ist der jeweilige, in dem Magnetfeld angeordnete Kanalbereich zwischen den Magnetelementen angeordnet, wobei in der jeweiligen Drehstellung eines der Magnetelemente zwischen den Kanalbereichen angeordnet ist. Dadurch kann eine besonders effiziente und effektive Kühlung realisiert werden.

[0031] Als besonders vorteilhaft hat es sich dabei gezeigt, wenn die Kanalbereiche voneinander beabstandet und/oder thermisch voneinander isoliert sind. Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass das den einen Kanalbereich bildende magnetokalorische Material von dem den anderen Kanalbereich bildenden magnetokalorischen Material beabstandet angeordnet ist und/oder dass das den einen Kanalbereich bildende magnetokalorische Material thermisch von dem den anderen Kanalbereich bildenden magnetokalorischen Material thermisch isoliert ist.

[0032] Um den Bauraumbedarf besonders gering halten zu können und somit eine besonders vorteilhafte und flexible Einsatzfähigkeit zu realisieren, ist es bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass die Drehachse das eine Magnetelement, das heißt das Magnetelement, welches zwischen den Kanalbereichen angeordnet ist, schneidet.

[0033] Eine weitere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Magneteinrichtung wenigstens einen Elektromagneten und/oder wenigstens einen Permanentmagneten umfasst. Hierdurch kann eine besonders bedarfsgerechte Kühlung realisiert werden beziehungsweise die Kosten und der Bauraumbedarf können besonders gering gehalten werden.

[0034] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist eine Fördereinrichtung zum Fördern des jeweiligen Fluidstroms aus der Umgebung in den jeweiligen Kanal, durch den jeweiligen Kanal hindurch und aus dem jeweiligen Kanal an die Umgebung vorgesehen. Durch bedarfsgerechtes Ein- und Ausschalten der Fördereinrichtung kann beispielsweise eine besonders effektive Kühlung effizient realisiert werden.

[0035] Um einen besonders einfachen Aufbau und somit eine besonders vorteilhafte Einsatzfähigkeit der Kühlvorrichtung realisieren zu können, ist es bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass die Fördereinrichtung als Gebläse ausgebildet ist, mittels welchem den jeweiligen Fluidstrom bildende Luft zu fördern ist.

[0036] Um beispielsweise einen besonders vorteilhaften Wärmeübergang von dem magnetokalorischen Material an den jeweiligen, das jeweilige magnetokalorische Material durchströmenden Fluidstrom beziehungsweise umgekehrt realisieren zu können, hat es sich als besonders vorteilhaft gezeigt, wenn in wenigstens einem der Kanäle zumindest ein Strömungsleitelement vorgesehen ist, mittels welchem der den wenigstens einen Kanal durchströmende Fluidstrom beeinflussbar ist. Beispielsweise ist das Strömungsleitelement als Düse oder Diffusor ausgebildet.

[0037] Als besonders vorteilhaft hat es sich dabei gezeigt, wenn das Strömungsleitelement dazu ausgebildet ist, eine turbulente Strömung des Fluidstroms zu bewirken, wodurch ein besonders vorteilhafter Wärmeaustausch realisierbar ist.

[0038] Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft eine Verwendung der erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung für eine mobile Anwendung. Bei dem zweiten Aspekt der Erfindung ist es somit vorgesehen, die Kühlvorrichtung in einem Fahrzeug, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, zu verwenden. Insbesondere ist es denkbar, die Kühlvorrichtung an sich als mobiles Endgerät und beispielsweise als Tischventilator oder Tischkühlgerät einzusetzen, der beziehungsweise das auf einem Tisch in einem Wohnraum angeordnet werden kann. Insbesondere ist es denkbar, die Kühlvorrichtung als ein solches mobiles Endgerät auszugestalten, welches von einer Person ohne Hilfsmittel umhergetragen beziehungsweise umherbewegt und somit mobil verwendet werden kann. Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des ersten Aspekts der Erfindung sind als Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des zweiten Aspekts der Erfindung anzusehen und umgekehrt.

[0039] Ein dritter Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Kühlvorrichtung, insbesondere einer erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung. Die Kühlvorrichtung umfasst dabei wenigstens eine Magneteinrichtung, mittels welcher im Rahmen des Verfahrens wenigstens ein Magnetfeld bereitgestellt wird. Ferner umfasst die Kühlvorrichtung bei dem dritten Aspekt der Erfindung wenigstens zwei von einem jeweiligen Fluidstrom durchströmbare Kanäle sowie wenigstens ein Kühlelement, welches zumindest jeweilige, sich durch magnetokalorisches Material hindurcherstreckende Kanalbereiche der Kanäle bildet. Bei dem Verfahren wird die Kühlvorrichtung zwischen wenigstens zwei voneinander unterschiedlichen Zuständen verstellt beziehungsweise umgeschaltet. Dabei ist in dem jeweiligen Zustand einer der Kanalbereiche in dem Magnetfeld und der jeweils andere Kanalbereich außerhalb des Magnetfelds angeordnet, sodass in dem jeweiligen Zustand einer der Fluidströme, insbesondere derjenige der Fluidströme, der durch denjenigen der Kanäle strömt, dessen Kanalbereich außerhalb des Magnetfelds oder in dem Magnetfeld angeordnet ist, mittels des magnetokalorischen Effekts gekühlt wird.

[0040] Um nun eine besonders vorteilhafte Einsatzfähigkeit der Kühlvorrichtung zu realisieren, ist es bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgesehen, dass die Kühlvorrichtung als offenes System ausgebildet ist, dessen Kanäle jeweils beidenends in die Umgebung der Kühlvorrichtung münden, sodass der jeweilige Fluidstrom jeweils einenends aus der Umgebung in den jeweiligen Kanal einströmt und jeweils andernends aus dem jeweiligen Kanal in die Umgebung ausströmt. Im Gegensatz zu einem geschlossenen System, bei welchem ein mittels des magnetokalorischen Effekts gekühltes Fluid im Kreis beziehungsweise in einem Kreislauf strömt, ist es bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgesehen, dass ein Fluid, welches den jeweiligen Fluidstrom bildet, nicht in einem Kreislauf beziehungsweise nicht im Kreis strömt, sondern beispielsweise einenends in den jeweiligen Kanal ein- und andernends aus dem jeweiligen Kanal ausströmt. Somit ist der den einen Kanalbereich beziehungsweise einen der Kanäle durchströmende Fluidstrom nicht derselbe Fluidstrom, der durch den anderen Kanalbereich beziehungsweise den anderen Kanal strömt. Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des ersten Aspekts und des zweiten Aspekts der Erfindung sind als Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des dritten Aspekts der Erfindung anzusehen und umgekehrt.

