



(11) **EP 3 557 165 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**23.10.2019 Patentblatt 2019/43**

(51) Int Cl.:  
**F25J 3/04** (2006.01) **F25B 1/00** (2006.01)  
**F25J 1/00** (2006.01) **F25J 5/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18020163.4**

(22) Anmeldetag: **19.04.2018**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

(72) Erfinder: **Kirchner, Lars**  
**01279 Dresden (DE)**

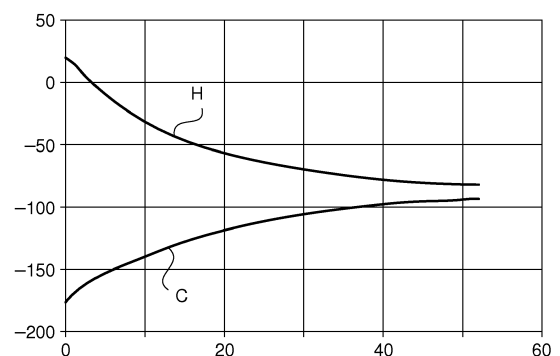
(74) Vertreter: **Imhof, Dietmar**  
**Linde AG**  
**Technology & Innovation**  
**Corporate Intellectual Property**  
**Dr.-Carl-von-Linde-Straße 6-14**  
**82049 Pullach (DE)**

(71) Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft**  
**80331 München (DE)**

(54) **VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES WÄRMETAUSCHERS, ANORDNUNG MIT EINEM WÄRMETAUSCHER UND LUFTBEARBEITUNGSANLAGE MIT EINER ENTSPRECHENDEN ANORDNUNG**

(57) Die Erfindung schlägt ein Verfahren zum Betreiben eines Wärmetauschers (10) vor, der eine erste Austauschzone (1) mit einem ersten Ende (11) und mit einem zweiten Ende (12), eine zweite Austauschzone (2) mit einem ersten Ende (21) und mit einem zweiten Ende (22) und eine Trennzone (3) zwischen dem ersten Ende (11) der ersten Austauschzone (1) und dem zweiten Ende (12) der zweiten Austauschzone (2) aufweist. Wärmeleitfähigkeiten der ersten Austauschzone (2) zwischen deren erstem Ende (11) und deren zweitem Ende (12) und der zweiten Austauschzone (2) zwischen deren erstem Ende (11) und deren zweitem Ende (12) sind dabei jeweils höher als eine Wärmeleitfähigkeit der Trennzone (13) zwischen dem zweiten Ende (11) der ersten Austauschzone (1) und dem ersten Ende der zweiten Austauschzone (2). In einem ersten Betriebsmodus werden durch ein Durchleiten von Fluiden durch die erste Austauschzone (1) und durch die zweite Austauschzone (2) das erste Ende (11) der ersten Austauschzone (1) auf ein erstes Temperaturniveau und das zweite Ende (12) der zweiten Austauschzone (2) auf ein zweites Temperaturniveau unterhalb des ersten Temperaturniveaus temperiert. Der erste Betriebsmodus wird durch einen zweiten Betriebsmodus unterbrochen, in dem das Durchleiten von Fluid durch die erste Austauschzone (1) und die zweite Austauschzone (2) unterbunden wird. Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass der zweite Betriebsmodus unterbrochen und der erste Betriebsmodus oder ein weiterer Betriebsmodus eingeleitet wird, sobald eine Größe, die einen zwischen dem ersten Ende (11) und dem zweiten Ende (12) der ersten Austauschzone (1)

und/oder zwischen dem ersten Ende (21) und dem zweiten Ende (22) der zweiten Austauschzone (2) erfolgten Wärmetransport nach der Einleitung des zweiten Betriebsmodus kennzeichnet, einen vorbestimmten Wert über- oder unterschreitet. Eine entsprechende Anordnung, die insbesondere als Luftbearbeitungsanlage ausgebildet ist, ist ebenfalls Gegenstand der Erfindung.



**Fig. 1**

**EP 3 557 165 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Wärmetauschers und eine Anordnung mit einem entsprechend betreibbaren Wärmetauscher gemäß den Oberbegriffen der jeweiligen unabhängigen Patentansprüche.

### Stand der Technik

**[0002]** In einer Vielzahl von Anwendungsgebieten werden Wärmetauscher mit tiefkalten Fluiden, d.h. Fluiden mit Temperaturen von deutlich unter 0° C, insbesondere deutlich unter -100° C, betrieben. Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung überwiegend unter Bezugnahme auf die Hauptwärmetauscher von Luftzerlegungsanlagen beschrieben, sie eignet sich jedoch grundsätzlich auch zum Einsatz in anderen Anwendungsgebieten, beispielsweise für Anlagen zum Speichern und Rückgewinnen von Energie unter Verwendung von Flüssigluft oder die Erdgasverflüssigung.

**[0003]** Zum Aufbau und Betrieb von Hauptwärmetauschern von Luftzerlegungsanlagen und anderer Wärmetauscher sei auf einschlägige Fachliteratur, beispielsweise H.-W. Häring (Hrsg.), Industrial Gases Processing, Wiley-VCH, 2006, insbesondere Abschnitt 2.2.5.6, "Apparatus" verwiesen. Details zu Wärmetauschern allgemein sind beispielsweise der Veröffentlichung "The Standards of the Brazed Aluminium Plate-Fin Heat Exchanger Manufacturers' Association", 2. Auflage, 2000, insbesondere Abschnitt 1.2.1, "Components of an Exchanger" zu entnehmen.

**[0004]** Ohne zusätzliche Maßnahmen gleichen sich bei entsprechenden Wärmetauschern die Temperaturprofile beim Stillstand der zugehörigen Anlage aus. Wird anschließend beispielsweise bei der Wiederinbetriebnahme in einen erwärmten Teil des Wärmetauschers tiefkaltes Gas eingespeist oder umgekehrt warmes Gas in einen abgekühlten Teil des Wärmetauschers, kommt es zu hohen thermischen Spannungen, die zur Schädigung des Wärmetauschers führen können oder einen überproportional hohen Material- bzw. Fertigungsaufwand erfordern.

**[0005]** Insbesondere kommt es bei einer Außerbetriebnahme eines Wärmetauschers, bevor dieser sich insgesamt erwärmt aufgrund der guten Wärmeleitung (Wärmelängsleitung) in dessen metallischem Material zu einem Angleich der Temperaturen am zuvor warmen Ende und am zuvor kalten Ende. Mit anderen Worten wird das zuvor warme Ende des Wärmetauschers über die Zeit kälter und das zuvor kalte Ende des Wärmetauschers wärmer, bis die genannten Temperaturen bei oder nahe bei einer Durchschnittstemperatur liegen. Dies ist auch in der beigefügten Figur 1 nochmals veranschaulicht. Die Temperaturen, die hier zum Zeitpunkt der Außerbetriebnahme bei ca. -175 °C bzw. +20 °C lagen, gleichen sich dabei über mehrere Stunden aneinander an und erreichen nahezu eine mittlere Temperatur.

**[0006]** Dieses Verhalten wird insbesondere dann beobachtet, wenn beim Abschalten einer Luftzerlegungsanlage der Hauptwärmetauscher, der kälteisoliert untergebracht ist, zusammen mit der Rektifikationseinheit eingeblockt wird, d.h. wenn von außen kein Gas mehr zugeführt wird. In einem solchen Fall wird typischerweise lediglich Gas, das durch thermische Isolationsverluste entsteht, kalt abgeblasen.

**[0007]** Bei einer ggf. anschließend erfolgenden Einspeisung von warmem Fluid am abgekühlten warmen Ende des Wärmetauschers bei seiner Wiederinbetriebnahme erhöht sich dort schlagartig die Temperatur. Entsprechend verringert sich die Temperatur am erwärmten kalten Ende bei der Wiederinbetriebnahme, falls dort entsprechendes kaltes Fluid eingespeist wird, schlagartig. Dies führt zu den bereits erwähnten Materialspannungen und damit ggf. zu Schäden.

**[0008]** Die vorliegende Erfindung stellt sich daher die Aufgabe, Maßnahmen anzugeben, die eine Wiederinbetriebnahme eines entsprechenden Wärmetauschers nach längerer Außerbetriebnahme ohne die erwähnten nachteiligen Effekte ermöglichen.

### Offenbarung der Erfindung

**[0009]** Vor diesem Hintergrund schlägt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Wärmetauschers und eine Anordnung mit einem entsprechend betreibbaren Wärmetauscher, die insbesondere als eine Luftbearbeitungsanlage ausgebildet sein kann, mit den Merkmalen der jeweiligen unabhängigen Patentansprüche vor.

