



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **708 711 A1**

(51) Int. Cl.: **B65D 81/38** (2006.01)
F28D 20/02 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 01734/13

(71) Anmelder:
REP IP AG, Artherstrasse 34
6300 Zug (CH)

(22) Anmeldedatum: 10.10.2013

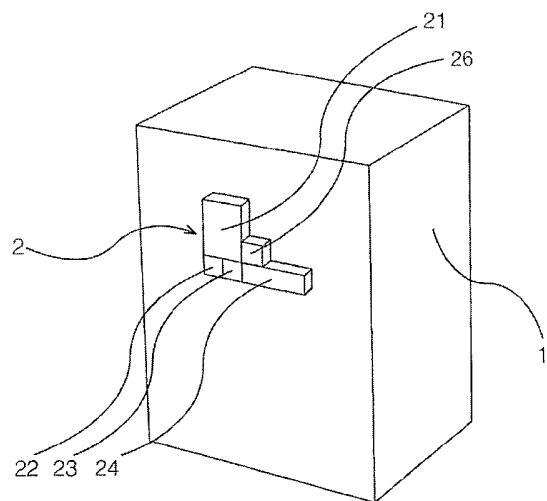
(72) Erfinder:
Nico Ros, 4052 Basel (CH)

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.04.2015

(74) Vertreter:
BOHEST AG, Holbeinstrasse 36-38
4051 Basel (CH)

(54) **Isolationszeitbestimmungsvorrichtung für einen Wärmeisulationsbehälter.**

(57) Eine erfindungsgemässe Isolationszeitbestimmungsvorrichtung (2) für einen Wärmeisulationsbehälter (1) mit einem Latentwärmespeicher umfasst eine Energieberechnungseinrichtung (22) zur Berechnung der im Latentwärmespeicher gespeicherten thermischen Energie aus mindestens einem Zustandsparameter des Wärmeisulationsbehälters (1) oder dessen Innenraums sowie eine Anzeigeeinrichtung (21) zum Anzeigen der berechneten gespeicherten thermischen Energie oder einer damit korrelierten Grösse. Eine anzeigbare Grösse kann beispielsweise die mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehene maximale Isolationszeit des Wärmeisulationsbehälters (1) für ein bestimmtes Aussentemperatur-Szenario sein.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Isolationszeitbestimmungsvorrichtung für einen Wärmeisoliationsbehälter mit einem Latentwärmespeicher und ein Verfahren zur Bestimmung einer mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehenen maximalen Isolationszeit eines Wärmeisoliationsbehälters mit einem Latentwärmespeicher.

[0002] Insbesondere für den Transport temperatursensibler Waren, wie z. B. Medikamenten, werden heutzutage Wärmeisoliationsbehälter eingesetzt, die nach Einlagerung der Waren geschlossen in Flugzeugen, Fahrzeugen und/oder Schiffen transportiert werden, wobei die Wärmeisoliationsbehälter immer wieder umgelagert werden. Um die Temperatur im Innenraum des Wärmeisoliationsbehälters in einem bestimmten Temperaturbereich zu halten, gibt es aktive und passive Systeme.

[0003] Unter aktiven Systemen werden einerseits Systeme verstanden, welche mittels mechanischen Kühlaggregaten die Temperatur kontrollieren. Andererseits werden auch solche Systeme als aktiv bezeichnet, welche unter Einsatz von Peltier-Elementen mittels elektrischen Stroms direkt Temperaturdifferenzen erzeugen, durch welche der Innenraum des Wärmeisoliationsbehälters in einem bestimmten Temperaturbereich gehalten werden kann. Ein Nachteil aktiver Systeme ist, dass sie elektrischen Strom für ihren Betrieb benötigen.

[0004] Bei einem bekannten passiven System, wie es beispielsweise in der WO 2012 142 639 A1 beschrieben ist, wird der physikalische Effekt des Phasenübergangs eines Materials benutzt, um die Temperatur in einem bestimmten Bereich zu halten. Beim Phasenübergang zwischen den Aggregatzuständen «flüssig» und «fest» eines sogenannten Phasenwechselmaterials («Phase Change Material», PCM), der innerhalb eines bestimmten Temperaturbereichs abläuft, wird vom Phasenwechselmaterial beim Phasenübergang von fest zu flüssig deutlich mehr Energie aufgenommen bzw. beim Phasenübergang von flüssig zu fest abgegeben als in einem gleich grossen Temperaturbereich ausserhalb des Phasenübergangs. Bei Phasenwechselmaterialien ist allgemein die latente Schmelzwärme, Lösungswärme oder Absorptionswärme wesentlich grösser als die Wärme, die sie aufgrund ihrer normalen spezifischen Wärmekapazität (ohne den Phasenumwandlungseffekt) speichern können.

[0005] Die WO 2012 142 639 A1 offenbart einen Wärmeisoliationsbehälter mit einem Latentwärmespeicher, der ein geeignetes Phasenwechselmaterial umfasst, das in Hohlräumen der Behälterwandung um den Behälterinnenraum herum angeordnet ist. Der Latentwärmespeicher absorbiert bei Erwärmung die zugeführte Energie durch den fest-flüssig-Phasenübergang und stellt bei Abkühlung entzogene Energie durch den flüssig-fest-Phasenübergang bereit.

[0006] Ein Latentwärmespeicher ist allgemein eine Einrichtung, die thermische Energie verborgen, verlustarm, mit vielen Wiederholzyklen und über lange Zeit speichern kann. Latentwärmespeicher funktionieren durch die Ausnutzung der Enthalpie thermodynamischer Zustandsänderungen eines Speichermediums. Das dabei am häufigsten genutzte Prinzip ist die Ausnutzung des Phasenübergangs fest-flüssig und umgekehrt.

[0007] Beim Transport von temperatursensibler Ware in einem Wärmeisoliationsbehälter ist es wichtig zu wissen, wie lange die Temperatur der Ware im Wärmeisoliationsbehälter in Abhängigkeit von der Aussentemperatur im zulässigen Bereich gehalten werden kann. Dieses Wissen ermöglicht es, den Transport hinsichtlich der Route, der Dauer, der Verkehrsmittel und allfälliger Zwischenlagerung, also verschiedenen Aussentemperatur-Szenarien, optimal zu planen.

[0008] Bisher wird die maximale Isolationszeit von Wärmeisoliationsbehältern mit einem Latentwärmespeicher durch Validierungstests bestimmt. Bei einem Validierungstest wird für ein bestimmtes Aussentemperatur-Profil gemessen, wie lange der zulässige Temperaturbereich gehalten werden kann. Hierzu werden zum Beispiel Temperaturprofile der International Safe Transit Association (ista) verwendet. Oftmals werden auch die Temperaturen bei realen Transporten von Waren auf einer Route gemessen, um die äusseren Einflüsse des Transports zu berücksichtigen.

[0009] Sowohl die Validierung mittels Standard-Aussentemperatur-Profilen als auch die Messung von realen Transporten haben aber den Nachteil, dass sie das Verhalten des Systems mit nur einem oder wenigen Aussentemperatur-Szenarien abbilden. Das Verhalten des Systems bei abweichenden Szenarien kann lediglich basierend auf den vorliegenden Testergebnissen inter- oder extrapoliert werden. Da jeder reale Transport aber einem anderen Temperaturverlauf ausgesetzt ist, sind solche Tests zur Vorbereitung des Transports aus den genannten Gründen nur bedingt geeignet. Darüber hinaus sind die genannten Tests lediglich dafür geeignet, ein «bestanden/nicht bestanden»-Ergebnis zu liefern, und erlauben keine weitergehende Beurteilung, wie gut der Test bestanden wurde, also wie viel Sicherheitsreserve bei einem Transport vorhanden wäre, geschweige denn wie diese erhöht werden könnte.

[0010] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein verlässliches und universell anwendbares System zur Bestimmung einer mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehenen maximalen Isolationszeit eines Wärmeisoliationsbehälters mit einem Latentwärmespeicher zu schaffen.

[0011] Diese Aufgabe wird durch die erfindungsgemässe Isolationszeitbestimmungsvorrichtung gemäss dem unabhängigen Patentanspruch 1 und das erfindungsgemässe Verfahren zur Bestimmung einer mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehenen maximalen Isolationszeit gemäss dem unabhängigen Patentanspruch 8 gelöst. Bevorzugte Ausführungsvarianten ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen.

