

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 167 989 B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **13.03.91**

(51) Int. Cl.⁵: **F25B 29/00, F25B 17/08,
F25D 5/02**

(21) Anmeldenummer: **85108308.9**

(22) Anmeldetag: **05.07.85**

(54) **Adiabatische Heiz- und Kühlverfahren und tragbare Vorrichtungen nach dem Adsorptionsprinzip.**

(30) Priorität: **10.07.84 DE 3425419**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.01.86 Patentblatt 86/03

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
13.03.91 Patentblatt 91/11

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH FR GB IT LI NL

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 2 823 563 FR-A- 2 530 791
GB-A- 2 103 509 US-A- 3 889 483
US-A- 3 950 158 US-A- 4 049 408
US-A- 4 250 720

(73) Patentinhaber: **ZEO-TECH Zeolith Technologie
GmbH**
Westendstrasse 125
W-8000 München 2(DE)

(72) Erfinder: **ZEO-TECH Zeolith Technologie
GmbH**
Westendstrasse 125
W-8000 München 2(DE)

EP 0 167 989 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft Verfahren und Vorrichtungen zur Transformation einer Wärmemenge nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bzw. des Patentanspruchs 2. Eine Vorrichtung und ein Verfahren dieser Art ist beispielsweise aus der US-A-4250720 bekannt.

Derartige Verfahren und transportable Vorrichtungen zur Kälte- und Wärmeerzeugung arbeiten nach dem Sorptionsprinzip. Ein leichterflüchtiges Arbeitsmittel wird dampfförmig von einem schwererflüchtigen Sorptionsmittel sorbiert. Bei der Verdampfung des Arbeitsmittels entsteht nutzbare Kälte, während bei der Sorption im Sorptionsmittel ebenfalls nutzbare Sorptionswärme freigesetzt wird. Absperreinrichtungen im Dampfraum verhindern außerhalb des Betriebes die Sorption. Durch Öffnen der Absperreinrichtungen wird die Kälte- bzw. Wärmeerzeugung eingeleitet. Zur Reaktivierung der Vorrichtungen wird das Sorptionsmittel erhitzt und das desorbierte Arbeitsmittel unter Wärmeabgabe kondensiert. Vorrichtungen nach diesem Verfahren erlauben entweder die Beheizung oder die Kühlung von Waren, beispielsweise von Lebensmitteln oder Getränken.

Alle diese Vorrichtungen sind dabei auf einem Wärmeaustausch mit der Umgebung angewiesen. Soll beispielsweise mit der freigesetzten Sorptionswärme eine Ware erwärmt werden, muß die Verdampfungswärme für das Arbeitsmittel gleichzeitig aus der Umgebung aufgenommen werden. Wenn im umgekehrten Fall die Ware gekühlt werden soll, muß die Sorptionswärme an die Umgebung abgeführt werden. Für diesen Wärmeaustausch sind aufwendige Wärmetauscher vorzusehen, die die tragbaren Systeme schwer, teuer und wegen geringer Wärmeübergangszahlen träge machen. Einweg-Vorrichtungen, die nur für die einmalige Anwendung geeignet sind, werden dadurch unwirtschaftlich. Adiabatische Verfahren ohne Wärmeaustausch mit der Umgebung sind mit den bekannten Sorptionsstoffpaaren nicht möglich.

Die Anforderungen an die Sorptionsstoffpaarungen sind vielfältig. Nur wenige Stoffpaarungen besitzen ein ausreichend breites Lösungsfeld, die thermodynamische Grundvoraussetzung für einen ausreichenden Temperaturabstand zwischen Verdampfung und Sorption. Des weiteren sollten sie leicht regenerierbar, nicht korrosiv, ungiftig und stabil sein. Die Umweltverträglichkeit muß besonders bei Einweg-Vorrichtungen gegeben sein. Ein unbeabsichtigter Kontakt mit Lebensmitteln darf zu keiner Gefährdung führen. Tragbare Vorrichtungen sollen leicht gebaut sein. Behälterwände müssen daher dünn ausführbar sein. Hohe Arbeitsmitteldampfdrücke sind deshalb unzumutbar. Die Reaktionskinetik muß ausreichend rasch ablaufen. Bis-

her konnte keine Sorptionsstoffpaarung angegeben werden, die diese Voraussetzungen erfüllt.

Die Erfindung hat die Aufgabe, Verfahren und tragbare Kühl- und Heizvorrichtungen aufzuzeigen, mit denen eine kurzfristige und effektive Kühlung und/oder Heizung von Waren möglich ist, ohne daß hierzu mit der Umgebung der Vorrichtung ein Wärme- oder Stoffaustausch erfolgt.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß in Verfahren nach dem Sorptionsprinzip ein Arbeitsmittel verwandt wird, das seine Verdampfungswärme aus der Erstarrungswärme der nicht verdampfenden Arbeitsmittelmengemenge bezieht und daß ein Sorptionsmittel verwandt wird, das die freiwerdende Sorptionswärme in Form spezifischer Wärme im Sorptionsmittel selbst speichern kann.