**[0010]** Ausgestaltungen sind jeweils Gegenstand der abhängigen Patentansprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung.

**[0011]** Zunächst werden nachfolgend einige zur Beschreibung der vorliegenden Erfindung verwendete Begriffe erläutert und definiert.

**[0012]** Ein "Wärmetauscher" ist im hier verwendeten Sprachgebrauch ein Apparat, der zur indirekten Übertragung von Wärme zwischen zumindest zwei z.B. im Gegenstrom zueinander geführten Fluidströmen ausgebildet ist. Ein Wärmetauscher zum Einsatz im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann aus einem einzelnen oder mehreren parallel und/oder seriell verbundenen Wärmetauscherabschnitten gebildet sein, z.B. aus einem oder mehreren Plattenwärmetauscherblöcken. Ein Wärmetauscher weist "Passagen" auf, die zur Fluidführung eingerichtet und von anderen Passagen fluidisch getrennt bzw. nur über die jeweiligen Header ein- und ausgangseitig verbunden sind. Diese werden nachfolgend als "Wärmetauscherpassagen" bezeichnet. Nachfolgend werden die Begriffe "Wärmetauscher" und "Wärmeübertrager" synonym verwendet.

**[0013]** Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere die gemäß der deutschen Fassung der ISO 15547-2:2005 als Rippen-Platten-Wärmetauscher (engl. Plate-Fin Heat Exchangers) bezeichneten Appa-

rate. Ist nachfolgend von einem "Wärmetauscher" die Rede, sei daher hierunter insbesondere ein Rippen-Platten-Wärmetauscher verstanden. Ein Rippen-Platten-Wärmetauscher weist eine Vielzahl übereinanderliegender flacher Kammern bzw. langgestreckter Kanäle auf, die jeweils durch gewellte oder anderweitig strukturierte und miteinander verbundene, beispielsweise verlötete Platten, i.d.R. aus Aluminium, voneinander getrennt sind. Die Platten werden mittels Seitenstäben (engl. Side Bars) stabilisiert und über diese miteinander verbunden. Die Strukturierung der Wärmetauscherplatten dient insbesondere dazu, die Wärmeaustauschfläche zu vergrößern, aber auch dazu, die Stabilität des Wärmetauschers zu erhöhen. Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf gelötete Rippen-Platten-Wärmetauscher aus Aluminium.

**[0014]** Wie erwähnt, kann die vorliegende Erfindung in Luftzerlegungsanlagen bekannter Art, aber auch beispielsweise in Anlagen zum Speichern und Rückgewinnen von Energie unter Verwendung von Flüssigluft zum Einsatz kommen. Die Speicherung und Rückgewinnung von Energie unter Verwendung von Flüssigluft wird im Englischen auch als Liquid Air Energy Storage (LAES) bezeichnet. Eine entsprechende Anlage ist beispielsweise in der EP 3 032 203 A1 offenbart.

**[0015]** Zu Zeiten hohen Stromangebots wird in LAES-Anlagen in einem ersten Betriebsmodus Luft unter entsprechendem Stromverbrauch verdichtet, abgekühlt, verflüssigt und in einem isolierten Tanksystem gespeichert. Zu Zeiten geringen Stromangebots wird in einem zweiten Betriebsmodus die in dem Tanksystem gespeicherte verflüssigte Luft, insbesondere nach einer Druckerhöhung mittels einer Pumpe, angewärmt und damit in den gasförmigen oder überkritischen Zustand überführt. Ein hierdurch erhaltener Druckstrom wird in einer Entspannungsturbine entspannt, die mit einem Generator gekoppelt ist. Die in dem Generator gewonnene elektrische Energie wird beispielsweise in ein elektrisches Netz zurückgespeist.

**[0016]** Eine entsprechende Speicherung und Rückgewinnung von Energie ist grundsätzlich nicht nur unter Verwendung von Flüssigluft möglich. Vielmehr können in dem ersten Betriebsmodus auch andere unter Verwendung von Luft gebildete tiefkalte Flüssigkeiten gespeichert und in dem zweiten Betriebsmodus zur Gewinnung von elektrischer Energie verwendet werden. Beispiele für entsprechende tiefkalte Flüssigkeiten sind flüssiger Stickstoff oder flüssiger Sauerstoff bzw. Komponentengemische, die überwiegend aus flüssigem Stickstoff oder flüssigem Sauerstoff bestehen. In entsprechenden Anlagen können auch externe Wärme und Brennstoff eingekoppelt werden, um die Effizienz und die Ausgangsleistung zu steigern, insbesondere unter Verwendung einer Gasturbine, deren Abgas zusammen mit dem im zweiten Betriebsmodus aus dem Luftprodukt gebildeten Druckstrom entspannt wird. Auch für derartige Anlagen eignet sich die Erfindung.

**[0017]** Zur Bereitstellung entsprechender tiefkalter

Flüssigkeiten können klassische Luftzerlegungsanlagen dienen. Wenn Flüssigluft verwendet wird, ist es auch möglich, reine Luftverflüssigungsanlagen einzusetzen. Als Oberbegriff für Luftzerlegungsanlagen und Luftverflüssigungsanlagen wird daher nachfolgend auch der Begriff "Luftbearbeitungsanlagen" verwendet.

#### Vorteile der Erfindung

**[0018]** Grundsätzlich kann ein Wärmetauscher während eines Stillstands der zugehörigen Anlage mit kaltem Gas aus einem Tank oder Abgas aus der stehenden Anlage durchströmt werden, um eine Erwärmung zu vermeiden bzw. das ausgebildete Temperaturprofil zu halten. Ein derartiger Betrieb ist jedoch in herkömmlichen Verfahren ggf. nur aufwendig zu realisieren.

**[0019]** Insbesondere bei geringen Mengen entsprechender kalter Gase bzw. geringen Strömungsgeschwindigkeiten im Wärmetauscher kann eine Fehlverteilung innerhalb eines Wärmetauscherblocks und insbesondere über mehrere Wärmetauscherblöcke hinweg nicht ausgeschlossen werden. Grundsätzlich ist es jedoch wünschenswert, die eingesetzten Gasmengen gering zu halten, um beispielsweise Produktverluste bzw. grundsätzlich den Verbrauch von entsprechenden tiefkalten Medien zu vermeiden. Ferner sind zur Umsetzung entsprechender Maßnahmen stets gewisse Mengen an Fluiden erforderlich, die zur Temperierung eines entsprechenden Wärmetauschers zusätzlich verbraucht werden.

**[0020]** Die vorliegende Erfindung schlägt ein Verfahren zum Betreiben eines Wärmetauschers vor, welcher eine erste Austauschzone mit einem ersten Ende und mit einem zweiten Ende, eine zweite Austauschzone mit einem ersten Ende und mit einem zweiten Ende und eine Trennzone zwischen dem ersten Ende der ersten Austauschzone und dem zweiten Ende der zweiten Austauschzone aufweist, wobei eine Wärmeleitfähigkeit der ersten Austauschzone zwischen deren erstem Ende und deren zweitem Ende und eine Wärmeleitfähigkeit der zweiten Austauschzone zwischen deren erstem Ende und deren zweitem Ende jeweils höher als eine Wärmeleitfähigkeit der Trennzone zwischen dem zweiten Ende der ersten Austauschzone und dem ersten Ende der zweiten Austauschzone ist. Der Wärmetauscher kann, wie auch nachfolgend noch im Detail erläutert, der Hauptwärmetauscher einer Luftzerlegungsanlage sein, so dass in diesem Zusammenhang auf die zitierte Fachliteratur verwiesen werden kann. Insbesondere handelt es sich bei einem entsprechenden Wärmetauscher um einen Rippen-Platten-Wärmetauscher der zuvor erläuterten Art. Die "Austauschzonen" sind jene Zonen eines entsprechenden Wärmetauschers, in denen Fluidströme einem wechselseitigen Wärmetausch unterworfen werden.

**[0021]** Der im Rahmen der vorliegenden Erfindung eingesetzte Wärmetauscher kann beispielsweise als ein Wärmetauscher ausgebildet sein, der aus zwei Teilen

bzw. zwei separaten seriellen Einzelwärmetauschern aufgebaut ist. Entsprechende Teile bzw. Einzelwärmetauscher definieren jeweils Bereiche separaten Wärmeaustauschs, also die "Austauschbereiche" der zuvor erläuterten Art.

