(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
17. April 2014 (17.04.2014)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/056588 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F28F 27/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/002976

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. Oktober 2013 (02.10.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
12006983.6 9. Oktober 2012 (09.10.2012) EP

(71) Anmelder: **LINDE AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Klosterhofstr. 1, 80331 München (DE).

(72) Erfinder: **FERSTL, Johann**; Feldmochinger Str. 255, 80995 München (DE). **MOLL, Anton**; Quellenweg 4, 82399 Raisting (DE). **STEINBAUER, Manfred**; Ledergasse 20, 82399 Raisting (DE). **VON GEMMINGEN, Ulrich**; Kloiberweg 12, 82541 Ammerland b. Münsing (DE). **FLÜGGEN, Rainer**; Bahnacker 4, 83673 Bichl (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **LINDE AKTIENGESELLSCHAFT**; Legal Services Intellectual Property, Dr.-Carl-von-Linde-Str. 6-14, 82049 Pullach (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

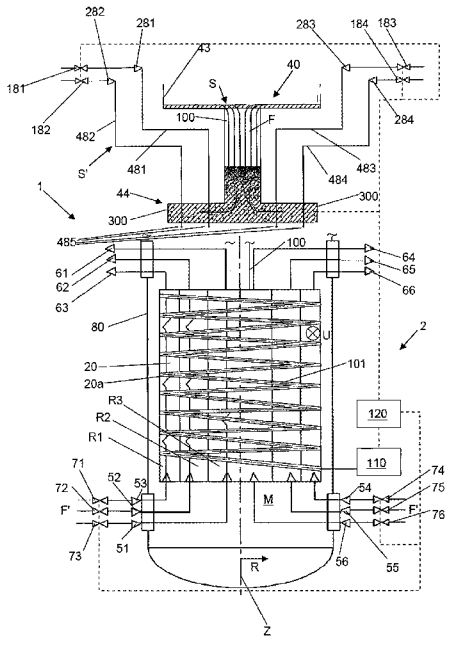
(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: METHOD FOR CONTROLLING A TEMPERATURE DISTRIBUTION IN A HEAT EXCHANGER

(54) **Bezeichnung** : VERFAHREN ZUM REGELN EINER TEMPERATURVERTEILUNG IN EINEM WÄRMEÜBERTRAGER

Figur 1



(57) **Abstract**: The invention relates to a method for controlling a temperature distribution in a heat exchanger (2; 10, 11) in which, by means of at least one optical waveguide (101, 102), in particular in the form of a glass fiber, arranged in said heat exchanger (2; 10, 11), an actual temperature distribution in the heat exchanger (2; 10, 11) is measured, light being coupled into said optical waveguide (101, 102) and light scattered in the optical waveguide (101, 102) being evaluated in order to determine the actual temperature distribution, and at least one stream (S) of a fluid medium (F) conducted in the heat exchanger (2; 10, 11) is controlled in such a way that the actual temperature distribution is brought closer to a predefined desired temperature distribution. The invention also relates to a device (1) for carrying out a method for controlling a temperature distribution in a heat exchanger (2; 10, 11).

(57) **Zusammenfassung**: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Regeln einer Temperaturverteilung in einem Wärmeübertrager (2; 10, 11), bei dem mittels zumindest eines in dem Wärmeübertrager (2; 10, 11) angeordneten Lichtwellenleiters (101, 102), insbesondere in Form einer Glasfaser, eine Isttemperaturverteilung im Wärmeübertrager (2; 10, 11) gemessen wird, wobei Licht in den Lichtwellenleiter (101, 102) eingekoppelt wird und im Lichtwellenleiter (101, 102) gestreutes Licht zur Ermittlung der Isttemperaturverteilung ausgewertet wird, und wobei zumindest ein im Wärmeübertrager (2; 10, 11) geführter Strom (S) eines fluiden Mediums (F) so geregelt wird, dass die Isttemperaturverteilung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/056588 A1

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

einer vordefinierten Solltemperaturverteilung angenähert wird. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Einrichtung (1) zur Durchführung eines Verfahrens zum Regeln einer Temperaturverteilung in einem Wärmeübertrager (2; 10, 11).

Beschreibung

Verfahren zum Regeln einer Temperaturverteilung in einem Wärmeübertrager

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Regeln einer Temperaturverteilung in einem Wärmeübertrager.

Derartige Wärmeübertrager sind aus dem Stand der Technik bekannt und dienen zum indirekten Wärmetausch zwischen zumindest zwei fluiden Medien. Dabei sind bei einem Wärmeübertrager in Form eines gewickelten Wärmeübertragers eine Mehrzahl an Rohren, die ein Rohrbündel bilden, helikal um ein Kernrohr gewickelt, wobei jenes Rohrbündel von einem drucktragenden Mantel umschlossen ist, der einen das Rohrbündel umgebenden Mantelraum zur Aufnahme des einen Mediums definiert, wobei das andere Medium in dem besagten Rohrbündel geführt wird, so dass die beiden Medien in den besagten direkten Wärmeaustausch treten können. Das Kernrohr erstreckt sich dabei insbesondere entlang einer Längsachse, die – bezogen auf einen bestimmungsgemäß angeordneten Zustands des Wärmeübertragers bzw. des Mantels – mit der Vertikalen zusammenfällt. Ein derartig gewickelter Wärmeübertrager ist zum Beispiel aus der WO 2007/014 617 bzw. WO 2007/009 640 bekannt.

Des Weiteren kann ein Wärmeübertrager auch als Geradrohrwärmeübertrager ausgebildet sein. In diesem Fall erstrecken sich die besagten Rohre des Rohrbündels linear oder U-förmig entlang der Längsachse des Mantels des Wärmeübertragers, die vorzugsweise horizontal orientiert ist, und sind in Rohrböden des Wärmeübertragers verankert.

Weiterhin kann es sich bei einem derartigen Wärmeübertrager auch um eine Plattenwärmeübertrager handeln, der eine Mehrzahl an parallel zueinander angeordneten Platten aufweist, wobei zwischen zwei benachbarten Platten je eine Lamelle (sogenannter Fin) angeordnet ist, so dass eine Vielzahl von parallelen Kanälen zwischen benachbarten Platten gebildet werden, die von einem Medium durchfließbar sind. Zu den Seiten hin werden die Fins durch sogenannte Sidebars (auch als Randleisten bezeichnet) begrenzt, die mit dem angrenzenden Platten (wie die Lamellen) verlötet sind. Auf diese Weise wird eine Mehrzahl an parallelen Wärmeaustauschpassagen des Plat-

tenwärmeübertragers gebildet, so dass zum Beispiel verschiedene Medien in den Wärmeaustauschpassagen im Gegenstrom aneinander vorbeigeführt werden können, um einen indirekten Wärmeaustausch zu vollziehen.

Weiterhin sind Wärmeübertrager in Form von Regeneratoren bekannt, bei denen die Medien, die in einen Wärmeaustausch treten sollen, nacheinander in den Wärmeübertrager eingeleitet werden, d. h., hier wird z.B. eine von einem ersten Medium an den Wärmeübertrager abgegebene Wärmemenge auf das nachfolgende zweite Medium übertragen.

Im Hinblick auf die vorgenannten Apparate ist es insbesondere ein Anliegen, diese energieoptimiert betreiben zu können. So möchte man zum Beispiel bei einem gewickelten Wärmeübertrager im Mantelraum eine möglichst gleichmäßige Verteilung der flüssigen Phase bzw. des Mediums auf das besagte Rohrbündel erreichen, um den Wärmeübertrager möglichst effizient betreiben zu können. Eine ähnliche Problematik besteht auch bei Geradrohr- bzw. Plattenwärmeübertragern, bei denen es ebenfalls gilt, mögliche Pinchpoints (kleinste Temperaturdifferenz zwischen im Wärmeübertrager zwischen zwei im Wärmeübertrager geführten Medien) sowie ungleiche Belastungen zu vermeiden und die Heizfläche optimal zu nutzen.

Entsprechend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, ein Verfahren zur Temperaturregelung in einem Wärmeübertrager anzugeben, das einen energieoptimierten Betrieb des jeweiligen Apparates ermöglicht.

Dieses Problem wird durch ein Verfahren zum Regeln einer Temperaturverteilung in einem Wärmeübertrager mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Danach wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren mittels zumindest eines in dem Wärmeübertrager angeordneten Lichtwellenleiters, insbesondere in Form einer Glasfaser oder einer sonstigen optischen Faser, eine Isttemperaturverteilung im Wärmeübertrager gemessen, wobei Licht in den mindestens einen Lichtwellenleiter eingestrahlt wird und in dem mindestens einen Lichtwellenleiter gestreutes Licht zur Ermittlung der Isttemperaturverteilung ausgewertet wird, und wobei zumindest ein im Wärmeübertrager geführter Strom eines fluiden Mediums so geregelt wird, dass die Isttemperaturverteilung einer vordefinierten Solltemperaturverteilung angenähert wird.

