



(10) **DE 10 2011 050 200 A1** 2012.11.08

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 050 200.9**

(22) Anmeldetag: **06.05.2011**

(43) Offenlegungstag: **08.11.2012**

(51) Int Cl.: **F28D 20/00 (2011.01)**

**B60H 1/00 (2011.01)**

**F01P 11/02 (2011.01)**

**F01P 11/20 (2011.01)**

(71) Anmelder:  
**DBK David + Baader GmbH, 76870, Kandel, DE**

(74) Vertreter:  
**WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,  
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 80336, München,  
DE**

(72) Erfinder:  
**Ackermann, Christian, Molsheim, FR; Aichele,  
Jan, 71665, Vaihingen/Enz, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

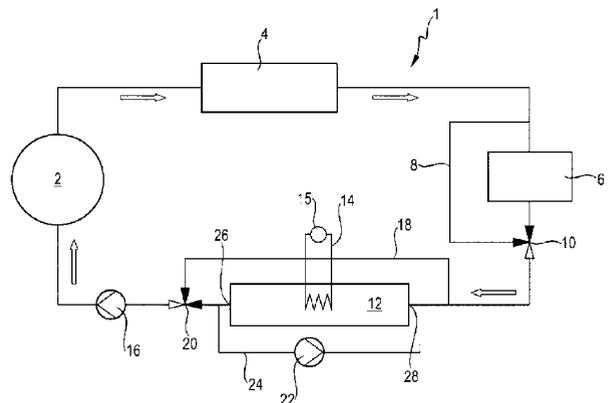
<b>DE</b>	<b>42 35 883</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>10 2009 006 784</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>200 18 449</b>	<b>U1</b>
<b>DE</b>	<b>12 60 050</b>	<b>A</b>
<b>CH</b>	<b>681 044</b>	<b>A5</b>
<b>GB</b>	<b>2 284 132</b>	<b>A</b>

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Wärmespeicher**

(57) Zusammenfassung: Offenbart ist ein Wärmespeicher zum Aufnehmen eines zu temperierenden Mediums, beispielsweise eines Kühlmittels eines Kühlmittelkreislaufs, wobei eine Heizung des Wärmespeichers als Strahler ausgeführt ist.



### Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Wärmespeicher zum Aufnehmen eines Mediums gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Bei modernen Verbrennungsmotoren und auch bei alternativen Antriebskonzepten, wie Hybridantrieben und Elektroantrieben, besteht ein Problem darin, dass nur sehr wenig oder praktisch keine Verlustwärme entsteht, die insbesondere im Winter zum Klimatisieren des Fahrzeuginnenraums verwendet werden kann. Darüber hinaus besteht bei Verbrennungsmotoren und Hybridantrieben des Weiteren noch die Anforderung, den Motor beim Kaltstart schnellstmöglich auf Betriebstemperatur zu bringen, sodass einerseits der Verschleiß und andererseits die Schadstoffemissionen und der Kraftstoffverbrauch minimiert wird. Dieses Problem tritt insbesondere im Kurzstreckenverkehr auf, bei dem moderne Maschinen die optimale Betriebstemperatur nicht erreichen können. Im Kurzstreckenverkehr und auch im normalen Betrieb fällt somit nicht genug Verlustleistung an, um den Kühlmittelkreislauf des Fahrzeugs auf Betriebstemperatur zu bringen. Bei modernen Motoren wird daher die fehlende Verlustleistung durch gezielte Zuführung von Wärmeenergie ausgeglichen. Bekannt sind hierbei sogenannte „Zuheizer“, wie sie von der Anmelderin beispielsweise in der EP 0 350 528 B1 beschrieben sind.

**[0003]** In der DE 42 35 883 A1 und der EP 0 214 517 A2 wird jeweils ein Kühlmittelkreislauf für einen Verbrennungsmotor beschrieben, bei dem über das Kühlwasser ein Latentwärmespeicher aufgeladen wird. Dieser ist – ähnlich wie eine Thermoskanne – so gut isoliert, dass er die gespeicherte Wärmeenergie über lange Zeit, beispielsweise über einen Zeitraum von mehreren Tagen, halten kann. Diese Latentwärmespeicher bestehen aus einem Material, beispielsweise einem Salz, das bei der normalen Betriebstemperatur des Motors flüssig ist und im Bereich der Phasenwechseltemperatur, beispielsweise einer Temperatur von 60–90°C, erstarrt (Phase Change Material (PCM)). Durch Abkühlen dieser Schmelze kann die frei werdende Phasenumwandlungs- oder Kristallisationsenthalpie genutzt werden, um durch Wärmeaustausch ein anderes Medium, beispielsweise das Kühlwasser, aufzuheizen. Beim Kaltstart des Motors steht das Kühlwasser in Wärmeaustausch mit dem Latentwärmespeicher, sodass das flüssige Material abgekühlt wird und schließlich kristallisiert, wobei die frei werdende Wärme genutzt wird, um das Kühlwasser aufzuwärmen, sodass dieses auf Betriebstemperatur gebracht werden kann. Bei erwärmtem Kühlmittelkreislauf wird dann wiederum der Latentwärmespeicher aufgeladen, sodass dieser für den nächsten Kaltstart bereit ist.

**[0004]** Derartige Lösungen tragen zur Verminderung der Schadstoffemissionen und des Verschleißes beim Kaltstart bei, insbesondere im Kurzstreckenverkehr reicht jedoch die Verlustleistung des Verbrennungsmotors nicht aus, um den Latentwärmespeicher aufzuladen und die Phasenwechseltemperatur zu überschreiten. Ein weiterer Nachteil derartiger Latentwärmespeicher besteht darin, dass die Umwandlung der flüssigen Phase in die kristalline Phase relativ lange dauert, sodass die oben beschriebene Erwärmung des Kühlwassers aufgrund der geringen Wärmeübertragungsgeschwindigkeit einige Minuten dauern kann. Bei der Verwendung von Paraffinen als PCM kann diese Wärmeübertragungsgeschwindigkeit verbessert werden, die Temperaturleitfähigkeit dieses Materials ist jedoch relativ gering, sodass weitere Maßnahmen zur Verbesserung der Wärmeübertragungsgeschwindigkeit vorgesehen werden müssen. So kann die Temperaturleitfähigkeit beispielsweise durch eine Matrix aus gut wärmeleitfähigem Material, beispielsweise einem Graphitverbundmaterial im PCM verbessert werden – derartige Latentwärmespeicher sind jedoch aufgrund ihres komplexen Aufbaus sehr teuer.

