



## AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

---

(21)	WP G 01 K / 289 215 4	(22)	16.04.86	(44)	05.08.87
------	-----------------------	------	----------	------	----------

---

(71) Bauakademie der DDR, Institut für HLGB, 1092 Berlin, Plauener Straße 163–165, DD

(72) Ahrens, Wolfgang, Dr.-Ing. Dipl.-Ing.; Emons, Hans-Heinz, Prof. Dr. sc. nat.; Naumann, Rüdiger, Dr. rer. nat. Dipl.-Chem.; Fanghänel, Thomas, Dr. rer. nat. Dipl.-Chem.; Eildermann, Christine, Dipl.-Ing.; Käßner, Uwe; Dittrich, Wolfgang; Günther, Andreas, DD

---

(54) **Apparatur zur Testung von Latentwärmespeichermaterialien**

---

(57) Die Erfindung betrifft eine Apparatur zur Testung von Latentwärmespeichermaterialien, die in dynamischen Wärmespeichern mit Wärmeübertragung durch Siede- und Kondensationsvorgänge Anwendung finden sollen. Ziel der Erfindung ist es, die Genauigkeit und die Übertragbarkeit der Ergebnisse hinsichtlich der Eignung neuer Stoffgemische als Latentwärmespeichermaterial für dynamisch arbeitende Speicher zu verbessern. Der Erfindung liegt die technische Aufgabe zugrunde, eine Apparatur zur Testung von Latentwärmespeichermaterialien zu entwickeln, die die Untersuchung der Speicherkapazität unter dynamischen Bedingungen bei großen Zyklenzahlen des Wärmeein- und -austrages ermöglicht. Die Aufgabe wird durch eine Apparatur realisiert, die aus einer Wärmequelle, einer Wärmesenke, sowie einem thermisch isolierten Speicher besteht, wobei der Speicher erfindungsgemäß so ausgeführt ist, daß der Speicherquerschnitt am Kopf des Speichers und der Speicherquerschnitt am Boden des Speichers einem Verhältnis von kleiner als 1:3 genügen.

### **Erfindungsanspruch:**

1. Apparatur zur Testung von Latentwärmespeichermaterialien für dynamisch arbeitende Wärmespeicher, bestehend aus einer Wärmequelle, einer Wärmesenke und einem thermisch isolierten Speicher mit Wärmeübertragungsrohren für den Wärmeeintrag und Wärmeartrag, wobei die Wärmeübertragungsrohre für den Wärmeeintrag am Boden des Speichers und die für den Wärmeartrag am Kopf des Speichers angeordnet sind, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Speicherquerschnitt am Kopf und der Speicherquerschnitt am Boden einem Verhältnis von kleiner 1:3 entsprechen.
2. Apparatur nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Kopf des Speichers in Form eines zylindrischen Aufbaus realisiert ist.
3. Apparatur nach Punkt 1 und 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Aufbau kreiszylindrisch ausgeführt ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

### **Anwendungsgebiet der Erfindung**

Die Erfindung betrifft eine Apparatur zur Testung von Latentwärmespeichermaterialien, die in dynamischen Wärmespeichern unter Verwendung einer Wärmetransportflüssigkeit mit Wärmeübertragung durch Siede- und Kondensationsvorgänge Anwendung finden sollen.