Zur Auswertung des gestreuten Lichts wird bevorzugt eine Messeinrichtung mit dem mindestens einem Lichtwellenleiter verbunden, die dazu eingerichtet und vorgesehen ist, mittels des besagten Lichtwellenleiters die Isttemperaturverteilung im Wärmeübertrager zu messen.

Die besagte Messeinrichtung ist hierzu bevorzugt dazu ausgebildet bzw. wird dazu verwendet, in den mindestens einen Lichtwellenleiter Licht bzw. optische Signale einzuleiten und in den Lichtleiter zurückgestreutes Licht in bekannter Weise auszuwerten. Hierbei wird ausgenutzt, dass die in dem Lichtwellenleiter eingesandten und zurückgestreuten optischen Signale stark temperaturabhängig und daher zur Temperaturmessung in der Umgebung des Lichtwellenleiters geeignet sind. Zur Auswertung solcher optischen Signale des Lichtleiters existieren mehrere Verfahrensweisen, die es erlauben, die Temperatur an einem beliebigen Punkt des Lichtleiters mit ausreichend hoher Präzision zu bestimmen.

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die Messeinrichtung dazu eingerichtet und vorgesehen, durch den mindestens einen Lichtwellenleiter zurückgestreutes Licht auszuwerten, das durch Raman-Streuung des in den Lichtleiter eingeleiteten Lichtes entsteht. Hierbei wird ausgenutzt, dass Lichtwellenleiter in der Regel aus dotiertem Quarzglas (amorphe FestKörperstruktur, bestehend hauptsächlich aus Siliziumdioxid) gefertigt sind. In derartigen amorphen Festkörperstrukturen werden über thermische Effekte Gitterschwingungen induziert. Solche Gitterschwingungen sind temperaturabhängig. Licht, welches auf die Moleküle bzw. Partikel im Lichtleiter trifft, tritt daher in Wechselwirkung mit den Elektronen der Moleküle. Diese Wechselwirkung wird auch als Ramanstreuung bezeichnet. Das zurückgestreute Licht lässt sich in drei spektrale Gruppen einteilen. Neben der Rayleigh-Streuung, welche der Wellenlänge des eingestrahlten Lichts entspricht, existieren die sogenannte Stokes- und die sogenannten Anti-Stokes-Komponenten. Im Gegensatz zu den zu höheren Wellenlängen verschobenen und nur gering temperaturabhängigen Stokes-Komponenten sind die zu kleineren Wellenlängen verschoben Anti-Stokes-Komponenten deutlich temperaturabhängig. Die Messeinrichtung ist daher vorzugsweise dazu ausgebildet, das Intensitätsverhältnis zwischen Stokes- und Anti-Stokes-Komponenten zu berechnen, wobei die Messeinrichtung vorzugsweise dazu ausgebildet ist, hierzu eine Fourier-Transformation dieser beiden rückgestreuten Komponenten

zu berechnen und mit einer Fourier-Transformation eines Referenzsignals zu vergleichen. Hieraus erhält man die Intensitäten der beiden Komponenten über der Länge des Lichtwellenleiters. Somit kann über den Vergleich der beiden Intensitäten die Temperatur für jeden Punkt des Lichtwellenleiters ermittelt werden.

Gemäß einer weiteren Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass die Temperaturbestimmung durch Auswertung der Rayleigh-Streuung erfolgt. Hierzu weist die Messeinrichtung bevorzugt ein kohärentes Frequenzbereichsreflektometer (auch als c-OFDR bezeichnet, für coherent Optical Frequency Domain Reflectometer) auf, bei dem Licht eines durchstimmbaren Lasers in ein Mach-Zehnder-Interferometer eingekoppelt wird, das das Licht auf zwei Strecken aufteilt, wobei der Lichtwellenleiter die eine Strecke bildet und die andere Strecke eine Referenzstrecke bekannte Länge ist. Das Rayleigh-Streulicht aus dem Lichtwellenleiter wird mit dem Lichtanteil aus der Referenzstrecke überlagert und detektiert. Beim Durchstimmen der Laserwellenlänge entsteht dabei am Detektor ein periodisches Signal, dessen Frequenz vom jeweiligen Streuort des Lichtwellenleiters abhängt. Die einzelnen Frequenzen dieses Signals, die über eine Fourier-Transformation erhältlich sind, entsprechen somit den Streuorten in dem Lichtwellenleiter; die Amplitude ihres Frequenzanteils gibt die Intensität der jeweiligen Reflexion an. Hierbei lassen sich Auflösungen ≤ 0,1 mm erzielen.

Die Rayleigh-Strahlung in einem Lichtwellenleiter, wie zum Beispiel einer Glasfaser, entsteht durch elastische Streuprozesse an lokalen Effekten/Störungen des Lichtwellenleiters. Wird eine solche Glasfaser mittels c-OFDR abgetastet, ergibt sich ein für die Glasfaser charakteristischer, fluktuierender Intensitätsverlauf der Rayleigh-Streuung entlang der Glasfaser, der bei einer Temperaturänderung (Änderung der räumlichen Ausdehnung der Faser) räumlich gestreckt bzw. gestaucht wird, wodurch die Temperatur entlang der Glasfaser berechnet werden kann. Die Messeinrichtung ist entsprechend bevorzugt konfiguriert, das Signal entlang der Glasfaser in benachbarte Segmente (z.B. ≥ 1 mm) zu zerlegen und das entsprechende Signal in den Frequenzraum zu transformieren. Für jedes Segment ergibt sich dabei ein fluktuierendes Reflexionsmuster in Abhängigkeit von der Frequenz. Änderung der Temperatur bzw. Dehnung der Glasfaser bedingen eine Frequenzverschiebung, die insbesondere proportional zur Temperaturänderung der Glasfaser in jeweiligem Segment ist. Die Messeinrichtung ist

entsprechend bevorzugt dazu ausgebildet, an Hand der jeweiligen Frequenzverschiebung die z,lokale) Temperatur der Glasfaser bzw. des Lichtwellenleiters zu ermitteln.

In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt die Temperaturmessung über die Auswertung von optischen Signalen, wie sie durch Brillouin-Streuung des Lichtwellenleiters entstehen. In diesem Fall basiert die Temperaturmessung auf der ortsaufgelösten Bestimmung der Referenzfrequenz zwischen der in den Lichtwellenleiter eingeleiteten, primären Lichtwelle und der durch die in Folge von Brillouin-Streuung im Lichtleiter induzierten und zurückgestreuten Welle, welche in ihrer Frequenz in Abhängigkeit von der Temperatur gegenüber der Primärwelle verringert ist. Die Messeinrichtung ist daher vorzugsweise dazu ausgebildet, eine pulsförmige Primärlichtwelle in dem Lichtleiter einzuleiten und das rückgestreute Licht zeitaufgelöst für verschiedene Frequenzdifferenzen zu detektieren und unter Kenntnis der Pulslaufzeit die Frequenzverschiebung auf Grund der Temperaturveränderung ortsaufgelöst zu bestimmen. Auch in dieser Ausgestaltung der Erfindung lässt sich also durch die Auswertung der rückgestreuten optischen Signale die Temperatur an jedem beliebigen Punkt des Lichtwellenleiters bestimmen.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, die Temperatur über die Auswertung von optischen Signalen, wie sie durch Streuung am Bragg-Gitter entstehen, zu messen. Bragg-Gitter sind in den Lichtwellenleiter eingeschriebene, optische Bandfilter, welche nahezu beliebig oft im Lichtwellenleiter platziert werden können. Die Mittenwellenzahl des Bandstopps ergibt sich dabei aus der Bragg-Bedingung. Die spektrale Breite des Bandstopps hängt neben der Gitterlänger und der Brechzahl von der Temperatur ab. Die Messeinrichtung ist dann entsprechend dazu ausgebildet, bei gegebener und über den Lichtwellenleiter verschiedener Gitterlänge und Brechzahl die Temperatur an der jeweiligen Stelle des Bragg-Gitters über die Breite des Bandstopps zu bestimmen.

Auf Grund der hohen Auflösung der erfindungsgemäßen Temperaturmessmethode kann die Isttemperaturverteilung bevorzugt als eine dreidimensionale Isttemperaturverteilung bzw. als ein dreidimensionales Isttemperaturprofil gemessen werden. Das heißt insbesondere, dass die Temperatur für eine Mehrzahl an dreidimensional im Raum verteilter Messorte genau angegeben werden kann. Hierzu wird der mindestens eine Lichtwellenleiter oder eine Mehrzahl an derartigen Lichtwellenleitern entlang der ge-

wünschten Messorte verlegt, so dass sich der mindestens eine Lichtwellenleiter bzw. mehrere derartige Lichtwellenleiter von Messort zu Messort erstrecken. Die Messorte in dem Lichtwellenleiter liegen dabei sehr dicht beieinander, da die vorgenannten Auswertemethoden eine vergleichweise hohe räumliche Auflösung aufweisen.