**[0005]** In der EP 0 791 497 A2 wird allgemein ein Kühlmittelkreislauf beschrieben, bei dem ein nicht näher beschriebener Wärmespeicher über eine elektrische Heizung aufgeladen werden kann, wobei diese Heizung mit einem Anschluss für eine externe Energiequelle versehen ist, sodass beispielsweise ein Aufladen des Wärmespeichers und ein Erwärmen des Kühlmittelkreislaufs vor dem Start des Antriebs möglich ist.

**[0006]** In der DE 10 2008 015 283 B3 ist ein Kühlmittelkreislauf offenbart, bei dem beim Kaltstart des Fahrzeugs zunächst ein „kleiner“ Kühlmittelkreislauf erwärmt wird und dann auf einen großen Kühlmittelkreislauf umgeschaltet wird. Dieses Erwärmen kann über eine bei abgeschaltetem Antrieb aktivierbare Heizeinrichtung erfolgen.

**[0007]** Die DE 103 44 018 A1 beschreibt einen Kühlmittelkreislauf, bei dem das gesamte Kühlmittel bei Abschalten des Antriebs in einen sogenannten Heißwasserspeicher gefördert wird, aus dem heraus das Kühlmittel beim Starten des Antriebs in den Kühlmittelkreislauf zurückgeführt wird.

**[0008]** Bei den drei zuletzt genannten Lösungen wird das Kühlmittel in einen Art „Heißwasserspeicher“ verbracht und dort gegebenenfalls erhitzt. Bei Starten des Verbrennungsmotors wird das im Wärmespeicher aufgenommene Kühlmittel in den Kühlmittelkreislauf zurückgeführt, sodass dieser relativ schnell seine Betriebstemperatur erreicht. Problematisch ist allerdings, dass die Temperatur im Wärmespeicher in etwa der konstruktiv vorgesehenen Betriebstemperatur von ca. 95°C entsprechen sollte. Eine deutliche

Überschreitung dieser Temperatur ist nicht möglich, da die eingesetzte Glykol-/Wassermischung ab ca. 160°C thermisch zersetzt wird. Hinzu kommt, dass auch der Motorblock auf die Betriebstemperatur ausgelegt ist, sodass ein übermäßig erwärmtes Kühlmittel zu Spannungen im Motorblock und zu entsprechenden Schädigungen führen kann.

**[0009]** Ein weiteres Problem derartiger herkömmlicher Lösungen besteht darin, dass es durch die elektrische Heizung im Wärmespeicher zu lokalen Überhitzungen des Kühlmittels und somit zur Dampfblasenbildung kommen kann, die die Wärmeübertragung verschlechtert.

**[0010]** Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Wärmespeicher zu schaffen, der zum einen eine effektive energieoptimierte Temperierung eines zu speichernden Mediums, vorzugsweise von Kühlwasser ermöglicht, wobei thermische Probleme vermieden werden sollen.

**[0011]** Diese Aufgabe wird durch einen Wärmespeicher mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

**[0012]** Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0013]** Erfindungsgemäß hat der Wärmespeicher zum Aufnehmen eines erwärmten oder zu erwärmenden Mediums, beispielsweise eines Kühlmittels eines Kühlmittelkreislaufs, einen vorzugsweise von einer Isolation umgebenen Aufnahmeraum für das Medium und eine Heizung zur Erwärmung des Mediums auf eine Speichertemperatur, wobei die Heizung in den Aufnahmeraum eintaucht oder diesen umgibt und als Strahler ausgeführt ist, sodass deren Wärmeabgabe im Wesentlichen durch Wärmestrahlung, in kleinerem Maße auch durch Konvektion in der Luft, erfolgt.

**[0014]** Die Erfindung wendet sich ab von herkömmlichen Heizungen für Wärmespeicher, bei denen die Heizung entweder extern (EP 0 791 497 A2) angeordnet ist oder aber direkt im Wärmespeicher vorgesehen ist und die Wärme überwiegend durch Konvektion im Kühlmittel oder Wärmeleitung überträgt.

**[0015]** Diese Art der Wärmeübertragung hat dann Nachteile, wenn die Heizung auf sehr hohe Temperaturen erwärmt wird, die erheblich oberhalb der Speichertemperatur liegt. In diesem Fall kann es zu den eingangs genannten lokalen Überhitzungen des Mediums kommen, die entweder mit einer Zersetzung des Mediums mit starker Dampfblasenbildung oder aber mit Schädigung des Strömungspfades des Mediums einhergehen können.

**[0016]** Eine Wärmeübertragung durch Wärmestrahlung hat den wesentlichen Vorteil, dass zum einen die Wärme deutlich schneller als bei Latentwärmespeichern auf das Medium übertragen werden kann, wobei die übertragbare Energiemenge bei der Wärmestrahlung mit zunehmender Temperatur des Wärmestrahlens deutlich höher als bei einer Wärmeübertragung durch Wärmeleitung oder Konvektion ist.

**[0017]** Es zeigte sich, dass bei Verwendung eines Wärmestrahlens die Heiztemperatur sehr hoch gewählt werden kann, wobei lokale Überhitzungen und die Verschlechterung der Wärmeübertragung aufgrund von Dampfblasen zuverlässig vermieden werden können und des Weiteren der Wirkungsgrad gegenüber den eingangs beschriebenen Lösungen verbessert ist.

**[0018]** Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist die Heizung von einem Hüllrohr umgeben, sodass sich zwischen dem Außenumfang der Heizung und der Innenumfangswandung des Hüllrohrs ein Ringraum bildet, über den Strahlungswärme von der Heizung auf das Hüllrohr übertragbar ist. Dieses Hüllrohr ist dann an der von der Heizung entfernten Großfläche in Wärmeübertragungskontakt mit dem Medium, sodass dieses über das Hüllrohr erwärmt wird, wobei die Wärmeübertragung von der Heizung auf das Hüllrohr im Wesentlichen durch Strahlungswärme und vom Hüllrohr auf das Medium im Wesentlichen durch Konvektion und Wärmeleitung erfolgt.

**[0019]** Zur Verbesserung der Wärmeübertragung vom Hüllrohr auf das Medium können am Hüllrohr Wärmeaustauschflächen ausgeführt sein.