**[0022]** In jedem Teil bzw. Einzelwärmetauscher ergibt sich dabei bei einer Außerbetriebnahme ebenfalls ein Temperatursgleich zwischen dem jeweiligen warmen und kalten Ende. Aufgrund der Tatsache, dass das Temperaturprofil in jedem der Teile bzw. Einzelwärmetauscher eines entsprechend ausgebildeten Wärmetauschers sich nicht vom höchsten zum niedrigsten Temperaturniveau des Gesamtwärmetauschers erstreckt, sondern jeweils nur bis bzw. ab einem Zwischentemperaturniveau, das an der Trennstelle zwischen den Teilen bzw. Einzelwärmetauschern vorliegt, kann durch eine Wärmeleitung innerhalb des jeweiligen Teils bzw. Einzelwärmetauschers zunächst nur ein mittleres Temperaturniveau erreicht werden, das zwischen dem Temperaturniveau am warmen Ende und dem Zwischentemperaturniveau einerseits bzw. zwischen dem Zwischentemperaturniveau und dem Temperaturniveau am kalten Ende andererseits liegt. Dieses mittlere Temperaturniveau ist in einem Teil bzw. Einzelwärmetauscher am warmen Ende höher und in einem Teil bzw. Einzelwärmetauscher am kalten Ende geringer als das mittlere Temperaturniveau in einem einteilig ausgebildeten Wärmetauscher. Dies ergibt sich dadurch, dass in einem mehrteilig ausgebildeten Wärmetauscher eine Wärmeleitung zwischen den jeweiligen Teilen unterbunden oder verringert werden kann.

**[0023]** In dem unter Bezugnahme auf Figur erläuterten Beispiel ergibt sich in einem warmen Teil eines entsprechenden zweigeteilten Wärmetauschers ein Temperaturniveau von beispielsweise ca. -50 °C sowie im kalten Teil auf beispielsweise ca. -150 °C. Damit werden auch die maximal möglichen Temperaturunterschiede zwischen Metall und den bei Wiederinbetriebnahme in den Wärmetauscher eingespeisten warmen bzw. kalten Stoffströmen halbiert, was dazu führt, dass die thermischen Spannungen nur noch Bruchteile im Vergleich zur üblichen Wärmetauscherkonfiguration betragen.

**[0024]** Die vorliegende Erfindung sieht vor, dass in einem ersten Betriebsmodus durch ein Durchleiten von Fluiden durch die erste Austauschzone und durch die zweite Austauschzone das erste Ende der ersten Austauschzone auf ein erstes Temperaturniveau temperiert wird und das zweite Ende der zweiten Austauschzone auf ein zweites Temperaturniveau unterhalb des ersten Temperaturniveaus temperiert wird. Der erste Betriebsmodus entspricht dem regulären Betrieb eines entsprechenden Wärmetauschers, beispielsweise in einer Luftzerlegungsanlage. In diesem regulären Betrieb werden am warmen Ende des Wärmetauschers insgesamt warme Fluide und am kalten Ende kalte Fluide eingespeist und einander entgegengeschiedt.

**[0025]** Das erste Temperaturniveau kann dabei im Rahmen der vorliegenden Erfindung insbesondere bei 0

bis 100 °C, beispielsweise ca. 20 °C, und das zweite Temperaturniveau bei -100 bis -200 °C, beispielsweise ca. -175 °C liegen. Das Durchleiten von Fluid erfolgt insbesondere in Form mehrerer unterschiedlicher Fluidströme, die einander entgegengeschiedt werden und also in gegenläufigen Richtungen durch die erste und die zweite Austauschzone geleitet werden. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung stellt sich auf diese Weise insbesondere am zweiten Ende der ersten und am ersten Ende der zweiten Austauschzone ein Temperaturniveau ein, das zwischen dem ersten und dem zweiten Temperaturniveau liegt.

**[0026]** Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird der erste Betriebsmodus durch einen zweiten Betriebsmodus unterbrochen, in dem das Durchleiten von Fluid durch die erste Austauschzone und die zweite Austauschzone unterbunden wird. Wie bereits eingangs erläutert, kommt es dadurch zu einem langsamen Temperaturangleich zwischen dem ersten Ende und dem zweiten Ende der ersten Austauschzone und dem ersten Ende und dem zweiten Ende der zweiten Austauschzone. Ein Temperaturangleich insgesamt ist dabei ebenfalls zu beobachten. Dieser erfolgt aber im Rahmen der vorliegenden Erfindung, in der ein Wärmetauscher mit zwei Austauschzonen und einer Trennzone mit geringerer Wärmeleitung verwendet ist, sehr viel langsamer als bei einem Wärmetauscher, der nur eine Austauschzone, beispielsweise nur einen einzelnen Wärmetauscherblock, aufweist. Zunächst stellt sich im Rahmen der vorliegenden Erfindung ein höheres Ausgleichstemperaturniveau in der ersten Austauschzone und ein niedrigeres Ausgleichstemperaturniveau in der zweiten Austauschzone ein. So lange die zwei Austauschzonen dabei auf ausreichend unterschiedlichen Temperaturniveaus vorliegen, mit anderen Worten die Temperatur der ersten Austauschzone ausreichend hoch und die Temperatur der zweiten Austauschzone ausreichend niedrig ist, kann die erste Austauschzone bei einer anschließenden Wiederinbetriebnahme mit einem warmen Fluid auf dem ersten Temperaturniveau und die zweite Austauschzone mit einem kalten Fluid auf dem zweiten Temperaturniveau beaufschlagt werden, ohne dass es hier jeweils zu übermäßig starken thermischen Spannungen kommen kann wie bei einer herkömmlichen Ausbildung eines Ausgleichstemperaturniveaus in dem Wärmetauscher insgesamt.

**[0027]** Erfindungsgemäß ist daher vorgesehen, dass der zweite Betriebsmodus unterbrochen und der erste Betriebsmodus oder ein weiterer Betriebsmodus eingeleitet wird, sobald eine Größe, die einen zwischen dem ersten Ende und dem zweiten Ende der ersten Austauschzone und/oder zwischen dem ersten Ende und dem zweiten Ende der zweiten Austauschzone erfolgten Wärmetransport nach der Einleitung des zweiten Betriebsmodus kennzeichnet, einen vorbestimmten Wert über- oder unterschreitet. Bei dem den erfolgten Wärmetransport kennzeichnenden Größe kann es sich dabei insbesondere um eine Temperatur an dem ersten Ende

der ersten bzw. dem zweiten Ende der zweiten Austauschzone handeln. Diese kann insbesondere mittels einer Messung in Form eines oder mehrerer Temperaturwerte ermittelt werden. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, eine Zeitsteuerung zu verwenden. Bei bekannten thermischen Eigenschaften des Wärmetauschers bzw. der ersten und der zweiten Austauschzone und der Trennzone kann nach Verstreichen einer bestimmten Zeit bei zuvor bekannten Bedingungen davon ausgegangen werden, dass ein bestimmter Wärmetransport erfolgt ist. Damit handelt es sich auch bei einer entsprechenden Zeit um eine Größe, die einen zwischen dem ersten Ende und dem zweiten Ende der ersten Austauschzone und/oder zwischen dem ersten Ende und dem zweiten Ende der zweiten Austauschzone erfolgten Wärmetransport nach der Einleitung des zweiten Betriebsmodus kennzeichnet. Eine entsprechende Zeitvorgabe kann, beispielsweise auf Grundlage von festgestellten Anfangstemperaturen, auch mit Korrekturfaktoren bzw. Zu- und Abschlägen beaufschlagt werden.