### **Charakteristik der bekannten technischen Lösungen**

Im allgemeinen werden zur Untersuchung des Verhaltens von Latentwärmespeichermaterialien hinsichtlich Schmelzenthalpie, spezifische Wärme und deren Langzeitverhalten kalorimetrische Messungen durchgeführt. Eine gebräuchliche Methode ist hierbei die Differential-Scanning-Kalorimetrie. Nach dieser Methode werden Proben des Latentwärmespeichermaterials von wenigen Milligramm linearen Aufheiz- und Abkühlzyklen unterworfen (S. Cantor, *Thermochimica Acta* 33 [1979] S. 69–86). Die Übertragbarkeit der erhaltenen Ergebnisse auf die Verhältnisse in einem Latentwärmespeicher ist dabei jedoch nicht gegeben, da z. B. Phasentrennungerscheinungen im Latentwärmespeichermaterial erst bei größeren Probemengen deutlicher auftreten. Zur besseren Durchmischung der Proben wurden auch schwenkbare Kalorimeter entwickelt, die eine Verbesserung der Einstellung der zu untersuchenden Phasengleichgewichte ermöglichen, die jedoch nicht die Verhältnisse in einem Latentwärmespeicher simulieren (P. Le Parlouer, *Calorim. Anal. Therm.* 14. 104–111 [1983]). Zur Testung von Latentwärmespeichermaterialien ist des weiteren eine Apparatur bekannt (G. A. Lane, *The International Journal of Ambient Energy*, Vol 1 [3] 1980 S. 155–168), bei der sich das Latentwärmespeichermaterial in Rohren befindet. Die Wärmeübertragung wird mittels Luft vorgenommen. Die Temperaturdifferenz der Luft vor und nach dem Passieren des Latentwärmespeichers ergibt mit der Luftmenge und deren Wärmekapazität die gespeicherte oder freigesetzte Wärme. Die Nachteile all dieser Methoden bestehen darin, daß nur Aussagen zum Verhalten von Latentwärmespeichermaterialien unter statischen Bedingungen (Wärmeübertragung erfolgt aus dem ruhenden Latentwärmespeichermaterial über eine Behälterwand) möglich sind. Aussagen zum Verhalten der Latentwärmespeichermaterialien unter dynamischen Bedingungen und Wärmeübertragung durch Siede- und Kondensationsvorgänge sind mit den bekannten Apparaturen nicht zugänglich. Hinzu kommt, daß insbesondere unter dynamischen Latentspeicherbedingungen Fremdgase auftreten können, die mit den bekannten Testmethoden nicht erkannt werden, für die Beurteilung der Anwendbarkeit des Speichermaterials und dessen Zusätzen aber unbedingt und möglichst bereits zum Beginn des Zyklens stabilitätstests erkannt werden müssen.

### **Ziel der Erfindung**

Ziel der Erfindung ist es, die Genauigkeit und die Übertragbarkeit der Ergebnisse hinsichtlich der Eignung neuer Stoffgemische als Latentwärmespeichermaterial für dynamisch arbeitende Speicher zu verbessern.

### **Darlegung des Wesens der Erfindung**

Der Erfindung liegt die technische Aufgabe zugrunde, eine Apparatur zur Testung von Latentwärmespeichermaterialien zu entwickeln, die die Untersuchung der Speicherkapazität von Latentwärmespeichermaterialien unter dynamischen Bedingungen bei großen Zyklenzahlen des Wärmeein- und Wärmeartrages und gleichzeitiger Erkennung von Fremdgasbildung ermöglicht. Die Aufgabe wird durch eine Apparatur realisiert, die aus einer Wärmequelle, einer Wärmesenke und einem thermisch isolierten Speicher mit Wärmeübertragern für den Wärmeeintrag und den Wärmeartrag, wobei die Wärmeübertrager für den Wärmeeintrag am Boden des Speichers und die für den Wärmeartrag am Kopf des Speichers angeordnet sind, besteht. Erfindungsgemäß ist der Speicher so ausgeführt, daß zur Soforterkennung von Fremdgasen der Speicherquerschnitt am Kopf des Speichers und der Speicherquerschnitt am Boden des Speichers einem Verhältnis von kleiner als 1:3 genügen. Bei diesem

Verhältnis führen schon kleinste Mengen von Fremdgas zu einem drastischen Abfall der Ausspeicherleistung und zu einer Früherkennung unerwünschter Gasansammlung. Praktisch ist dieses Verhältnis vorteilhafterweise dadurch realisiert, indem der Kopf des Speichers in Form eines zylindrischen, vorzugsweise kreiszylindrischen, Aufbaues ausgeführt ist. Eine weitere vorteilhafte Realisierungsmöglichkeit ist die Form eines Kegelstumpfes. Zwischen Wärmequelle bzw. Wärmesenke und Speicher sind Strömungsmesser und Ventile, vorzugsweise Magnetventile, angeordnet. Der Speicher ist mit einer Druckmeßeinrichtung, einem Entlüftungsventil, die vorzugsweise am Kopf des Speichers angeordnet sind, sowie mit Temperaturmeßstellen versehen.