[0012] Eine erfindungsgemässe Isolationszeitbestimmungsvorrichtung für einen Wärmeisoliationsbehälter mit einem Latentwärmespeicher umfasst:

- eine Energieberechnungseinrichtung zur Berechnung der im Latentwärmespeicher gespeicherten thermischen Energie aus mindestens einem Zustandsparameter des Wärmeisolationsbehälters oder dessen Innenraums, und
- eine Anzeigeeinrichtung zum Anzeigen der berechneten gespeicherten thermischen Energie oder einer damit korrelierten Grösse.

[0013] Wie lange die Temperatur im Innenraum des Wärmeisolationsbehälters bei einem gegebenen Aussentemperaturverlauf im zulässigen Bereich gehalten werden kann, hängt unter anderem von der im Latentwärmespeicher gespeicherten thermischen Energie ab. Für die Bestimmung der maximalen Isolationszeit ist daher die Bestimmung der im Latentwärmespeicher gespeicherten thermischen Energie aus mindestens einem Zustandsparameter des Wärmeisolationsbehälters oder dessen Innenraums wesentlich. Dies erfolgt erfindungsgemäss mittels der Energieberechnungseinrichtung zur Berechnung der im Latentwärmespeicher gespeicherten thermischen Energie aus mindestens einem Zustandsparameter des Wärmeisolationsbehälters oder dessen Innenraums. Mittels der Anzeigeeinrichtung zum Anzeigen der berechneten gespeicherten thermischen Energie oder einer damit korrelierten Grösse kann dann diese Energie oder eine damit korrelierte Grösse angezeigt werden.

[0014] Eine mit der berechneten gespeicherten thermischen Energie korrelierte Grösse ist beispielsweise die Temperatur des Phasenwechselmaterials des Latentwärmespeichers. Der Phasenübergang des Phasenwechselmaterials erfolgt nämlich nicht plötzlich und vollständig bei einer Temperatur T_{phase} , sondern in einem Temperaturbereich $[T_{\text{fest}}, T_{\text{flüssig}}]$, wobei der Aggregatzustand des Phasenwechselmaterials unter der Temperatur T_{fest} fest und über der Temperatur $T_{\text{flüssig}}$ flüssig ist und die Speicherung von Energie im Phasenübergang temperaturabhängig ist. Anhand der Temperatur lässt sich bestimmen, welcher Anteil des Phasenübergangs stattgefunden hat, also wie viel gespeicherte thermische Energie vorhanden ist, und umgekehrt. Somit sind die gespeicherte thermische Energie und die Temperatur des Phasenwechselmaterials eindeutig korreliert.

[0015] Eine weitere mit der berechneten gespeicherten thermischen Energie korrelierte Grösse ist beispielsweise die maximale Isolationszeit, wenn der Aussentemperaturverlauf bekannt ist. Bei gegebenem Aussentemperaturverlauf zeigt daher die Anzeigeeinrichtung vorteilhafterweise zusätzlich zur gespeicherten thermischen Energie oder auch ohne diese die maximale Isolationszeit oder eine mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehene maximale Isolationszeit an. Der Aussentemperaturverlauf muss hierzu natürlich vorgängig in der Isolationszeitbestimmungsvorrichtung definiert werden, was beispielsweise durch Eingabe über eine Eingabeeinrichtung erfolgen kann.

[0016] Vorzugsweise weist die Isolationszeitbestimmungsvorrichtung eine Isolationszeitberechnungseinrichtung auf, mit welcher aus der berechneten gespeicherten thermischen Energie oder einer damit korrelierten Grösse und aus einem vorgegebenen Aussentemperaturverlauf ausserhalb des Wärmeisolationsbehälters eine mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehene maximale Isolationszeit des Wärmeisolationsbehälters berechenbar ist, innerhalb welcher im Innenraum des Wärmeisolationsbehälters ein vorgegebener Temperaturbereich weder unterschritten noch überschritten wird.

[0017] Das Versehen der maximalen Isolationszeit mit einem Sicherheitskorrekturfaktor ermöglicht das Einhalten des vorgegebenen Temperaturbereichs in der Praxis, wo die einzelnen Parameter und Variablen gar nicht genau bestimmt werden können. Damit können auch Inhomogenitäten des Wärmeisolationsbehälters oder in der Temperaturverteilung um den Wärmeisolationsbehälter herum oder im Innenraum des Wärmeisolationsbehälters aufgefangen werden.

[0018] Die Isolationszeitberechnungseinrichtung und die Energieberechnungseinrichtung können physisch durch dieselbe Einrichtung realisiert sein, beispielsweise einen Prozessor eines Computers.

[0019] Bei einer bevorzugten Ausführungsvariante ist der mindestens eine Zustandsparameter des Wärmeisolationsbehälters oder dessen Innenraums, aus der die im Latentwärmespeicher gespeicherte thermische Energie berechnet wird, mindestens eine Temperatur im Innenraum des Wärmeisolationsbehälters.

[0020] Wie bereits weiter oben dargelegt, sind die gespeicherte thermische Energie und die Temperatur des Phasenwechselmaterials eindeutig korreliert. Die Temperatur im Innenraum des Wärmeisolationsbehälters entspricht ungefähr der Temperatur des Phasenwechselmaterials, wobei aber normalerweise im Innenraum die Temperatur nicht überall genau gleich gross ist, sondern sich eine Temperaturverteilung ergibt. Zur Berechnung der im Latentwärmespeicher gespeicherten thermischen Energie werden daher vorzugsweise mehrere Temperaturen aus verschiedenen Bereichen des Innenraums des Wärmeisolationsbehälters verwendet oder es wird diejenige Temperatur verwendet, die für die Berechnung der maximalen Isolationszeit am ungünstigsten ist, um auf der sicheren Seite zu sein.

[0021] Zur Bestimmung der mindestens einen Temperatur im Innenraum des Wärmeisolationsbehälters weist die Isolationszeitbestimmungsvorrichtung mit Vorteil mindestens einen Temperatursensor auf. Dies ermöglicht die Ermittlung mindestens einer realen Temperatur im Innenraum des Wärmeisolationsbehälters.

[0022] Alternativ können auch eine oder mehrere fiktive Temperaturen für den Innenraum des Wärmeisolationsbehälters in die Isolationszeitbestimmungsvorrichtung eingegeben werden, beispielsweise über eine Eingabeeinrichtung. Auf diese Weise können die gespeicherte thermische Energie und allenfalls auch die mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehene maximale Isolationszeit eines Wärmeisolationsbehälters theoretisch berechnet werden. Dies ermöglicht es, den Transport des Wärmeisolationsbehälters hinsichtlich der Route, der Dauer, der Verkehrsmittel und allfälliger Zwischenlagerung, also verschiedenen Aussentemperatur-Szenarien, optimal zu planen. Die erfindungsgemässe Isolationszeitbestimmungsvorrichtung kann so als Transportplaner eingesetzt werden.

[0023] Bei einer alternativen Ausführungsvariante weist die erfindungsgemässe Isolationszeitbestimmungsvorrichtung eine Einrichtung zur Bestimmung des elektrischen Widerstands des Phasenwechselmaterials als Zustandsparameter des Wärmeisolationsbehälters auf. Im festen Zustand hat das Phasenwechselmaterial einen anderen elektrischen Widerstand als im flüssigen. Daher kann über den elektrischen Widerstand bestimmt werden, wie viel Phasenwechselmaterial sich in welchem Aggregatzustand befindet, also wie viel gespeicherte thermische Energie vorhanden ist.

[0024] Bei einer weiteren alternativen Ausführungsvariante weist die erfindungsgemässe Isolationszeitbestimmungsvorrichtung eine Einrichtung zur Bestimmung der optischen Dichte des Phasenwechselmaterials als Zustandsparameter des Wärmeisolationsbehälters auf. Die optische Dichte des Phasenwechselmaterials verändert sich beim Phasenübergang, so dass über sie bestimmt werden kann, wie viel Phasenwechselmaterial sich in welchem Aggregatzustand befindet, also wie viel gespeicherte thermische Energie vorhanden ist.

[0025] Die erfindungsgemässe Isolationszeitberechnungseinrichtung kann als dedizierte Isolationszeitberechnungseinrichtung ausgebildet sein oder z. B. über einen auch andersartig verwendbaren Computer realisiert sein, der mit einer entsprechenden Software versehen ist oder beispielsweise über das Internet auf eine entsprechende Software Zugriff hat, wobei dieser Computer mit Zusatzeinrichtungen, wie z. B. mit Temperatursensoren, in Verbindung stehen kann.