In einer Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass der Wärmeübertrager ein Rohrbündel mit einer Vielzahl an Rohren aufweist, die in einem drucktragenden Mantelraum des Wärmeübertragers angeordnet sind, wobei bevorzugt die besagte Isttemperaturverteilung mittels zumindest eines Lichtwellenleiters bestimmt wird, der im Innenraum eines Rohres des Wärmeübertragers angeordnet ist oder mittels eines Lichtwellenleiters, der alternativ oder ergänzend auf einer Außenseite eines Rohres des Wärmeübertragers im Mantelraum des Wärmeübertragers angeordnet ist, wobei bevorzugt der besagte Wärmeübertrager als ein gewickelter Wärmeübertrager oder ein Geradrohrwärmeübertrager ausgebildet ist (siehe oben). Hierbei ist es natürlich möglich, jedes der Rohre des Rohrbündels des Wärmeübertragers mit einem in dem jeweiligen Rohr und/oder auf dem jeweiligen Rohr verlaufenden Lichtwellenleiter auszustatten, die dann bevorzugt zusammengeführt werden und in die vorstehend beschriebene Messeinrichtung eingekoppelt werden.

Bevorzugt bilden die besagten Rohre des Rohrbündels des Wärmeübertragers eine Mehrzahl an separat mit dem besagten Medium beschickbare Sektionen des Rohrbündels aus, wobei die einzelnen Sektionen jeweils so mit einem Strom des Mediums schickt werden, das die Isttemperaturverteilung der Solltemperaturverteilung angenähert wird. Bei den besagten Sektionen handelt es sich bevorzugt um radiale Sektionen, d. h. die Rohre des Rohrbündels sind derart um das zugeordnete Kernrohr umwickelt, das zumindest eine das Kernrohr umlaufende erste Sektion des Rohrbündels und eine dazu separate, das Kernrohr umlaufende zweite Sektion des Rohrbündels gebildet wird, die die erste Sektion umgibt oder diese zumindest teilweise durchdringt, wobei die beiden Sektionen jeweils zumindest einen zugeordneten Einlass aufweisen, so dass die beiden Sektionen separat mit jenem Medium schickbar sind (sogenannte rohrseitige Regelung). Natürlich kann das Rohrbündel auf diese Weise in eine beliebige Mehrzahl an einzelnen, separat beschickbaren Sektionen aufgeteilt werden, die in radialer Richtung des Rohrbündels übereinanderliegen bzw. einander zumindest partiell durchdringen.

Mittels eines Regelmittels wird dann bevorzugt die Einspeisung des besagten Mediums über den Einlass der ersten Sektion separat von der Einspeisung des Mediums über den Einlass der zweiten Sektion geregelt. Hierbei umfasst das Regelmittel bevorzugt zumindest ein Ventil für den Einlass der ersten Sektion und ein Ventil für den Einlass der zweiten Sektion. Entsprechendes gilt bei einer beliebigen Mehrzahl von Sektionen des Rohrbündels. Weiterhin weisen die besagten Sektionen jeweils zumindest einen zugeordneten Auslass zum Auslassen des Mediums aus der jeweiligen Sektion des Rohrbündels auf.

Gemäß einer weiteren Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass bei einem Wärmeübertrager in Form eines gewickelten Wärmeübertragers ein Strom eines flüssigen Mediums so im Mantelraum auf das besagte Rohrbündel verteilt wird, dass die Isttemperaturverteilung der Solltemperaturverteilung angenähert wird (sogenannte mantelseitige Regelung).

Eine derartig variable Flüssigkeitsverteilung im Mantelraum wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren bevorzugt mit einem oberhalb des Rohrbündels angeordneten Flüssigkeitsverteiler zum Verteilen des besagten Stromes im Mantelraum durchgeführt. Hierbei ist bevorzugt ein Regelmittel vorgesehen, das dazu ausgebildet ist, die Verteilung des besagten Stromes der Flüssigkeit im Mantelraum zu regeln. Alternativ oder ergänzend kann das Regelmittel dazu eingerichtet und vorgesehen sein, die Verteilung eines zusätzlichen, im Mantelraum geführten weiteren Stromes der Flüssigkeit im Mantelraum zu regeln.

Hierbei wird bevorzugt der besagte Strom und/oder jene weitere Strom des flüssigen Mediums in einer radialen Richtung des Mantels bzw. des Rohrbündels zumindest auf eine erste und eine zweite Sektion des Rohrbündels und/oder in einer Umfangsrichtung des Mantels bzw. Rohrbündels variabel verteilt, so dass die gemessenen Isttemperaturverteilungen entsprechend einer vorgegebenen Solltemperaturverteilung angeglichen werden.

Hierbei kann zum Beispiel ein radial weiter außen gelegener Bereich bzw. Sektion des Rohrbündels innerhalb einer bestimmten Zeitspanne mehr Flüssigkeit erhalten als ein weiter innenliegender Bereich bzw. Sektion. In gleicher Weise kann entlang der Umfangsrichtung variabel Flüssigkeit auf das Rohrbündel aufgegeben werden.

Gemäß einer weiteren Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass der Wärmeübertrager eine Mehrzahl an insbesondere parallel verschalteten bzw. angeordneten Plattenwärmeübertrager aufweist, wobei die besagte Isttemperaturverteilung des Wärmeübertragers die einzelnen Isttemperaturverteilungen der einzelnen Plattenwärmeübertrager umfasst.

Der mindestens eine Lichtwellenleiter ist dabei bevorzugt in einer Wärmeaustauschpassage des jeweiligen Plattenwärmeübertragers angeordnet, wobei er dabei bevorzugt einen meanderförmigen Verlauf innerhalb der Wärmeaustauschpassage ausweist. Bevorzugt sind die mit Lichtwellenleiter versehenen im Austauschpassagen sogenannten Dummy-Lagen, die am indirekten Austauschprozess nicht teilnehmen, d. h. nicht von einem Medium durchflossen werden. Allerdings besteht auch die Möglichkeit, die Lichtwellenleiter in reguläre Wärmaustauschpassagen zu verlegen. Pro Plattenwärmeübertrager ist bevorzugt zumindest ein Lichtwellenleiter zum Messen einer Isttemperaturverteilung des jeweiligen Plattenwärmeübertragers vorgesehen. Bevorzugt ist in jedem Plattenwärmeübertrager eine Mehrzahl an Lichtwellenleitern mäanderförmig in parallelen Wärmeaustauschpassagen bzw. Dummy-Passagen angeordnet.

Bei einem Wärmeübertrager in Form von mehreren Plattenwärmeübertragern handelt es sich bei dem zu regelnden Strom bevorzugt um einen Kühlmittelstrom, der stromauf des Wärmeübertragers bzw. der Plattenwärmeübertrager in mehrere Teilströme aufgeteilt wird, die jeweils in einen zugeordneten Plattenwärmeübertrager eingeleitet werden, um dort in einen indirekten Wärmeübertrager mit zumindest einem weiteren, im jeweiligen Plattenwärmeübertrager geführten Strom zu treten. Die einzelnen Teilströme werden dabei bevorzugt so geregelt, dass die mittels der Lichtwellenleiter gemessene Isttemperaturverteilung einer vordefinierten Solltemperaturverteilung, die die Soll-Temperaturverteilung der einzelnen Plattenwärmeübertrager umfasst, angenähert wird.

Hierbei ist das Regelmittel bevorzugt dazu ausgebildet, Trimmklappen oder sonstige Mittel zum variablen Drosseln eines Stromes eines Mediums zu regeln, mit denen die einzelnen Teilströme gedrosselt werden können. Bei Trimmklappen handelt es sich insbesondere um flächige Elemente, die z.B. in einer Rohrleitung bzw. Zuleitung zum jeweiligen Plattenwärmeübertrager angeordnet sind und die um eine Achse rotierbar sind, um den Leitungsquerschnitt effektiv zu verringern bzw. zu vergrößern.

Auf diese Weise können mit Vorteil nicht nur die Überhitzungszonen eines einzelnen Plattenwärmeübertragers gemessen werden, sondern durch eine entsprechende Regelung der Trimmklappen in Abhängigkeit von der (insbesondere in Echtzeit) gemessenen Isttemperaturverteilung kann jeder einzelnen Plattenwärmeübertrager so eingeregelt werden, dass es möglich ist, Pinchpoints zu vermeiden, ungleiche Belastung zu eliminieren und die Heizfläche optimal zu nutzen. Wenn sich durch Laständerungen die Isttemperaturverteilung in einzelnen Plattenwärmeübertragern ändert, wird das durch eine Änderung der entsprechenden Isttemperaturverteilung erkannt und kann entsprechend eingeregelt werden, so dass idealerweise eine Annäherung an eine vordefinierten Solltemperaturverteilung erfolgt.