**[0020]** Der Aufbau des Wärmespeichers ist besonders einfach, wenn die Heizung als Rohrheizkörper ausgeführt ist.

**[0021]** Das Hüllrohr wird vorzugsweise aus einem metallischen, die Wärme gut leitenden Material, beispielsweise aus Aluminium, ausgeführt.

**[0022]** Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist der Aufnahmeraum des Wärmespeichers von einem Zylindermantel umgeben, der mit der Isolation versehen ist und an dem ein Einlass und ein Auslass ausgebildet sind.

**[0023]** Dabei kann die Heizung koaxial zum Zylindermantel ausgebildet sein, wobei dann der Einlass und der Auslass stirnseitig vorgesehen sein können. Wie eingangs erläutert, kann die Heizung jedoch auch den Aufnahmeraum umgreifen, wobei entsprechend Einlass und Auslass wiederum stirnseitig ausgebildet sein können.

**[0024]** Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist die Maximaltemperatur der Heizung deutlich höher

als die Speichertemperatur. So kann die Temperatur der Heizung um mehr als den Faktor 4 höher als die Speichertemperatur ausgelegt sein.

**[0025]** Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung wird zur zuverlässigen Vermeidung von lokalen Überhitzungen eine Umwälz-/Mischeinrichtung vorgesehen.

**[0026]** Das Durchmesser Verhältnis zwischen Hüllrohr und Mantelrohr ist vorzugsweise größer 1.2.

**[0027]** Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im Folgenden anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

**[0028]** Fig. 1 ein Blockschaubild eines Kühlmittelkreislaufs eines Verbrennungsmotors;

**[0029]** Fig. 2 einen Längsschnitt durch einen Wärmespeicher des Kühlmittelkreislaufs gemäß Fig. 1;

**[0030]** Fig. 3 einen Radialschnitt durch den Wärmespeicher und

**[0031]** Fig. 4 ein Diagramm zur Verdeutlichung des Temperaturverlaufs bei einer Rekuperation.

**[0032]** Fig. 1 zeigt ein äußerst stark vereinfachtes Blockschaubild eines Kühlmittelkreislaufs 1 eines Verbrennungsmotors 2. Dabei wird als Kühlmittel ein Wasser-/Glykolkemisch eingesetzt. Das vom Verbrennungsmotor 2 erwärmte Kühlmittel kann gemäß Fig. 1 genutzt werden, um die Fahrzeuginnenraumtemperatur über eine Innenraumheizung zu erhöhen. Dabei wird das im Verbrennungsmotor 2 auf seine Betriebstemperatur von etwa 95°C erwärmte Kühlmittel einem Wärmetauscher 4 einer Klimaanlage zugeführt, um dem Fahrzeuginnenraum zuzuführende Luft zu erwärmen. Das nach diesem Wärmeaustausch mit der Fahrzeuginnenraumluft leicht abgekühlte Kühlmittel wird stromabwärts des Wärmetauschers 4 einem Kühler 6 zugeführt und dort beispielsweise durch Fahrtwind und/oder einen Ventilator gekühlt. Der Kühler 6 kann beim Kaltstart des Motors mittels einer Umgehungsleitung 8 umgangen werden, die über ein Umgehungsventil 10 auf- oder zugesteuert werden kann. Beim Kaltstart des Motors wird der Kühler 6 durch Aufsteuern der Umgehungsleitung 8 umgangen, sodass das Kühlmittel möglichst schnell auf Betriebstemperatur gebracht werden kann.

**[0033]** Beim dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Umgehungsventil 10 als 3-Wege-Ventil ausgeführt, prinzipiell kann natürlich auch eine andere Ventilanordnung mit Ventilen stromaufwärts und/oder stromabwärts des Kühlers 6 verwendet werden.

**[0034]** Stromabwärts des Kühlers 6 ist erfindungsgemäß ein Wärmespeicher 12 vorgesehen, dessen konkreter Aufbau anhand der Fig. 2 und Fig. 3 erläutert wird. Eine Besonderheit dieses Wärmespeichers 12 besteht darin, dass als Speichermedium das Kühlmittel selbst verwendet wird, wobei dieses bei aufgeladenem Wärmespeicher 12 auf eine Temperatur oberhalb der Betriebstemperatur erwärmt wird. Diese Erwärmung kann beispielsweise über eine elektrische Heizung 14 erfolgen. Diese kann ein Rohrheizkörper oder dergleichen sein, der das Speichermedium – im vorliegenden Fall das Kühlmittel – im Wärmespeicher 12 erwärmt. Dieser ist mit einer sehr guten thermischen Isolation ausgeführt, durch die gewährleistet ist, dass die gespeicherte Wärme auch bei einem längeren Stillstand des Fahrzeugs erhalten bleibt.

**[0035]** Zur Energieversorgung der Heizung 14 kann beispielsweise ein Generator 15 vorgesehen sein, der eine wesentlich höhere Leistungsabgabe als herkömmliche Generatoren aufweist und im Zusammenwirken mit nicht dargestellten elektrischen Energiespeichern die erforderliche elektrische Energie zur Verfügung stellt. Ein derartiger Generator 15 muss nicht direkt vom Verbrennungsmotor angetrieben sein, sondern kann am Abgang eines Getriebes angekoppelt werden, sodass beispielsweise beim „Segeln“ mit ausgekuppeltem Verbrennungsmotor der Generator 15 über die Räder des Fahrzeugs angetrieben wird. Eine derartige Schaltung ermöglicht es auch, bei einem Abbremsen des Fahrzeugs über die Rekuperation von Bremsenergie den Generator 15 anzutreiben, sodass die Heizung 14 während der Rekuperation mit Energie versorgt wird. Durch Zusammenwirken mit einem Start-Stop-Modus und dem Antrieb des Generators während der Betriebsmodi „Bremsen“ (Rekuperation) und „Segeln“ kann die bei herkömmlichen Konzepten lediglich als Verlustwärme abgegebene Energie zur Versorgung der elektrischen Verbraucher, insbesondere der Heizung 14 verwendet werden. Dabei unterstützt der Generator 15 während des Bremsvorgangs die eigentliche Bremsanlage, sodass die Bremsleistung verbessert wird.