[0026] Bei einer vorteilhaften Ausführungsvariante der erfindungsgemässen Isolationszeitbestimmungsvorrichtung ist die Anzeigeeinrichtung am Wärmeisolationsbehälter angeordnet. Auf diese Weise kann eine Art Ladezustandsanzeige des Latentwärmespeichers des Wärmeisolationsbehälters realisiert werden.

[0027] Am Wärmeisolationsbehälter können auch weitere Teile der Isolationszeitbestimmungsvorrichtung angeordnet sein, die es ermöglichen, mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehene maximale Isolationszeiten des Wärmeisolationsbehälters für verschiedene Szenarien direkt am Wärmeisolationsbehälter zu berechnen und anzuzeigen.

[0028] Allgemein ist eine wichtige mögliche Anwendung der erfindungsgemässen Isolationszeitbestimmungsvorrichtung der Einsatz als Transportplaner.

[0029] Bei einem erfindungsgemässen Verfahren zur Bestimmung einer mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehenen maximalen Isolationszeit eines Wärmeisolationsbehälters mit einem Latentwärmespeicher wird aus mindestens einem Zustandsparameter des Wärmeisolationsbehälters oder dessen Innenraums die im Latentwärmespeicher gespeicherte thermische Energie berechnet. Dann wird aus dieser berechneten gespeicherten thermischen Energie und aus einem vorgegebenen Aussentemperaturverlauf ausserhalb des Wärmeisolationsbehälters die mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehene maximale Isolationszeit des Wärmeisolationsbehälters berechnet, innerhalb welcher im Innenraum des Wärmeisolationsbehälters ein vorgegebener Temperaturbereich weder unterschritten noch überschritten wird.

[0030] Wie bereits oben im Zusammenhang mit der Isolationszeitbestimmungsvorrichtung erläutert, ermöglicht das erfindungsgemässe Verfahren das Einhalten des vorgegebenen Temperaturbereichs in der Praxis und die optimale Planung des Transports des Wärmeisolationsbehälters hinsichtlich der Route, der Dauer, der Verkehrsmittel und allfälliger Zwischenlagerung, also verschiedenen Aussentemperatur-Szenarien.

[0031] Bei bevorzugten Ausführungsvarianten des erfindungsgemässen Verfahrens ist der mindestens eine Zustandsparameter mindestens eine Temperatur im Innenraum des Wärmeisolationsbehälters oder der elektrische Widerstand oder die optische Dichte eines Phasenwechselmaterials des Latentwärmespeichers. Vorzugsweise werden mehrere Temperaturen aus verschiedenen Bereichen des Innenraums des Wärmeisolationsbehälters als Zustandsparameter verwendet oder es wird diejenige Temperatur verwendet, die für die Berechnung der maximalen Isolationszeit am ungünstigsten ist, um auf der sicheren Seite zu sein.

[0032] Mit Vorteil wird die Berechnung der mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehenen maximalen Isolationszeit des Wärmeisolationsbehälters aus der gespeicherten thermischen Energie und aus einem vorgegebenen Aussentemperaturverlauf ausserhalb des Wärmeisolationsbehälters durch vorgängige Vergleichsmessungen mit dem Wärmeisolationsbehälter kalibriert. Diese Kalibration ermöglicht die Anpassung der Berechnung an den realen Wärmeisolationsbehälter und somit eine genauere Berechnung mit einer geringeren Sicherheitsmarge.

[0033] Vorzugsweise wird zur Berechnung der mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehenen maximalen Isolationszeit des Wärmeisolationsbehälters die kleinste Zahl n berechnet, ab welcher

$$E_{t_0} + \sum_{i=1}^n \Delta E_i (\Delta T_i \cdot \gamma + (\Delta T_i), \Delta t_i \cdot \gamma (\Delta t_i), \Omega \cdot \gamma (\Omega)) > E_{\max} \cdot \gamma (E_{\max})$$

erreicht wird, und durch $t_{\max+} = \sum_{i=1}^n \Delta t_i$ wird eine mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehene maximale Isolationszeit des Wärmeisolationsbehälters $t_{\max+}$ berechnet, innerhalb welcher im Innenraum des Wärmeisolationsbehälters eine wählbare maximal zulässige Temperatur T_{\max} nicht überschritten wird, wobei:

E_{t_0} : gespeicherte thermische Energie zum Anfangszeitpunkt t_0 ;

E_{\max} : maximal zulässige gespeicherte thermische Energie, welche einer wählbaren maximal zulässigen Temperatur T_{\max} entspricht;

$\Delta t_i = t_i - t_{i-1}$;

t_i : Zeitpunkt i nach Anfangszeitpunkt t_0 ;

$\Delta T_i = T_{\text{ex}i} - T_{\text{in}i}$: Temperaturdifferenz zwischen Aussentemperatur $T_{\text{ex}i}$ und Innentemperatur $T_{\text{in}i}$ des Wärmeisulationsbehälters im Zeitintervall Δt_i ,

wobei bei unterschiedlichen Aussentemperaturen $T_{\text{ex}i}$ um den Wärmeisulationsbehälter herum und/oder unterschiedlichen Innentemperaturen $T_{\text{in}i}$ innerhalb des Wärmeisulationsbehälters im Zeitintervall Δt_i jeweils eine Aussentemperatur $T_{\text{ex}i}$ und eine Innentemperatur $T_{\text{in}i}$ gewählt wird;

Ω : Energiefluss vom Innenraum des Wärmeisulationsbehälters nach draussen oder umgekehrt pro Kelvin und Sekunde; $\Delta E_i(\Delta T_i \cdot \gamma + (\Delta T_i), \Delta t_i \cdot \gamma(\Delta t_i), \Omega \cdot \gamma(\Omega))$: Differenz der gespeicherten thermischen Energien zu den Zeitpunkten t_i und t_{i-1} in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz ΔT_i und dem Energiefluss pro Kelvin und Sekunde Ω ;

$\gamma + (\Delta T_i) \geq 1$ für positive ΔT_i und $\gamma + (\Delta T_i) \leq 1$ für negative ΔT_i ;

Sicherheitskorrekturfaktor für ΔT_i ;

$\gamma(\Delta t_i) \geq 1$: Sicherheitskorrekturfaktor für Δt_i ;

$\gamma(\Omega) \geq 1$: Sicherheitskorrekturfaktor für Ω ;

$\gamma(E_{\text{max}}) \leq 1$: Sicherheitskorrekturfaktor für E_{max} .

[0034] Bevorzugt wird zur Berechnung der mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehenen maximalen Isolationszeit des Wärmeisulationsbehälters die kleinste Zahl m berechnet wird, ab welcher

$$E_{t_0} + \sum_{i=1}^m \Delta E_i(\Delta T_i \cdot \gamma_-(\Delta T_i), \Delta t_i \cdot \gamma(\Delta t_i), \Omega \cdot \gamma(\Omega)) < E_{\text{min}} \cdot \gamma(E_{\text{min}})$$

erreicht wird, und durch $t_{\text{max-}} = \sum_{i=1}^m \Delta t_i$ wird eine mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehene maximale Isolationszeit des Wärmeisulationsbehälters $t_{\text{max-}}$ berechnet, innerhalb welcher im Innenraum des Wärmeisulationsbehälters eine wählbare minimal zulässige Temperatur T_{min} nicht unterschritten wird, wobei:

E_{t_0} : gespeicherte thermische Energie zum Anfangszeitpunkt t_0 ;

E_{min} : minimal zulässige gespeicherte thermische Energie, welche einer wählbaren minimal zulässigen Temperatur T_{min} entspricht;

$\Delta t_i = t_i - t_{i-1}$;

t_i : Zeitpunkt i nach Anfangszeitpunkt t_0 ;

$\Delta T_i = T_{\text{ex}i} - T_{\text{in}i}$: Temperaturdifferenz zwischen Aussentemperatur $T_{\text{ex}i}$ und Innentemperatur $T_{\text{in}i}$ des Wärmeisulationsbehälters im Zeitintervall Δt_i , wobei bei unterschiedlichen Aussentemperaturen $T_{\text{ex}i}$ um den Wärmeisulationsbehälter herum und/oder unterschiedlichen Innentemperaturen $T_{\text{in}i}$ innerhalb des Wärmeisulationsbehälters im Zeitintervall Δt_i jeweils eine Aussentemperatur $T_{\text{ex}i}$ und eine Innentemperatur $T_{\text{in}i}$ gewählt wird;

Ω : Energiefluss vom Innenraum des Wärmeisulationsbehälters nach draussen oder umgekehrt pro Kelvin und Sekunde; $\Delta E_i(\Delta T_i \cdot \gamma_-(\Delta T_i), \Delta t_i \cdot \gamma(\Delta t_i), \Omega \cdot \gamma(\Omega))$: Differenz der gespeicherten thermischen Energien zu den Zeitpunkten t_i und t_{i-1} in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz ΔT_i und dem Energiefluss pro Kelvin und Sekunde Ω ;

$\gamma_-(\Delta T_i) \geq 1$ für negative ΔT_i und $\gamma_-(\Delta T_i) \leq 1$ für positive ΔT_i ;

Sicherheitskorrekturfaktor für ΔT_i ;

$\gamma(\Delta t_i) \geq 1$: Sicherheitskorrekturfaktor für Δt_i ;

$\gamma(\Omega) \geq 1$: Sicherheitskorrekturfaktor für Ω ;

$\gamma(E_{\text{min}}) \geq 1$; Sicherheitskorrekturfaktor für E_{min} .