Möglich ist dies durch die Verwendung von Wasser als Arbeitsmittel und von Zeolith als Sorptionsmittel. Wasser und Zeolith befinden sich innerhalb der evakuierten Kühl- und Heizvorrichtung in zwei Behältern, die durch eine Absperreinrichtung getrennt sind. Bei Öffnen der Absperreinrichtung strömt Wasserdampf in die Zeolithfüllung und wird unter rascher Wärmefreisetzung adsorbiert. Von der Wasserfüllung verdampft weiteres Wasser unter Abkühlung und anschließender Vereisung der verbliebenen Wasserfüllung. Die Zeolithfüllung kann solange Wasserdampf adsorbieren, bis seine steigende Temperatur unter dem Dampfdruck des Eises im thermodynamischen Gleichgewicht mit der bereits adsorbierten Wassermenge ist. Die Adsorptionswärme ist somit in Form spezifischer Wärme der Zeolithfüllung, der adsorbierten Wassermenge und des Behältermaterials adiabatisch speicherbar. 100 g Zeolith Na-X haben z. B. im Gleichgewichtszustand bei einer Temperatur von 140 °C und einem Wasserdampfdruck von 600 hPa 7,5 g Wasser adsorbiert. Mit der erzeugten Verdampfungs- bzw. Sublimationswärme lassen sich ca. 42 g Wasser von 25 °C auf 0 °C abkühlen und vollständig gefrieren. Auch dieser Verdampfungsvorgang verläuft völlig adiabatisch. Ohne Wärmeaustausch mit der Umgebung kann also Kälte und Wärme gleichzeitig bereitgestellt werden.

Die Verbindung Zeolith-Wasser erfüllt alle Anforderungen an ein optimales Adsorptionsstoffpaar. Das ungewöhnlich breitgefächerte Beladungsfeld erlaubt auch hohe Temperaturdifferenzen mit relativ geringen Zeolithmengen zu erzielen. Zeolithe sind eßbar und billig zu synthetisieren. Der Adsorptionsvorgang ist lage- und erschütterungsunempfindlich, eine Volumenänderung wird nicht beobachtet. Die Zeolithtypen Na-A, Mg-A, Ca-A, Na-X, Na-Y und H-Y zeigen auch bei oftmaliger Reaktivierung keine Zersetzung. Der Typ H-Y ist auch in wässriger Lösung pH-neutral. Eine Verunreinigung der Wasserfüllung bei Eiserzeugern bleibt dadurch ohne Einfluß auf die Genußfähigkeit des erzeugten

Eises. Synthetische Zeolithe sind in Pulver- und Granulatformen im Handel. Pulverförmige Zeolithe können mit Bindemitteln zu Formlingen verarbeitet werden, die den Kühl- und Heizvorrichtungen angepaßt sind. Speziell ausgestaltete Formlinge können zum Beispiel die Behälterwände versteifen und damit einfachere Behälterkonstruktionen oder die Einsparung von Behälterwerkstoffen gestatten. Bei der Verwendung von Wasser als Arbeitsmittel kann überdies auf aufwendige Überdruckbehälter verzichtet werden.

Beim adiabatischen Adsorptionsvorgang erhitzen sich Zeolithe von Raumtemperatur teilweise auf über 160° C. Für viele Heizaufgaben reichen jedoch bereits Temperaturen um 80° C. Bei niedrigen Temperaturen können Zeolithe mehr Wasser adsorbieren. Wenn an die Zeolithfüllung zusätzliche Wärmespeichermassen gut wärmeleitend angekoppelt sind, kann ein Teil der Adsorptionswärme auf diese übergehen. Da die Temperaturen in der Zeolithfüllung damit niedriger sind, kann weiterer Wasserdampf adsorbiert und mehr Sorptionswärme bereitgestellt werden. Als zusätzliche Wärmespeichermassen sind Flüssigkeiten wie z. B. Kaffee, Tee, Suppen, die im heißen Zustand aus der Vorrichtung entnommen werden können, vorteilhaft. Für Einweg-Vorrichtungen zur Eiserzeugung eignen sich beispielsweise kleine, gasdicht verschlossene Wasserkapseln, die, in der Zeolithfüllung gleichmäßig verteilt, einen Teil der Sorptionswärme aufnehmen können und dadurch die erforderliche Zeolithmenge reduzieren.

Auch die Verdampfungsenthalpie kann teilweise anderen Stoffen, z. B. Getränken, entzogen werden. Der Behälter mit dem Getränk wird hierzu gut wärmeleitend an den Wasserbehälter gekoppelt.

Das beim Adsorptionsprozeß entstehende Eis ist eßbar. Da Zeolithe ebenfalls genießbar sind, besteht auch bei unsachgemäßer Handhabung keine Gefahr für den Anwender. Die Reaktionsgeschwindigkeit des Stoffpaares ist so hoch, daß in geeigneten Vorrichtungen die Wasserfüllung in wenigen Sekunden zu Eis erstarrt und aus der Vorrichtung entnommen werden kann. Eine Wiederfüllung mit frischem Wasser und eine Reaktivierung der Zeolithfüllung ist zwar möglich, aber auf Grund des geringen Materialwertes unzweckmäßig. In der Regel sind derartige Vorrichtungen zur Eiserzeugung als Einweg-Systeme ausführbar. Zu groß dimensionierte Wasserfüllungen gefrieren nur teilweise oder werden gar nicht bis auf den Gefrierpunkt abgekühlt. Sind der Wasserfüllung weitere Substanzen beigemischt, z. B. Limonadenstoffe, Fruchtsäfte, Alkohole, Speiseeismischungen etc., können nach Öffnen der Kühlvorrichtung die Füllungen stark gekühlt oder gefroren serviert werden.

Für Kühl- und Heizvorrichtungen, die zur Reaktivierung der Zeolithfüllung konstruiert sind, sind

die Absperrvorrichtungen vorteilhaft als Dampfventile ausgeführt. Bei Einweg-Systemen sind kleinere Wasserventile ausreichend. Diese Wasserventile müssen so beschaffen sein, daß sie nach der Öffnung die gesamte Wasserfüllung aus dem Wasserbehälter in den Zeolithbehälter abströmen lassen.