**[0036]** Der Kühlmittelkreislauf 1 hat des Weiteren eine Kühlmittelpumpe 16, über die das Kühlmittel im Kühlmittelkreislauf 1 umgepumpt wird.

**[0037]** Nachdem herkömmliche Verbrennungsmotoren 2 auf eine Kühlmitteltemperatur im Bereich von etwa 95°C ausgelegt sind, müssen geeignete Maßnahmen getroffen werden, um den Wärmespeicher 12 bei Erreichen der Betriebstemperatur vom Kühlmittelkreislauf abzukoppeln, sodass keine Überhitzung des Kühlmittels oder besser gesagt des Verbrennungsmotors 2 erfolgt.

**[0038]** Zur Abkopplung des Wärmespeichers **12** vom eigentlichen Kühlmittelkreislauf ist eine Bypassleitung **18** vorgesehen, die über eine Bypass-Ventilanordnung **20** auf- oder zugesteuert werden kann. Bei aufgesteuerter Bypassleitung **18** wird der Wärmespeicher **12** von dem über die Kühlmittelpumpe **16** umgepumpten Kühlmittel umgangen und ist somit thermisch vom Kühlmittelkreislauf entkoppelt. Über die Heizung **14** kann dann das Kühlmittel im Wärmespeicher **12** auf eine Speichertemperatur oberhalb der Betriebstemperatur erwärmt werden. Durch die Isolation des Wärmespeichers **12** ist gewährleistet, dass diese Speichertemperatur über einen vergleichsweise langen Zeitraum ohne Ansteuerung der Heizung **14** gehalten werden kann. Beim Kaltstart des Verbrennungsmotors **2** wird dann das im Wärmespeicher **12** gespeicherte, beispielsweise auf eine Temperatur von etwa 130°C erwärmte, Kühlmittel gegebenenfalls durch geeignete Ansteuerung der Bypass-Ventilanordnung **20** mit „kaltem“ Kühlmittel vermischt und mit Betriebstemperatur dem Verbrennungsmotor **2** zugeführt, sodass dieser sehr schnell erwärmt wird. Diese Vermischung mit „kaltem“ Kühlmittel ist vorteilhaft, um Spannungen im Motorblock zu verhindern. Das Mischungsverhältnis des Kühlmittels aus dem Wärmespeicher **12** und des „kalten“ Kühlmittels kann über die Bypass-Ventilanordnung **20** eingestellt werden. Eine Entladung des Wärmespeichers **12** kann beispielsweise auch dann erfolgen, wenn nach Phasen des „Segelns“ eine schnelle Erwärmung des Verbrennungsmotors **2** erforderlich ist. Nach dem Entladen des Wärmespeichers **12** kann dieser durch die eingangs erläuterte Ansteuerung der Heizung **14** sehr schnell auf seine Speichertemperatur aufgeladen werden, wobei dann selbstverständlich die Bypassleitung **18** aufgesteuert wird, um den Wärmespeicher **12** thermisch vom Kühlmittelkreislauf zu entkoppeln.

**[0039]** Auch die Bypass-Ventilanordnung **20** ist beispielhaft als 3-Wegeventil dargestellt, selbstverständlich kann auch eine andere Ventilanordnung, beispielsweise mit Ventilen am Eingang und am Ausgang des Wärmespeichers **12** verwendet werden. Die Ventilanordnungen **10** und **20** sind vorzugsweise als elektrisch von der Motorsteuerung verstellbare Ventile ausgeführt.

**[0040]** Prinzipiell ist es auch möglich, den Wärmespeicher **12** auf Temperaturen über 130°C aufzuladen. Hieraus resultiert ein erhöhter Druck. Zum Wärmeaustausch mit dem Kühlmittel im Kühlmittelkreislauf müssten dann geeignete Vorkehrungen getroffen werden, um das Kühlmittel beim Entleeren des Wärmespeichers **12** zu entspannen. Wie eingangs erläutert, müssen bei einer derartigen Variante geeignete Einrichtungen vorgesehen werden, um den auf den gegenüber dem Kühlmittelkreislauf erhöhten druckbetriebenen Wärmespeicher abzukoppeln und das im Wärmespeicher mit erhöhtem Druck aufgenom-

mene Kühlmittel zu entspannen, so dass ein Druckausgleich mit dem Kühlmittel im eigentlichen Kühlmittelkreislauf erfolgt. Im einfachsten Fall erfolgt der Druckaufbau im Wärmespeicher aufgrund der Temperaturerhöhung des Kühlmittels im Wärmespeicher **12**. Prinzipiell könnte jedoch auch eine Pumpe vorgesehen sein, um das im Wärmespeicher aufgenommene Kühlmittel mit einem Druck zu beaufschlagen. Bei thermodynamischer Verbindung des Wärmespeichers mit dem eigentlichen Kühlmittelkreislauf muss dann das mit Druck beaufschlagte Druckmittel über geeignete Drosseln oder dergleichen entspannt werden.

**[0041]** Beim Laden des Wärmespeichers **12** über die Heizung **14** kann es unter Umständen zu lokalen Überhitzungen oder zu einer ungleichmäßigen Erwärmung des Speichermediums im Wärmespeicher **12** kommen. Um dies zu vermeiden, kann gemäß Fig. 1 eine Umlaufpumpe **22** vorgesehen werden, die in einer Umlaufleitung **24** angeordnet ist, über die Kühlmittel an einem Ausgang **26** des Wärmespeichers **12** abgezogen und zu einem Eingang **28** zurück gefördert werden kann, sodass eine gleichmäßige Erwärmung des im Wärmespeicher **12** aufgenommenen Kühlmittels (Speichermediums) gewährleistet ist und die Entstehung von Dampfblasen durch thermische Überhitzung vermieden werden kann. Anstelle des Umlaufs kann auch dafür gesorgt werden, dass zur Vermeidung von örtlichen Überhitzungen das Kühlmittel im Wärmespeicher **12** beispielsweise über eine Art Rührer oder durch geeignete Strömungsführung durchmischt wird. Selbstverständlich kann die Heizung **14** auch ohne eine derartige Umlaufeinrichtung ausgeführt sein.

**[0042]** Erfindungsgemäß kann die Heizung **14** zusätzlich noch mit einem externen Anschluss versehen sein, über den die Heizung **14** beispielsweise über Nacht in einer Garage oder dergleichen ansteuerbar ist, um den Wärmespeicher **12** aufzuladen, sodass dieser auch bei längerem Motorstillstand betriebsbereit ist.