Für den Fall, dass die einzelnen Plattenwärmeübertrager über einen gemeinsamen Header zusammenhängen, über den sie mit dem besagten, zu regelnden Strom beschickt werden, können die entsprechenden Trimmklappen bzw. anderweitige Vorrichtungen im jeweiligen Header vorgesehen sein. Diesbezüglich besteht natürlich grundsätzlich auch die Möglichkeit, einen einzelnen Plattenwärmeübertrager durch entsprechende Trimmklappen im Header zu regeln, so dass der Strom variabel auf die einzelnen Wärmeaustauschpassagen verteilt werden kann.

Natürlich können alle Arten von solchermaßen parallel verschalteten Wärmeübertragern derart geregelt werden, also auch gewickelte Wärmeübertrager, Geradrohrwärmeübertrager, Regeneratoren etc.

Weiterhin wird das erfindungsgemäße Problem durch eine Einrichtung gelöst, die insbesondere bei dem erfindungsgemäßen Verfahren verwendet werden kann.

Danach weist eine erfindungsgemäße Einrichtung einen Wärmeübertrager, insbesondere der vorgenannten Art, auf, sowie zumindest einen im Wärmeübertrager angeordneten Lichtwellenleiter zum Messen einer insbesondere dreidimensionalen Isttemperaturverteilung des Wärmeübertragers, und eine mit dem mindestens einem Lichtwellenleiter verbundene Messeinrichtung, die dazu eingerichtet und vorgesehen ist, Licht in den mindestens einen Lichtwellenleiter einzukoppeln und in dem mindestens einen Lichtwellenleiter gestreutes Licht zur Ermittlung der Isttemperaturverteilung auszuwerten, wobei die erfindungsgemäße Einrichtung des Weiteren ein Regelmittel zum Re-

geln zumindest eines im Wärmeübertrager geführten Stromes aufweist, derart, dass die Isttemperaturverteilung einer vordefinierten Soll-Temperaturverteilung angenähert wird.

In einer Variante der erfindungsgemäßen Einrichtung ist vorgesehen, dass der Wärmeübertrager ein Rohrbündel mit einer Vielzahl an Rohren aufweist, die in einem Mantelraum des Wärmeübertragers angeordnet sind, wobei der mindestens eine Lichtwellenleiter im Innenraum eines Rohres des Wärmeübertragers oder auf einer Außenseite des Rohres des Wärmeübertragers im Mantelraum angeordnet ist, und wobei insbesondere der Wärmeübertrager als ein gewickelter Wärmeübertrager oder ein Geradrohrwärmeübertrager ausgebildet ist (siehe oben). Hierbei kann wiederum jedes Rohr des Wärmeübertragers mit einem im Rohr und/oder einem außen auf dem Rohr verlaufenden Lichtwellenleiter ausgestattet sein, wobei jene Lichtwellenleiter dann zusammengeführt werden und mit der Messeinrichtung gekoppelt werden.

Die besagten Rohre des Wärmeübertragers bilden bevorzugt eine Mehrzahl an separat mit jenem Medium beschickbaren Sektionen des Rohrbündels aus, wobei diese einzelnen Sektionen jeweils so mit dem besagten Strom des Mediums beschickt werden, dass die gemessene Isttemperaturverteilung der gewünschten Solltemperaturverteilung angenähert wird (sogenannte rohrseitige Regelung).

Bei einem gewickelten Wärmeübertrager sind dabei die Rohre des Rohrbündels bevorzugt derart um ein Kernrohr des gewickelten Wärmeübertragers gewickelt, dass zumindest eine das Kernrohr umlaufende erste Sektion des Rohrbündels und eine dazu separate, das Kernrohr umlaufende zweite Sektion des Rohrbündels gebildet wird, die die erste Sektion umgibt, oder diese zumindest teilweise durchdringt, wobei die beiden Sektionen jeweils zumindest einen zugeordneten Einlass aufweisen, so dass die beiden Sektionen separat mit jenem Medium beschickbar sind. Hierbei kann natürlich wiederum eine beliebige Mehrzahl derartiger Sektionen vorgesehen sein.

Das Regelmittel ist dann diesbezüglich bevorzugt dazu ausgebildet, die Einspeisung des Mediums über den Einlass der ersten Sektion separat von der Einspeisung des Mediums über den Einlass der zweiten Sektion zu regeln. Entsprechendes gilt bei einer beliebigen Mehrzahl an Sektionen. Hierzu umfasst das Regelmittel zumindest ein Ventil für den Einlass der ersten Sektion und ein Ventil für den Einlass der zweiten Sektion.

Entsprechendes gilt bei einer Mehrzahl an Sektionen. Des Weiteren weisen die einzelnen Sektionen jeweils zumindest einen zugeordneten Auslass zum Auslassen des ersten Mediums aus der jeweiligen Sektion des Rohrbündels auf.

Alternativ oder ergänzend zu einer rohrseitigen Regelung kann bei einem Wärmeübertrager in Form eines gewickelten Wärmeübertragers auch eine mantelseitige Regelung vorgesehen werden.

Hierbei ist die erfindungsgemäße Einrichtung bevorzugt dazu ausgebildet, einen Strom eines flüssigen Mediums so im Mantelraum variabel auf das Rohrbündel zu verteilen, dass die Isttemperaturverteilung der Solltemperaturverteilung angenähert wird. Eine solche Regelung kann wie bereits eingangs dargelegt über einen Flüssigkeitsverteiler oder eine zusätzliche Einleitung von Strömen in den Mantelraum geregelt werden. Eine Variante der erfindungsgemäßen Einrichtung sieht diesbezüglich einen Flüssigkeitsverteiler zum Verteilen des besagten Stromes im Mantelraum vor, der insbesondere oberhalb des Rohrbündels im Mantelraum angeordnet ist. Dabei ist das Regelmittel insbesondere dazu ausgebildet, die Verteilung des besagten Stromes im Mantelraum zu regeln und/oder die Verteilung eines zusätzlichen in dem Mantelraum geführten, weiteren Stromes des flüssigen Mediums im Mantelraum zu regeln. Hierbei kann der Flüssigkeitsverteiler einen Hauptverteiler oberhalb des Rohrbündels zur Aufnahme des zur verteilenden flüssigen Mediums des besagten Stromes aufweisen, wobei der Hauptverteiler bevorzugt Durchgangsöffnungen aufweist, durch die hindurch das Medium auf das Rohrbündel aufgebbar ist.

In einer Variante der Einrichtung ist zumindest eine zusätzliche Leitung mit zumindest einem Auslass vorgesehen, über den der weitere Strom der Flüssigkeit regelbar auf das Rohrbündel aufgebbar ist, wobei das Regelmittel insbesondere zum Regeln der Verteilung des weiteren Stromes der Flüssigkeit zumindest ein Ventil für die besagte Leitung aufweist. In diesem Zusammenhang kann der Hauptverteiler zumindest einen Durchgangsbereich aufweisen, durch den Rohre des Rohrbündels hindurchgeführt sind, wobei jener Durchgangsbereich insbesondere durch zwei Verteilerarme des Hauptverteilers begrenzt sein kann, über die die Flüssigkeit bzw. das Medium auf das Rohrbündel aufgebbar ist.

Hierbei kann die besagte mindestens eine Leitung durch die mindestens einen Durchgangsbereich hindurchgeführt sein. Somit kann eine Verteilung über den Hauptverteiler als auch über die zusätzlichen Leitungen vorgenommen werden. Bevorzugt sind dabei eine Mehrzahl an derartigen Leitungen mit je zumindest einem Auslass vorgesehen, über die der weitere Strom der Flüssigkeit regelbar auf das Rohrbündel aufgebbar ist, wobei die Auslässe so über den Querschnitt des Mantelraums verteilt sind, dass der weitere Strom der Flüssigkeit in einer radialen Richtung des Mantels zumindest auf eine erste und eine zweite Sektion des Rohrbündels (bzw. auf eine beliebige Mehrzahl an Sektionen) und/oder einer Umfangsrichtung des Mantels variabel verteilbar ist, um insbesondere die wiederholt gemessene Isttemperaturverteilung einer vordefinierten Solltemperaturverteilung anzupassen.

In einer Variante der erfindungsgemäßen Einrichtung ist vorgesehen, dass der Hauptverteiler des Flüssigkeitsverteilers eine Mehrzahl an Verteilerarmen aufweist, die insbesondere jeweils in radialer Richtung des Mantels bzw. des Kernrohres oder auch Rohrbündels erstreckt sind.

Dabei ist weiterhin bevorzugt vorgesehen, dass die Verteilerarme zum variablen Verteilen des Stromes der Flüssigkeit in radialer Richtung zumindest in zwei separate Segmente unterteilt sind, die jeweils zumindest eine Durchgangsöffnung aufweisen, durch die hindurch Flüssigkeit auf das Rohrbündel aufgebbar ist, wobei das Regelmittel bevorzugt dazu eingerichtet und vorgesehen ist, eine Zufuhr von Flüssigketi in die beiden Segmente separat zu regeln, so dass die Flüssigkeit in radialer Richtung des Mantels auf zumindest eine erste und eine zweite Sektion des Rohrbündels entsprechend variabel verteilbar ist. Entsprechendes gilt bei einer beliebigen Mehrzahl an Sektionen.