**[0028]** Wird, wie erfindungsgemäß vorgesehen, der zweite Betriebsmodus unterbrochen und der erste Betriebsmodus oder ein weiterer Betriebsmodus eingeleitet, sobald die Größe, die den zwischen dem ersten Ende und dem zweiten Ende der ersten Austauschzone und/oder zwischen dem ersten Ende und dem zweiten Ende der zweiten Austauschzone erfolgten Wärmetransport nach der Einleitung des zweiten Betriebsmodus kennzeichnet, einen vorbestimmten Wert über- oder unterschreitet, kann sichergestellt werden, dass die Temperaturen am warmen Ende eines entsprechenden Wärmetauschers noch nicht derart tief abgesunken sind, dass eine Einspeisung von Fluid am warmen Ende zu übermäßigen Temperaturspannungen führen kann. Entsprechendes gilt auch für die Temperaturen am kalten Ende eines entsprechenden Wärmetauschers. Hierbei können entsprechende Werte, beispielsweise Schwellwerte oder Zeitvorgaben, derart ausgewählt werden, dass sichergestellt ist, dass sich zwar ggf. jeweils eine Temperatur innerhalb der ersten und der zweiten Wärmeaustauschzone ausgleicht, ein Temperatursgleichgewicht in dem Wärmetauscher insgesamt noch nicht erfolgt ist. Die Ausgleichstemperaturen innerhalb der ersten bzw. zweiten Wärmeaustauschzone liegen dabei, wie erwähnt, jeweils näher an dem ersten bzw. zweiten Temperaturniveau als eine Ausgleichstemperatur in dem Wärmetauscher insgesamt bzw. in einem klassischen einteilig ausgebildeten Wärmetauscher, in dem sich schneller eine mittlere Temperatur zwischen dem ersten und dem zweiten Temperaturniveau als Ausgleichstemperatur einstellt. Auf diese Weise kann im Rahmen der vorliegenden eine Unterbrechungszeit ohne Einleitung weiterer Temperierungsmaßnahmen verlängert werden. Insbesondere müssen im zweiten Betriebsmodus keine zusätzlichen Fluide verwendet werden, die den Medienbedarf erhöhen und ggf. zu Ungleichverteilungen im Wärmetauscher und damit verbundenen Temperierungsproblemen führen können. Im Rahmen der vorliegenden Er-

findung kann, mit anderen Worten, im zweiten Betriebsmodus ein entsprechender Wärmetauscher für einen verlängerten Zeitraum vollständig stillgelegt und anschließend ohne die Gefahr von Beschädigungen durch thermische Spannungen oder eine damit verbundene Lebensdauerverkürzung durch entsprechend große Lastwechsel wieder in Betrieb genommen werden.

**[0029]** Wie erwähnt, kann im Rahmen der vorliegenden Erfindung der zweite Betriebsmodus unterbrochen und anstelle der Wiederaufnahme des ersten Betriebsmodus auch ein weiterer Betriebsmodus eingeleitet werden, sobald die Größe, die den zwischen dem ersten Ende und dem zweiten Ende der ersten Austauschzone und/oder zwischen dem ersten Ende und dem zweiten Ende der zweiten Austauschzone erfolgten Wärmetransport nach der Einleitung des zweiten Betriebsmodus kennzeichnet, den vorbestimmten Wert über- oder unterschreitet. Ein entsprechender weiterer Betriebsmodus kann dabei insbesondere auch ein Temperiermodus sein, in dem der Wärmetauscher durch an sich bekannte Maßnahmen temperiert wird. Hierbei kann insbesondere eine Durchströmung eines entsprechenden Wärmetauschers mit Fluidströmen erfolgen, die in einer geringeren Menge pro Zeiteinheit als die im ersten Betriebsmodus eingesetzten Fluidströme verwendet werden können.

**[0030]** Wie erwähnt, kann das erfindungsgemäß vorgeschlagene Verfahren insbesondere auf Grundlage einer oder mehrerer Temperaturen, insbesondere einer oder mehrere gemessener Temperaturen, erfolgen. Mit anderen Worten kann der zweite Betriebsmodus unterbrochen und der erste Betriebsmodus oder der weitere Betriebsmodus eingeleitet werden, sobald das erste Ende der ersten Austauschzone ein Temperaturniveau aufweist, das um mehr als einen vorgegebenen Wert von dem ersten Temperaturniveau abweicht und/oder sobald das zweite Ende der zweiten Austauschzone ein Temperaturniveau aufweist, das um mehr als einen vorgegebenen Wert von dem zweiten Temperaturniveau abweicht.

**[0031]** Hierbei kann im Rahmen der vorliegenden Erfindung insbesondere dann, wenn in dem ersten Betriebsmodus das zweite Ende der ersten Austauschzone und das erste Ende der zweiten Austauschzone durch das Durchleiten von Fluiden durch die erste Austauschzone und durch die zweite Austauschzone auf ein drittes Zwischentemperaturniveau zwischen dem ersten Temperaturniveau und dem zweiten Temperaturniveau temperiert werden, der zweite Betriebsmodus dann unterbrochen und der erste Betriebsmodus oder der weitere Betriebsmodus eingeleitet werden, sobald das erste Ende der ersten Austauschzone ein Temperaturniveau aufweist, das um mehr als einen vorgegebenen Wert von einem mittleren Temperaturniveau zwischen dem ersten Temperaturniveau und dem dritten Temperaturniveau abweicht und/oder sobald das zweite Ende der zweiten Austauschzone ein Temperaturniveau aufweist, das um mehr als einen vorgegebenen Wert von einem mittleren Temperaturniveau zwischen dem dritten Temperaturni-

veau und dem zweiten Temperaturniveau abweicht. Mit anderen Worten erfolgt eine Unterbrechung des zweiten und beispielsweise eine Wiederaufnahme des ersten oder des weiteren Betriebsmodus dann, wenn zwar ein Wärmeausgleich innerhalb der jeweiligen Austauschzonen, aber noch nicht im Wärmetauscher insgesamt erzielt worden ist. Vorteile wurden bereits erläutert.

**[0032]** In einem Regelbetrieb eines entsprechenden Verfahrens, also in dem ersten Betriebsmodus, wird oder werden insbesondere ein oder mehrere erste Fluide auf dem ersten Temperaturniveau der ersten Austauschzone über deren erstes Ende zugeführt, nacheinander durch die erste Austauschzone, die Trennzone und die zweite Austauschzone geleitet, und danach auf dem zweiten Temperaturniveau aus der zweiten Austauschzone über deren zweites Ende ausgeführt, und in dem ersten Betriebsmodus wird oder werden ferner ein oder mehrere zweite Fluide nacheinander auf dem zweiten Temperaturniveau der zweiten Austauschzone über deren zweites Ende zugeführt, durch die zweite Austauschzone, die Trennzone und die erste Austauschzone geleitet, und danach auf dem ersten Temperaturniveau aus der ersten Austauschzone über deren erstes Ende ausgeführt. Auf diese Weise erfolgt die Temperierung der ersten und der zweiten Wärmeaustauschzone in der zuvor mehrfach erläuterten Weise, wobei sich insbesondere an dem zweiten Ende der ersten und an dem ersten Ende der zweiten Wärmeaustauschzone ein weiteres Temperaturniveau einstellt, das zwischen dem ersten und dem zweiten Temperaturniveau liegt.

**[0033]** Wie mehrfach erwähnt, wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung insbesondere eine Längswärmeleitung in einem entsprechenden Wärmetauscher durch die Aufteilung in die erste Austauschzone und die zweite Austauschzone mit der zwischengeschalteten Trennzone reduziert. Dies kann insbesondere durch die Wahl und die spezifische Ausgestaltung der Trennzone bewirkt werden, die insbesondere einen Abfluss von Wärme von dem zweiten Ende der ersten Austauschzone zu dem ersten Ende der zweiten Austauschzone verringert oder verhindert. Nachfolgend werden entsprechende Ausgestaltungen erläutert, wobei diese Erläuterungen für einen erfindungsgemäßen Wärmetauscher und eine entsprechende Anordnung sowie für ein erfindungsgemäßes Verfahren und jeweiliger Ausgestaltungen hiervon in gleicher Weise gelten.

**[0034]** In einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung können die erste Austauschzone und die zweite Austauschzone ein oder mehrere erste Materialien mit einem oder mehreren ersten Wärmeleitwerten aufweisen oder, insbesondere ausschließlich, aus einem oder mehreren entsprechender Materialien ausgebildet sein. Die Trennzone kann in diesem Fall ein oder mehrere zweite Materialien mit einem oder mehreren zweiten Wärmeleitwerten aufweisen oder, insbesondere ausschließlich, aus einem oder mehreren entsprechender Materialien ausgebildet sein. Der oder die zweiten Wärmeleitwerte sind dabei geringer als der oder die ersten

Wärmeleitwerte. Durch die hierdurch bewirkte Herabsetzung der Wärmeleitung in der Trennzone lassen sich die mehrfach erläuterten Vorteile erzielen. Ein entsprechendes Material in den Austauschzonen kann insbesondere Aluminium sein. Bei dem Material in der Trennzone kann es sich um ein Metall mit geringerer Wärmeleitung oder auch um einen oder mehrere Kunststoffe handeln.