**[0043]** Fig. 2 zeigt einen Längsschnitt durch einen Wärmespeicher **12**, wie er bei einem Kühlmittelkreislauf gemäß Fig. 1 verwendbar ist. Der Wärmespeicher **12** hat einen Außenmantel, der beim dargestellten Ausführungsbeispiel als Zylindermantel **30** aus einem metallischen Werkstoff hergestellt ist. Auch andere Materialien, beispielsweise Kunststoff sind möglich. Der Zylindermantel **30** ist stirnseitig über Stirnflansche **32**, **34** abgesperrt, sodass ein Aufnahme-raum **36** gebildet ist, in den das Kühlmittel über den Eingang **28** zuführbar und über den Ausgang **26** abziehbar ist. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel sind Eingang und Ausgang **28**, **26** durch achsparallele Anschlussstutzen ausgebildet, die den in Fig. 2 oben liegenden Stirnflansch **34** durchsetzen.

**[0044]** Der Zylindermantel **30** und die beiden Stirnflansche **32**, **34** sind von einer Isolation **37** umgeben, die beispielsweise so ausgelegt ist, dass das im Aufnahmeraum **36** aufgenommene Kühlmittel zumindest über Nacht ohne wesentlichen Temperaturabfall auf einer vorbestimmten Speichertemperatur von beispielsweise 130°C gehalten werden kann. Das Behältnis ist des Weiteren so ausgelegt, dass das Kühlmittel im Wärmespeicher **12** mit einem leichten Überdruck von beispielsweise 1,5 bar gehalten werden kann, sodass die nutzbare Wärmeenergie weiter erhöht ist.

**[0045]** Die eigentliche Heizung **14** ist beim dargestellten Ausführungsbeispiel als Rohrheizkörper ausgeführt, selbstverständlich können auch andere Heizelemente vorgesehen werden. Der Rohrheizkörper kann beispielsweise in Widerstandsdrahttechnik ausgeführt sein, wobei ein Heizdraht **38** isoliert in Magnesiumoxid **41** eingebettet ist und diese Magnesiumoxid-Schüttung in einem Mantelrohr **39** aufgenommen ist. Die elektrische Kontaktierung des Rohrheizkörpers erfolgt über eine Stromzuführung **40**, die sich beim dargestellten Ausführungsbeispiel ebenfalls axial durch den Stirnflansch **34** hindurch erstreckt. Ein Masseanschluss **42** ist ebenfalls an dem Stirnflansch **34** ausgeführt.

**[0046]** Der Rohrheizkörper mit seinem Mantelrohr **39** ist in einem Hüllrohr **44** aufgenommen, das sich zwischen den beiden Stirnflanschen **32**, **34** erstreckt und mit diesen – beispielsweise durch Löten, Schweißen – verbunden ist. Zwischen dem Außenumfang des Mantelrohrs **39** und der Innenumfangswandung des Hüllrohrs **44** wird ein Ringraum **46** begrenzt, der entweder mit Luft oder mit einem anderen Gas, beispielsweise N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, gefüllt ist. Prinzipiell könnte dieser Ringraum **46** auch evakuiert sein. Das Hüllrohr ist beispielsweise aus Aluminium gefertigt.

**[0047]** Fig. 3 zeigt einen Radialschnitt entlang der Linie A-A in Fig. 2. Man erkennt deutlich den Heizdraht **38**, der in das Magnesiumoxid oder Aluminiumoxid **41** eingebettet ist, wobei diese verpresste Schüttung und der Heizdraht (Widerstandsdraht) **38** im Mantelrohr **39** lagefixiert sind. Der Durchmesser des Mantelrohrs **39** ist deutlich geringer als derjenige des Hüllrohrs **44**. Erfahrungsgemäß wird der Luftraum zwischen Mantel- und Hüllrohr zwischen 5mm und 30mm betragen. Der sich ergebende Ringraum **46** ist – wie oben erwähnt – mit Luft oder einem anderen Gas gefüllt oder evakuiert. Zur Verbesserung des Wärmeaustauschs mit dem im Aufnahmeraum **36** aufgenommenen Kühlmittel können am Außenumfang des Hüllrohrs **44** zur Vergrößerung der Wärmeaustauschfläche vorgesehene Rippen **48** ausgebildet sein. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel sind diese Rippen **48** beispielsweise als in Radialrichtung auskragende und sich in Längsrichtung des Wärmespeichers **12** erstreckende Stege ausgeführt. Die Wandstärke

und das Material des Hüllrohrs sind so ausgelegt, dass ein optimaler Wärmedurchgang und gute Wärmeübertragung an das das Hüllrohr **44** umgebende Kühlmittel gewährleistet ist. Wie in Fig. 2 angedeutet, kann die mit einer vergleichsweise großen Axiallänge ausgeführte Heizung über radiale Stützstege **50** an der Innenumfangswandung des Hüllrohrs **44** abgestützt sein, sodass die Geometrie des Ringspalts **46** auch bei mechanischen Belastungen aufrechterhalten bleibt.

**[0048]** Wie eingangs erläutert, muss die Heizung **14** nicht notwendigerweise ständig vom Bordnetz mit Spannung versorgt werden. Es reicht aus, wenn beispielsweise bei der Rekuperation die umgewandelte Bremsenergie neben der Stromversorgung der sonstigen Verbraucher zum Betrieb der Heizung **14** verwendet wird. Nimmt man beispielsweise an, dass ein 1600 kg schweres Auto mit einer Geschwindigkeit von 50 km/h fährt oder „segelt“ und abgebremst wird und sich dabei die Geschwindigkeit innerhalb von fünf Sekunden auf 0 reduziert und der Bremsweg etwa 35 m beträgt, so errechnet sich eine Bremsenergie von etwa 150 kJ – die Bremsleistung beträgt ca. 30 kW.