[0035] Insbesondere bei Fällen, bei denen sowohl positive als auch negative Temperaturdifferenzen ΔT_i zwischen Aussentemperaturen $T_{\text{ex}i}$ und Innentemperaturen $T_{\text{in}i}$ auftreten, sollte sowohl die mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehene maximale Isolationszeit des Wärmeisulationsbehälters $t_{\text{max+}}$ berechnet werden, innerhalb welcher im Innenraum des Wärmeisulationsbehälters eine wählbare maximal zulässige Temperatur T_{max} nicht überschritten wird, als auch die mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehene maximale Isolationszeit des Wärmeisulationsbehälters $t_{\text{max-}}$, innerhalb welcher im Innenraum des Wärmeisulationsbehälters eine wählbare minimal zulässige Temperatur T_{min} nicht unterschritten wird. Die mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehene maximale Isolationszeit des Wärmeisulationsbehälters $t_{\text{max+}}$, innerhalb welcher im Innenraum des Wärmeisulationsbehälters ein vorgegebener Temperaturbereich weder unterschritten noch überschritten wird, ist dann die kleinere der beiden Isolationszeiten $t_{\text{max+}}$ und $t_{\text{max-}}$.

[0036] Wie erwähnt, ist $\Delta T_i = T_{\text{ex}i} - T_{\text{in}i}$ die Temperaturdifferenz zwischen Aussentemperatur $T_{\text{ex}i}$ und Innentemperatur $T_{\text{in}i}$ des Wärmeisulationsbehälters im Zeitintervall Δt_i ; wobei bei unterschiedlichen Aussentemperaturen $T_{\text{ex}i}$ um den Wärmeisulationsbehälter herum und/oder unterschiedlichen Innentemperaturen $T_{\text{in}i}$ innerhalb des Wärmeisulationsbehälters im Zeitintervall Δt_i für die Berechnung jeweils eine Aussentemperatur $T_{\text{ex}i}$ und eine Innentemperatur $T_{\text{in}i}$ gewählt wird. Vorzugsweise werden für die Berechnung der im Latentwärmespeicher gespeicherten thermischen Energie die Aussentemperatur $T_{\text{ex}i}$ und die Innentemperatur $T_{\text{in}i}$ gewählt, die für die Berechnung der maximalen Isolationszeit am ungünstigsten sind, um auf der sicheren Seite zu sein. Alternativ werden Mittelwerte verwendet.

[0037] Die Differenz $\Delta E_i(\Delta T_i \cdot \gamma + (\Delta T_i), \Delta t_i \cdot \gamma(\Delta t_i), \Omega \cdot \gamma(\Omega))$ bzw.

$\Delta E_i(\Delta T_i \cdot \gamma_-(\Delta T_i), \Delta t_i \cdot \gamma(\Delta t_i), \Omega \cdot \gamma(\Omega))$ der gespeicherten thermischen Energien zu den Zeitpunkten t_i und t_{i-1} ist eine Funktion der Temperaturdifferenz ΔT_i , des Zeitintervalls Δt_i und des Energieflusses vom Innenraum des Wärmeisulationsbehälters nach draussen oder umgekehrt pro Kelvin und Sekunde Ω . Letzterer hängt vom Wärmeisulationsbehälter ab, insbesondere von der Ausgestaltung von dessen Wandung, der Grösse und dem Isolationsmaterial, und wird vorzugsweise durch Kalibriermessungen bestimmt.

[0038] Die Differenz $\Delta E_i(\Delta T_i \cdot \gamma + (\Delta T_i), \Delta t_i \cdot \gamma(\Delta t_i), \Omega \cdot \gamma(\Omega))$ bzw.

$\Delta E_i(\Delta T_i \cdot \gamma(\Delta T_i) A_i \cdot \gamma(\Delta t_i), \Omega \cdot \gamma(\Omega))$ ist positiv, wenn die Aussentemperatur T_{ext} grösser als die Innentemperatur T_{int} ist, und negativ, wenn die Aussentemperatur T_{ext} kleiner als die Innentemperatur T_{int} ist. Dies bedeutet, dass dem Latentwärmespeicher je nach Temperaturverhältnis entweder Energie zugeführt oder Energie entnommen wird.

[0039] Die in der Funktion relevanten Grössen ΔT_i , Δt_i und Ω sind alle mit einem Sicherheitskorrekturfaktor $\gamma+(\Delta T_i)$ oder $\gamma-(\Delta T_i)$, $\gamma(\Delta t_i)$ bzw. $\gamma(\Omega)$ versehen, um Ungenauigkeiten in der Bestimmung dieser Grössen, Inhomogenitäten, Risiken wie die Alterung des Isolationsmaterials etc. so zu kompensieren, dass der vorgegebene Temperaturbereich sicher weder unterschritten noch überschritten wird.

[0040] Die Sicherheitskorrekturfaktoren $\gamma+(\Delta T_i)$ und $\gamma-(\Delta T_i)$ unterscheiden sich deswegen, damit bei der Berechnung der mit Sicherheitskorrekturfaktoren versehenen maximalen Isolationszeiten des Wärmeisoliationsbehälters $t_{\text{max+}}$ bzw. $t_{\text{max-}}$ die Sicherheitskorrektur jeweils für jedes Zeitintervall in die richtige Richtung erfolgt.

[0041] Die Sicherheitskorrekturfaktoren $\gamma+(\Delta T_i)$ bzw. $\gamma-(\Delta T_i)$ können für verschiedene Temperaturdifferenzen ΔT_i unterschiedlich sein, um beispielsweise extreme Aussentemperaturen mit einem höheren Sicherheitszuschlag versehen zu können. Ebenfalls können die Sicherheitskorrekturfaktoren $\gamma(\Delta t_i)$ für verschiedene Zeitintervalle Δt_i unterschiedlich sein, um beispielsweise längere Laufzeiten mit einem höheren Sicherheitszuschlag versehen zu können.

[0042] Neben diesen in die Differenz $\Delta E_i(\Delta T_i \cdot \gamma+(\Delta T_i) A_i \cdot \gamma(\Delta t_i), \Omega \cdot \gamma(\Omega))$ bzw. $\Delta E_i(\Delta T_i \cdot \gamma-(\Delta T_i), \Delta t_i \cdot \gamma(\Delta t_i), \Omega \cdot \gamma(\Omega))$ einfließenden Sicherheitskorrekturfaktoren $\gamma+(\Delta T_i)$ oder $\gamma-(\Delta T_i)$, $\gamma(\Delta t_i)$ bzw. $\gamma(\Omega)$ werden die maximal zulässige gespeicherte thermische Energie E_{max} mit dem Sicherheitskorrekturfaktor $\gamma(E_{\text{max}})$ und die minimal zulässige gespeicherte thermische Energie E_{min} mit dem Sicherheitskorrekturfaktor $\gamma(E_{\text{min}})$ multipliziert, welche Sicherheitskorrekturfaktoren einen von der Energie E_{max} bzw. E_{min} abhängigen globalen Sicherheitszuschlag bewirken.