Weiterhin kann vorgesehen sein, dass zumindest ein Verteilerarm dazu eingerichtet und vorgesehen ist, entlang der radialen Richtung des Mantels eine erste Sektion mit Flüssigkeit zu beaufschlagen, und dass zumindest ein anderer Verteilerarm dazu eingerichtet vorgesehen ist, entlang der radialen Richtung des Mantels eine davon verschiedene zweite Sektion des Rohrbündels mit Flüssigkeit zu beaufschlagen, wobei insbesondere die beiden Verteilerarme zum Verteilen der Flüssigkeit auf die beiden Sektionen je zumindest eine Durchgangsöffnung aufweisen, durch die hindurch Flüssigkeit auf das Rohrbündel aufgebbar ist, wobei jene Durchgangsöffnungen entlang der radialen Richtung unterschiedlich positioniert sind, und wobei insbesondere zum Spei-

sen der einzelnen Verteilerarme mit der Flüssigkeit eine Mehrzahl an Fallrohren vorgesehen ist, wobei ein Fallrohr je zumindest einen, insbesondere zwei Verteilerarme mit Flüssigkeit beaufschlagt, und wobei insbesondere die Fallrohre im Kernrohr angeordnet sind oder durch eine Unterteilung des Kernrohres in Sektionen gebildet sind.

Andere Vorrichtungen, zur radial variablen bzw. variablen Verteilung in Umfangsrichtung des Rohrbündels können auch vorgesehen werden.

Eine alternative Variante der Einrichtung sieht vor, dass der Wärmeübertrager durch eine Mehrzahl an insbesondere parallel verschalteten bzw. angeordneten Plattenwärmeübertragern gebildet wird, wobei die besagte Isttemperaturverteilung in diesem Fall die Isttemperaturverteilungen der einzelnen Plattenwärmeübertrager umfasst.

Hierbei ist die Einrichtung bevorzugt dazu ausgebildet, den mindestens einen, zu regelnden Strom, bei dem es sich insbesondere um ein Kühlmittelstrom handelt, stromauf des Wärmeübertragers bzw. stromauf der einzelnen Plattenwärmeübertrager in mehrere Teilströme aufzuteilen, und jeweils in einem zugeordneten Plattenwärmeübertrager einzuleiten, so dass diese dort in indirektem Wärmeaustausch mit zumindest einem weiteren im jeweiligen Plattenwärmeübertrager geführten Strom treten, wobei die Einrichtung bevorzugt dazu ausgebildet ist, jene einzelnen Teilströme so zu regeln, dass die jeweils gemessene Isttemperaturverteilung der Plattenwärmeübertrager einer vordefinierten Solltemperaturverteilung die die Solltemperaturverteilung der einzelnen Plattenwärmeübertrager umfasst, angenähert wird. Eine derartige Regelung des Stromes bzw. der Teilströme kann mit zugeordneten Trimmklappen oder entsprechenden Vorrichtungen im Header der jeweiligen Wärmeübertrager (siehe oben) vorgenommen werden.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung sollen durch die nachfolgende Figurenbeschreibungen von Ausführungsbeispielen an Hand der Figuren erläutert werden.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Schnittansicht eines gewickelten Wärmeübertragers mit rohr- und/oder mantelseitiger Regelung in Abhängigkeit einer gemessenen Isttemperaturverteilung des Wärmeübertragers;

Fig. 2 eine Draufsicht auf einen Flüssigkeitsverteiler zur mantelseitigen Regelung in Abhängigkeit einer gemessenen Isttemperaturverteilung; und

Fig. 3 einen Wärmeübertrager in Form einer Plattenwärmeübertragerbatterie, wobei ein in die einzelnen Plattenwärmeübertrager eingeleiteter Strom mittels Trimmplatten in Abhängigkeit von einer gemessenen Isttemperaturverteilung der Plattenwärmeübertragerbatterie geregelt wird.

Fig. 1 zeigt eine schematische Schnittansicht einer Einrichtung 1 mit einem Wärmeübertrager 2, der einen insbesondere hohlzylinderischen, drucktragenden Mantel 80 aufweist, dessen Längs- bzw. Zylinderachse Z sich – bezogen auf einen bestimmungsgemäß angeordneten Zustand des Wärmeübertragers 1 – entlang der Vertikalen Z erstreckt. Der Mantel 80 begrenzt dabei einen Mantelraum M, in dem ein gewickeltes Rohrbündel 20 angeordnet ist. Dieses weist mehrere Rohre 20a auf, die in mehreren Lagen um ein Kernrohr 100 gewickelt sind, dessen Längsachse mit der Längsachse des Mantels 80 zusammenfällt. Das Rohrbündel 20 ist also koaxial zum Mantels 80 angeordnet.

In dem durch das Rohrbündel 20 gebildeten Rohrraum wird zumindest ein erstes Medium F' eingespeist, das entlang der Vertikalen Z aufwärts strömt. Der Mantelraum M dient zur Aufnahme eines zweiten Mediums in Form einer Flüssigkeit F, die auf das mindestens eine Rohrbündel 20 aufgegeben wird und im Mantelraum M entlang der Vertikalen Z abwärts strömt. Aufgrund der Ausbildung des Rohrbündels 20 als gewickeltes Rohrbündel 20 wird das erste Medium F' somit im Kreuzgegenstrom zur Flüssigkeit F geführt.

Zum dreidimensionalen Messen einer Isttemperaturverteilung im Mantelraum M bzw. im Rohrbündel 20 ist zumindest ein Lichtwellenleiter 101 vorgesehen, der sich zum Beispiel in einem der Rohre 20a helikal - dem Verlauf des Rohres 20a entsprechend - erstreckt oder außerhalb eines solchen Rohres 20a angeordnet ist, um die Temperatur im Wärmeübertrager 2 dreidimensional zu vermessen. Es können natürlich eine Vielzahl an derartigen Lichtwellenleitern 101 in den einzelnen Rohren 20a oder auf den einzelnen Rohren 20a oder in sonstiger Weise im Mantelraum M angeordnet sein, um spezifische Bereiche des Wärmeübertragers 2 vermessen zu können. Der mindestens

eine Lichtwellenleiter 101 wird vorzugsweise aus dem Mantelraum M herausgeführt und mit einer Messeinrichtung 110 gekoppelt, die dazu ausgebildet ist, in dem Lichtwellenleiter 101 zurückgestreutes Licht zur Bestimmung der Temperatur im Wärmeübertrager 2 auszuwerten. Da auf Grund dieser Messmethode eine Vielzahl an Messpunkten entlang des Lichtwellenleiters 101 erhalten werden, kann bei einer dreidimensionalen Anordnung des mindestens einen Lichtwellenleiters 101 eine dreidimensionale Isttemperaturverteilung in Echtzeit gemessen werden. Um einen optimalen Betrieb des Wärmeübertragers 2 gewährleisten zu können, wird eine entsprechende Solltemperaturverteilung des Rohrbündels 20 festgelegt, die einem solchen optimierten Betrieb entspricht. So kann zum Beispiel durch eine laufende Messung der Isttemperaturverteilung (auch als Isttemperaturprofil bezeichnet) des Rohrbündels 20 eine Ungleichverteilung des zweiten Mediums bzw. der flüssigen Phase F auf das Rohrbündel 20 detektiert werden, da diese eine entsprechende Isttemperaturverteilung des Rohrbündels 20 zur Folge hat. Um derartige Fehlverteilungen korrigieren zu können, ist die besagte Messeinrichtung 110 mit einem Regelmittel 120 gekoppelt, dass dazu ausgebildet ist, rohrseitig oder mantelseitig geführte Medien F, F' bzw. Ströme S, S' so einzuregeln, dass die jeweils gemessene Isttemperaturverteilung der gewünschten Solltemperaturverteilung angenähert wird.

Zum Verteilen der Flüssigkeit F im Mantelraum M wird beispielsweise ein in den Mantel 80 eingeleiteter Strom S der Flüssigkeit F in einem Vorverteiler 43 gesammelt, beruhigt und entgast. Der Vorverteiler 43 weist zum Aufnehmen der Flüssigkeit F dabei eine umlaufende Wandung auf, die von einem quer zur Längsachse Z des Mantels 20 verlaufenden Boden abgeht. Der Boden des Vorteilers 43 ist über ein im Kernrohr 100 verlaufendes Fallrohr 380 mit einem Hauptverteiler 44 des Flüssigkeitsverteilers 40 verbunden, um diesen mit dem Strom S der Flüssigkeit F zu speisen, wobei jener Hauptverteiler 44 zum Verteilen des Stromes S der Flüssigkeit F über den gesamten Querschnitt des Mantelraums M quer zur Vertikalen Z eine Mehrzahl an Verteilerarmen 300 aufweist (vgl. Fig. 2), die jeweils kreissektorförmig in einer radialen Richtung R des Mantels 80 vom Kernrohr 100 abgehen, so dass zwischen den Verteilerarmen 300 Durchgangsbereiche 45 gebildet werden (vgl. Fig. 2), durch die hindurch die Rohre 20a des Rohrbündels 20 am Hauptverteiler 44 vorbeigeführt werden können.