**[0049]** Diese erhebliche Energiemenge reicht aus, um den Wärmespeicher **12** aufzuladen, d.h. das darin aufgenommene Kühlmittel auf die vorgesehene Temperatur im Bereich von 120–130 °C zu erhitzen. Nimmt man beispielsweise die Motormasse mit etwa 30 kg an und geht von einer Starttemperatur von –20°C (Winter) aus, so muss zum Erwärmen des Motors auf eine Temperatur von +50°C eine Energie in Höhe von etwa 2100 kJ zugeführt werden. Nimmt man an, dass diese Erwärmungszeit beim Kaltstart etwa 60 Sekunden betragen darf, so entspricht dies einer Leistung von 35 kW. D.h., die vergleichsweise hohe Leistung von 35 kW muss in einer verhältnismäßig kurzen Zeit von 60 Sekunden an die Motormasse übertragen werden – durch die Verwendung von vorgeheiztem oder gar überhitztem Kühlmittel bei einer Temperatur im Bereich von 100–120 °C aus dem erfindungsgemäßen Wärmespeicher ist eine derart schnelle Erwärmung des Kühlwassers durchaus möglich, indem das kalte Kühlwasser des Kühlmittelkreislaufs mit dem im Wärmespeicher **12** vorhandenen aufgeheizten Kühlmittel vermischt oder durch dieses ersetzt wird. Ein Problem besteht darin, dass die beim Bremsen frei werdende Bremsenergie nur während des sehr kurzen Bremsvorgangs genutzt werden kann, sodass in dieser Zeit der Speicher aufgeladen werden muss – das Entladen kann, wie vorstehend erläutert, über einen deutlich längeren Zeitraum erfolgen.

**[0050]** Fig. 4 zeigt die Temperaturverläufe an der Heizung **14** und des Kühlmittels in Abhängigkeit von der Zeit während eines Bremsvorgangs. Die oben liegende, einen ausgeprägten Peak zeigende Linie zeigt den Temperaturverlauf der Heizung. Man er-

kennt, dass während des Bremsvorgangs die Heizung **14** über den Generator **15** mit Energie versorgt wird und somit die Heiztemperatur in sehr kurzer Zeit, beispielsweise innerhalb von 10 Sekunden von einer Ausgangstemperatur (Temperatur des nahezu entladenen Wärmespeichers **12**) auf 600°C erwärmt wird. Nach dieser Zeit ist der Bremsvorgang beendet. Das Hüllrohr **44** wird dann überwiegend durch Wärmestrahlung durch den Ringraum **46** hindurch erwärmt und gibt dann seinerseits seine Wärme durch Wärmeleitung und Konvektion (und auch einen geringen Wärmestrahlungsanteil) an das im Aufnahmeraum **36** aufgenommene Kühlmittel ab. Zu Beginn dieser Wärmeübertragung liegt innerhalb des Ringraums **46** eine sehr hohe Wärmestrahlung vor, die mit der Zeit kontinuierlich abklingt, jedoch auch im Bereich von 300–400 °C aufgrund der dort vorliegenden Infrarotstrahlung ausreicht, um das Hüllrohr **44** zu erwärmen.

**[0051]** Wie in Fig. 4 mit der flachen Kurve angedeutet, wird das Kühlmittel im Aufnahmeraum **36** über Konvektion und Wärmeleitung über das Hüllrohr **44** auf die Speichertemperatur im Bereich von 120–130 °C erwärmt, wobei die über die Rekuperation der Bremsenergie von einem oder mehreren Bremsvorgängen eingebrachte Energie ausreicht, um den gesamten Inhalt des Wärmespeichers auf seine Speichertemperatur aufzuladen. Nach dem Abklingen der Heizungstemperatur auf diese Speichertemperatur (120–130 °C) ist somit der Wärmespeicher **12** aufgeladen, sodass eine zusätzliche Erwärmung und Ansteuerung der Heizung nur noch zum Ausgleich der Wärmeverluste erforderlich ist. Wie erwähnt, kann die Heizung **14** auch mit einem externen Anschluss ausgeführt sein, um die Heizung bei einem längerem Außerbetriebnehmen des Verbrennungsmotors beispielsweise in der Garage zu betätigen, um den Wärmespeicher vor einem Kaltstart aufzuladen. Durch die beschriebene thermodynamisch optimierte Prozessführung kann beispielsweise Bremsenergie effektiv in elektrische Energie zum Aufladen des Wärmespeichers **12** umgesetzt werden, wobei die Wärmeabgabe an das im Wärmespeicher **12** aufgenommene Kühlmittel mit hinreichender Geschwindigkeit erfolgt, dabei jedoch gewährleistet ist, dass keine örtliche Überhitzung mit einer Schädigung des Kühlmittels oder mit einem Entstehen von Dampfblasen auftritt.

**[0052]** Überschlägige Berechnungen der Erfinder zeigen, dass zur Erwärmung eines Motorblocks mit einer Masse von etwa 30 kg ein Wärmespeicher mit einem Fassungsvermögen von etwa 8 kg ausreicht – d.h. der Wärmespeicher lässt sich äußerst kompakt ausbilden und benötigt innerhalb des Motorraums nur einen geringen Bauraum, wobei die Montage je nach Anforderungsprofil stehend, liegend oder in einer sonstigen Orientierung erfolgen kann. Vergleichsrechnungen zeigten auch, dass die Energieabgabe des erfindungsgemäßen Wärmespeichers mit Kühl-

mittel als Speichermedium nur unwesentlich geringer als die Energieabgabe bei einem Latentwärmespeicher ist, wenn, wie bei einem Kaltstart, die Differenz aus Ladetemperatur und Entladetemperatur vergleichsweise groß ist. Dabei ist noch zugunsten des erfindungsgemäßen Wärmespeichers zu berücksichtigen, dass diese Energieabgabe in deutlich kürzerer Zeit erfolgen kann und der vorrichtungstechnische Aufwand geringer als bei Latentwärmespeichern ist.