[0043] Es ist nicht notwendig, alle diese Sicherheitskorrekturfaktoren von 1 verschieden zu wählen. Insbesondere können bei genügend kleinem globalem Sicherheitskorrekturfaktor $\gamma(E_{\text{max}})$ und bei genügend grossem globalem Sicherheitskorrekturfaktor $\gamma(E_{\text{min}})$ die übrigen Sicherheitskorrekturfaktoren als 1 gewählt werden, was die Berechnung vereinfacht. Andererseits können auch bei geeigneter Festsetzung der Sicherheitskorrekturfaktoren $\gamma+(\Delta T_i)$, $\gamma-(\Delta T_i)$, $\gamma(\Delta t_i)$ und $\gamma(\Omega)$ die globalen Sicherheitskorrekturfaktoren $\gamma(E_{\text{max}})$ und $\gamma(E_{\text{min}})$ als 1 gewählt werden, was im Allgemeinen eine genauere Berechnung der mit Sicherheitskorrekturfaktoren versehenen maximalen Isolationszeiten des Wärmeisoliationsbehälters $t_{\text{max+}}$, $t_{\text{max-}}$ bzw. t_{max} ermöglicht.

[0044] Vorzugsweise ist

$$\Delta E_i(\Delta T_i \cdot \gamma+(\Delta T_i), A_i \cdot \gamma(\Delta t_i), \Omega \cdot \gamma(\Omega)) = \Delta T_i \cdot \gamma+(\Delta T_i) \cdot \Delta t_i \cdot \gamma(\Delta t_i) \cdot \Omega \cdot \gamma(\Omega) \text{ und oder}$$

$$\Delta E_i(\Delta T_i \cdot \gamma-(\Delta T_i), A_i \cdot \gamma(\Delta t_i), \Omega \cdot \gamma(\Omega)) = \Delta T_i \cdot \gamma-(\Delta T_i) \cdot \Delta t_i \cdot \gamma(\Delta t_i) \cdot \Omega \cdot \gamma(\Omega)$$

Dies ermöglicht eine einfache Berechnung von ΔE_i .

[0045] Die Sicherheitskorrekturfaktoren und der Energiefluss vom Innenraum des Wärmeisoliationsbehälters nach draussen oder umgekehrt pro Kelvin und Sekunde Ω , werden mit Vorteil durch vorgängige Kalibriermessungen mit dem Wärmeisoliationsbehälter bestimmt. Die Kalibriermessungen werden vorzugsweise für verschiedene Temperaturszenarien durchgeführt. Auf diese Weise können für jeden Wärmeisoliationsbehälter optimale Sicherheitskorrekturfaktoren und Energieflusswerte pro Kelvin und Sekunde Ω , bestimmt werden.

[0046] Ausserdem gilt, dass zur Erhöhung der Genauigkeit der Berechnungen die Zeitintervalle Δt_i verkleinert werden können.

[0047] Im Folgenden werden die erfindungsgemässe Isolationszeitbestimmungsvorrichtung und das erfindungsgemässe Verfahren zur Bestimmung einer mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehenen maximalen Isolationszeit eines Wärmeisoliationsbehälters mit einem Latentwärmespeicher anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine Perspektivansicht eines Wärmeisoliationsbehälters mit abgenommener Vorderwand;

Fig. 2 den Wärmeisoliationsbehälter von Fig. 1 im geschlossenen Zustand mit schematisch dargestellter dedizierter Isolationszeitberechnungseinrichtung;

Fig. 3 den Wärmeisoliationsbehälter von Fig. 2 mit angedeuteten Temperatursensoren; und

Fig. 4 ein Temperaturverlaufdiagramm.

[0048] Fig. 1 zeigt einen Wärmeisoliationsbehälter 1 mit aus Isolierelementen bestehenden Wänden, wobei die Vorderwand 11 vom Rest des Wärmeisoliationsbehälters 1 abgenommen ist, so dass dieser befüllt werden kann. Die Isolierelemente enthalten Phasenwechselmaterial, welches als Latentwärmespeicher dient. Derartige Wärmeisoliationsbehälter 1 sind an sich bekannt.

[0049] In Fig. 2 ist der Wärmeisoliationsbehälter 1 von Fig. 1 im geschlossenen Zustand dargestellt. An diesem Wärmeisoliationsbehälter 1 ist ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Isolationszeitbestimmungsvorrichtung 2 zur Bestimmung einer mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehenen maximalen Isolationszeit des Wärmeisoliationsbehälters

1 angebracht. Die Isolationszeitbestimmungsvorrichtung 2 umfasst eine Anzeigeeinrichtung 21, eine Energieberechnungseinrichtung 22, eine Isolationszeitberechnungseinrichtung 23, eine Eingabeeinrichtung 24 und einen Aussentemperatursensor 26, die hier nur schematisch dargestellt sind. Die Energieberechnungseinrichtung 22 und die Isolationszeitberechnungseinrichtung 23 können auch gemeinsam in einer Berechnungseinheit, beispielsweise einem Computerprozessor, realisiert sein.

[0050] Fig. 3 zeigt den Wärmeisulationsbehälter 1 von Fig. 2 mit einer Vielzahl von angedeuteten Temperatursensoren 25, die im Innenraum des Wärmeisulationsbehälters 1 verteilt angeordnet sind. Die Temperatursensoren 25 liefern Temperaturwerte des Innenraums des Wärmeisulationsbehälters 1 für die Berechnung der im Latentwärmespeicher gespeicherten thermischen Energie und sind zu diesem Zweck über nicht dargestellte Kabel oder drahtlos mit der Energieberechnungseinrichtung 22 verbunden.

[0051] Normalerweise liefern die oben im Wärmeisulationsbehälter 1 angeordneten Temperatursensoren 25 die höchsten und die unten im Wärmeisulationsbehälter 1 angeordneten Temperatursensoren 25 die tiefsten Messwerte. Damit der geforderte Temperaturbereich im ganzen Innenraum des Wärmeisulationsbehälters 1 eingehalten wird, wird daher für die Energieberechnung jeweils der ungünstigste Temperaturwert verwendet werden, d. h. wenn die Überschreitung der maximal zulässigen Temperatur kritisch ist, ein Messwert eines oben im Wärmeisulationsbehälter 1 angeordneten Temperatursensors 25, und wenn die Unterschreitung der minimal zulässigen Temperatur kritisch ist, ein Messwert eines unten im Wärmeisulationsbehälter 1 angeordneten Temperatursensors 25. Alternativ kann auch ein Mittelwert verwendet werden, dann müssen aber die Sicherheitskorrekturfaktoren $\gamma+(\Delta T_i)$ oder $\gamma-(\Delta T_i)$ für ΔT_i entsprechend ungünstiger gewählt werden.

[0052] Nach der Kalibrierung der Isolationszeitbestimmungsvorrichtung 2 für einen bestimmten Wärmeisulationsbehälter 1 kann diese als Ladezustandsanzeige des Latentwärmespeichers des Wärmeisulationsbehälters 1 dienen und beispielsweise folgende Informationen anzeigen:

- eine oder mehrere Innenraumtemperaturen,
- die Aussentemperatur,
- die im Latentwärmespeicher gespeicherte thermische Energie oder eine damit korrelierte aktuell noch vorhandene Energieaufnahmekapazität und/oder Energieabgabekapazität des Latentwärmespeichers,
- die Zeit für verschiedene Aussentemperaturen, bis die maximale Energieaufnahmekapazität und/oder Energieabgabekapazität erreicht ist, welche für die betreffenden Aussentemperaturen der maximalen Isolationszeit entspricht, und/oder
- andere korrelierte Informationen.

[0053] Die Isolationszeitbestimmungsvorrichtung kann auch als Transportplaner verwendet werden, indem über die Eingabeeinrichtung 24 verschiedene Temperaturszenarien eingegeben werden, die verschiedenen Transportszenarien entsprechen, und so versucht wird, ein bezüglich maximaler Isolationszeit und Sicherheitsreserven optimales Transportszenario zu finden.

[0054] Für den Einsatz als Transportplaner werden die Temperatursensoren 25 und 26 nicht benötigt, wenn das System kalibriert ist. Anstelle der Isolationszeitbestimmungsvorrichtung 2 kann für diesen Zweck daher auch eine Isolationszeitbestimmungsvorrichtung verwendet werden, die weder am Wärmeisulationsbehälter 1 angeordnet noch mit diesem verbunden ist, beispielsweise ein gewöhnlicher, auch andersartig verwendbarer Computer, der mit einer entsprechenden Software versehen ist oder beispielsweise über das Internet auf eine entsprechende Software Zugriff hat.

[0055] Fig. 4 zeigt ein Temperaturverlaufdiagramm für ein beispielhaftes Aussentemperatur-Szenario, wie es z. B. auf einer Anzeigeeinrichtung 21 oder einem Computermonitor dargestellt sein könnte. Die Zeitachse verläuft horizontal, während die Temperatur- und die Energiekapazitäts-Achsen vertikal verlaufen.