An der Speicherinnenwand sind Befestigungseinrichtungen für Werkstoffproben vorgesehen. Nach dem Einfüllen des Latentspeichermaterials, beispielsweise bestehend aus einer Mischung von Salzhydrat, Keimbildner, Tensid und Wärmeübertragungsflüssigkeit, in den Speicher, wobei der Wärmeübertrager für den Wärmeaustausch frei bleibt, wird der Speicher entlüftet. Der Wärmeein- und Wärmeaustrag wird in Abhängigkeit von der Temperatur des Latentwärmespeichermaterials durch Schalten der zwischen Wärmequelle bzw. Wärmesenke und Wärmeübertrager angeordneten Ventile vorgenommen. Der Ablauf der Steuerung und die Messung der Temperaturen erfolgt vorzugsweise automatisiert. Die zur Beurteilung des Latentspeichermaterials charakteristische Größe der Speicherkapazität für ein gewähltes Temperaturintervall zwischen  $\vartheta_S \leq \vartheta_F$  und  $\vartheta_S \geq \vartheta_F$ , wobei  $\vartheta_S$  die Temperatur des Latentspeichermaterials und  $\vartheta_F$  dessen Schmelzpunkt bedeuten, ergibt sich jeweils für den Lade- oder Entladevorgang des Latentwärmespeichers aus dem Produkt der Integrale der Temperaturdifferenzen zwischen Wärmetauschereingang und Wärmetauscherausgang, der spezifischen Wärme der Wärmeübertragungsflüssigkeit und dessen Durchflußgeschwindigkeit, bezogen auf die Masse, unter Berücksichtigung der Wärmeverluste und der Wärmekapazität des Speicherbehälters. Mit der erfindungsgemäßen Apparatur werden Ergebnisse hinsichtlich der Eignung neuer Stoffgemische als Latentspeichermaterial für dynamisch arbeitende Speicher erhalten, die gut auf den großtechnischen Maßstab übertragbar sind. Stratifikationserscheinungen von im Schmelzgleichgewicht befindlichen festen Phasen werden bereits nach wenigen Zyklen erkannt. Des Weiteren ist eine gezielte Werkstoffentwicklung von Behältermaterialien möglich.