**[0053]** Offenbart ist ein Wärmespeicher zum Aufnehmen eines zu temperierenden Mediums, beispielsweise eines Kühlmittels eines Kühlmittelkreislaufs, wobei eine Heizung des Wärmespeichers als Strahler ausgeführt ist.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Kühlmittelkreislauf
<b>2</b>	Verbrennungsmotor
<b>4</b>	Wärmetauscher
<b>6</b>	Kühler
<b>8</b>	Umgehungsleitung
<b>10</b>	Umgehungsventil
<b>12</b>	Wärmespeicher
<b>14</b>	Heizung
<b>15</b>	Generator
<b>16</b>	Kühlmittelpumpe
<b>18</b>	Bypassleitung
<b>20</b>	Bypass-Ventilanordnung
<b>22</b>	Umlaufpumpe
<b>24</b>	Umlaufleitung
<b>26</b>	Ausgang
<b>28</b>	Eingang
<b>30</b>	Zylindermantel
<b>32</b>	Stirnflansch
<b>34</b>	Stirnflansch
<b>36</b>	Aufnahmeraum
<b>37</b>	Isolation
<b>38</b>	Heizdraht
<b>39</b>	Mantelrohr
<b>40</b>	Stromzuführung
<b>41</b>	Magnesiumoxid
<b>42</b>	Masseanschluss
<b>44</b>	Hüllrohr
<b>46</b>	Ringraum
<b>48</b>	Rippe / Wärmetauscherfläche
<b>50</b>	Stützsteg

**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**

- EP 0350528 B1 [0002]
- DE 4235883 A1 [0003]
- EP 0214517 A2 [0003]
- EP 0791497 A2 [0005, 0014]
- DE 102008015283 B3 [0006]
- DE 10344018 A1 [0007]

**Patentansprüche**

1. Wärmespeicher zum Aufnehmen eines Mediums, beispielsweise eines Kühlmittels eines Kühlmittelkreislaufs, mit einem Aufnahmeraum (36) für das Medium und mit einer Heizung (14) zur Erwärmung des Mediums auf eine Speichertemperatur, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Heizung (14) in den Aufnahmeraum (36) eintaucht oder diesen umgibt und als Wärmestrahler ausgeführt ist, sodass deren Wärmeabgabe im Wesentlichen durch Wärmestrahlung erfolgt.

2. Wärmespeicher nach Patentanspruch 1, wobei die Heizung (14) von einem Hüllrohr (44) im Abstand umgeben ist, sodass sich ein Ringraum (46) bildet, über den Wärmestrahlung von der Heizung (14) auf das Hüllrohr (44) übertragbar ist.

3. Wärmespeicher nach Patentanspruch 1 oder 2, wobei das Hüllrohr (44) mit Wärmeaustauschflächen (48) zur Wärmeübertragung auf das umgebende Medium ausgebildet ist.

4. Wärmespeicher nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die Heizung (14) ein Rohrheizkörper ist.

5. Wärmespeicher nach einem der Patentansprüche 2 bis 4, wobei das Hüllrohr (44) metallisch ausgebildet ist.

6. Wärmespeicher nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der Aufnahmeraum (36) von einem Zylindermantel (30) umgeben ist, der mit einer Isolation (37) versehen ist und dem ein Einlass und ein Auslass zugeordnet sind.

7. Wärmespeicher nach Patentanspruch 6, wobei die Heizung (14) coaxial zum Zylindermantel (30) ausgeführt ist, wobei Eingang und Ausgang stirnseitig ausgeführt sind.

8. Wärmespeicher nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die Temperatur der Heizung (14) um den Faktor 4 höher als die Speichertemperatur ist.

9. Wärmespeicher nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, mit einer Umwälzeinrichtung zum Umwälzen/Vermischen des Mediums im Aufnahmeraum (36).

10. Wärmespeicher nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei das Durchmesser Verhältnis von Hüllrohr (44) und Heizung (12) größer 1.2 ist.

11. Wärmespeicher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Aufnahmeraum (36) thermisch mittels einer Isolation (37) isoliert ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