[0056] Mit 3 ist der Aussentemperaturverlauf, mit 4 der Verlauf des Mittelwerts der Temperatur im Innenraum des Wärmeisulationsbehälters 1, mit 5 die gewählte minimal zulässige Temperatur T_{\min} (hier 2 °C), mit 6 die gewählte maximal zulässige Temperatur T_{\max} (hier 8 °C) und mit 7 der Verlauf der Energieaufnahmekapazität K_E des Latentwärmespeichers bezeichnet.

[0057] Die Energieaufnahmekapazität K_E hängt einerseits von der Grösse des Latentwärmespeichers und andererseits davon ab, wie viel thermische Energie aktuell gespeichert ist. Je mehr thermische Energie bereits gespeichert ist, d. h. je weiter der Phasenübergang des Phasenwechselmaterials von fest zu flüssig bereits fortgeschritten ist, desto kleiner ist die verbleibende Energieaufnahmekapazität K_E . Die Energieaufnahmekapazität K_E ist in Fig. 4 in % angegeben, wobei 0 % so definiert wurde, dass bei 0 % Energieaufnahmekapazität K_E die im Latentwärmespeicher gespeicherte thermische Energie der maximal zulässigen Temperatur T_{\max} entspricht, und 100 % so definiert wurde, dass bei 100 % Energieaufnahmekapazität K_E die im Latentwärmespeicher gespeicherte thermische Energie einer Vorkonditionierungs-Temperatur des Wärmeisulationsbehälters 1 von 3 °C entspricht. Diese Energieaufnahmekapazitäts-Skala ist relativ und Werte über 100 % oder unter 0 % sind grundsätzlich möglich. Andere Energieaufnahmekapazitäts-Skalen sind prinzipiell auch wählbar.

[0058] Die Innentemperaturkurve 4 ergibt sich aus einer Vielzahl von Messungen, die alle 10 Sekunden vorgenommen wurden. Die Energieaufnahmekapazität K_E ist über die gespeicherte thermische Energie mit der Innentemperatur T korreliert, so dass jedem Innentemperaturwert T ein Energieaufnahmekapazitätswert K_E entspricht, woraus sich die Energieaufnahmekapazitätskurve 7 ergibt.

[0059] Im dargestellten Beispiel startet der Wärmeisulationsbehälter 1 bei der Anfangszeit $t_0 = 0$ Stunden mit einer Innentemperatur T von 4 °C und wird zunächst einer Aussentemperatur von 2 °C ausgesetzt, was zu einer Senkung der Innentemperatur und einem Anstieg der Energieaufnahmekapazität K_E führt. Danach wird die Aussentemperatur auf 16 °C erhöht, was zu einem Anstieg der Innentemperatur und einer Senkung der Energieaufnahmekapazität K_E führt. Mit dem vorgegebenen Aussentemperaturverlauf 3 ergeben sich die Innentemperaturkurve 4 und die Energieaufnahmekapazitätskurve 7.

[0060] Die vertikale Linie 8 zeigt an, dass nach ca. 273 Stunden die Innentemperatur die maximal zulässige Temperatur T_{\max} von 8 °C überschreitet, d. h. die maximale Isolationszeit für das dargestellte Szenario ist ca. 273 Stunden. Zu diesem Zeitpunkt erreicht auch die Energieaufnahmekapazität K_E 0% , wobei in der Darstellung gemäss Fig. 4 darunterliegende Werte auf 0% korrigiert wurden.

[0061] Zu den vorbeschriebenen Isolationszeitbestimmungsvorrichtungen und Verfahren sind weitere Variationen realisierbar. Insbesondere ist zu erwähnen, dass die im Latentwärmespeicher gespeicherte thermische Energie auch mit Grössen korreliert, die nicht erwähnt wurden, und die auch berechnet und angezeigt werden könnten.

Patentansprüche

1. Isolationszeitbestimmungsvorrichtung (2) für einen Wärmeisulationsbehälter (1) mit einem Latentwärmespeicher, gekennzeichnet durch:
 - eine Energieberechnungseinrichtung (22) zur Berechnung der im Latentwärmespeicher gespeicherten thermischen Energie aus mindestens einem Zustandsparameter des Wärmeisulationsbehälters (1) oder dessen Innenraums, und
 - eine Anzeigeeinrichtung (21) zum Anzeigen der berechneten gespeicherten thermischen Energie oder einer damit korrelierten Grösse.
2. Isolationszeitbestimmungsvorrichtung (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Isolationszeitberechnungseinrichtung (23) aufweist, mit welcher aus der berechneten gespeicherten thermischen Energie oder einer damit korrelierten Grösse und aus einem vorgegebenen Aussentemperaturverlauf ausserhalb des Wärmeisulationsbehälters (1) eine mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehene maximale Isolationszeit des Wärmeisulationsbehälters (1) berechenbar ist, innerhalb welcher im Innenraum des Wärmeisulationsbehälters (1) ein vorgegebener Temperaturbereich weder unterschritten noch überschritten wird.
3. Isolationszeitbestimmungsvorrichtung (2) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Zustandsparameter mindestens eine Temperatur im Innenraum des Wärmeisulationsbehälters (1) ist.
4. Isolationszeitbestimmungsvorrichtung (2) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass sie mindestens einen Temperatursensor (25) zur Bestimmung mindestens einer Temperatur im Innenraum des Wärmeisulationsbehälters (1) aufweist.
5. Isolationszeitbestimmungsvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Latentwärmespeicher ein Phasenwechselmaterial umfasst und die Isolationszeitbestimmungsvorrichtung (2) eine Einrichtung zur Bestimmung des elektrischen Widerstands des Phasenwechselmaterials als Zustandsparameter des Wärmeisulationsbehälters (1) aufweist.
6. Isolationszeitbestimmungsvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Latentwärmespeicher ein Phasenwechselmaterial umfasst und die Isolationszeitbestimmungsvorrichtung (2) eine Einrichtung zur Bestimmung der optischen Dichte des Phasenwechselmaterials als Zustandsparameter des Wärmeisulationsbehälters (1) aufweist.
7. Isolationszeitbestimmungsvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzeigeeinrichtung (21) am Wärmeisulationsbehälter (1) angeordnet ist.
8. Verfahren zur Bestimmung einer mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehenen maximalen Isolationszeit eines Wärmeisulationsbehälters (1) mit einem Latentwärmespeicher, dadurch gekennzeichnet, dass aus mindestens einem Zustandsparameter des Wärmeisulationsbehälters (1) oder dessen Innenraums die im Latentwärmespeicher gespeicherte thermische Energie berechnet wird und dann aus dieser berechneten gespeicherten thermischen Energie und aus einem vorgegebenen Aussentemperaturverlauf ausserhalb des Wärmeisulationsbehälters (1) die mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehene maximale Isolationszeit des Wärmeisulationsbehälters (1) berechnet wird, innerhalb welcher im Innenraum des Wärmeisulationsbehälters (1) ein vorgegebener Temperaturbereich weder unterschritten noch überschritten wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Zustandsparameter mindestens eine Temperatur im Innenraum des Wärmeisulationsbehälters (1) oder der elektrische Widerstand oder die optische Dichte eines Phasenwechselmaterials des Latentwärmespeichers ist.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Berechnung der mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehenen maximalen Isolationszeit des Wärmeisulationsbehälters (1) aus der gespeicherten thermischen

Energie und aus einem vorgegebenen Aussentemperaturverlauf ausserhalb des Wärmeisulationsbehälters (1) durch vorgängige Vergleichsmessungen mit dem Wärmeisulationsbehälter (1) kalibriert wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zur Berechnung der mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehenen maximalen Isolationszeit des Wärmeisulationsbehälters (1) die kleinste Zahl n berechnet wird, ab welcher

$$E_{t_0} + \sum_{i=1}^n \Delta E_i(\Delta T_i \cdot \gamma_+(\Delta T_i), \Delta t_i \cdot \gamma(\Delta t_i), \Omega \cdot \gamma(\Omega)) > E_{\max} \cdot \gamma(E_{\max})$$

erreicht wird, und durch $t_{\max+} = \sum_{i=1}^n \Delta t_i$ eine mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehene maximale Isolationszeit des Wärmeisulationsbehälters $t_{\max+}$ berechnet wird, innerhalb welcher im Innenraum des Wärmeisulationsbehälters eine wählbare maximal zulässige Temperatur T_{\max} nicht überschritten wird, wobei:

E_{t_0} : gespeicherte thermische Energie zum Anfangszeitpunkt t_0 ;