Die Verteilerarme 300 weisen jeweils einen Boden mit einer Mehrzahl an Durchgangsöffnungen auf, sogenannte Lochböden, durch die hindurch in die Verteilerarme 300

eingeleitete Flüssigkeit F auf das entlang der Vertikalen Z darunter angeordnete Rohrbündel 20 regnen kann.

Um nun auf die Verteilung der Flüssigkeit F im Mantelraum M Einfluss nehmen zu können und gegebenenfalls zum Beispiel einer Ungleichverteilung entgegenwirken zu können, wird nun mantelseitig die Verteilung und Zuführung eines Teils der Flüssigkeit F in Form zumindest eines weiteren Stromes S' parallel zum (Haupt)Strom S geführt.

Hierzu sind zusätzliche Leitungen 481 bis 484 zum Leiten des weiteren Stromes S' (bzw. der weiteren Ströme) vorgesehen, die über entsprechende Einlässe/Stutzen 281 bis 284 in den Mantelraum M geführt sind, und jeweils zumindest einen Auslass 485 aufweisen, über den die Flüssigkeit F zusätzlich regelbar auf das mindestens eine Rohrbündel 20 aufgegeben werden kann. Hierzu verfügen die besagten Leitungen 481 bis 484 jeweils über ein zugeordnetes Ventil 181 bis 184, das mittels des Regelmittels 120 regelbar ist, so dass das Regelmittel 120 entsprechend der momentanen Isttemperaturverteilung die einzelnen Ventile 181 bis 184 so stellen kann, dass der zusätzliche Strom S' der Flüssigkeit F derart auf das Rohrbündel 20 verteilt wird, dass sich die laufend gemessene Isttemperaturverteilung an die vorgegebene Solltemperaturverteilung annähert. Um die Flüssigkeit F dabei kontrolliert über die Leitungen 481 bis 484 auf das Rohrbündel 20 aufgeben zu können, sind die Leitungen 481 bis 484 durch die besagten Durchgangsbereiche 45 des Hauptverteilers 44 hindurchgeführt, wobei die Auslässe 485 der Leitungen 481 bis 484 oberhalb des Rohrbündels 20 angeordnet sind, und zwar insbesondere so, dass das Rohrbündel 20 in der radialen Richtung R des Mantels 80 bzw. des Rohrbündels 20 sektionsweise separat regelbar mit der Flüssigkeit F beaufschlagbar ist. Die einzelnen Sektionen können jeweils radial weiter innen gelegene Sektionen umgreifen, wobei sich benachbarte Sektionen auch gegenseitig durchdringen können.

Neben der mantelseitigen Regelung eines zusätzlichen Stromes S' besteht auch die Möglichkeit, den Hauptstrom S über den Flüssigkeitsverteiler 40 selbst zu regeln. Dies ist in Fig. 2 gezeigt. Hierbei können die kreissektorförmig ausgebildeten Verteilerarme 300 des Hauptverteilers 44 nach Art der Fig. 1, die durch die besagten Durchgangsbereiche 45 voneinander separiert sind, zum variablen Verteilen des Stromes S der Flüssigkeit F in der radialen Richtung R in eine Mehrzahl an Segmente 351 bis 353 unterteilt sein, die jeweils zumindest eine Durchgangsöffnung 370 aufweisen, durch die hin-

durch die Flüssigkeit F auf das daruntergelegene Rohrbündel 20 abregnen kann. Wird nun eine Zufuhr von Flüssigkeit F in die besagten Segmente 351 bis 353 für jedes der Segmente 351 bis 353 separat geregelt, zum Beispiel indem jedes Segment 351 bis 353 über ein mittels eines Ventils regelbares Fallrohr beschickt wird (zum Beispiel aus einem Vorverteiler 43), so kann der Strom S der Flüssigkeit F in radialer Richtung R des Mantels 80 bzw. des Rohrbündels 20 auf eine der Segmentanzahl entsprechende Anzahl an Sektionen des Rohrbündels 20 (siehe oben) variabel verteilt werden. Hierzu ist das besagte Regelmittel 120 entsprechend mit den besagten Ventilen am Fallrohr verbunden, so dass diese entsprechend des momentanen, insbesondere in Echtzeit gemessenen Isttemperaturverteilung derart geregelt werden können, dass die Isttemperaturverteilung der Solltemperaturverteilung angenähert wird.

Alternativ hierzu können die Verteilerarme 300 dazu ausgebildet sein, unterschiedliche Sektionen des Rohrbündels 20 mit Flüssigkeit F zu beaufschlagen, zum Beispiel durch eine entsprechende Verteilung der Durchgangslöcher 371 der Verteilerarme 300 entlang der radialen Richtung R gemäß Fig. 2. Um dies zu illustrieren, weisen die Verteilerarme 300 gemäß Fig. 2 je eine Durchgangsöffnung 371 auf, die gegenüber den entsprechenden Durchgangsöffnungen 371 der benachbarten Verteilerarme 300 in der radialen Richtung R verschoben ist. Andere derartige Verteilungen, insbesondere mit mehreren Durchgangslöchern pro Verteilerarm 300 sind ebenfalls denkbar.

Um nun die einzelnen Verteilerarme 300 mit Flüssigkeit F des (Haupt)Stromes S beschicken zu können, ist vorzugsweise vorgesehen, dass das Kernrohr 100 in Sektionen 381 bis 386 unterteilt ist, so dass eine entsprechende Anzahl an Fallrohren gebildet wird, die jeweils vorzugsweise regelbar ausgestaltet sind (zum Beispiel mittels Ventilen) und jeweils zumindest einem zugeordneten Verteilerarm 300 mit der Flüssigkeit F beschicken (vgl. Fig. 2). Es ist auch denkbar, dass eine Sektion 381 bis 386 des Kernrohres 100 mehr als einen Verteilerarm 300, zum Beispiel zwei Verteilerarme 300, mit der Flüssigkeit F beaufschlägt. Die besagten Fallrohre 381 bis 386 wiederum können zum Beispiel aus einem Vorverteiler 43 gemäß Fig. 1 gespeist werden. Die besagten Ventile sind wiederum mit dem Regelmittel 120 verbunden, so dass in Abhängigkeit der jeweiligen Isttemperaturverteilung die einzelnen Ventile so gestellt werden können, dass die laufend gemessene Isttemperaturverteilung sich an die vorgegebenen Solltemperaturverteilung des Rohrbündels 20 annähert.

Alternativ oder ergänzend zur vorgenannten mantelseitigen Regelung von Medienströmen S bzw. S' besteht gemäß Fig. 1 weiterhin die Möglichkeit zur entsprechenden sektionsweisen Aufteilung bzw. Regelung der Rohrströme. Hierzu sind bevorzugt die Rohre 20a des koaxial zum Mantel 80 des Wärmeübertragers 2 angeordneten Rohrbündels 20 derart um das Kernrohr 100 gewickelt, dass mehrere Sektionen R1, R2, R3 des Rohrbündels 20 gebildet werden, die separat zueinander ausgebildet sind und jeweils das Kernrohr 100 umlaufen, wobei die Sektionen R1, R2, R3 einander umgreifen, aber auch einander durchdringen können. Somit sind radial gestaffelte Sektionen R1, R2, R3 des Rohrbündels 20 vorhanden, die separat regelbar mit der Flüssigkeit F wie oben beschrieben beregnet werden können. Darüber hinaus können die einzelnen Sektionen R1, R2, R3 nicht nur separat über zugeordnete Einlässe 51 bis 56 an einem unteren Ende des Mantels 80 mit dem ersten Medium beschickt werden (vorliegend weist jede Sektion R1, R2, R3 ohne Beschränkung der Allgemeinheit zwei Einlässe und Auslässe auf; es kann jedoch auch lediglich ein Ein- bzw. Auslass pro Sektion vorgesehen sein), sondern die Beaufschlagung der Rohrseite kann auch über den Einlässen 51 bis 56 zugeordnete Ventile 71 bis 76, die entsprechend mit dem Regelmittel 120 verbunden sind, geregelt werden. Hierbei werden die einzelnen Ventile 71 bis 76 durch das Regelmittel 120 so gestellt, dass die jeweilige Isttemperaturverteilung des Rohrbündels 20 einer gewünschten Solltemperaturverteilung angeglichen wird. Das in den einzelnen radialen Sektionen R1, R2, R3 eingeleitete Medium F' kann schließlich an einem oberen Ende des Mantels 80 über entsprechende Auslässe 61 bis 66 der Sektionen R1, R2, R3 aus dem Rohrbündel 20 abgezogen werden.