**[0035]** In einer weiteren Ausgestaltung können die erste Austauschzone und die zweite Austauschzone jeweils übereinanderliegende strukturierte Metallplatten aufweisen und die Trennzone kann ohne übereinanderliegende strukturierte Metallplatten ausgebildet sein. Die erste Austauschzone und die zweite Austauschzone können dabei insbesondere in Form separater Rippen-Platten-Wärmetauscher ausgebildet sein, die durch einen Luftspalt oder Luftraum oder in anderer Weise voneinander getrennt und mittels Rohren miteinander verbunden sind.

**[0036]** Mit anderen Worten kann die Trennzone in Form eines Isolierraums zwischen der ersten Austauschzone und der zweiten Austauschzone ausgebildet sein, wobei durch den Isolierraum Rohrleitungen geführt sind, die die erste Austauschzone und die zweite Austauschzone verbinden. Die erste Austauschzone und die zweite Austauschzone können dabei in beliebiger Form ausgebildet sein. Sie sind damit nicht auf eine Ausgestaltung als Rippen-Platten-Wärmetauscher beschränkt. Der Isolierraum und damit die Trennzone kann im Rahmen der vorliegenden Erfindung also zumindest teilweise als ein Luftraum oder evakuierter Raum ausgebildet sein. Es ist auch möglich, dass der Isolierraum und damit die Trennzone zumindest teilweise mit einem Isolationsmaterial gefüllt ist, insbesondere mit einem üblicherweise in einer Coldbox verwendeten Isolationsmaterial wie Perlit und dergleichen.

**[0037]** Es ist alternativ zu den erläuterten Ausgestaltungen auch möglich, dass die erste Austauschzone und die zweite Austauschzone jeweils übereinanderliegende Metallplatten mit einer ersten Strukturierung aufweisen und dass die Trennzone übereinanderliegende Metallplatten mit einer zweiten Strukturierung, die von der ersten Strukturierung abweicht, aufweist. Bei den Metallplatten kann es sich auch um durchgängige Metallplatten mit den jeweiligen unterschiedlichen Strukturierungen handeln. Die abweichende Strukturierung in der Trennzone kann dabei insbesondere zu der abweichenden Wärmeleitung in der Trennzone führen, beispielsweise dadurch, dass ein Materialquerschnitt zwischen dem zweiten Ende der ersten Austauschzone und dem ersten Ende der zweiten Austauschzone verringert wird.

**[0038]** Die vorliegende Erfindung erstreckt sich ferner auf eine Anordnung mit einem Wärmetauscher, welcher eine erste Austauschzone mit einem ersten Ende und mit einem zweiten Ende, eine zweite Austauschzone mit einem ersten Ende und mit einem zweiten Ende und eine Trennzone zwischen dem ersten Ende der ersten Austauschzone und dem zweiten Ende der zweiten Austauschzone aufweist, wobei eine Wärmeleitfähigkeit der

ersten Austauschzone zwischen deren erstem Ende und deren zweitem Ende und eine Wärmeleitfähigkeit der zweiten Austauschzone zwischen deren erstem Ende und deren zweitem Ende jeweils höher als eine Wärmeleitfähigkeit der Trennzone zwischen dem zweiten Ende der ersten Austauschzone und dem ersten Ende der zweiten Austauschzone ist.

**[0039]** Im Rahmen der vorliegenden Erfindung sind dabei in einer derartigen Anordnung technische Mittel bereitgestellt, die dafür eingerichtet sind, in einem ersten Betriebsmodus durch ein Durchleiten von Fluiden durch die erste Austauschzone und durch die zweite Austauschzone das erste Ende der ersten Austauschzone auf ein erstes Temperaturniveau zu temperieren und das zweite Ende der zweiten Austauschzone auf ein zweites Temperaturniveau unterhalb des ersten Temperaturniveaus zu temperieren. Ferner sind technische Mittel bereitgestellt, die dafür eingerichtet sind, den ersten Betriebsmodus durch einen zweiten Betriebsmodus zu unterbrechen, in dem das Durchleiten von Fluid durch die erste Austauschzone und die zweite Austauschzone unterbrochen wird.

**[0040]** Die erfindungsgemäße Anordnung zeichnet sich durch technische Mittel aus, die dafür eingerichtet sind, den zweiten Betriebsmodus zu unterbrechen und den ersten Betriebsmodus oder einen weiteren Betriebsmodus einzuleiten, sobald eine Größe, die einen zwischen dem ersten Ende und dem zweiten Ende der ersten Austauschzone und/oder zwischen dem ersten Ende und dem zweiten Ende der zweiten Austauschzone erfolgten Wärmetransport nach der Einleitung des zweiten Betriebsmodus kennzeichnet, einen vorbestimmten Wert über- oder unterschreitet.

**[0041]** Zu Merkmalen und Vorteilen einer entsprechenden Anordnung, die insbesondere dazu eingerichtet ist, ein Verfahren durchzuführen, wie es zuvor erläutert wurde, sei auf die obigen Ausführungen ausdrücklich verwiesen. Insbesondere weist eine derartige Anlage eine Steuereinrichtung auf, die dazu ausgebildet ist, bei Bedarf, beispielsweise nach einem festen Schaltmuster, auf Grundlage eines Sensorsignals oder auf Anforderung, zwischen dem ersten und dem zweiten Betriebsmodus umzuschalten.

**[0042]** Wie erwähnt, erstreckt sich die vorliegende Erfindung auch auf eine Luftbearbeitungsanlage, die Mittel zur Verflüssigung und/oder Tieftemperaturtrennung von Luft aufweist. Diese zeichnet sich erfindungsgemäß dadurch aus, dass sie eine Anordnung umfasst, wie sie soeben erläutert wurde. Insbesondere kann die Luftbearbeitungsanlage als Luftzerlegungsanlage ausgebildet sein. Sie umfasst in diesem Fall ein Destillationssäulensystem grundsätzlich bekannter Art. Eine entsprechende Luftbearbeitungsanlage kann insbesondere auch als Anlage zum Speichern und Rückgewinnen von Energie ausgebildet sein. Zu Merkmalen und Vorteilen sei auf die obigen Erläuterungen bezüglich des erfindungsgemäßen Verfahrens verwiesen.

**[0043]** Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezug-

nahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert, die eine Ausführungsform der Erfindung und entsprechende Wärmeaustauschdiagramme zeigen.

## 5 Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0044]** Figur 1 veranschaulicht Temperaturverläufe in einem Wärmetauscher nach Außerbetriebnahme ohne Einsatz von Maßnahmen gemäß einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung.

**[0045]** Figur 2 veranschaulicht eine Luftzerlegungsanlage mit einem Wärmetauscher, der unter Verwendung eines Verfahrens gemäß einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung betrieben werden kann.

## 15 Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

**[0046]** In den Figuren sind identische oder einander funktional oder bedeutungsmäßig entsprechende Elemente mit identischen Bezugszeichen angegeben und werden der Übersichtlichkeit halber nicht wiederholt erläutert.

**[0047]** Figur 1 veranschaulicht Temperaturverläufe in einem Wärmetauscher nach Außerbetriebnahme ohne Einsatz von Maßnahmen gemäß vorteilhaften Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung in Form eines Temperaturdiagramms.

**[0048]** In dem in Figur 1 dargestellten Diagramm sind eine mit H bezeichnete Temperatur am warmen Ende eines entsprechenden Wärmetauschers bzw. seines entsprechenden Wärmeaustauschbereichs (zuvor und nachfolgend auch als "erstes Ende" bezeichnet) und eine mit C bezeichnete Temperatur am kalten Ende (zuvor und nachfolgend auch als "zweites Ende" bezeichnet) jeweils in °C auf der Ordinate gegenüber einer Zeit in Stunden auf der Abszisse dargestellt.

**[0049]** Wie aus Figur 1 ersichtlich, beträgt die Temperatur H am ersten (warmen) Ende des Wärmeaustauschbereichs zu Beginn der Außerbetriebnahme, und damit die Temperatur in einem regulären Betrieb des Wärmetauschers, ca. 20 °C und die Temperatur C am zweiten (kalten) Ende ca. -175 °C. Diese Temperaturen gleichen sich über die Zeit zunehmend einander an. Hierfür ist die hohe Wärmeleitfähigkeit der in dem Wärmetauscher verbauten Materialien verantwortlich. Mit anderen Worten fließt hier Wärme vom ersten (warmen) Ende in Richtung des zweiten (kalten) Endes. Zusammen mit dem Wärmeeintrag aus der Umgebung ergibt sich dabei eine mittlere Temperatur von ca. -90 °C. Die deutliche Temperaturerhöhung am zweiten (kalten) Ende des Wärmeaustauschbereichs kommt zum größten Teil durch den internen Temperatursausgleich in dem Wärmetauscher zustande und nur in einem geringeren Anteil durch externen Wärmeeintrag.