[0041] Durch den positiven magnetokalorischen Effekt wird beispielsweise derjenige der Fluidströme gekühlt, der in dem jeweiligen Zustand durch denjenigen der Kanäle strömt, dessen Kanalbereich außerhalb des Magnetfelds angeordnet ist. Durch den negativen magnetokalorischen Effekt wird beispielsweise derjenige der Fluidströme gekühlt, der in dem jeweiligen Zustand durch denjenigen der Kanäle strömt, dessen Kanalbereich in dem Magnetfeld angeordnet ist. Wie bereits weiter oben ausgeführt kann zwischen sogenannten positiven und dem negativen magnetokalorischen Materialien unterschieden. Positive magnetokalorische Materialien, wie beispielsweise Legierungen aus Lanthanoiden, u.a. Gadolinium, Dysprosium und Ytterbium, produzieren Wärme, wenn ein Magnetfeld anliegt. Bei Entfernung des Magnetfeldes nimmt das positive magnetokalorische Material Wärme aus seiner Umgebung auf. Negative magnetokalorische Materialien, wie beispielsweise Legierungen aus Fe-Rh, Co-Mn-Si-Ge oder Ni-Mn-Sn besitzen umgekehrt die Eigenschaft Wärme aus der Umgebung aufzunehmen sobald ein Magnetfeld angelegt wird und bei Entfernung des Magnetfeldes Wärme zu produzieren.

[0042] Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele mit den zugehörigen Zeichnungen. Dabei zeigt:

Fig. 1 ausschnittsweise eine schematische und geschnittene Vorderansicht einer erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform, wobei die Kühlvorrichtung den magnetokalorischen Effekt zum Kühlen wenigstens eines Fluidstroms nutzt und dabei als offenes System ausgebildet ist, dessen von jeweiligen Fluidströmen durchströmbare Kanäle jeweils beidenends in die Umgebung der Kühlvorrichtung münden;

Fig. 2 ausschnittsweise eine schematische und geschnittene Vorderansicht der Kühlvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform;

Fig. 3 eine schematische Darstellung der Kühlvorrichtung; und

Fig. 4 ausschnittsweise eine schematische Längsschnittansicht der Kühlvorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform.

[0043] In den Figuren sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0044] **Fig. 1** zeigt ausschnittsweise in einer schematischen und geschnittenen Vorderansicht eine Kühlvorrichtung **1**, welche beispielsweise in einem Fahrzeug, insbesondere in einem beispielsweise als Kraftwagen ausgebildeten Kraftfahrzeug, zum Einsatz kommen kann. Alternativ ist es denkbar, dass die Kühlvorrichtung **1** an sich ein mobiles Endgerät ist, welches beispielsweise von einer Person umhergetragen beziehungsweise umherbewegt werden kann. Insbesondere ist es denkbar, dass die Kühlvorrichtung **1** als Tischventilator beziehungsweise als Tischkühlgerät verwendet werden kann, welches auf einem Tisch wie beispielsweise einem Küchentisch angeordnet werden kann.

[0045] **Fig. 1** zeigt eine erste Ausführungsform der Kühlvorrichtung **1**. Bei der ersten Ausführungsform umfasst die Kühlvorrichtung **1** eine Magneteinrichtung **2**, mittels welcher wenigstens ein Magnetfeld bereitstellbar ist. Dies bedeutet, dass im Rahmen eines Verfahrens zum Betreiben der Kühlvorrichtung **1** die Magneteinrichtung **2** dann, wenn die Kühlvorrichtung **1** und somit die Magneteinrichtung **2** aktiviert sind, ein Magnetfeld bereitstellt, welches in **Fig. 1** besonders schematisch dargestellt und mit 3 bezeichnet ist. In Zusammenschau mit **Fig. 4** ist erkennbar, dass die Kühlvorrichtung **1** wenigstens zwei von einem jeweiligen Fluidstrom durchströmbaren Kanäle **4** und **5** aufweist. In **Fig. 4** ist der den Kanal **4** während des Betriebs der Kühlvorrichtung **1** durchströmende Fluidstrom durch Pfeile **6** veranschaulicht. Ferner ist der während des Betriebs der Kühlvorrichtung **1** den Kanal **5** durchströmende Fluidstrom in **Fig. 4** mit Pfeilen **7** veranschaulicht.

[0046] Wie besonders gut aus **Fig. 1** erkennbar ist, umfasst die Kühlvorrichtung **1** wenigstens ein Kühlelement **8**, welches um eine Drehachse **9** relativ zu dem Magnetfeld **3** zwischen zumindest zwei voneinander unterschiedlichen Drehstellungen drehbar ist. Nehmen das Magnetfeld **3** und das Kühlelement **8** beispielsweise eine erste der Drehstellungen relativ zueinander ein, so ist ein erster Zustand, insbesondere ein erster Betriebszustand, der Kühlvorrichtung eingestellt. Nehmen das Magnetfeld **3** und das Kühlelement **8** beispielsweise die zweite Drehstellung relativ zueinander ein, so ist ein zweiter Zustand, insbesondere ein zweiter Betriebszustand, der Kühlvorrichtung eingestellt. Mit anderen Worten korrespondiert die erste Drehstellung mit einem ersten Zustand und die von der ersten Drehstellung unterschiedliche zweite Drehstellung mit einem von dem ersten Zustand unterschiedlichen zweiten Zustand der Kühlvorrichtung **1**. Die Drehachse **9** wird auch als Rotationsachse bezeichnet. Wie im Folgenden noch genauer erläutert wird, fungiert das Kühlelement **8** als Wärmetauscher, wobei das Kühlelement **8** zumindest bei der ersten Ausführungsform als Revolver, insbesondere als Wärmetauscherrevolver, ausgebildet ist. Dabei weist das Kühlelement **8** beispielsweise zumindest im Wesentlichen die Form eines Zylinders auf.

[0047] Die Kühlvorrichtung **1** umfasst beispielsweise eine in **Fig. 1** besonders schematisch dargestellte Basis **10**, an welcher das Kühlelement **8** und die Magneteinrichtung **2** jeweils zumindest mittelbar, insbesondere direkt, gehalten sind. Hierbei ist beispielsweise das Kühlelement **8** drehbar an der Basis **10** gehalten, insbesondere drehbar an der Basis **10** gelagert. Die Basis **10** umfasst beispielsweise ein Gestell beziehungsweise wenigstens ein Abstützelement, über welches die Kühlvorrichtung **1** beispielsweise an einem Boden beziehungsweise an dem zuvor genannten Tisch abgestützt werden kann. Dabei ist es insbesondere vorgesehen, dass das Kühlelement **8** um die Drehachse **9** relativ zu der Basis **10** drehbar ist, wobei die Magneteinrichtung **2** nicht relativ zur Basis **10** drehbar ist. Insbesondere ist die Magneteinrichtung **2** zumindest mittelbar an der Basis **10** festgelegt, sodass die Magneteinrichtung **2** relativ zu der Basis **10** feststehend beziehungsweise ortsfest ist.