Die vorstehend beschriebene rohrseitige Regelung kann natürlich auch bei Geradrohrwärmeübertragern mit linear verlaufenden Rohren verwendet werden.

Fig. 3 zeigt ein weiteres Beispiel zum Regeln einer Temperaturverteilung in einem Wärmeübertrager 1, bei dem es sich vorliegend um eine Plattenwärmeübertragerbatterie handelt, die aus mehreren Plattenwärmeübertragern 10, 11 zusammengesetzt ist, die parallel zueinander betrieben werden. Derartige Plattenwärmeübertrager 10, 11 weisen mehrere Lamellen (auch als Fins bezeichnet) 35 auf, die sich jeweils entlang einer vertikalen Erstreckungsebene erstrecken und jeweils zwischen zwei entlang jener Erstreckungsebene erstreckten Platten 34 des jeweiligen Plattenwärmeübertragers 10, 11 angeordnet sind. Zu den Seiten hin werden die Fins 35 von Sidebars (auch als Randleisten bezeichnet) 36 begrenzt, die mit den jeweils benachbarten Platten 34 ver-

lötet sind. Hierdurch bilden die Plattenwärmeübertrager 10, 11 jeweils eine Vielzahl an parallelen Wärmeaustauschpassagen aus, in denen Prozessmedien strömen können und indirekt Wärme auf in benachbarten Wärmeaustauschpassagen geführt Prozessmedien übertragen können. Die einzelnen Wärmeaustauschpassagen können über Stutzen 39 und Header 38 mit je einem Teilstrom T, T' eines zu regelnden Stromes S, die von einer Hauptleitung abzweigen, beschickt werden. Dies kann natürlich für alle in den jeweiligen Plattenwärmeübertrager 10, 11 einzuleitenden Prozessströme vorgenommen werden. Dabei können die einzelnen Teilströme T, T' mittels Trimmklappen 121, 122 eingeregelt werden, um auf die jeweilige Isttemperaturverteilung in den einzelnen Plattenwärmeübertragern 10, 11 Einfluss zu nehmen. Die Trimmklappen 121, 122 sind dabei jeweils so in einer Zuleitung 31, 32, über die der jeweilige Teilstrom T, T' zum zugeordneten Plattenwärmeübertrager 10, 11 geleitet wird, angeordnet, dass durch entsprechendes Schwenken oder Rotieren der Trimmklappen 121, 122 in der jeweiligen Zuleitung 31, 32 der über die jeweilige Trimmklappe 121, 122 geleitete Teilstrom T, T' einstellbar (z.B. drosselbar) ist.

Die besagte Isttemperaturverteilung wird pro Plattenwärmeübertrager 10, 11 mit jeweils zumindest einem Lichtwellenleiter 101, 102 gemessen, der vorzugsweise in einer Wärmeaustauschpassage des jeweiligen Plattenwärmeübertragers 10. 11 angeordnet ist, die vorzugsweise nicht an einem Wärmeaustauschprozess teilnimmt (sog. Dummylage, die nicht von einem Prozessmedium durchflossen wird). Derartige Lichtwellenleiter 101, 102 können natürlich in mehreren parallelen Wärmeaustauschpassagen bzw. Dummylagen meanderförmig verlegt werden, so dass insgesamt der jeweilige Plattenwärmeübertrager 10, 11 dreidimensional vermessen werden kann, d. h. es kann mittels der Lichtwellenleiter 101, 102 eine dreidimensionale Temperaturverteilung für den jeweiligen Plattenwärmeübertrager 10, 11 angegeben werden. Hierbei werden die besagten Lichtwellenleiter 101, 102 in der vorstehend beschriebenen Weise mit einer Messeinrichtung 110 verbunden, die wiederum mit einem Regelmittel 120 verbunden ist, das die besagten Teilströme T, T' über die zugeordneten Trimmklappen 121, 122 einregelt, um die Isttemperaturverteilungen der einzelnen Plattenwärmeübertrager 10, 11 einer gewünschten Solltemperaturverteilung anzunähern. Vorliegen weisen die Plattenwärmeübertrager 10, 11 getrennte Header 38 auf. Es ist auch denkbar, bei einer Plattenwärmeübertragerbatterie aus Plattenwärmeübertragern 10, 11, die gemeinsame Header 38 aufweisen, die Regelung mittels Trimmklappen oder ähnlichen Einrichtungen vorzunehmen, die in dem jeweiligen Header vorgesehen sind, so dass die einzel-

nen Plattenwärmeübertrager bzw. Plattenwärmeübertragermodule 10, 11 separat eingeregelt werden können.

Mittels der Lichtwellenleiter 101, 102 ist es also insbesondere möglich, die Temperaturen bzw. die Isttemperaturverteilung des gesamten jeweiligen Plattenwärmeübertragers 10, 11 zu messen. Mit den Isttemperaturverteilungen aller Plattenwärmeübertragern 10, 11 in einer solchen Batterie können die Überhitzungszonen jedes Plattenwärmeübertragers 10, 11 exakt vermessen werden. Mittels der Trimmklappen 121, 122 kann dabei am größten Wärmestrom S der Plattenwärmeübertrager 10, 11 jeder einzelne Plattenwärmeübertrager 10, 11 mit Vorteil eingeregelt werden. Auf diese Weise ist es möglich, Pinchpoints zu vermeiden, ungleiche Belastungen zu eliminieren und die Heizfläche der Plattenwärmeübertrager 10, 11 optimal zu nutzen. Wenn sich durch Laständerung die Temperaturveränderungen in den einzelnen Plattenwärmeübertragern ändern, kann das durch das gemessene Ist-Temperaturprofil erkannt werden und entsprechend eingeregelt werden.

Bezugszeichenliste

1	Einrichtung
10, 11	Plattenwärmeübertrager
20	Rohrbündel
20a	Rohr
R1, R2, R3	Sektionen
30	Hauptleitung
31, 32	Zuleitung
33	Wärmeübertrager
34	Platte (Deckplatte)
35	Fin
36	Sidebar
37	Verteilerfin
38	Header
39	Stutzen
40	Flüssigkeitsverteiler
43	Vorverteiler
44	Hauptverteiler
45	Durchgangsbereich
51, 52, 53, 54, 55, 56	Einlass
61, 62, 63, 64, 65, 66	Auslass
71, 72, 73, 74, 75, 76	Ventile
80	Mantel
100	Kernrohr
101, 102	Lichtwellenleiter
110	Messeinrichtung
120	Regelmittel
121, 122	Trimmklappen
181, 182, 183, 184	Ventile
281, 282, 283, 284	Einlass
300	Verteilerarm
351, 352, 353	Segment
370, 371	Durchgangsöffnung
380	Fallrohr
381-386	Sektion Fallrohr

481, 482, 483, 484	Leitung
485	Auslass
F	Flüssige Phase (Medium)
M	Mantelraum
S, S'	Strom
R	Radiale Richtung des Rohrbündels
U	Umfangsrichtung
Z	Vertikale

Patentansprüche

1. Verfahren zum Regeln einer Temperaturverteilung in einem Wärmeübertrager, bei dem mittels zumindest eines in dem Wärmeübertrager (2; 10, 11) angeordneten Lichtwellenleiters (101, 102), insbesondere in Form einer Glasfaser, eine Isttemperaturverteilung im Wärmeübertrager (2; 10, 11) gemessen wird, wobei Licht in den mindestens einen Lichtwellenleiter (101, 102) eingekoppelt wird und im Lichtwellenleiter (101, 102) gestreutes Licht zur Ermittlung der Isttemperaturverteilung ausgewertet wird, und wobei zumindest ein im Wärmeübertrager (2; 10, 11) geführter Strom (S, S') eines fluides Medium (F, F') so geregelt wird, dass die Isttemperaturverteilung einer Solltemperaturverteilung angenähert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Isttemperaturverteilung eine dreidimensionale Isttemperaturverteilung gemessen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmeübertrager (2) ein Rohrbündel (20) mit einer Vielzahl an Rohren (20a) aufweist, die in einem Mantelraum (M) des Wärmeübertragers (2) angeordnet sind, wobei insbesondere die Isttemperaturverteilung mittels zumindest eines Lichtwellenleiters (101) gemessen wird, der im Innenraum eines Rohres (20a) des Rohrbündels (20) angeordnet ist und/oder mittels zumindest eines Lichtwellenleiters (101), der auf einer Außenseite eines Rohres (20a) des Rohrbündels (20) im Mantelraum (M) angeordnet ist, wobei insbesondere der Wärmeübertrager (2) als ein gewickelter Wärmeübertrager oder ein Geradrohrwärmeübertrager ausgebildet ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rohre (20a) eine Mehrzahl an separat mit jenem Medium beschickbare Sektionen (R1, R2, R3) des Rohrbündels bilden (20), wobei die einzelnen Sektionen (R1, R2, R3) jeweils so mit jenem Medium (F') beschickt werden, dass die Isttemperaturverteilung der Solltemperaturverteilung angenähert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einem Wärmeübertrager (2) in Form eines gewickelten Wärmeübertragers ein Strom (S, S') eines flüssigen Mediums (F) so im Mantelraum (M) auf das Rohrbündel (20)