**[0050]** Wie mehrfach erwähnt, kann es im dargestellten Fall zu starken thermischen Spannungen kommen, wenn das erste (warme) Ende des Wärmetauschers nach einiger Zeit der Regeneration ohne weitere

Maßnahmen wieder mit einem warmen Fluid von im dargestellten Beispiel ca. 20 °C beaufschlagt wird.

**[0051]** Figur 2 veranschaulicht eine Luftzerlegungsanlage als Beispiel einer Anordnung 100 gemäß einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung. Diese weist als wesentliche Komponenten einen Wärmetauscher 10, der den Hauptwärmetauscher der Luftzerlegungsanlage darstellt, und ein Destillationssäulensystem 20 auf.

**[0052]** Luftzerlegungsanlagen der gezeigten Art sind, wie erwähnt, vielfach an anderer Stelle beschrieben, beispielsweise bei H.-W. Häring (Hrsg.), Industrial Gases Processing, Wiley-VCH, 2006, insbesondere Abschnitt 2.2.5, "Cryogenic Rectification". Für detaillierte Erläuterungen zu Aufbau und Funktionsweise sei daher auf entsprechende Fachliteratur verwiesen. Eine Luftzerlegungsanlage zum Einsatz der vorliegenden Erfindung kann auf unterschiedlichste Weise ausgebildet sein. Der Einsatz der vorliegenden Erfindung ist nicht auf die Ausgestaltung gemäß Figur 2 beschränkt. Figur 2 veranschaulicht nur die für die Beschreibung der vorliegenden Erfindung wesentlichen Komponenten.

**[0053]** Der Wärmetauscher 10 umfasst eine hier mit 1 bezeichnete erste Austauschzone mit einem ersten Ende 11 und mit einem zweiten Ende 12 sowie eine hier mit 2 bezeichnete zweite Austauschzone mit einem ersten Ende 21 und mit einem zweiten Ende 22. Eine hier mit 3 bezeichnete Trennzone ist zwischen dem ersten Ende 11 der ersten Austauschzone 1 und dem zweiten Ende 12 der zweiten Austauschzone 2 ausgebildet. Die Trennzone 3 ist dabei hier in Form eines Luftraums oder eines anderweitig ausgebildeten, beispielsweise mittels Isolationsmaterial gefüllten Raums zwischen der ersten Austauschzone 1 und der zweiten Austauschzone 2 ausgebildet. Zu Details sei auf obige Erläuterungen verwiesen.

**[0054]** Eine Wärmeleitfähigkeit der ersten Austauschzone 2 zwischen deren erstem Ende 11 und deren zweitem Ende 12 und eine Wärmeleitfähigkeit der zweiten Austauschzone 2 zwischen deren erstem Ende 11 und deren zweitem Ende 12 ist jeweils höher als eine Wärmeleitfähigkeit der Trennzone 3 zwischen dem zweiten Ende 11 der ersten Austauschzone 1 und dem ersten Ende der zweiten Austauschzone 2.

**[0055]** In einem ersten Betriebsmodus, beispielsweise nach Maßgabe einer sehr stark vereinfacht dargestellten Steuereinheit 50, werden, wie nachfolgend erläutert, durch ein Durchleiten von Fluiden durch die erste Austauschzone 1 und durch die zweite Austauschzone 2 das erste Ende 11 der ersten Austauschzone 1 auf ein erstes Temperaturniveau und das zweite Ende 12 der zweiten Austauschzone 2 auf ein zweites Temperaturniveau unterhalb des ersten Temperaturniveaus temperiert.

**[0056]** Hierbei wird zumindest ein verdichteter, gereinigter Einsatzluftstrom 101 in dem ersten Betriebsmodus der ersten Austauschzone 1 über deren erstes Ende 11 zugeführt, nacheinander durch die erste Austauschzone 1, die Trennzone 3 und die zweite Austauschzone 2 geleitet, und danach auf dem zweiten Temperaturniveau

aus der zweiten Austauschzone 2 über deren zweites Ende 22 ausgeführt. Ein Teilstrom 102 oder ein separater Einsatzluftstrom kann auch über eine Entspannungseinrichtung 30, beispielsweise eine Generatorturbine, entspannt werden. Der Teilstrom 102 wird hier nicht durch die zweite Austauschzone geleitet.

**[0057]** Der Einsatzluftstrom 101 bzw. ein nach Abtrennung des Teilstroms 102 verbleibender Reststrom 103 wird nach Abkühlung in dem Wärmetauscher 10 im dargestellten Beispiel in eine Hochdrucksäule 21 des Destillationssäulensystems 20 eingespeist. Der Teilstrom 102 wird im dargestellten Beispiel nach seiner Entspannung in der Entspannungseinrichtung 30 in eine Niederdrucksäule 22 des Destillationssäulensystems 20 eingespeist. Die Hochdrucksäule 21 und die Niederdrucksäule 22 stehen in bekannter Weise miteinander über einen Hauptkondensator 23 in wärmetauschender Verbindung.

**[0058]** Aus dem Sumpf der Hochdrucksäule 21 wird sauerstoffangereichertes Fluid in Form eines Stoffstroms 104 abgezogen, durch einen Unterkühlungsgegenströmer 34 geführt und in die Niederdrucksäule 22 eingespeist. Aus einem unteren Bereich der Niederdrucksäule 22 wird ein sauerstoffreiches Fluid in Form eines Stoffstroms 105 und vom Kopf der Niederdrucksäule ein stickstoffreiches Fluid in Form eines Stoffstroms 106 abgezogen. Der Stoffstrom 106 wird durch den Unterkühlungsgegenströmer 34 geführt.

**[0059]** Die Stoffströme 105 und 106 werden nacheinander auf dem zweiten Temperaturniveau der zweiten Austauschzone 2 des Wärmetauschers 10 über deren zweites Ende 22 zugeführt, durch die zweite Austauschzone 2, die Trennzone 3 und die erste Austauschzone 1 geleitet, und danach auf dem ersten Temperaturniveau aus der ersten Austauschzone 1 über deren erstes Ende 11 ausgeführt.

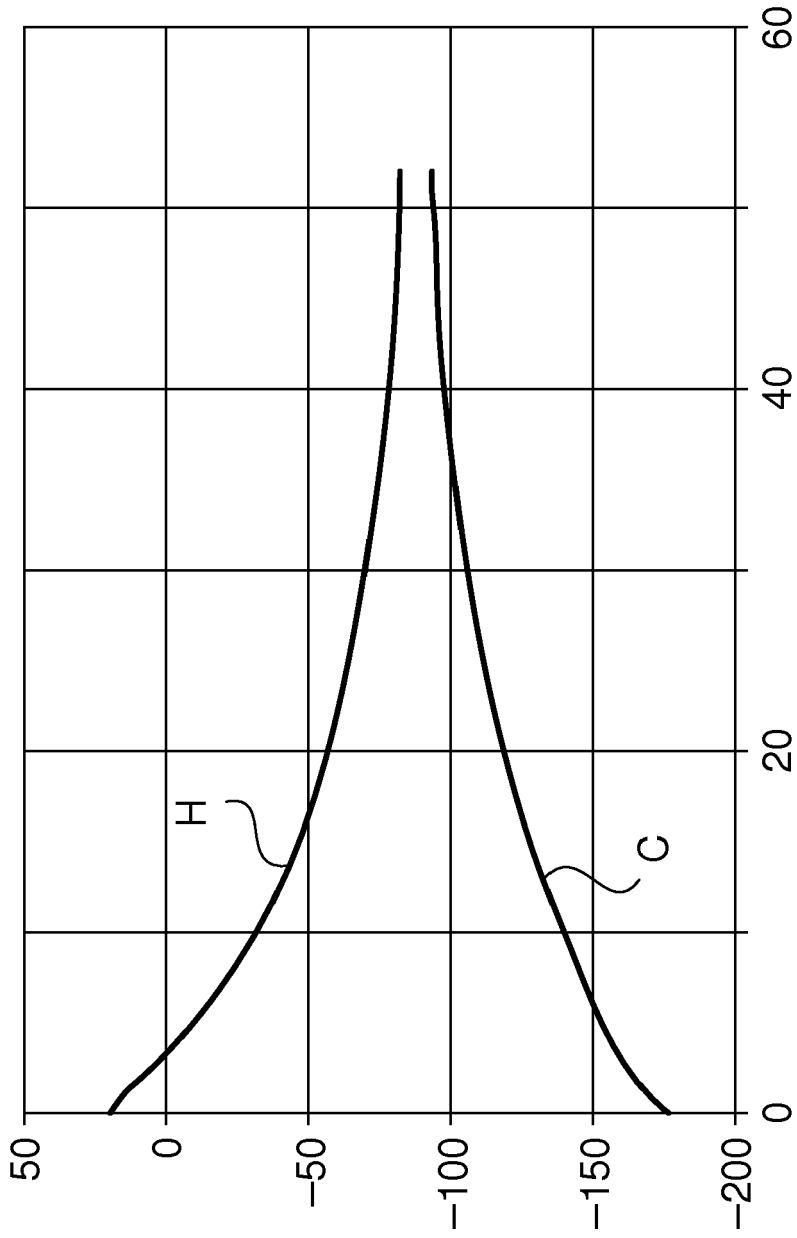
**[0060]** Insbesondere nach Maßgabe der Steuereinheit 50 wird der erste Betriebsmodus durch einen zweiten Betriebsmodus unterbrochen, in dem das Durchleiten von Fluid durch die erste Austauschzone 1 und die zweite Austauschzone 2 in Form der Stoffströme 102, 103, 105, 106 unterbunden wird. Der zweite Betriebsmodus wird unterbrochen und der erste Betriebsmodus oder ein weiterer Betriebsmodus wird eingeleitet, sobald eine Größe, die einen zwischen dem ersten Ende 11 und dem zweiten Ende 12 der ersten Austauschzone 1 und/oder zwischen dem ersten Ende 21 und dem zweiten Ende 22 der zweiten Austauschzone 2 erfolgten Wärmetransport nach der Einleitung des zweiten Betriebsmodus kennzeichnet, wie mehrfach erläutert einen vorbestimmten Wert über- oder unterschreitet.