E_{\max} : maximal zulässige gespeicherte thermische Energie, welche einer wählbaren maximal zulässigen Temperatur T_{\max} entspricht;

$\Delta t_i = t_i - t_{i-1}$;

t_i : Zeitpunkt i nach Anfangszeitpunkt t_0 ;

$\Delta T_i = T_{\text{ex}i} - T_{\text{in}i}$: Temperaturdifferenz zwischen Aussentemperatur $T_{\text{ex}i}$ und Innentemperatur $T_{\text{in}i}$ des Wärmeisulationsbehälters im Zeitintervall Δt_i , wobei bei unterschiedlichen Aussentemperaturen $T_{\text{ex}i}$ um den Wärmeisulationsbehälter herum und/oder unterschiedlichen Innentemperaturen $T_{\text{in}i}$ innerhalb des Wärmeisulationsbehälters im Zeitintervall Δt_i jeweils eine Aussentemperatur $T_{\text{ex}i}$ und eine Innentemperatur $T_{\text{in}i}$ gewählt wird;

Ω : Energiefluss vom Innenraum des Wärmeisulationsbehälters nach draussen oder umgekehrt pro Kelvin und Sekunde;

$\Delta E_i(\Delta T_i \cdot \gamma_+(\Delta T_i), \Delta t_i \cdot \gamma(\Delta t_i), \Omega \cdot \gamma(\Omega))$ bzw.

$\Delta E_i(\Delta T_i \cdot \gamma_-(\Delta T_i), \Delta t_i \cdot \gamma(\Delta t_i), \Omega \cdot \gamma(\Omega))$: Differenz der gespeicherten thermischen Energien zu den Zeitpunkten t_i und t_{i-1} in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz ΔT_i und dem Energiefluss pro Kelvin und Sekunde Ω ;

$\gamma_+(\Delta T_i) \geq 1$ für positive ΔT_i und $\gamma_-(\Delta T_i) \leq 1$ für negative ΔT_i ;

Sicherheitskorrekturfaktor für ΔT_i ;

$\gamma(\Delta t_i) \geq 1$: Sicherheitskorrekturfaktor für Δt_i ;

$\gamma(\Omega) \geq 1$: Sicherheitskorrekturfaktor für Ω ;

$\gamma(E_{\max}) \leq 1$: Sicherheitskorrekturfaktor für E_{\max} .

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass zur Berechnung der mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehenen maximalen Isolationszeit des Wärmeisulationsbehälters (1) die kleinste Zahl m berechnet wird, ab welcher

$$E_{t_0} + \sum_{i=1}^m \Delta E_i(\Delta T_i \cdot \gamma_-(\Delta T_i), \Delta t_i \cdot \gamma(\Delta t_i), \Omega \cdot \gamma(\Omega)) < E_{\min} \cdot \gamma(E_{\min})$$

erreicht wird, und durch $t_{\max-} = \sum_{i=1}^m \Delta t_i$ eine mit einem Sicherheitskorrekturfaktor versehene maximale Isolationszeit des Wärmeisulationsbehälters $t_{\max-}$ berechnet wird, innerhalb welcher im Innenraum des Wärmeisulationsbehälters eine wählbare minimal zulässige Temperatur T_{\min} nicht unterschritten wird, wobei:

E_{t_0} : gespeicherte thermische Energie zum Anfangszeitpunkt t_0 ;

E_{\min} : minimal zulässige gespeicherte thermische Energie, welche einer wählbaren minimal zulässigen Temperatur T_{\min} entspricht;

$\Delta t_i = t_i - t_{i-1}$;

t_i : Zeitpunkt i nach Anfangszeitpunkt t_0 ;

$\Delta T_i = T_{\text{ex}i} - T_{\text{in}i}$: Temperaturdifferenz zwischen Aussentemperatur $T_{\text{ex}i}$ und Innentemperatur $T_{\text{in}i}$ des Wärmeisulationsbehälters im Zeitintervall Δt_i , wobei bei unterschiedlichen Aussentemperaturen $T_{\text{ex}i}$ um den Wärmeisulationsbehälter herum und/oder unterschiedlichen Innentemperaturen $T_{\text{in}i}$ innerhalb des Wärmeisulationsbehälters im Zeitintervall Δt_i jeweils eine Aussentemperatur $T_{\text{ex}i}$ und eine Innentemperatur $T_{\text{in}i}$ gewählt wird;

Energiefluss vom Innenraum des Wärmeisulationsbehälters nach draussen oder umgekehrt pro Kelvin und Sekunde;

$\Delta E_i(\Delta T_i \cdot \gamma_-(\Delta T_i), \Delta t_i \cdot \gamma(\Delta t_i), \Omega \cdot \gamma(\Omega))$: Differenz der gespeicherten thermischen Energien zu den Zeitpunkten t_i und t_{i-1} in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz ΔT_i und dem Energiefluss pro Kelvin und Sekunde Ω ;

$\gamma_-(\Delta T_i) \geq 1$ für negative ΔT_i und $\gamma_+(\Delta T_i) \leq 1$ für positive ΔT_i ;

Sicherheitskorrekturfaktor für ΔT_i ;

$\gamma(\Delta t_i) \geq 1$: Sicherheitskorrekturfaktor für Δt_i ;

$\gamma(\Omega) \geq 1$: Sicherheitskorrekturfaktor für Ω ;

$\gamma(E_{\min}) \geq 1$: Sicherheitskorrekturfaktor für E_{\min} .

13. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass
 $\Delta E_i(\Delta T_i \cdot \gamma_+(\Delta T_i), \Delta t_i \cdot \gamma(\Delta t_i), \Omega \cdot \gamma(\Omega)) = \Delta T_i \cdot \gamma_+(\Delta T_i) \cdot \Delta t_i \cdot \gamma(\Delta t_i) \cdot \Omega \cdot \gamma(\Omega)$
14. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass
 $\Delta E_i(\Delta T_i \cdot \gamma_-(\Delta T_i), \Delta t_i \cdot \gamma(\Delta t_i), \Omega \cdot \gamma(\Omega)) = \Delta T_i \cdot \gamma_-(\Delta T_i) \cdot \Delta t_i \cdot \gamma(\Delta t_i) \cdot \Omega \cdot \gamma(\Omega)$

CH 708 711 A1

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Sicherheitskorrekturfaktoren und der Energiefluss vom Innenraum des Wärmeisolationsbehälters nach draussen oder umgekehrt pro Kelvin und Sekunde Q durch vorgängige Kalibriermessungen mit dem Wärmeisolationsbehälter (1) bestimmt werden.