Die Zeolithfüllung ist innerhalb des Zeolithbehälters so anzuordnen, daß sie nicht mit dem einlaufenden Wasser in Berührung kommt. Besonders dicke Eisschichten lassen sich dadurch erzeugen, daß das langsam in den Zeolithbehälter nachströmende Wasser auf bereits gefrorene Eisschichten aufläuft und dabei gefriert.

In einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung ist der Wasserbehälter als Trinkgefäß ausgebildet. Nach Öffnen des Einweg-Systems kann das Eis im Trinkgefäß verbleiben und mit den zu kühlenden Getränken übergossen werden. In einer weitergehenden Ausgestaltung der Vorrichtung übernimmt das Trinkgefäß die Funktion der Absperrvorrichtung. Das Gefäß wird hierzu mit einem besonderen Mechanismus so an eine Fläche des Zeolithbehälters gepreßt, daß die Gefäßöffnung verschlossen wird.

Alle Kühl- und Heizvorrichtungen müssen bei der Herstellung evakuiert werden. Die Zeolithfüllung wird hierzu durch eine Wärmequelle auf eine Temperatur zwischen 250 und 700° C aufgeheizt. Der aus dem Zeolith desorbierte Wasserdampf tritt über eine kleine, verschließbare Evakuieröffnung aus dem Zeolithbehälter aus und reißt dabei die eingeschlossene Luft mit. Auf den Einsatz spezieller Vakuumpumpen kann auf diese Weise verzichtet werden. Der Wasserbehälter wird in analoger Weise separat oder auch gleichzeitig evakuiert. Bei gleichzeitiger Evakuierung sind die Behälter so anzuordnen, daß durch die Überhitzungswärme des ausströmenden Wasserdampfes bzw. durch die Strahlungswärme von der heißen Zeolithfüllung die Wasserfüllung im Wasserbehälter zum Kochen gebracht wird, und der z. B. über die Absperrvorrichtung abströmende Dampf nicht kondensierbare Gase aus dem Wasserbehälter entfernt.

Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und im folgenden näher beschrieben.

Es zeigen

- Fig. 1** eine kombinierte Kühl- und Heizplatte,
- Fig. 2** einen kombinierten Kühl- und Heizstab,
- Fig. 3** eine kombinierte Kühl- und Heiztasche mit integrierter Reaktivierungseinrichtung,
- Fig. 4a** eine Kühlvorrichtung für Getränke,
- Fig. 4b** eine Heizvorrichtung für Getränke,

- Fig. 5** eine kombinierte Kühl- und Heizvorrichtung für Gefäße und Flüssigkeiten,
Fig. 6 eine Kühl- und Heizvorrichtung zur Erzeugung von Eis mit einer Absperreinrichtung für Wasserdampf,
Fig. 7 eine Kühl- und Heizvorrichtung zur Erzeugung von Eis mit einer Absperreinrichtung für Wasser.

In **Figur 1** ist eine kombinierte Kühl- und Heizplatte im Schnitt dargestellt. Ein Wasserbehälter (11) ist über eine magnetisch betätigbare Absperreinrichtung (12) an einen Zeolithbehälter (13), der eine Zeolithfüllung (14) enthält, angeschlossen. Ein saugfähiges Material (16) fixiert die Wasserfüllung (15) auf der richtigen Behälterseite. Zum Zwecke der Kühlung wird die Platte mit dem Wasserbehälter (11) nach oben aufgestellt und die magnetisch wirkende Absperreinrichtung (12) geöffnet. Die Wasserfüllung (15) verdampft teilweise und erstarrt. Die Zeolithfüllung (14) adsorbiert den Wasserdampf und speichert die freigesetzte Adsorptionswärme in Form von fühlbarer Wärme. Zum Zwecke der Erwärmung bzw. Warmhaltung von Gegenständen wird die Platte mit dem Zeolithbehälter nach oben aufgestellt. Zum Reaktivieren kann die Platte beispielsweise mit der Zeolithbehälterseite auf eine heiße Herdplatte gestellt werden. Die Absperreinrichtung (12) läßt hierbei auch im geschlossenen Zustand den von der Zeolithfüllung (14) desorbierten Wasserdampf in den Wasserbehälter (11) strömen. Die Kondensationswärme wird an die Umgebung abgegeben.

Figur 2 zeigt einen Kühl- und Heizstab, der nach dem gleichen Prinzip funktioniert wie die Kühl- und Heizplatte in **Figur 1**. Zur Kühlung wird der Wasserbehälter (21), zur Erwärmung der Zeolithbehälter (23) in eine Flüssigkeit getaucht und das Magnetventil (22) geöffnet. Zur Reaktivierung wird die Zeolithfüllung (24) im Zeolithbehälter (23) auf etwa 250° C erhitzt und der entweichende Wasserdampf an der Wasserbehälterwand (21) kondensiert. Das saugfähige Material (26) verteilt das Kondensat gleichmäßig.

Die **Figur 3** zeigt eine weitere Ausgestaltung der Erfindung in Form einer kombinierten Kühl- und Heiztasche. Die Schnittfigur zeigt eine Isolationsbox (37) und eine erfindungsgemäße Kühl- und Heizvorrichtung im Deckel (38). Der Deckel (38) ist als Wendedeckel ausgebildet, so daß je nach Verwendungszweck der kühlende Wasserbehälter (31) oder der heizende Zeolithbehälter (33) in den Innenraum der Isolationsbox (37) zeigen. Der Kühl- bzw. Heizbetrieb wird auch hier durch Betätigung der Absperreinrichtung (32) eingeleitet bzw. unterbrochen. Zur Reaktivierung der Zeolithfüllung (34) ist auf der Außenfläche des Zeolithbehälters eine thermostatisch geregelte Heizeinrichtung (39) angebracht. Damit aus Sicherheits-

gründen die Reaktivierung der Zeolithfüllung (34) nicht bei geschlossener Tasche möglich ist, sind das Stromzuführungskabel und der zugehörige Betriebsschalter so angebracht, daß bei geschlossener Tasche nicht regeneriert werden kann.