**[0061]** Hierbei können zur Ermittlung eines entsprechenden Werts insbesondere ein oder mehrere Temperaturfühler 40 verwendet werden.

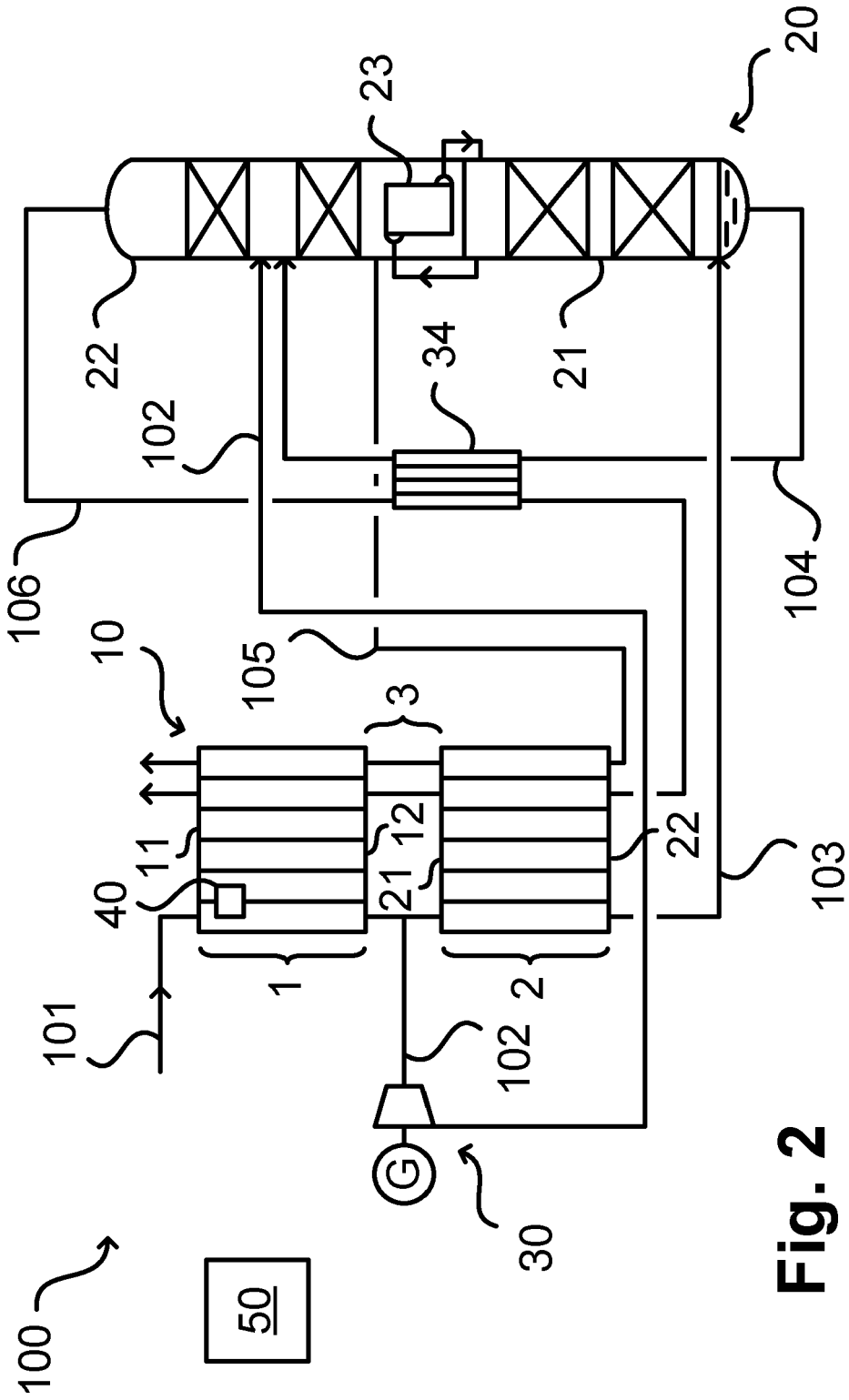
## Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Wärmetauschers (10), welcher eine erste Austauschzone (1) mit einem ersten Ende (11) und mit einem zweiten Ende (12), eine zweite Austauschzone (2) mit einem ersten Ende (21) und mit einem zweiten Ende (22) und eine Trennzone (3) zwischen dem ersten Ende (11) der ersten Austauschzone (1) und dem zweiten Ende (12) der zweiten Austauschzone (2) aufweist, wobei eine Wärmeleitfähigkeit der ersten Austauschzone (2) zwischen deren erstem Ende (11) und deren zweitem Ende (12) und eine Wärmeleitfähigkeit der zweiten Austauschzone (2) zwischen deren erstem Ende (11) und deren zweitem Ende (12) jeweils höher als eine Wärmeleitfähigkeit der Trennzone (13) zwischen dem zweiten Ende (11) der ersten Austauschzone (1) und dem ersten Ende der zweiten Austauschzone (2) ist, wobei in einem ersten Betriebsmodus durch ein Durchleiten von Fluiden durch die erste Austauschzone (1) und durch die zweite Austauschzone (2) das erste Ende (11) der ersten Austauschzone (1) auf ein erstes Temperaturniveau temperiert wird und das zweite Ende (12) der zweiten Austauschzone (2) auf ein zweites Temperaturniveau unterhalb des ersten Temperaturniveaus temperiert wird, und wobei der erste Betriebsmodus durch einen zweiten Betriebsmodus unterbrochen wird, in dem das Durchleiten von Fluid durch die erste Austauschzone (1) und die zweite Austauschzone (2) unterbunden wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Betriebsmodus unterbrochen und der erste Betriebsmodus oder ein weiterer Betriebsmodus eingeleitet wird, sobald eine Größe, die einen zwischen dem ersten Ende (11) und dem zweiten Ende (12) der ersten Austauschzone (1) und/oder zwischen dem ersten Ende (21) und dem zweiten Ende (22) der zweiten Austauschzone (2) erfolgten Wärmetransport nach der Einleitung des zweiten Betriebsmodus kennzeichnet, einen vorbestimmten Wert über- oder unterschreitet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der zweite Betriebsmodus unterbrochen und der erste Betriebsmodus oder der weitere Betriebsmodus eingeleitet wird, sobald das erste Ende (11) der ersten Austauschzone (1) ein Temperaturniveau aufweist, das um mehr als einen vorgegebenen Wert von dem ersten Temperaturniveau abweicht und/oder sobald das zweite Ende (22) der zweiten Austauschzone (2) ein Temperaturniveau aufweist, das um mehr als einen vorgegebenen Wert von dem zweiten Temperaturniveau abweicht.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, bei dem in dem ersten Betriebsmodus das zweite Ende (12) der ersten Austauschzone (1) und das erste Ende (21) der zweiten Austauschzone (2) durch das
- Durchleiten von Fluiden durch die erste Austauschzone (1) und durch die zweite Austauschzone (2) auf ein drittes Zwischentemperaturniveau zwischen dem ersten Temperaturniveau und dem zweiten Temperaturniveau temperiert werden, wobei der zweite Betriebsmodus unterbrochen und der erste Betriebsmodus oder der weitere Betriebsmodus eingeleitet wird, sobald das erste Ende (11) der ersten Austauschzone (1) ein Temperaturniveau aufweist, das um mehr als einen vorgegebenen Wert von einem mittleren Temperaturniveau zwischen dem ersten Temperaturniveau und dem dritten Temperaturniveau abweicht und/oder sobald das zweite Ende (22) der zweiten Austauschzone (2) ein Temperaturniveau aufweist, das um mehr als einen vorgegebenen Wert von einem mittleren Temperaturniveau zwischen dem dritten Temperaturniveau und dem zweiten Temperaturniveau abweicht.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem in dem ersten Betriebsmodus ein oder mehrere erste Fluide auf dem ersten Temperaturniveau der ersten Austauschzone (1) über deren erstes Ende (11) zugeführt, nacheinander durch die erste Austauschzone (1), die Trennzone (3) und die zweite Austauschzone (2) geleitet, und danach auf dem zweiten Temperaturniveau aus der zweiten Austauschzone (2) über deren zweites Ende (22) ausgeführt wird oder werden, und bei dem in dem ersten Betriebsmodus ein oder mehrere zweite Fluide nacheinander auf dem zweiten Temperaturniveau der zweiten Austauschzone (2) über deren zweites Ende (22) zugeführt, durch die zweite Austauschzone (2), die Trennzone (3) und die erste Austauschzone (1) geleitet, und danach auf dem ersten Temperaturniveau aus der ersten Austauschzone (1) über deren erstes Ende (11) ausgeführt wird oder werden.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die erste Austauschzone (1) und die zweite Austauschzone (2) ein oder mehrere erste Materialien mit einem oder mehreren ersten Wärmeleitwerten aufweisen, und bei dem die Trennzone (3) ein oder mehrere zweite Materialien mit einem oder mehreren zweiten Wärmeleitwerten aufweisen, wobei der oder die zweiten Wärmeleitwerte geringer als der oder die ersten Wärmeleitwerte sind.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die erste Austauschzone (1) und die zweite Austauschzone (2) jeweils übereinanderliegende strukturierte Metallplatten aufweisen und bei dem die Trennzone (3) ohne übereinanderliegende strukturierte Metallplatten ausgebildet ist.
7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem die Trennzone (4) in Form eines Isolierraums zwischen der ersten