[0048] Wie besonders gut aus einer Zusammenschau von **Fig. 1** und **Fig. 4** erkennbar ist, bildet das Kühlelement **8** zumindest jeweilige, sich durch magnetokalorisches Material **11** beziehungsweise **12** hindurcherstreckende Kanalbereiche **13** und **14** der Kanäle **4** und **5**. In **Fig. 4**, in welcher die Drehbarkeit des Kühlelements **8** relativ zur Magneteinrichtung **2** durch einen Pfeil **15** veranschaulicht ist, ist erkennbar, dass beispielsweise in der in **Fig. 1** und **Fig. 4** veranschaulichten ersten Drehstellung die Kanalbereiche **13** Teil des Kanals **4** sind beziehungsweise dem Kanal **4** zugeordnet sind. Ferner sind in der ersten Drehstellung die Kanalbereiche **14** Teile des Kanals **5** beziehungsweise dem Kanal **5** zugeordnet. Wie im Folgenden noch genauer erläutert wird, ist es denkbar, dass in der von der ersten Drehstellung unterschiedlichen zweiten Drehstellung die Kanalbereiche **14** dem Kanal **4** zugeordnet sind beziehungsweise Teile des Kanals **4** sind, wobei in der zweiten Drehstellung die Kanalbereiche **13** dem Kanal **5** zugeordnet sind beziehungsweise Teile des Kanals **5** sind.

[0049] Dabei erstrecken sich die Kanalbereiche **13** durch das magnetokalorische Material **11** hindurch, wobei sich die Kanalbereiche **14** durch das magnetokalorische Material **12** hindurcherstrecken. Aus **Fig. 1** ist erkennbar, dass die Kanalbereiche **13** paarweise voneinander und jeweils von den Kanalbereichen **14** beabstandet sind, wobei die Kanalbereiche **14** paarweise voneinander beabstandet sind. Insbesondere sind die Kanalbereiche **13** von den Kanalbereichen **14** thermisch isoliert. Alternativ oder zusätzlich ist es vorzugsweise vorgesehen, dass das magnetokalorische Material **11** von dem magnetokalorischen Material **12** beabstandet und/oder thermisch isoliert ist. Die magnetokalorischen Materialien **11** und **12** sind beispielsweise durch das gleiche magnetokalorische Material beziehungsweise durch den gleichen magnetokalorischen Werkstoff gebildet, wobei es sich bei dem magnetokalorischen Werkstoff um eine Legierung mit magnetokalorischem Effekt handeln kann.

[0050] Aus **Fig. 1** ist erkennbar, dass das magnetokalorische Material **11** die Kanalbereiche **13** bildet, wobei das magnetokalorische Material **12** die Kanalbereiche **14** bildet. Insbesondere ist der jeweilige Kanalbereich **13** in dessen Umfangsrichtung vollständig umlaufend durch das magnetokalorische Material **11** gebildet beziehungsweise begrenzt. Ferner ist es vorzugsweise vorgesehen, dass der jeweilige Kanalbereich **14** in dessen Umfangsrichtung vollständig umlaufend durch das magnetokalorische Material **12** gebildet beziehungsweise begrenzt ist. Außerdem sind in der ersten Drehstellung die Kanalbereiche **14** und somit das die Kanalbereiche **14** bildende beziehungsweise begrenzende magnetokalorische Material **12** jeweils zumindest teilweise, insbesondere zumindest überwiegend oder vollständig, in dem Magnetfeld **3** angeordnet, während die Kanalbereiche **13** und somit das die Kanalbereiche **13** bildende magnetokalorische Material **11**, insbesondere vollständig, außerhalb des Magnetfelds **3** angeordnet sind. In der in den Fig. nicht näher dargestellten zweiten Drehstellung jedoch sind die Kanalbereiche **13** und somit das die Kanalbereiche **13** bildende magnetokalorische Material **11** jeweils zumindest teilweise, insbesondere zumindest überwiegend oder vollständig, in dem Magnetfeld **3** angeordnet, während die Kanalbereiche **14** und das magnetokalorische Material **12** außerhalb des Magnetfelds **3** angeordnet sind.

[0051] Durch dieses bedarfsgerechte Bewegen beziehungsweise Drehen des Kühlelements **8** und somit der Kanalbereiche **13** und **14** in die Drehstellungen ist es möglich, in der jeweiligen Drehstellung denjenigen der Fluidströme, der durch denjenigen der Kanäle **4** und **5** strömt, dessen Kanalbereiche **13** beziehungsweise **14** außerhalb des Magnetfelds **3** angeordnet sind, mittels des magnetokalorischen Effekts zu kühlen. Bei der in **Fig. 1** und **Fig. 4** veranschaulichten ersten Drehstellung wird somit der die Kanalbereiche **13** und somit das magnetokalorische Material **11** durchströmende Fluidstrom gekühlt. Der in der ersten Drehstellung die Kanalbereiche **14** und somit das magnetokalorische Material 12 durchströmende Fluidstrom wird in der ersten Drehstellung genutzt, um das magnetokalorische Material **12** zu kühlen. Ist eine Kühlung des magnetokalorischen Materials **12** in der ersten Drehstellung nicht vorgesehen, so wird das magnetokalorische Material **12** mittels des Magnetfelds **3**, welches auf das magnetokalorische Material **12**, nicht jedoch auf das magnetokalorische Material **11** wirkt, erwärmt. Da nun jedoch der Fluidstrom durch die Kanalbereiche **14** und somit durch das magnetokalorische Material 12 hindurchströmt, wird das magnetokalorische Material **12** gekühlt, sodass beispielsweise ein Wärmeübergang von dem magnetokalorischen Material **12** an den die Kanalbereiche **14** durchströmende Fluidstrom erfolgt.

[0052] Mit anderen Worten wird beispielsweise der Fluidstrom, der in der ersten Drehstellung durch die Kanalbereiche **14** strömt, mittels des Magnetfelds **3** erwärmt, um dadurch mittels des die Kanalbereiche **14** durchströmenden Fluidstroms Wärme von dem magnetokalorischen Material **12** abzutransportieren. Dadurch kann beispielsweise eine durch das Magnetfeld **3** bewirkte übermäßige Erwärmung des magnetokalorischen Materials **12** vermieden werden.

[0053] Wurde vor dem Einstellen der in **Fig. 1** gezeigten ersten Drehstellung die zweite Drehstellung eingestellt, sodass zuvor die Kanalbereiche **13** in dem Magnetfeld **3** und die Kanalbereiche **14** außerhalb des Magnetfelds **3** angeordnet waren, so wird in der ersten Drehstellung der Fluidstrom, der durch die nun außerhalb des Magnetfelds **3** angeordneten Kanalbereiche **13** strömt, in der ersten Drehstellung gekühlt, da sich das magnetokalorische Material **11** durch den magnetokalorischen Effekt abkühlt. Dies bedeutet, dass, wenn beispielsweise nach dem Einstellen der ersten Drehstellung die zweite Drehstellung eingestellt wird, sodass dann die Kanalbereiche **13** innerhalb des Magnetfelds **3** und die Kanalbereiche **14** außerhalb des Magnetfelds **3** angeordnet sind, der dann durch die Kanalbereiche **14** strömende Fluidstrom durch den magnetokalorischen Effekt gekühlt wird, wobei dann der durch die Kanalbereiche **13** strömende Fluidstrom genutzt wird, um Wärme von dem magnetokalorischen Material **11** abzutransportieren.