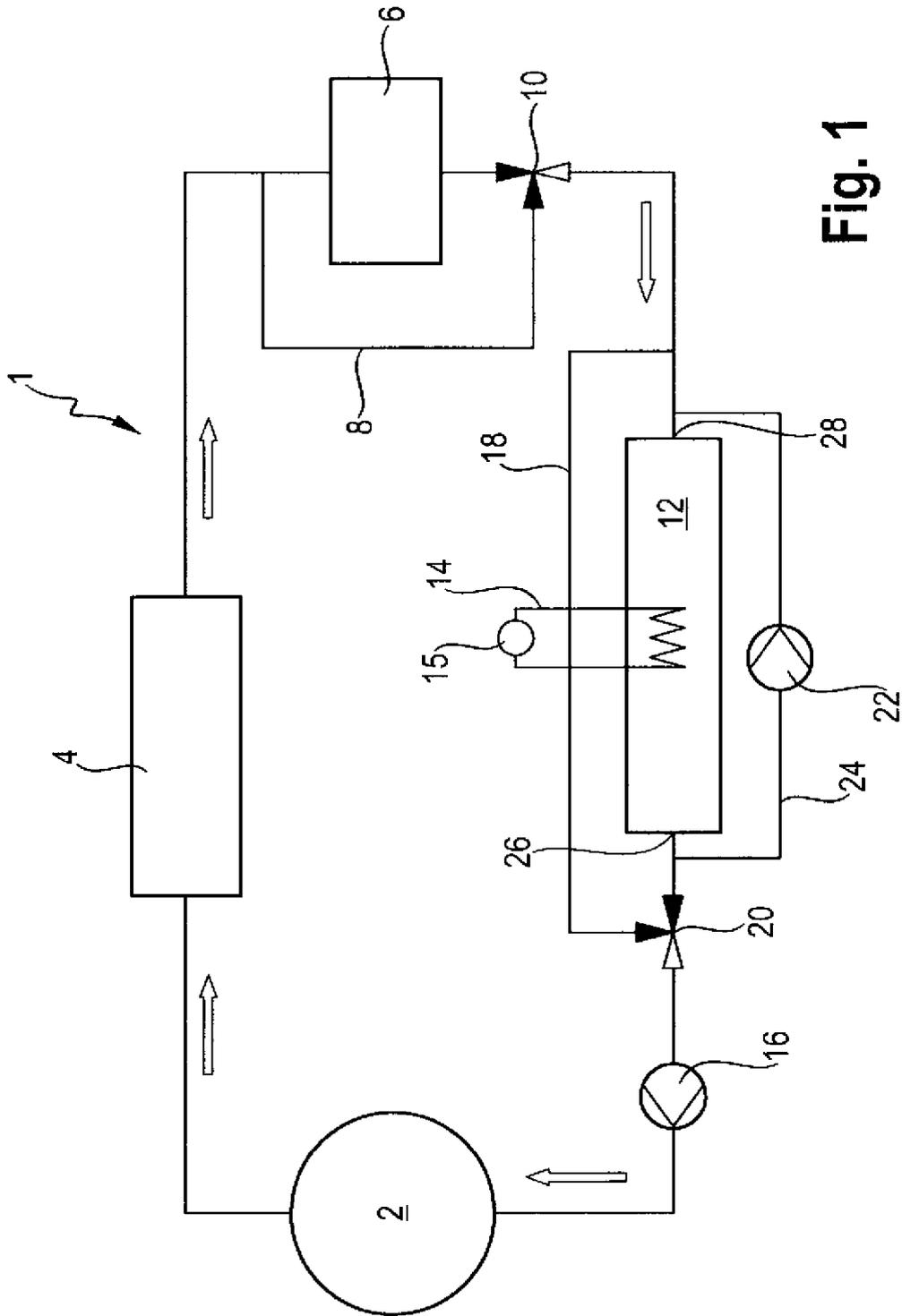


Fig. 1

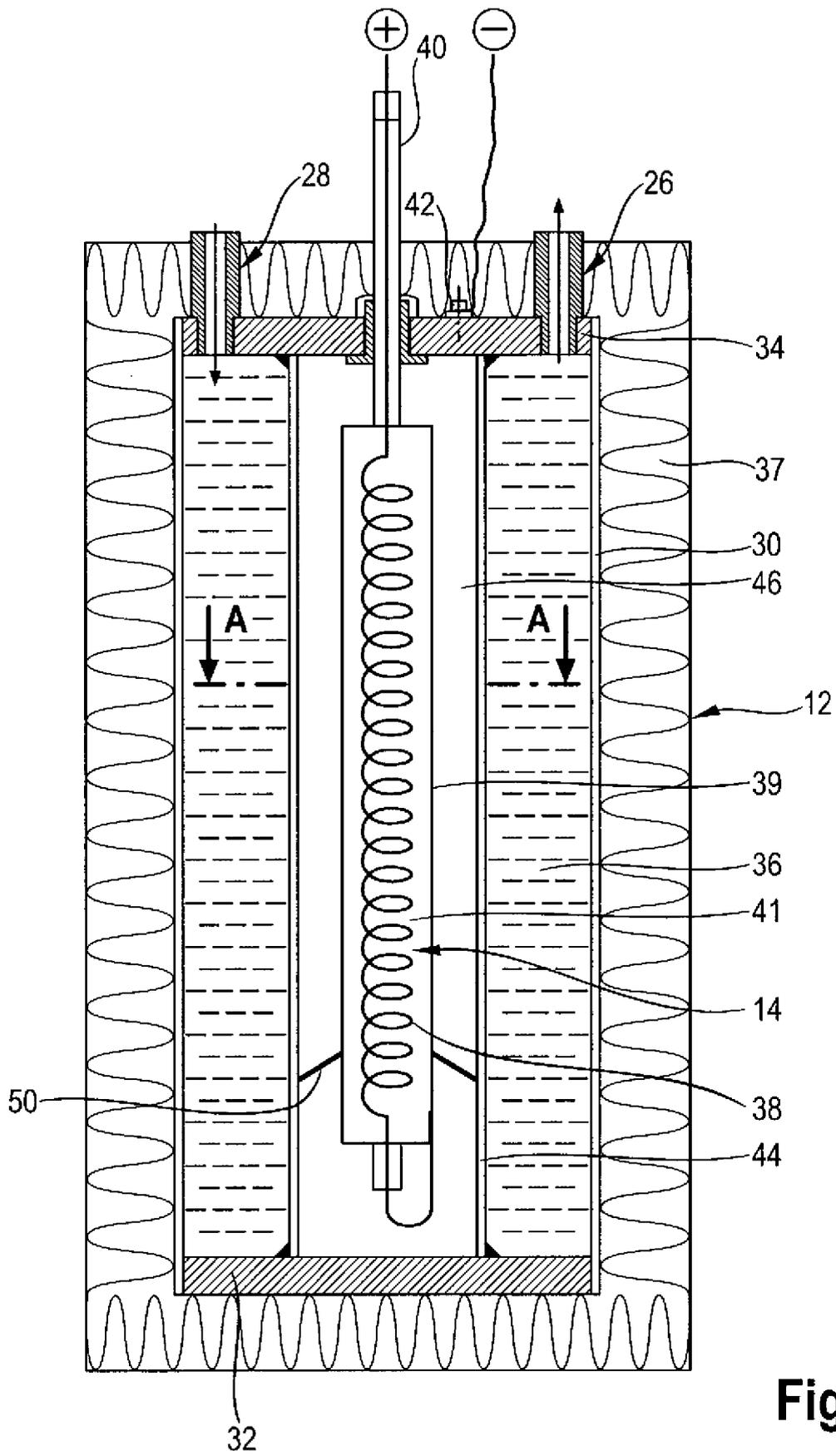
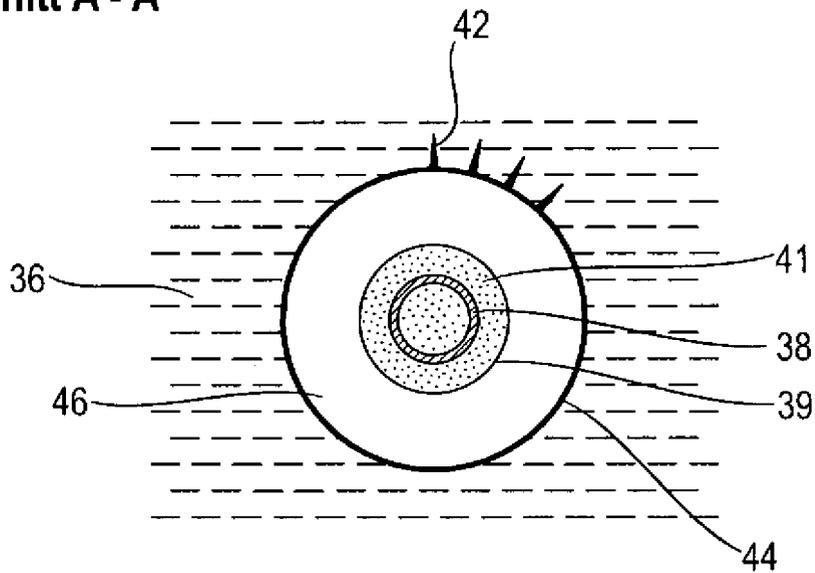


Fig. 2

**Fig. 3**  
Schnitt A - A



**Fig. 4**