Figur 4a zeigt eine Kühlvorrichtung für Getränke vor Inbetriebnahme. Der Wasserbehälter (41a) ist vom Zeolithbehälter (43a) durch eine dampfdichte Membran (42) getrennt. In einer Vertiefung des Wasserbehälters (41a) befindet sich ein Hohlraum für das zu kühlende Getränk (47a). Zur Einleitung der Kühlwirkung wird ein Stützring (48) an der Verbindungsstelle der Behälter entfernt. Der äußere Luftdruck drückt daraufhin beide Behälterseiten zusammen. Die dampfdichte Membran (42) wird dabei von einem Schneidmesser (49) durchtrennt. Der Weg für den Wasserdampf ist nun frei. Die Kühlwirkung beginnt augenblicklich.

Figur 4b zeigt nach dem gleichen Prinzip eine Heizvorrichtung für Getränke nach Inbetriebnahme. Das zu erwärmende Getränk (47b) befindet sich hier in der Vertiefung des Zeolithbehälters (43b). Die dampfdichte Membran (42) ist von dem Schneidmesser bereits durchtrennt und von der Wasserdampfströmung in den Zeolithbehälter (43b) mitgerissen worden. Die Wasserfüllung (45) ist zu Eis erstarrt, die Zeolithfüllung (44) heiß.

Figur 5 zeigt eine Schnitt- und eine Aufsichtzeichnung von einer weiteren erfindungsgemäßen Kühl- und Heizvorrichtung. Zeolithbehälter (53) und Wasserbehälter (51) besitzen die Form eines Doppelmantels mit becherförmigen Vertiefungen (54a) und (57b) für die direkte Aufnahme von Flüssigkeiten oder Gefäßen wie beispielsweise Getränkedosen. Der Zeolithbehälter (53) ist von einer heizbaren Manschette (59) zur Reaktivierung der Zeolithfüllung (54) umgeben. Eine leckagefreie Absperreinrichtung (52) verhindert im geschlossenen Zustand die Adsorption von Wasserdampf aus der Wasserfüllung (55) in der zeolithfüllung (54), läßt jedoch den aus der zeolithfüllung (54) desorbierten Wasserdampf in den Wasserbehälter (51) unbehindert zurückströmen. Ein saugfähiges Material sorgt für eine gleichmäßige Verteilung der Wasserfüllung (55) im Wasserbehälter (51). Die Kühl- und Heizvorrichtung kann entweder nur zur Kühlung oder Erwärmung oder zur gleichzeitigen Kühlung und Erwärmung benutzt werden. In allen Betriebsarten ist es unerheblich, ob die jeweils andere becherförmige Vertiefung (57a) oder (57b) gefüllt ist oder leer steht.

Figur 6 zeigt eine tragbare Vorrichtung vor und nach der Adsorptionsreaktion zur Erzeugung von genußfähigem Eis oder zur Kühlung von Flüssigkeiten. Die Wasserfüllung (65) befindet sich im becherförmigen Wasserbehälter (61). Der Wasserbehälter (61) und die Zeolithfüllung (64) sind innerhalb des Zeolithbehälters (63) angeordnet. Die

Zeolithfüllung (64) besteht aus einem festen Zeolithformling, der die Zeolithbehälterwand versteift. In den Formling eingebettet sind zusätzliche Wärmespeicherelemente (66). Sie bestehen beispielsweise aus wassergefüllten Metallkapseln. Der becherförmige Wasserbehälter (61) wird von einer Auslöseeinrichtung (68) mit seiner Öffnung gegen einen Dichtungsring (67) im Deckel des Zeolithbehälters (63) gepreßt. Für den notwendigen Preßdruck sorgt der äußere Luftdruck, der Boden und Deckel des Zeolithbehälters (63) leicht nach innen wölbt. Der Wasserfüllung (65) im Wasserbehälter (61) können weitere Stoffe beigemischt sein, z. B. Milchprodukte oder Limonadengrundstoffe. Um die Adsorptionsreaktion in Gang zu setzen, wird der Boden des Zeolithbehälters über eine Lasche soweit mechanisch verformt, bis die Auslöseeinrichtung (68) dem Druck des Wasserdampfes im Wasserbehälter (61) nachgibt und den Behälter vom Dichtungsring (67) abtrennt. Damit ist der Weg für den Wasserdampf zur Zeolithfüllung (64) frei. Innerhalb weniger Sekunden ist die Wasserfüllung (65) zu Eis gefroren und die Zeolithfüllung (64) heiß. Der Deckel des Zeolithbehälters (63) wird entfernt und die Eisfüllung einschließlich des Wasserbehälters (61) entnommen.