[0054] Um nun eine besonders vorteilhafte und insbesondere flexible Einsatzfähigkeit der Kühlvorrichtung **1** realisieren zu können, ist die Kühlvorrichtung **1** als offenes System ausgebildet, dessen Kanäle **4** und **5** jeweils beidenends in die Umgebung **16** der Kühlvorrichtung **1** münden. Bei einem geschlossenen System strömt Fluid, welches mittels des magnetokalorischen Effekts gekühlt wird, im Kreis beziehungsweise in einem Kreislauf, sodass üblicherweise Wärmetauscher zum Einsatz kommen, über die mittels des Fluids ein von dem Fluid unterschiedliches weiteres Fluid gekühlt wird. Im Gegensatz dazu ist es bei dem offenen System vorgesehen, dass ein die jeweiligen Fluidströme bildendes Fluid aus der Umgebung **16** stammt und nicht im Kreis strömt beziehungsweise nicht durch einen geschlossenen Kreislauf hindurchströmt, sondern das die Fluidströme bildende Fluid strömt aus der Umgebung **16** in die Kanäle **4** und **5** sowie aus den Kanälen **4** und **5** an die Umgebung **16**.

[0055] Die Kühlvorrichtung **1** ist somit ein Kühlventilator beziehungsweise ein Kühlfön, welcher mithilfe des magnetokalorischen Effekts arbeitet beziehungsweise funktioniert und beispielsweise in einem Fahrzeug verschiebbar beziehungsweise beweglich anordenbar beziehungsweise in vollständig hergestelltem Zustand des Fahrzeugs angeordnet ist. Darunter ist zu verstehen, dass die Kühlvorrichtung **1** bei deren Verwendung in einem Fahrzeug relativ zu einem Aufbau, insbesondere der Karosserie, des Fahrzeugs bewegbar ist, um dadurch beispielsweise wenigstens einen Teilbereich des Innenraums des Fahrzeugs gezielt und direkt mittels des mithilfe des magnetokalorischen Effekts gekühlten Fluidstroms zu versorgen und dadurch zu kühlen. Das jeweilige magnetokalorische Material **11** beziehungsweise **12** ist ein Werkstoff, der sich bei Anlegen eines Magnetfelds erwärmt und bei einem Entfernen aus dem Magnetfeld abkühlt. Unter dem Anlegen des Magnetfelds an das jeweilige magnetokalorische Material 11 beziehungsweise 12 ist zu verstehen, dass das jeweilige magnetokalorische Material 11 beziehungsweise 12 zumindest teilweise, insbesondere zumindest überwiegend oder vollständig, in dem Magnetfeld **3** angeordnet ist.

[0056] Beispielsweise ist das jeweilige magnetokalorische Material **11** beziehungsweise **12**, zumindest außenumfangsseitig zylinderförmig ausgebildet und dabei beispielsweise in einer als Revolvertrommel ausgebildeten Trommel des Kühlelements **8** angeordnet. Wie zuvor bezüglich des Kühlelements **8** erläutert, sind die Trommel und somit die magnetokalorischen Materialien **11** und **12** und somit die Kanalbereiche **13** und **14** um die Drehachse **9** drehbar und dabei beispielsweise an der Basis **10** drehbar gelagert. Der jeweilige Kanalbereich **13** beziehungsweise **14** kann mit einer entsprechenden Form bedarfsgerecht ausgestaltet werden. Alternativ oder zusätzlich kann die Anzahl an Kanalbereichen **13** beziehungs-

weise **14** variieren. Die Magneteinrichtung **2** ist dabei ein Magnetfelderzeuger, welcher vorzugsweise stationär ist, während das Kühlelement **8** drehbar gelagert ist.

[0057] Aus **Fig. 1** ist erkennbar, dass die Magneteinrichtung **2** wenigstens zwei Magnetelemente **17** und **18** umfasst, welche beispielsweise einen Magnetsatz oder ein Magnetpaar bilden, welcher beziehungswiese welches vorzugsweise räumlich fest ist. Das jeweilige Magnetelement **17** beziehungsweise **18** kann dabei beispielsweise als Permanentmagnet oder aber als Elektromagnet ausgebildet sein. Durch den Einsatz eines Elektromagneten kann das Magnetfeld **3** bedarfsgerecht an- oder abgeschaltet werden. Vorzugsweise umfasst das Kühlelement **8** einen Kunststoff, in welchem das jeweilige magnetokalorische Material **11** beziehungsweise **12**, zumindest teilweise, insbesondere zumindest überwiegend oder vollständig, angeordnet beziehungsweise eingebettet ist. Dabei ist vorzugsweise eine thermische Isolation zwischen den magnetokalorischen Materialien **11** und **12** angeordnet, wobei diese thermische Isolation durch den zuvor genannten Kunststoff realisiert werden kann. Dabei sind exakte Lage, Form und Material der Bauteile der Kühlvorrichtung **1** frei wählbar. Die Magnetelemente **17** und **18** stellen beispielsweise jeweilige Pole der Magneteinrichtung **2** dar. Bei der in **Fig. 1** gezeigten ersten Ausführungsform sind die Pole beziehungsweise Magnetelemente **17** und **18** bezogen auf die Bildebene von **Fig. 1** links und rechts außerhalb des Kühlelements **8** angeordnet.

[0058] **Fig. 2** zeigt eine zweite Ausführungsform, bei welcher beispielsweise das Magnetelement **18** außerhalb des Kühlelements **8** angeordnet und dabei stationär beziehungsweise feststehend ist. Das Magnetelement **17** kann in dem Kühlelement **8** und dabei insbesondere unterhalb der Drehachse **9** angeordnet sein und ist jedoch wie das Magnetelement **18** vorzugsweise feststehend, sodass das Kühlelement **8** relativ zu den Magnetelementen **17** und **18** drehbar ist. Somit ist es bei der zweiten Ausführungsform vorgesehen, dass in der jeweiligen Drehstellung der jeweilige, in dem Magnetfeld **3** angeordnete Kanalbereich **13** beziehungsweise **14** zwischen den Magnetelementen **17** und **18** angeordnet ist, wobei in der jeweiligen Drehstellung das Magnetelement **17** zwischen den Kanalbereichen **13** und **14**, insbesondere zwischen den magnetokalorischen Materialien **11** und **12**, angeordnet ist.

[0059] Um einen zumindest im Wesentlichen kontinuierlichen Massenstrom des jeweiligen Fluidstroms zu ermöglichen, kann die Kühlvorrichtung **1** beliebig viele, mindestens jedoch zwei beispielsweise nebeneinander angeordnete Kanalbereiche wie beispielsweise die Kanalbereiche **13** und **14** umfassen, von denen in der jeweiligen Drehstellung zumindest einer innerhalb des Magnetfelds **3** und zumindest einer außerhalb des Magnetfelds **3** angeordnet ist.