#### Ausführungsbeispiel

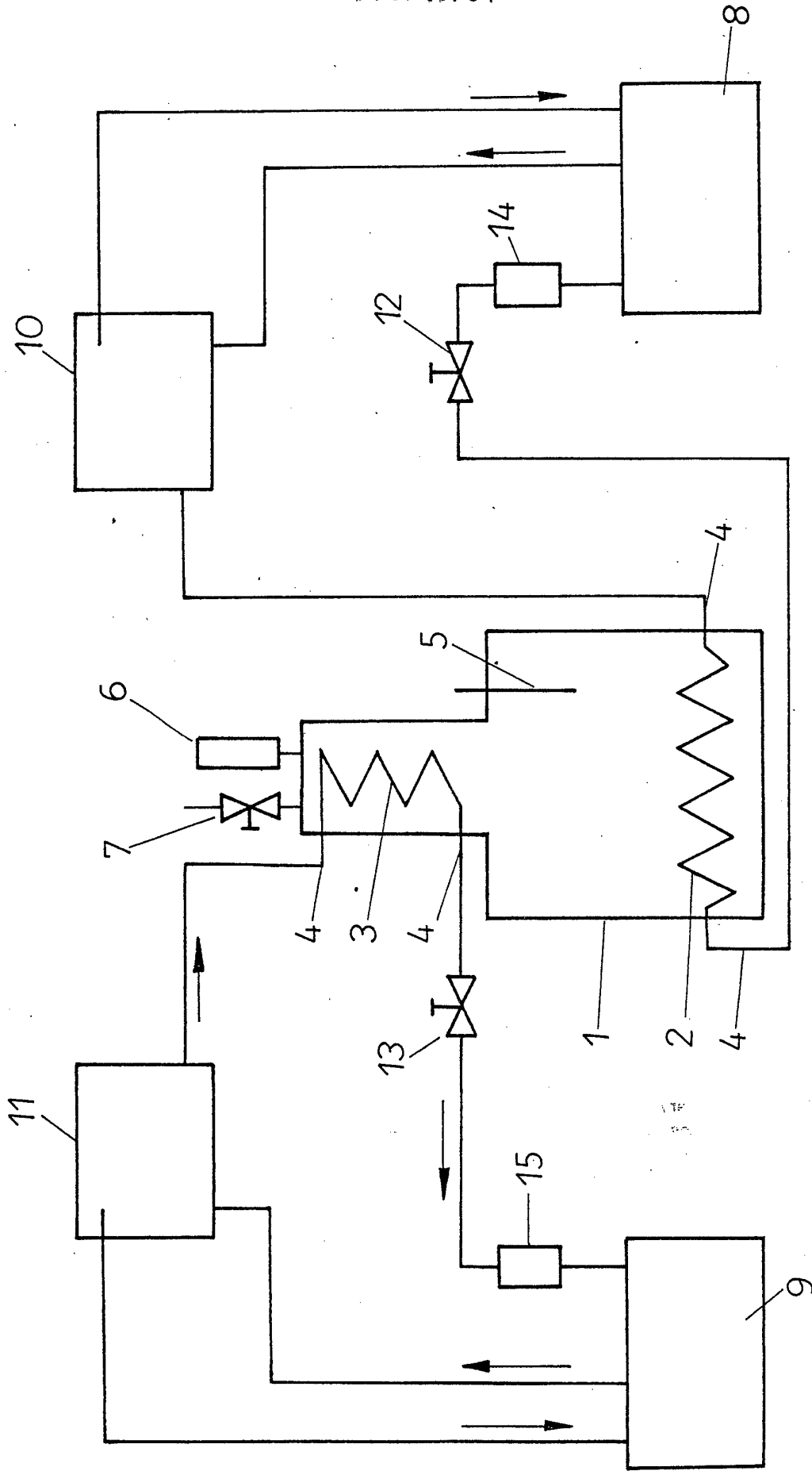
Die erfindungsgemäße Apparatur besteht aus einem Wärmespeicher, der mit einer Wärmequelle und einer Wärmesenke gekoppelt ist (Fig. 1). Der Wärmespeicher besteht aus dem eigentlichen Speicherbehälter (1) zur Aufnahme des Latentwärmespeichermaterials, den Wärmeübertragungsrohren für den Wärmeeintrag (2) und den Wärmeaustrag (3). An den Ein- und Ausgängen der Wärmeübertragungsrohre sind stopfbuchsendichtete Durchführungen zur Aufnahme von Mantelthermoelementen (4) angeordnet. Die Temperatur des Latentwärmespeichermaterials wird über die Sonde (5) gemessen. Im Deckel des Wärmespeichers befindet sich eine Druckmeßeinrichtung, ausgeführt als induktive Wegmessung (6) und ein stopfbuchsenloses Ventil (7). Der Zulauf von Wärmeübertragungsflüssigkeit von der Wärmequelle (8) bzw. Wärmesenke (9) zum Wärmespeicher wird über die Ausgleichsbehälter (10) (11) vorgenommen und mittels Magnetventile (12) (13) geschaltet. Die Durchflußgeschwindigkeit wird mittels Strömungsmesser (14) (15) gemessen.

Nach Einfüllen des Latentwärmespeichermaterials, beispielsweise bestehend aus Glaubersalz, Borax, Pilantin V und Ethylbromid, wird der Wärmespeicher über das Ventil (7) entlüftet. Der Wärmeeintrag bzw. Wärmeaustrag wird in Abhängigkeit von der Temperatur des Latentwärmespeichermaterials zwischen 23°C bzw. 41°C durch Schalten der Magnetventile (12) (13) vorgenommen. Der Ablauf der Steuerung und die Messung der Temperaturen erfolgt automatisiert.

Während der Betriebszeit von 4 Monaten erfolgte die Messung von 1100 Wärmeein- und Wärmeaustragszyklen, wobei die Speicherkapazität des Latentwärmespeichermaterials auf  $\pm 5\%$  genau ermittelt wurde.

Der Druck im Speicher stellte sich entsprechend dem Gesamtdampfdruck von Wärmetransportflüssigkeit und Glaubersalz mit der Temperatur ein. Das verwendete Latentspeichermaterial zeigte ein stabiles Wärmespeicherverhalten.

Fremdgase, die durch Materialunreinheiten verursacht wurden, konnten schon zu Beginn der Untersuchungen erkannt und beseitigt werden.



Figur 1