Figur 7 zeigt eine weitere Ausgestaltung einer Vorrichtung zur Eiserzeugung vor und nach der Adsorptionsreaktion. Der Zeolithbehälter (73) enthält sowohl die Zeolithfüllung (74) als auch den Wasserbehälter (71) mit der Wasserfüllung (75). In die Zeolithfüllung (74) reicht ein weiterer Behälter (77), der eine Wärmespeichermasse, beispielsweise Wasser, Kaffee, etc. enthält. Durch den Boden des Behälters (77) ragt eine Steckeinrichtung (78) in den flexiblen Wasserbehälter (71). Zur Eiserzeugung wird mit dieser Steckeinrichtung (78) eine Öffnung in die untere Hülle des Wasserbehälters (71) gestochen. Die Wasserfüllung (75) entleert sich daraufhin in den zeolithfreien Teil des Zeolithbehälters (73) und gefriert in wenigen Sekunden zu Eis. Die Zeolithfüllung (74) leitet einen Teil der freigewordenen Adsorptionswärme an die Wärmespeichermasse im Behälter (77) weiter. Nach erfolgter Eisbildung wird der untere Teil des Zeolithbehälters (73) zusammen mit der Eisfüllung vom restlichen Teil der Vorrichtung abgetrennt.

Ansprüche

1. Verfahren zur Transformation einer Wärmemenge von einer niedrigen auf eine höhere Temperatur, bei dem ein Arbeitsmittel von einer sich dabei abkühlenden Arbeitsmittelfüllung verdampft und in einer Adsorptionsmittelfüllung adsorbiert wird, wobei die dabei freigesetzte Adsorptionswärme die Adsorptionsmittelfüllung erwärmt,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Verdampfungsvorgang soweit geführt wird, daß die Arbeitsmittelmengenerstarrt, so daß die für die Reaktion notwendige Verdampfungswärme aus der freigesetzten latenten Wärme der erstarrenden Arbeitsmittelfüllung stammt, und daß die Verdampfung und die Adsorption adiabatisch durchgeführt werden, wobei die bei der Adsorption des verdampften Arbeitsmittels freigesetzte Adsorptionswärme ausreicht, die Adsorptionsmittelfüllung auf die Gleichgewichtstemperatur bei dem Erstarrungsdruck aufzuheizen.
2. Vorrichtung zur Wärmetransformation mit einem Wasserbehälter, der eine Wassermenge enthält, einem Zeolithbehälter, der eine Zeolithmenge enthält und einer beide Behälter verbindenden Absperreinrichtung, die im geöffneten Zustand Wasserdampf aus dem Wasserbehälter in den Zeolithbehälter strömen läßt, dadurch gekennzeichnet,
daß die Wassermenge innerhalb des Wasserbehälters in einem saugfähigen Material fixiert ist und die Absperreinrichtung leakagefrei ausgebildet ist und im geschlossenen Zustand eine Wasserdampfströmung aus dem Wasserbehälter in den Zeolithbehälter unterbindet, aber im gleichen Zustand rückströmenden Wasserdampf aus dem Zeolithbehälter in den Wasserbehälter abströmen läßt.
3. Vorrichtung zur Wärmetransformation nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Zeolithfüllung aus synthetischen Zeolithen vom Typ A, X und Y, insbesondere in den Formen Na-A, Mg-A, Ca-A, Na-X oder H-Y besteht.
4. Vorrichtung zur Wärmetransformation nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Zeolithfüllung aus Zeolithtypen besteht, die in wässriger Lösung pH-neutral reagieren, wie beispielsweise H-Y und H-X.
5. Vorrichtung zur Wärmetransformation nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß an die Zeolithfüllung (64) zusätzliche Wärmespeichermassen (66), insbesondere Wasserbehälter, angekoppelt sind.
6. Vorrichtung zur Wärmetransformation nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,
daß die erstarrte Wasserfüllung zum Verzehr
geeignet ist, und aus der Vorrichtung entnehm-
bar ist.

7. Vorrichtung zur Wärmetransformation nach An-
spruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Wasserfüllung weitere genußfähige
Stoffe beigegeben sind, beispielsweise Limo-
nadengrundstoffe oder Milchprodukte.
8. Vorrichtung zur Wärmetransformation nach An-
spruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Wasserbehälter (61) die Form eines
offenen Trinkgefäßes hat und die Öffnung des
Trinkgefäßes vor Beginn der Adsorptionsreak-
tion von einer Fläche des Zeolithbehälters (63)
verschlossen ist.
9. Verfahren zur Einleitung der Adsorptionsreak-
tion bei einer Vorrichtung zur Wärmetransfor-
mation nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß mit Hilfe der Absperreinrichtung eine Öff-
nung im Wasserbehälter geschaffen wird,
durch welche die Wasserfüllung in den Zeolith-
behälter austritt und dort durch Teilverdamp-
fung erstarrt.
10. Verfahren zur Evakuierung einer Vorrichtung
zur Wärmetransformation nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Zeolithfüllung durch eine Wärmequelle
auf über 250° C und höchstens 700° C erhitzt,
die Wasserfüllung durch Wärmeleitung
und/oder Wärmestrahlung zum Sieden ge-
bracht wird, der über eine Evakuierungsöff-
nung abströmende Wasserdampf, Luft und an-
dere nicht kondensierbare Gase mitreißt und
die Evakuierungsöffnung anschließend vakuumdicht
verschlossen wird.

Claims

1. A process for transforming a quantity of heat
from a low to a higher temperature, wherein a
working substance vaporises from a cooling
working substance filling and is adsorbed in an
adsorbent filling, where the released adsorption
heat heats the adsorbent filling, characterised
in that the vaporisation process is continued
until the quantity of working substance solidi-
fies so that the vaporisation heat required for
the reaction is obtained from the released,
latent heat of the solidifying working substance

filling, and that the vaporisation and the ad-
sorption take place adiabatically, where the
adsorption heat released during the adsorption
of the vaporised working substance is sufficient
to heat the adsorbent filling to the equilibrium
temperature at the solidification pressure.