Fig. 1

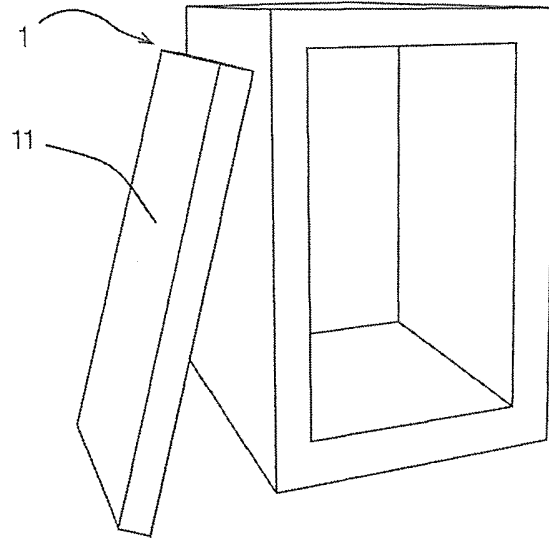


Fig. 2

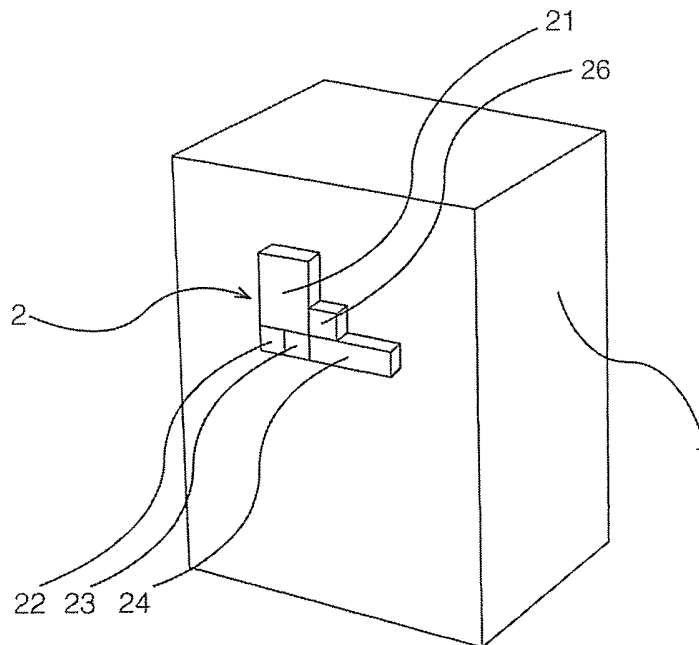


Fig. 3

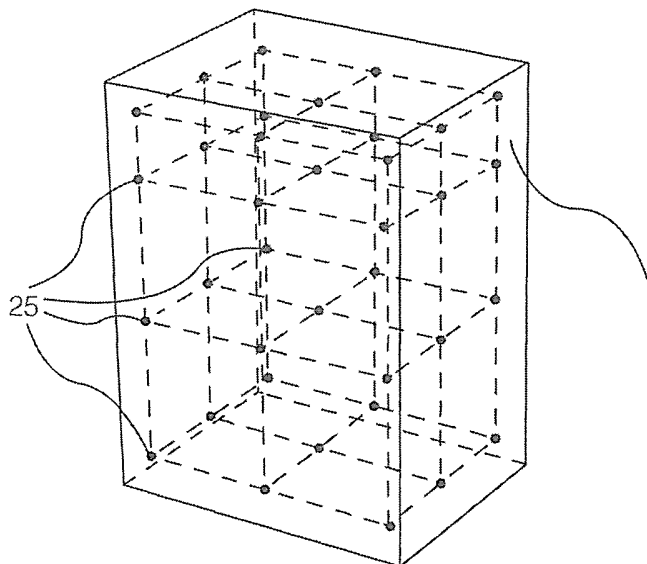
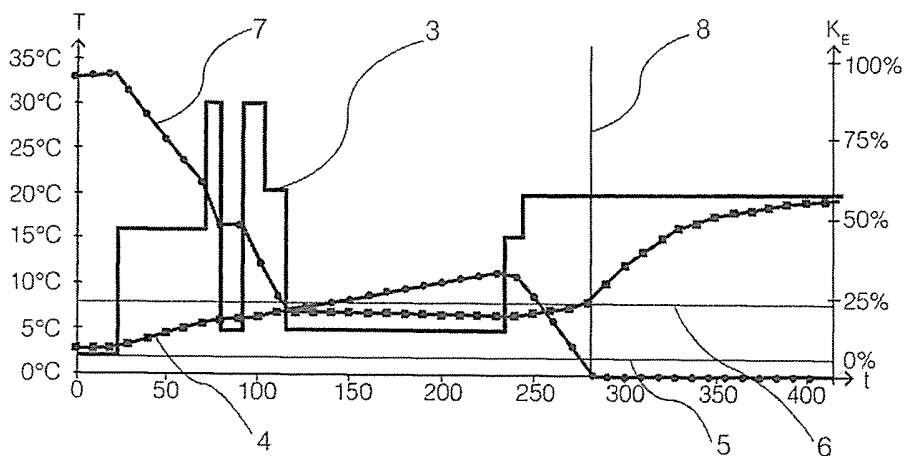


Fig. 4



**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

KENNZEICHNUNG DER NATIONALEN ANMELDUNG	AKTENZEICHEN DES ANMELDERS ODER ANWALTS	
	RB/P42164CH00	
Nationales Aktenzeichen	Anmeldedatum	
1734/2013	10-10-2013	
Anmelde­land	Beanspruchtes Prioritätsdatum	
CH		
Anmelder (Name)		
Nico Ros		
Datum des Antrags auf eine Recherche internationaler Art	Nummer, die die internationale Recherchenbehörde dem Antrag auf eine Recherche internationaler Art zugewiesen hat	
19-11-2013	SN 61046	
I. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (treffen mehrere Klassifikationssymbole zu, so sind alle anzugeben)		
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder sowohl nach der nationalen Klassifikation als auch nach der IPC		
F28D20/02		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
	Recherchiertes Mindestprüfstoff	
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
IPC. 8	F25D	F28D F28F
Recherchierte, nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen		
III. <input type="checkbox"/> EINIGE ANSPRÜCHE HABEN SICH ALS NICHT RECHERCHIERBAR ERWIESEN	(Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)	
IV. <input type="checkbox"/> MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG	(Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)	

Formblatt PCT/ISA 201 a (11/2000)

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche
CH 17342013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F28020/02
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IFC

B. RESEARCHIERTE BEREICHSGEBIETE
Researchierter Mindestprüfung (Klassifikationssystem und Klassifikationsgebiete)
F250 F260 F26F

Rechercheierte, aber nicht zum Mindestprüfung gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen:

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANDERERNE VERÖFFENTLICHUNGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Bsp. 10 kommenden Teile	Beiz. Anspruch Nr.
X	AT 382 636 B (MEA MASCHINEN UND ENERGIEANLAG [AT]) 25. März 1987 (1987-03-25) * Seite 5, Zeile 7 - Zeile 15 *	1-7 8-15
X	EP 2 482 021 A2 (ZAE BAYERN BAYERISCHES ZENTRUM FUER ANGEWANDTE ENERGIEFORSCHUNG E V [D]) 1. August 2012 (2012-08-01) * das ganze Dokument *	1-7 8-15
A	DE 20 2012 103716 U1 (VISSMANN KALTELECHNIK AG [DE]) 14. Dezember 2012 (2012-12-14) * das ganze Dokument *	1-15
A	DE 10 2007 037856 A1 (WEBASTO AG [DE]) 12. Februar 2009 (2009-02-12) * das ganze Dokument *	1-15
	-/-	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Teil C zu schreiben

Siehe Anhang Patentanfälle

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist.

"E" Status Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die gegnerlich, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchebericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll, oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Darstellung, eine Ausstellung oder andere Veröffentlichungen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"S" Spätere Veröffentlichung, die nach dem Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis der Erfindung zugrundeliegenden Prinzipie oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann abgeleitet werden, die Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindungsbare Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindungsbare Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung betrachtet wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die lediglich dieselben Patentanfälle ist

Datum des tatsächlichen Abschlusses der Recherche internationaler Art
19. März 2014

Abschließdatum des Berichts über die Recherche internationaler Art
24-03-2014

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchebehörde
Europäisches Patentamt, P.O. Box 1818 Patentstr. 2
NL- 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax. (+31-70) 340-2018

Berechtigter Bediensteter
Rosello Garcia, M

Formblatt PCT/IB/2011 (Stand 15. Januar 2014)

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche
CH 17342013

C (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGEHÖRENDE VERÖFFENTLICHUNGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beiz. Anspruchs Nr.
A	DE 102 35 501 C1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 21. August 2003 (2003-08-21) * das ganze Dokument *	1-15
A	DE 100 58 938 A1 (RUBITHERM GMBH [DE]) 29. Mai 2002 (2002-05-29) * das ganze Dokument *	1-15
A	WO 99/06781 A1 (WILO GMBH [DE]; GENSTER ALBERT [DE]; KECH HANSJUERGEN [DE]; SCHMALFUSS) 11. Februar 1999 (1999-02-11) * das ganze Dokument *	1-15
A	DE 20 2012 103716 U1 (VIESSMANN KÄLTETECHNIK AG [DE]) 4. Januar 2013 (2013-01-04) * das ganze Dokument *	1-15

1

Formblatt PC 708A/2013 (Fortsetzung von Blatt 2) (Januar 2006)

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Nr. des Antrags auf Recherche
CH 17342013

Im Rechercheverfahren angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
AT 382636	B 25-03-1987	KEINE	
EP 2482021	A2 01-08-2012	DE 102011003441 A1 EA 201200677 A1 EP 2482021 A2	02-08-2012 30-10-2012 01-08-2012
DE 202012103715 U1	14-12-2012	DE 202012103715 U1 EP 2713133 A1	14-12-2012 02-04-2014
DE 102007037856 A1	12-02-2009	KEINE	
DE 10235581	C1 21-08-2003	KEINE	
DE 10058938	A1 29-05-2002	KEINE	
WO 9906781	A1 11-02-1999	AU 4773697 A WO 9906781 A1	22-02-1999 11-02-1999
DE 202012103716 U1	04-01-2013	DE 202012103716 U1 EP 2713120 A2	04-01-2013 02-04-2014

Formblatt PCT/ISA/204 (Anhang Patentfamilie) (Januar 2006)