[0060] Alternativ oder zusätzlich ist es denkbar, dass die Kühlvorrichtung **1** mehrere, mindestens zwei Kühlelemente **8** umfasst, welche beispielsweise nebeneinander angeordnet sind. Das jeweilige Kühlelement **8** stellt ein jeweiliges Drehsystem dar, welches in eine Rotationsrichtung um seine jeweilige Drehachse **9** drehbar ist. Dabei ist es vorteilhaft, wenn die Drehrichtungen der mehreren Drehsysteme gegenläufig sind, um Drehmomente aufzuheben. Zur Realisierung eines zumindest im Wesentlichen kontinuierlichen Massenstroms ist es vorteilhaft, wenn jeweilige, von dem jeweiligen Fluidstrom durchströmbare Querschnittsflächen der Drehsysteme gleich groß sind, sodass die jeweiligen Massenströme gleich groß sind. Dies kann durch ein geschicktes, beispielsweise abwechselndes Drehen der Kühlelemente **8** ermöglicht werden, wobei vorzugsweise zu jedem Zeitpunkt mindestens eine Querschnittsfläche eines Kanals (zusammengesetzt aus der projizierten Fläche beider in der Strömungsrichtung befindlichen Kanäle) von Luft beziehungsweise Fluid durchströmt sein sollte.

[0061] Vorzugsweise ist die als Strömungsanlage ausgebildete Kühlvorrichtung **1** so konzipiert, dass in einem Kühl-Betrieb das Magnetfeld **3** permanent angeschaltet ist beziehungsweise bereitgestellt wird, insbesondere in dem Fall, dass ein Elektromagnet verwendet wird, sodass sich daraufhin das jeweilige magnetokalorische Material **11** beziehungsweise **12**, welches in dem Magnetfeld **3** liegt, erwärmt. Gleichzeitig wird durch die Kanalbereiche **13** beziehungsweise **14** des in dem Magnetfeld **3** angeordneten magnetokalorischen Materials **11** beziehungsweise **12** Fluid, insbesondere Luft und dabei vorzugsweise Umgebungsluft, geführt, um Wärme von dem sich erhitzenden magnetokalorischen Material **11** beziehungsweise **12** abzuführen. Sobald eine magnetische Sättigung eingetreten ist und das magnetokalorische Material **11** beziehungsweise **12** durch den jeweiligen Fluidstrom ungefähr auf Umgebungstemperatur gekühlt wurde, wird das Kühlelement **8** so gedreht, dass das zuvor in dem Magnetfeld **3** angeordnete magnetokalorische Material **11** beziehungsweise **12** dann außerhalb des Magnetfelds **3** angeordnet und dabei beispielsweise bezogen auf die Bildebene von **Fig. 1** oben angeordnet ist. Nun liegt das magnetokalorische Material **12** beziehungsweise **11**, welches vorher außerhalb des Magnetfelds **3** angeordnet war, in dem Magnetfeld **3**, wird erwärmt und ebenfalls von Fluid, insbesondere Luft wie beispielsweise Umgebungsluft, durchströmt. Das nun außerhalb des Magnetfelds **3** angeordnete magnetokalorische Material **11** beziehungsweise **12** kühlt sich nach Verlassen des Magnetfelds **3** aufgrund des magnetokalorischen Effekts sofort um ein bestimmtes Maß ab, wobei das sich abkühlende magnetokalorische Material

11 beziehungsweise **12** von dem Fluid, insbesondere Umgebungsluft, durchströmt wird. Hierdurch wird die Luft beziehungsweise das Fluid, welches durch den Kanalbereich **13** beziehungsweise **14** strömt, der außerhalb des Magnetfelds **3** angeordnet ist, gekühlt, sodass beispielsweise kalte Luft aus dem Kühlelement **8** beziehungsweise aus der Kühlvorrichtung **1** insgesamt ausströmt.

[0062] Aus **Fig. 3** ist erkennbar, dass die Kühlvorrichtung **1** beispielsweise eine Fördereinrichtung **19** umfasst, mittels welcher das Fluid, welches die Fluidströme bildet, förderbar ist beziehungsweise gefördert wird. Beispielsweise handelt es sich bei der Fördereinrichtung **19** um ein Gebläse, mittels welchem Luft als das die Fluidströme bildende Fluid gefördert werden kann.

[0063] Aus **Fig. 3** ist außerdem erkennbar, dass die Kühlvorrichtung **1** beispielsweise einen Luftfilter **20** umfasst, mittels welchem die die Fluidströme bildende Luft gefiltert wird. Ferner ist beispielsweise eine Steuerung **21** vorgesehen, mittels welcher beispielsweise ein Motor, insbesondere ein Elektromotor, zum Drehen des Kühlelements **8** angesteuert wird. Alternativ oder zusätzlich wird beispielsweise das Gebläse **19** von der Steuerung **21** angesteuert. Der beschriebene Vorgang des Drehens des Kühlelements **8** wird in der Folge kontinuierlich mit einer gewissen, zu definierenden Taktfrequenz der Drehung des Kühlelements **8** fortgesetzt. So wird gewährleistet, dass durch die Kühlvorrichtung **1** stets ein zumindest im Wesentlichen kontinuierlicher Massenstrom des Fluids fließt. Alternativ oder zusätzlich wird die Steuerung **21** beispielsweise genutzt, um das mittels der Fördereinrichtung **19** insgesamt geförderte Fluid in die genannten Fluidströme aufzuteilen. In **Fig. 3** ist beispielsweise der in der ersten Drehstellung durch die Kanalbereiche **13** strömende Fluidstrom durch einen Pfeil **22** veranschaulicht, wobei der in der ersten Drehstellung durch die Kanalbereiche **14** strömende Fluidstrom in **Fig. 3** durch einen Pfeil 23 veranschaulicht ist.

[0064] Um beispielsweise eine Ausgangstemperatur des Fluidstroms, welcher mittels des magnetokalorischen Effekts gekühlt wird, bedarfsgerecht einstellen zu können, ist optional wenigstens eine Umgehungsleitung **24** vorgesehen, welche auch als Bypass bezeichnet wird. Mittels der Umgehungsleitung **24** wird beispielsweise zumindest ein Teil des den Kanal **4** durchströmenden Fluids zum Bilden des durch den Pfeil **22** veranschaulichten Fluidstroms, insbesondere aus dem Kanal **4**, abgezweigt, wobei der die Umgehungsleitung **24** durchströmende Teil des Fluids die in der jeweiligen Drehstellung außerhalb des Magnetfelds **3** angeordneten Kanalbereiche **13** beziehungsweise **14** umgeht und somit nicht durchströmt, sodass der die Umgehungsleitung **24** durchströmende Teil des Fluids nicht mittels des magnetokalorischen Effekts gekühlt wird. Ein von dem die Umgehungsleitung **24** durchströmenden Teil unterschiedlicher, den Kanal **4** durchströmender zweiter Teil des Fluids bildet den durch den Pfeil **22** veranschaulichten Fluidstrom, welcher mittels des magnetokalorischen Effekts gekühlt wird. Die Abzweigung des die Umgehungsleitung **24** durchströmenden Teils erfolgt beispielsweise stromauf des Kühlelements **8** beziehungsweise der Kanalbereiche **13** und 14. Beispielsweise stromab der jeweiligen Kanalbereiche **13** beziehungsweise **14** werden die Teile wieder zusammengeführt, um eine bedarfsgerechte Temperatur des Fluidstroms einzustellen. Beispielsweise wird der die Umgehungsleitung durchströmende erste Teil stromab der Kanalbereiche **13** und **14** wieder in den Kanal **4** eingeleitet. Dadurch kann beispielsweise mittels des magnetokalorischen Effekts gekühlte Luft aus den Kanalbereichen **13** beziehungsweise **14** mit warmer Umgebungsluft aus der Umgehungsleitung vermischt werden.