2. A device for heat transformation comprising a
water container which contains a quantity of
water, a zeolite container which contains a
quantity of zeolite, and a shut-off device which
connects the two containers and which, in the
open state, allows water vapour to flow from
the water container into the zeolite container,
characterised in that the water quantity is fixed
inside the water container in an absorbent ma-
terial and the shut-off device is designed to be
leak-free and in the closed state prevents a
flow of water vapour from the water container
into the zeolite container but in the same state
allows reflux water vapour to flow from the
zeolite container into the water container.
3. A device for heat transformation as claimed in
Claim 2, characterised in that the zeolite filling
comprises synthetic zeolites of types A, X and
Y, in particular in the form of Na-A, Mg-A, Ca-
A, Na-X or H-Y.
4. A device for heat transformation as claimed in
Claim 2, characterised in that the zeolite filling
comprises zeolite types which have a pH-neu-
tral reaction in an aqueous solution, such as for
example H-Y and H-X.
5. A device for heat transformation as claimed in
Claim 2, characterised in that the zeolite filling
(64) is coupled to additional heat retaining me-
dia (66), in particular water containers.
6. A device for heat transformation as claimed in
Claim 2, characterised in that the solidified
water filling is fit for consumption and can be
removed from the device.
7. A device for heat transformation as claimed in
Claim 2, characterised in that additional materi-
als fit for consumption, for example lemonade
constituents or milk products, are added to the
water filling.
8. A device for heat transformation as claimed in
Claim 2, characterised in that the heat con-
tainer (61) has the form of an open drinks
vessel and the opening of the drinks vessel is
closed by a surface of the zeolite container
(63) before the start of the adsorption reaction.

9. A process for initiating the adsorption reaction in a device for heat transformation as claimed in Claim 2, characterised in that with the assistance of the shut-off device an opening is formed in the water container, through which the water filling is discharged into the zeolite container where it solidifies as a result of partial vaporisation.
10. A process for evacuating a device for heat transformation as claimed in Claim 2, characterised in that the zeolite filling is heated by a heat source to more than 250 °C and a maximum of 700 °C, the water filling is brought to boiling point by heat conduction and/or heat radiation, the water water vapour outflowing through an evacuation opening entrains air and other non-condensable gases, and the evacuation opening is then closed so as to be vacuum-tight.

Revendications

1. Procédé pour faire passer une quantité de chaleur d'une température basse à une température plus élevée, qui consiste à évaporer de l'agent de travail d'une charge d'agent de travail se refroidissant et à l'adsorber dans une charge d'agent d'adsorption, la chaleur d'adsorption ainsi dégagée chauffant la charge d'agent d'adsorption,
- caractérisé en ce qu'il consiste,
- à poursuivre le processus d'évaporation jusqu'à ce que la charge d'agent de travail se solidifie, de sorte que la chaleur d'évaporation nécessaire à la réaction provienne de la chaleur latente dégagée de la charge d'agent de travail se solidifiant, et à effectuer l'évaporation et l'adsorption adiabatiquement, et que la chaleur d'adsorption dégagée lors de l'adsorption de l'agent de travail évaporé soit suffisante pour porter la charge de l'agent d'adsorption à la température d'équilibre à la pression de solidification.
2. Dispositif de transformation de chaleur comprenant une cuve à eau qui contient une certaine quantité d'eau, une cuve à zéolite qui contient une certaine quantité de zéolite et un dispositif d'arrêt reliant les deux cuves et permettant, à l'état ouvert, à de la vapeur d'eau de passer de la cuve à eau à la cuve à zéolite,
- caractérisé,
- en ce que la quantité d'eau est retenue dans la cuve à eau, dans un matériau absorbant et le dispositif d'arrêt est conçu de manière à être exempt de fuites et interdit, à l'état

fermé, un passage de la vapeur d'eau de la cuve à eau à la cuve à zéolite, mais permet dans le même état à de la vapeur d'eau refluant de passer de la cuve à zéolite à la cuve à eau.

3. Dispositif de transformation de chaleur suivant la revendication 2,
- caractérisé,
- en ce que la charge de zéolite est constituée de zéolites synthétiques de type A, X et Y, notamment sous les formes Na-A, Mg-A, Ca-A, Na-X ou H-Y.
4. Dispositif de transformation de chaleur suivant la revendication 2,
- caractérisé,
- en ce que la charge de zéolite est constituée de types de zéolites qui réagissent en ayant un pH neutre en solution aqueuse, comme par exemple H-Y et H-X.
5. Dispositif de transformation de chaleur suivant la revendication 2,
- caractérisé,
- en ce qu'à la charge de zéolites (64) sont couplées des masses supplémentaires d'emmagasinage de la chaleur (66), notamment des réservoirs d'eau.
6. Dispositif de transformation de la chaleur suivant la revendication 2,
- caractérisé,
- en ce que la charge d'eau solidifiée est propre à la consommation et peut être prélevée du dispositif.
7. Dispositif de transformation de la chaleur suivant la revendication 2,
- caractérisé,
- en ce qu'à la charge d'eau sont ajoutées d'autres substances donnant du goût, par exemple des substances de base pour de la limonade ou des produits laitiers.
8. Dispositif de transformation de la chaleur suivant la revendication 2,
- caractérisé,
- en ce que la cuve à eau (61) a la forme d'un gobelet ouvert et l'ouverture du gobelet est fermée avant le début de la réaction d'adsorption par une surface de la cuve à zéolite (63).
9. Procédé pour faire commencer la réaction d'adsorption dans un dispositif de transformation de la chaleur suivant la revendication 2,
- caractérisé,

en ce qu'il consiste à ménager, à l'aide du dispositif d'arrêt, un orifice dans la cuve à eau, par lequel la charge d'eau sort dans la cuve à zéolite et y est solidifiée par évaporation partielle.