- Austauschzone (1) und der zweiten Austauschzone (2) ausgebildet ist, wobei durch den Isolierraum Rohrleitungen geführt sind, die die erste Austauschzone (1) und die zweite Austauschzone (2) verbinden.
8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem der Isolierraum zumindest teilweise als ein Luftraum oder evakuierter Raum ausgebildet ist.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder Anspruch 8, bei dem der Isolierraum zumindest teilweise mit einem Isolationsmaterial gefüllt ist.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die erste Austauschzone (1) und die zweite Austauschzone (2) jeweils übereinanderliegende Metallplatten mit einer ersten Strukturierung aufweisen und bei dem die Trennzone (3) übereinanderliegende Metallplatten mit einer zweiten Strukturierung, die von der ersten Strukturierung abweicht, aufweist.
11. Anordnung (100) mit einem Wärmetauscher (10), welcher eine erste Austauschzone (1) mit einem ersten Ende (11) und mit einem zweiten Ende (12), eine zweite Austauschzone (2) mit einem ersten Ende (21) und mit einem zweiten Ende (22) und eine Trennzone (3) zwischen dem ersten Ende (11) der ersten Austauschzone (1) und dem zweiten Ende (12) der zweiten Austauschzone (2) aufweist, wobei eine Wärmeleitfähigkeit der ersten Austauschzone (2) zwischen deren erstem Ende (11) und deren zweitem Ende (12) und eine Wärmeleitfähigkeit der zweiten Austauschzone (2) zwischen deren erstem Ende (11) und deren zweitem Ende (12) jeweils höher als eine Wärmeleitfähigkeit der Trennzone (3) zwischen dem zweiten Ende (11) der ersten Austauschzone (1) und dem ersten Ende der zweiten Austauschzone (2) ist, wobei technische Mittel bereitgestellt sind, die dafür eingerichtet sind, in einem ersten Betriebsmodus durch ein Durchleiten von Fluiden durch die erste Austauschzone (1) und durch die zweite Austauschzone (2) das erste Ende (11) der ersten Austauschzone (1) auf ein erstes Temperaturniveau zu temperieren und das zweite Ende (12) der zweiten Austauschzone (2) auf ein zweites Temperaturniveau unterhalb des ersten Temperaturniveaus zu temperieren, und wobei technische Mittel bereitgestellt sind, die dafür eingerichtet wobei der erste Betriebsmodus durch einen zweiten Betriebsmodus unterbrochen wird, in dem das Durchleiten von Fluid durch die erste Austauschzone (1) und die zweite Austauschzone (2) unterbunden wird, **gekennzeichnet durch** technische Mittel, die dafür eingerichtet sind, den zweiten Betriebsmodus zu unterbrechen und den ersten Betriebsmodus oder einen weiteren Betriebsmodus einzuleiten, sobald ei-
- ne Größe, die einen zwischen dem ersten Ende (11) und dem zweiten Ende (12) der ersten Austauschzone (1) und/oder zwischen dem ersten Ende (21) und dem zweiten Ende (22) der zweiten Austauschzone (2) erfolgten Wärmetransport nach der Einleitung des zweiten Betriebsmodus kennzeichnet, einen vorbestimmten Wert über- oder unterschreitet.
12. Anordnung (100) nach Anspruch 11, die zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8 eingerichtete technische Mittel aufweist.
13. Anordnung (100) nach Anspruch 11 oder Anspruch 12, die Mittel zur Verflüssigung und/oder Tieftemperaturtrennung von Luft aufweist.
14. Anordnung (100) nach Anspruch 13, bei der die Mittel zur Verflüssigung und/oder Tieftemperaturtrennung von Luft ein Destillationssäulensystem (20) umfassen.



**Fig. 1**



**Fig. 2**



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 18 02 0163

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2011 003391 A1 (LINDE AG [DE]) 2. August 2012 (2012-08-02) * Abbildung 1 * * Absatz [0001] * * Absatz [0006] - Absatz [0012] * * Absatz [0033] - Absatz [0046] *	1-14	INV. F25J3/04 F25B1/00 F25J1/00 F25J5/00
X	& JP 2012 159285 A (LINDE AG) 23. August 2012 (2012-08-23) * Abbildung 1 *	1-14	
A	----- US 5 233 839 A (GRETER LUCIEN [FR] ET AL) 10. August 1993 (1993-08-10) * Abbildung 1 * * Spalte 1, Zeile 10 - Zeile 67 *	1-14	
A	----- KR 2003 0046252 A (POSCO [KR]) 12. Juni 2003 (2003-06-12) * Abbildung 3 * * Seite 1, Zeile 22, Absatz nach Definition der Referenzzeichen - Zeile 26 * * Seite 4, Zeile 20, Absatz Beschreibung des ersten und zweiten Wärmetauschers - Seite 6, Zeile 25, Absatz über den Ansprüchen *	1-14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F25J F25B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>9. Oktober 2018</b>	Prüfer <b>Karspeck, Sabine</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 18 02 0163

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

09-10-2018

10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102011003391 A1	02-08-2012	DE 102011003391 A1 JP 2012159285 A	02-08-2012 23-08-2012
US 5233839 A	10-08-1993	KEINE	
KR 20030046252 A	12-06-2003	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 3032203 A1 [0014]

**In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur**

- Industrial Gases Processing. Wiley-VCH, 2006 [0003] [0052]
- The Standards of the Brazed Aluminium Plate-Fin Heat Exchanger Manufacturers' Association. 2000 [0003]