[0065] **Fig. 4** zeigt eine dritte Ausführungsform der Kühlvorrichtung **1**. Aus **Fig. 4** ist erkennbar, dass beispielsweise in dem Kanal **4** und/oder in dem Kanal **5** wenigstens ein Strömungsleitelement **25** beziehungsweise **26** zum Beeinflussen des den jeweiligen Kanal 4 beziehungsweise 5 durchströmenden Fluidstroms angeordnet ist. In **Fig. 4** ist mit 27 eine kalte Seite des Kühlelements **8** bezeichnet, wobei auf der kalten Seite **27** der mittels des magnetokalorischen Effekts gekühlte Fluidstrom aus dem Kühlelement **8** ausströmt. Ferner ist mit 28 eine warme Seite des Kühlelements **8** veranschaulicht, wobei der zu kühlende Fluidstrom auf der warmen Seite **28** in den jeweiligen Bereich **13** beziehungsweise **14** einströmt. In Strömungsrichtung des jeweiligen Fluidstroms durch den jeweiligen Kanal **4** beziehungsweise **5** ist das jeweilige Strömungsleitelement **25** beziehungsweise **26** stromauf der jeweiligen Kanalbereiche **13** beziehungsweise **14** angeordnet. Das Strömungsleitelement **25** beziehungsweise **26** ist beispielsweise als Düse oder Diffusor oder aber als ein anderes Luftleitelement ausgebildet. Mittels des jeweiligen Strömungsleitelements **25** beziehungsweise **26** wird beispielsweise die bisher laminare Strömung des Fluids abgelöst und eine turbulente Strömung des Fluids entsteht.

[0066] Die turbulente Strömung dient zur Verbesserung des Wärmeaustausches zwischen dem Fluid und dem magnetokalorischen Material **11** beziehungsweise **12**. Vorteilhaft ist es, wenn eine mit dem Fluid in Berührung kommende, jeweilige Oberfläche des magnetokalorischen Materials **11** beziehungsweise **12** möglichst groß und/oder porös und/oder wabenartig aufgebaut ist, um einen besonders vorteilhaften Wärmeübergang beziehungsweise Wärmeaustausch realisieren zu können. Hierbei ist es beispielsweise hilfreich, ein jeweiliges, durch das magnetokalorische Material **11** beziehungswei-

se **12** gebildetes magnetokalorisches Element, durch welches sich die Kanalbereiche **13** beziehungsweise **14** hindurcherstrecken, mithilfe eines generativen Fertigungsverfahrens beziehungsweise mithilfe eines Rapid-Prototyping-Verfahrens herzustellen. Als ein solches generatives Fertigungsverfahren eignet sich beispielsweise selektives Lasersintern, mittels welchem das jeweilige magnetokalorische Element aus einem Pulvermaterial hergestellt wird. Dadurch können auch besonders komplexe Geometrien sowie eine möglichst große Oberfläche realisiert werden.

[0067] Außerdem ist eine magnetische Abschirmung **29** vorgesehen, welche beispielsweise die Magneteinrichtung **2** zumindest teilweise, insbesondere zumindest überwiegend oder vollständig, umgibt, um dadurch beispielsweise das Magnetfeld **3** bedarfsgerecht räumlich einzugrenzen.

[0068] Vorzugsweise kann die Kühlvorrichtung **1** in einem Fahrzeug verwendet und verbaut werden, sodass beispielsweise der Fluidstrom, mittels welchem das magnetokalorische Material **11** beziehungsweise **12** gekühlt wird, als warme Abluft verwendet wird, die beispielsweise durch einen Schlauch aus dem Fahrzeug heraus an die Umgebung **16** abgeführt werden kann. Zudem kann die Stromversorgung der Kühlvorrichtung **1** über wenigstens ein Kabel erfolgen. Insbesondere wird beispielsweise der insbesondere als Elektromotor ausgebildete Motor, mittels welchem das Kühlelement **8** gedreht wird, mittels elektrischem Strom beziehungsweise mittels elektrischer Energie betrieben, die dem Motor über wenigstens eine Leitung beziehungsweise über wenigstens ein Kabel zugeführt wird, insbesondere von einem zum Speichern von elektrischer Energie ausgebildeten Energiespeicher des Fahrzeugs.

[0069] Ferner ist eine tragbare Anwendung der Kühlvorrichtung **1** denkbar, sodass beispielsweise der Motor zum Antreiben des Kühlelements **8** mithilfe eines elektrischen Speichers, insbesondere mithilfe eines elektrischen Batteriespeichers, mit elektrischem Strom versorgt und dadurch betrieben wird. Insbesondere ist eine Anwendung der Kühlvorrichtung **1** als Tischventilator denkbar, mittels welchem Luft mithilfe der Fördereinrichtung **19** nicht nur bewegt, sondern tatsächlich kalte Luft mithilfe des magnetokalorischen Effekts erzeugt werden kann. Insbesondere kann die Kühlvorrichtung 1 für jedes Fluid verwendet werden, wobei die Kühlvorrichtung **1** insbesondere in mobilen Luft- beziehungsweise Fluidkühlungsapparaten zum Einsatz kommen kann.

Bezugszeichenliste

1 Kühlvorrichtung

2 Magneteinrichtung

3 Magnetfeld

4 Kanal

5 Kanal

6 Pfeile

7 Pfeile

8 Kühlelement

9 Drehachse

10 Basis

11 magnetokalorisches Material

12 magnetokalorisches Material

13 Kanalbereich

14 Kanalbereich

15 Pfeil

16 Umgebung

17 Magnetelement

18 Magnetelement

19 Fördereinrichtung

20 Luftfilter

21 Steuerung

22 Pfeil

23 Pfeil

24 Umgehungsleitung

25 Strömungsleitelement

26 Strömungsleitelement

27 kalte Seite

28 warme Seite

29 magnetische Abschirmung

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 2016/0025385 A1 [0002]
- DE 102014106754 A1 [0005]
- US 2015/0089960 A1 [0006]
- US 2015/0033763 A1 [0006]
- US 2014/0338365 A1 [0006]
- US 2012/0032105 A1 [0006]

Patentansprüche

1. Kühlvorrichtung (1), mit wenigstens einer Magneteinrichtung (2), mittels welcher wenigstens ein Magnetfeld (3) bereitstellbar ist, mit wenigstens zwei von einem jeweiligen Fluidstrom durchströmbaren Kanälen (4, 5), und mit wenigstens einem Kühlelement (8), welches zumindest jeweilige, sich durch magnetokalorisches Material (11, 12) hindurcherstreckende Kanalbereiche (13, 14) der Kanäle (4, 5) bildet, wobei die Kühlvorrichtung (1) zwischen wenigstens zwei voneinander unterschiedlichen Zuständen verstellbar ist, und wobei in dem jeweiligen Zustand einer der Kanalbereiche (13, 14) in dem von der Magneteinrichtung (3) bereitgestellten Magnetfeld (3) und der jeweils andere Kanalbereich (14, 13) außerhalb des von der Magneteinrichtung (2) bereitgestellten Magnetfelds (3) angeordnet ist, um in dem jeweiligen Zustand einen der Fluidströme mittels des magnetokalorischen Effekts zu kühlen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kühlvorrichtung (1) als offenes System ausgebildet ist, dessen Kanäle (4, 5) jeweils beidenends in die Umgebung (16) der Kühlvorrichtung (1) münden.

2. Kühlvorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kühlelement (8) und das Magnetfeld (3) um eine Drehachse (9) relativ zueinander drehbar sind, in einem ersten der Zustände eine erste Drehstellung relativ zueinander einnehmen und in dem zweiten Zustand eine von der ersten Drehstellung unterschiedliche zweite Drehstellung relativ zueinander einnehmen, wobei in der jeweiligen Drehstellung der eine Kanalbereich (13, 14) in dem Magnetfeld (3) und der jeweils andere Kanalbereich (14, 13) außerhalb des Magnetfelds (3) angeordnet ist.

3. Kühlvorrichtung (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Magneteinrichtung (2) feststehend ist, wobei das Kühlelement (8) um die Drehachse (9) relativ zu der Magneteinrichtung (2) drehbar ist.

4. Kühlvorrichtung (1) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Magneteinrichtung (2) wenigstens zwei voneinander beabstandete Magnetelemente (17, 18) umfasst, wobei in der jeweiligen Drehstellung der jeweilige, in dem Magnetfeld (3) angeordnete Kanalbereich (13, 14) zwischen den Magnetelementen (17, 18) angeordnet ist und wobei in der jeweiligen Drehstellung eines der Magnetelemente (17, 18) zwischen den Kanalbereichen (13, 14) angeordnet ist.

5. Kühlvorrichtung (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drehachse (9) das eine Magnetelement (17) schneidet.

6. Kühlvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Magneteinrichtung (2) wenigstens einen Elektromagneten und/oder wenigstens einen Permanentmagneten umfasst.

7. Kühlvorrichtung (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Fördereinrichtung (19) zum Fördern des jeweiligen Fluidstroms aus der Umgebung in den jeweiligen Kanal (4, 5), durch den jeweiligen Kanal (4, 5) hindurch und aus dem jeweiligen Kanal (4, 5) an die Umgebung (16) vorgesehen ist.

8. Kühlvorrichtung (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fördereinrichtung (19) als Gebläse ausgebildet ist, mittels welchem den jeweiligen Fluidstrom bildende Luft zu fördern ist.

9. Kühlvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in wenigstens einem der Kanäle (4, 5) zumindest ein Strömungsleitelement (25, 26) vorgesehen ist, mittels welchem der den wenigstens einen Kanal (4, 5) durchströmende Fluidstrom beeinflussbar ist.

10. Kühlvorrichtung (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Strömungsleitelement (25, 26) dazu ausgebildet ist, eine turbulente Strömung des Fluidstroms zu bewirken.

11. Verwendung einer Kühlvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche für eine mobile Anwendung.

12. Verfahren zum Betreiben einer Kühlvorrichtung (1), mit wenigstens einer Magneteinrichtung (2), mittels welcher ein Magnetfeld (3) bereitgestellt wird, mit wenigstens zwei von einem jeweiligen Fluidstrom durchströmbaren Kanälen (4, 5), und mit wenigstens einem Kühlelement (8), welches zumindest jeweilige, sich durch magnetokalorisches Material (11, 12) hindurcherstreckende Kanalbereiche (13, 14) der Kanäle (4, 5) bildet, wobei die Kühlvorrichtung (1) zwischen wenigstens zwei voneinander unterschiedlichen Zuständen verstellt wird, und wobei in dem jeweiligen Zustand einer der Kanalbereiche (13, 14) in dem von der Magneteinrichtung (3) bereitgestellten Magnetfeld (3) und der jeweils andere Kanalbereich (14, 13) außerhalb des von der Magneteinrichtung (2) bereitgestellten Magnetfelds (3) angeordnet ist, sodass in dem jeweiligen Zustand einer der Fluidströme mittels des magnetokalorischen Effekts gekühlt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kühlvorrichtung (1) als offenes System ausgebildet ist, dessen Kanäle (4, 5) jeweils beidenends in die Umgebung (16) der Kühlvorrichtung (1) münden, sodass der jeweilige Fluidstrom jeweils einenends aus der Umgebung (16) in den jeweiligen Kanal (4, 5) einströmt und je-

weils andernends aus dem jeweiligen Kanal (4, 5) in die Umgebung (16) ausströmt.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