5

10. Procédé de mise sous vide d'un dispositif de transformation de la chaleur suivant la revendication 2,

caractérisé, en ce qu'il consiste

10

à porter la charge de zéolite par une source de chaleur au-delà de 250 ° C et au plus à 700 ° C,

à porter la charge d'eau par conduction calorifique et/ou par rayonnement calorifique à l'ébullition,

15

à entraîner la vapeur d'eau, l'air et d'autres gaz non condensables sortant par l'orifice de mise sous vide, et à fermer ensuite l'orifice d'évacuation d'une manière étanche au vide.

20

25

30

35

40

45

50

55

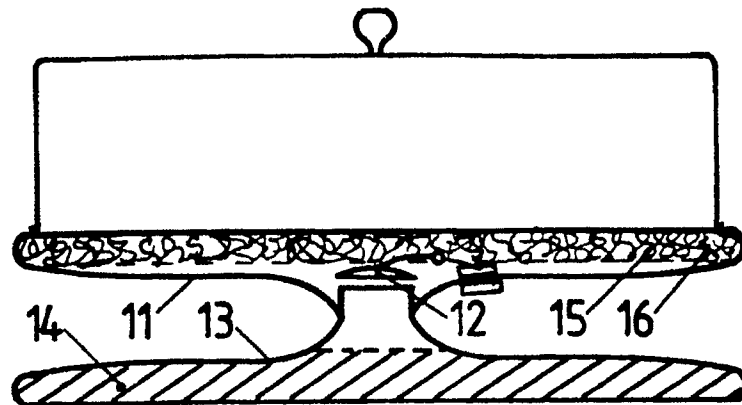


Fig. 1

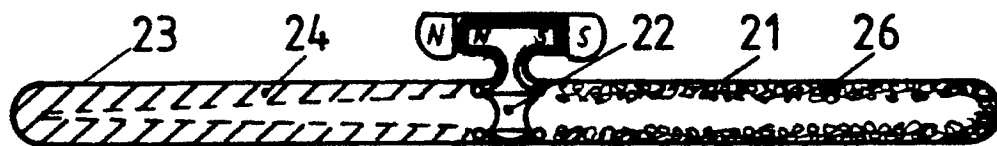


Fig. 2

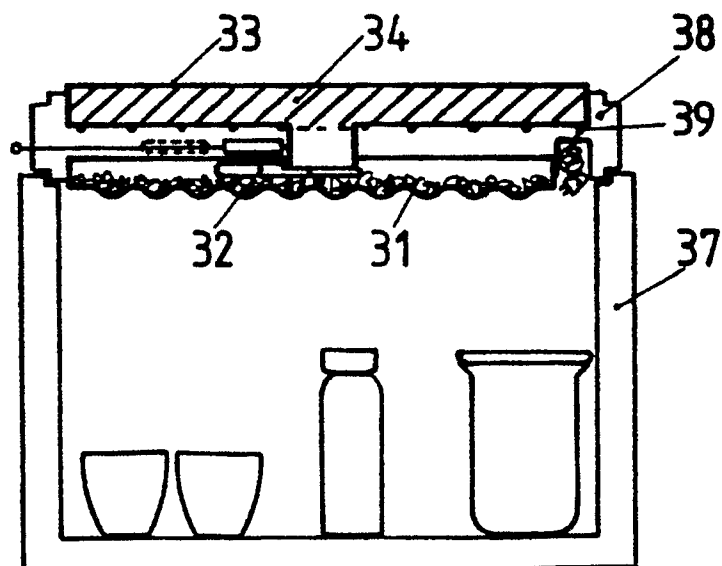


Fig. 3

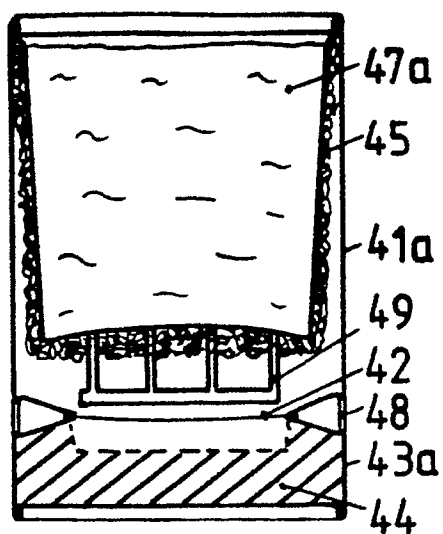


Fig. 4a

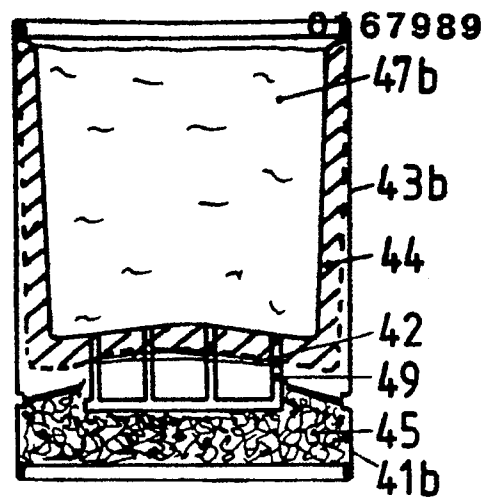


Fig. 4b

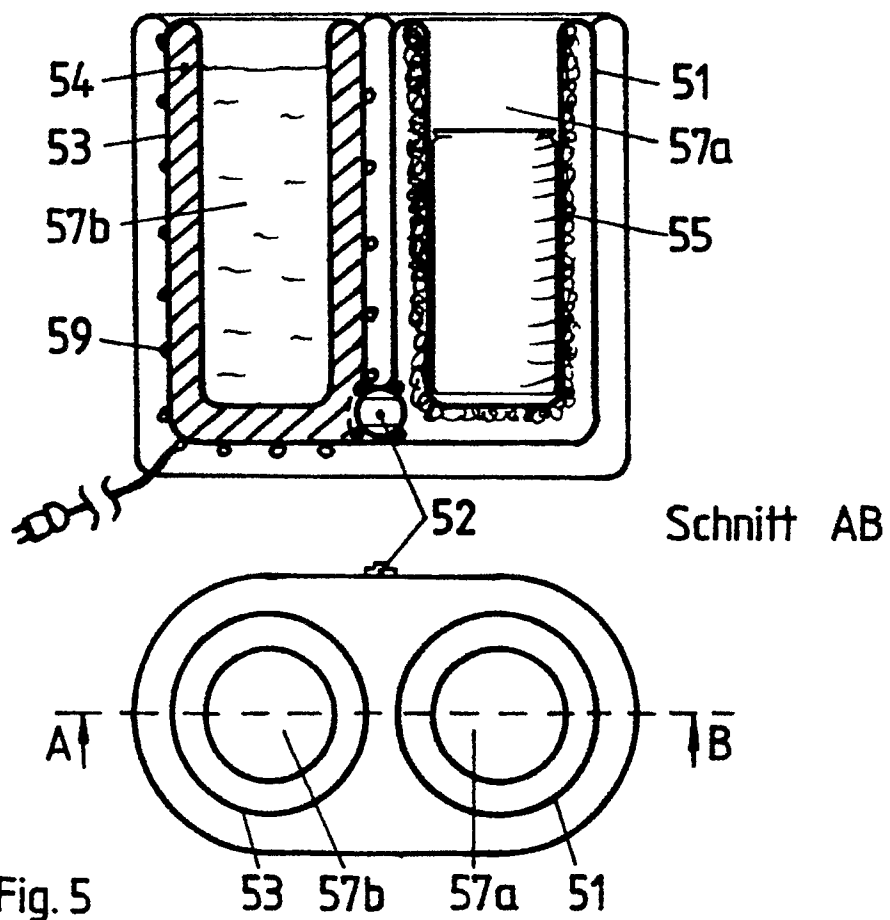


Fig. 5

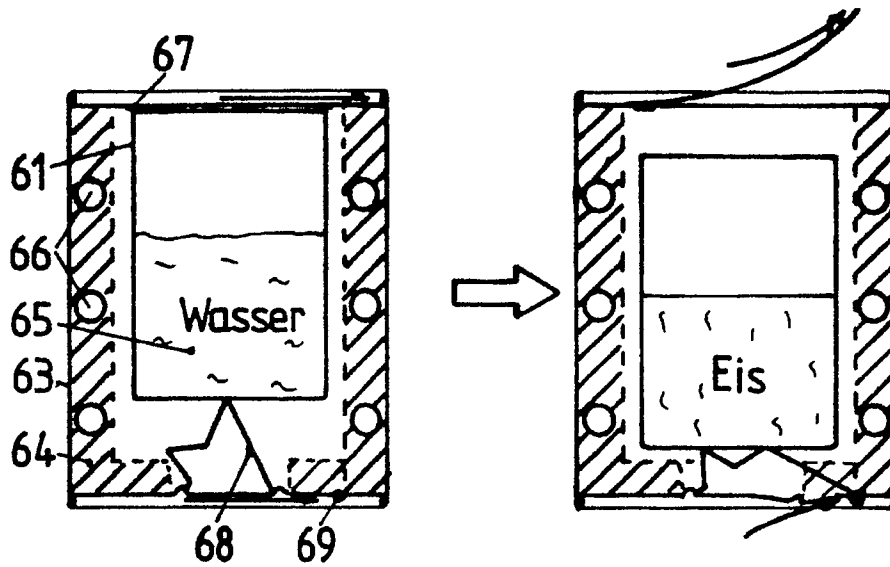


Fig. 6

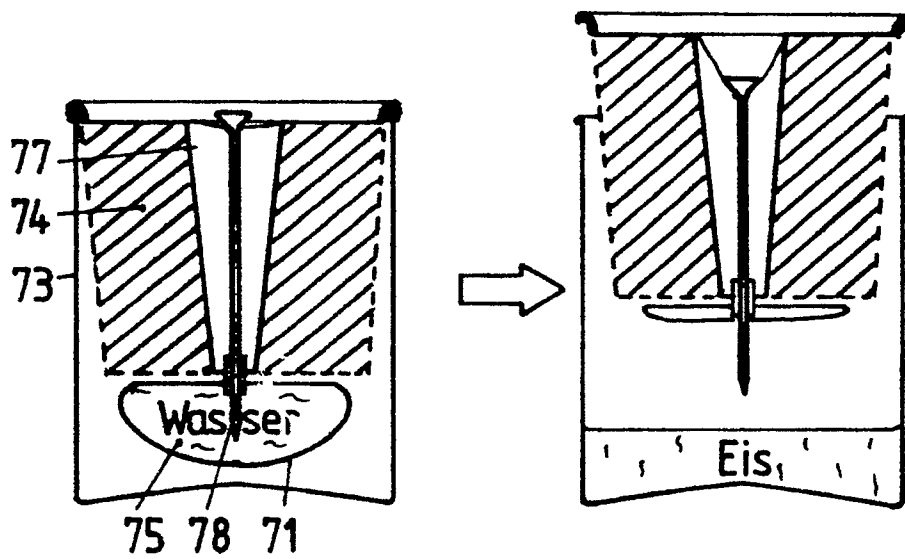


Fig. 7