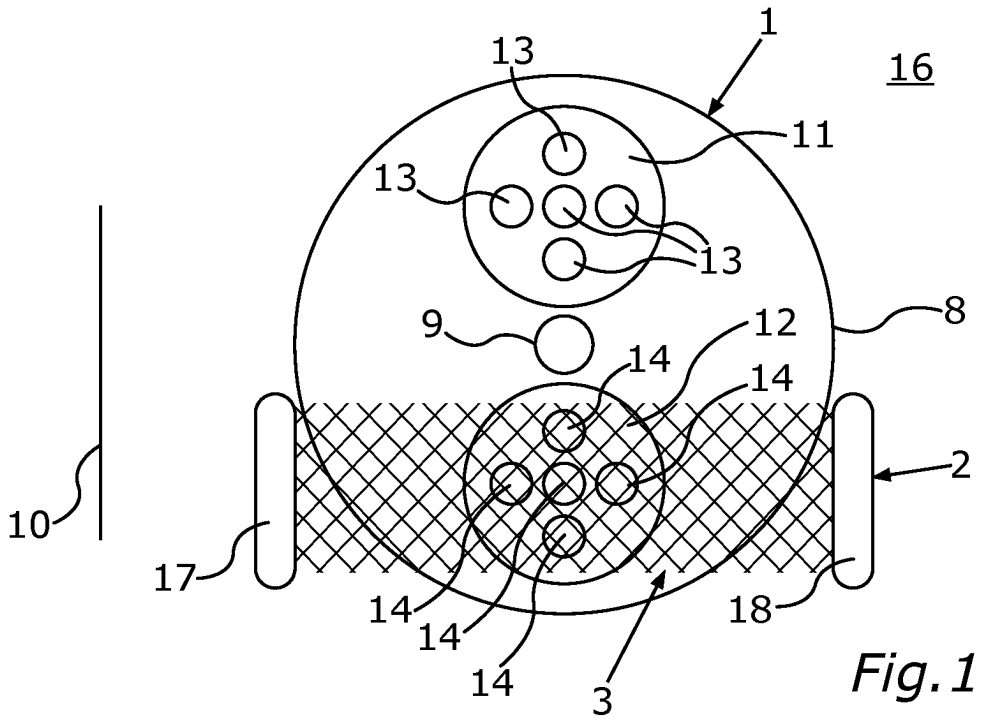


Fig.1

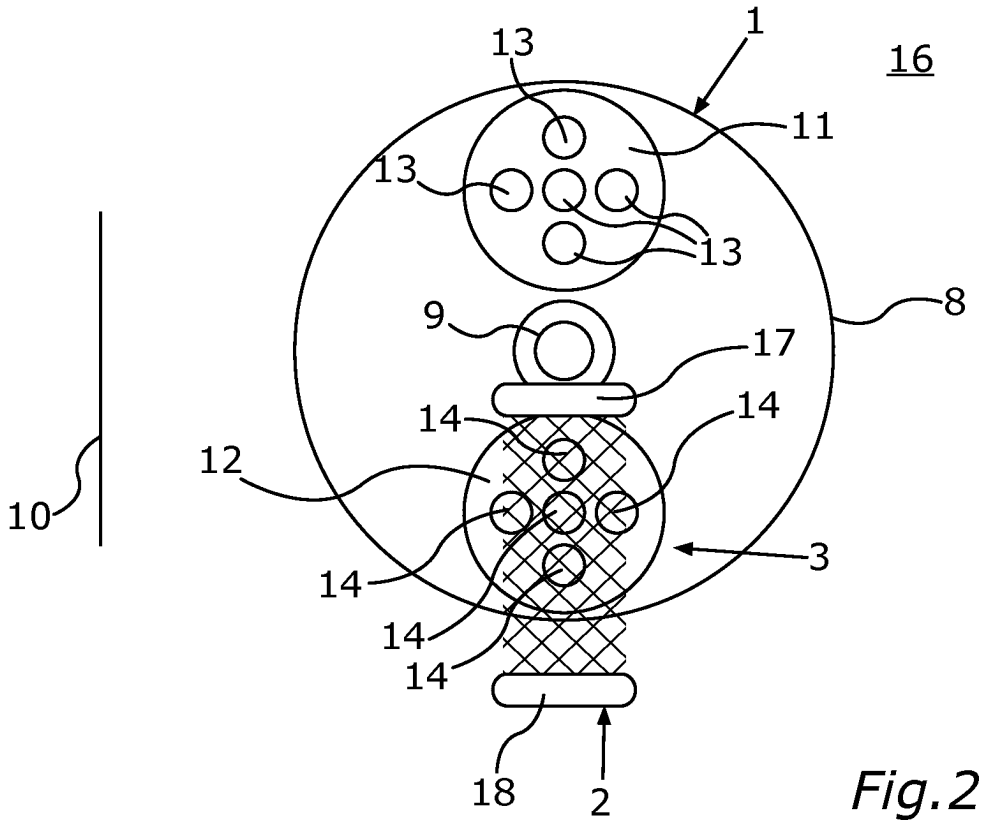


Fig.2

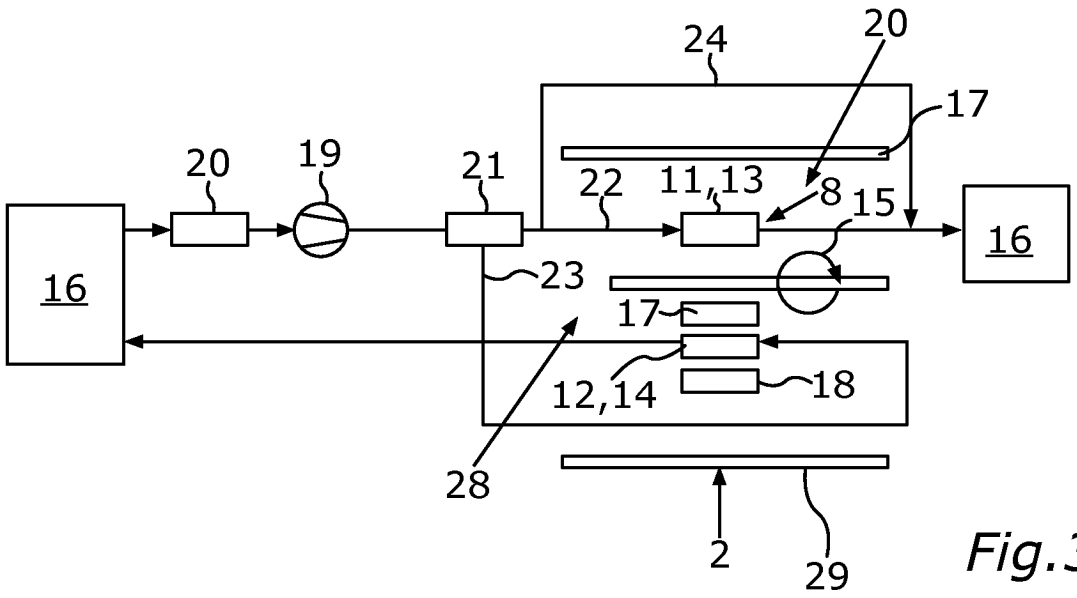

24
20
17
20
19
21
22
11,13
8
15
16
16
23
17
12,14
18
28
2
29

Fig.3

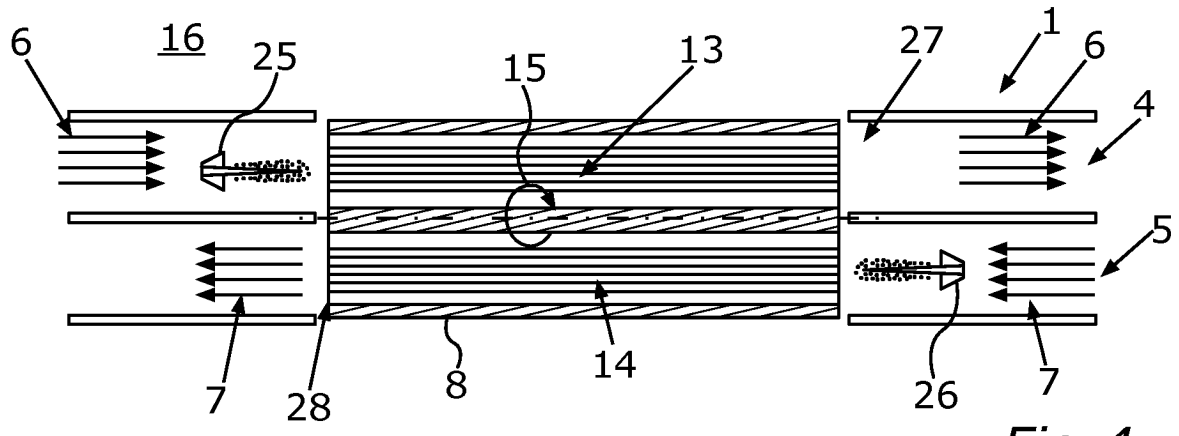

6
16
25
15
13
27
1
6
4
5
7
28
8
14
26
7

Fig.4