verteilt wird, dass die Isttemperaturverteilung der Solltemperaturverteilung angenähert wird, wobei insbesondere das flüssige Medium (F) in radialer Richtung (R) des Rohrbündels (20) und/oder in einer Umfangsrichtung (U) des Rohrbündels (20) variabel auf das Rohrbündel (20) verteilt wird, so dass die Isttemperaturverteilung der Solltemperaturverteilung angenähert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmeübertrager (10, 11) durch eine Mehrzahl an insbesondere parallel verschalteten Plattenwärmeübertrager (10, 11) gebildet ist, wobei insbesondere jene Isttemperaturverteilung Isttemperaturverteilungen der einzelnen Plattenwärmeübertrager (10, 11) umfasst.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass jener Strom (S) des fluiden Mediums (F), bei dem es sich insbesondere um einen Kühlmittel handelt, stromauf des Wärmeübertragers (10, 11) in mehrere Teilströme (T, T') aufgeteilt wird, die jeweils in einen zugeordneten Plattenwärmeübertrager (10, 11) eingeleitet werden, um dort in indirekten Wärmeaustausch mit zumindest einem weiteren, im jeweiligen Plattenwärmeübertrager geführten Stoffstrom zu treten, wobei die einzelnen Teilströme (T, T') so geregelt werden, dass die Isttemperaturverteilung der Solltemperaturverteilung angenähert wird.

8. Einrichtung, mit:
   - einem Wärmeübertrager (2; 10, 11),
   - zumindest einem im Wärmeübertrager (2; 10, 11) angeordneten Lichtwellenleiter (100, 101) zum Messen einer insbesondere dreidimensionalen Isttemperaturverteilung im Wärmeübertrager (2; 10, 11), und
   - einer mit dem mindestens einen Lichtwellenleiter (101, 102) verbundenen Messeinrichtung (110), die dazu ausgebildet ist, Licht in den mindestens einen Lichtwellenleiter (101, 102) einzukoppeln und in dem mindestens einen Lichtwellenleiter (101, 102) gestreutes Licht zur Ermittlung der Isttemperaturverteilung auszuwerten, und
   - wobei die Einrichtung ein Regelmittel (120) zum Regeln zumindest eines im Wärmeübertrager (2; 10, 11) geführten Stromes (S, S') eines fluiden Mediums (F, F') aufweist, derart, dass die Isttemperaturverteilung einer Solltemperaturverteilung angenähert wird.

9. Einrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmeübertrager (2) ein Rohrbündel (20) mit einer Vielzahl an Rohren (20a) aufweist, die in einem Mantelraum (M) des Wärmeübertragers (2) angeordnet sind, wobei der mindestens eine Lichtwellenleiter (101, 102) im Innenraum eines Rohres (20a) des Wärmeübertragers (2) oder auf einer Außenseite eines Rohres (20a) des Wärmeübertragers (2) im Mantelraum (M) angeordnet ist, wobei insbesondere der Wärmeübertrager (2) als ein gewickelter Wärmeübertrager oder ein Geradrohrwärmeübertrager ausgebildet ist.

10. Einrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rohre (20a) eine Mehrzahl an separat mit jenem Medium beschickbaren Sektionen (R1, R2, R3) des Rohrbündels (20) bilden, wobei die einzelnen Sektionen (R1, R2, R3) jeweils so mit einem Strom (S) des Mediums (F') beschickt werden, dass die Isttemperaturverteilung der Solltemperaturverteilung angenähert wird.

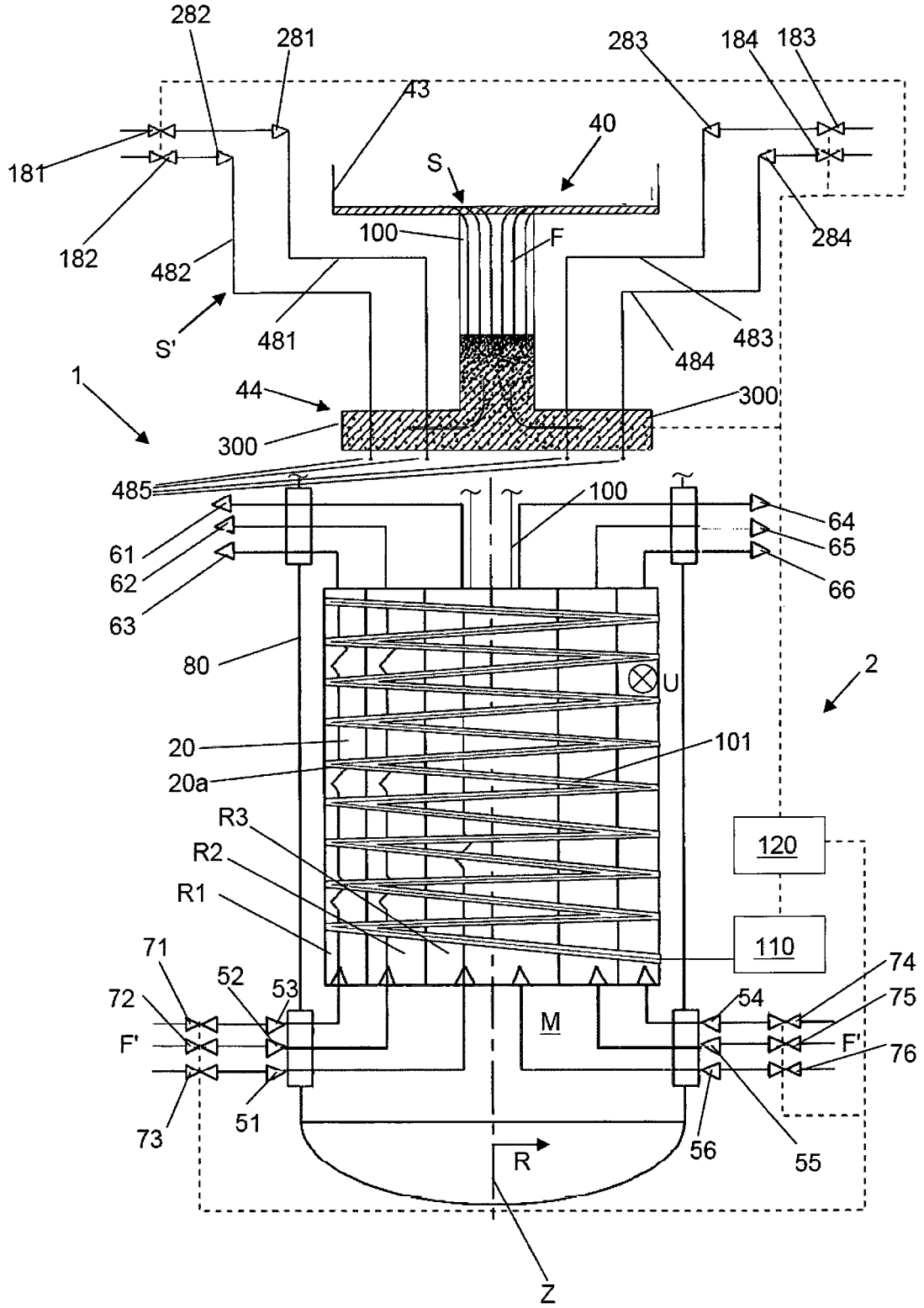
11. Einrichtung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einem Wärmeübertrager (2) in Form eines gewickelten Wärmeübertragers die Einrichtung (1) dazu ausgebildet ist, einen Strom (S) eines flüssigen Mediums (F) so im Mantelraum (M) auf das Rohrbündel (20) zu verteilen, dass die Isttemperaturverteilung der Solltemperaturverteilung angenähert wird, wobei insbesondere die Einrichtung (1) dazu ausgebildet ist, das flüssige Medium (F) in radialer Richtung (R) des Rohrbündels (20) und/oder in einer Umfangsrichtung (U) des Rohrbündels (20) variabel auf das Rohrbündel (20) zu verteilen, so dass die Isttemperaturverteilung der Solltemperaturverteilung angenähert wird.

12. Einrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmeübertrager (1) durch eine Mehrzahl an insbesondere parallel verschalteten Plattenwärmeübertragern (10, 11) gebildet ist, wobei insbesondere jene Isttemperaturverteilung Isttemperaturverteilungen der einzelnen Plattenwärmeübertrager (10, 11) umfasst.

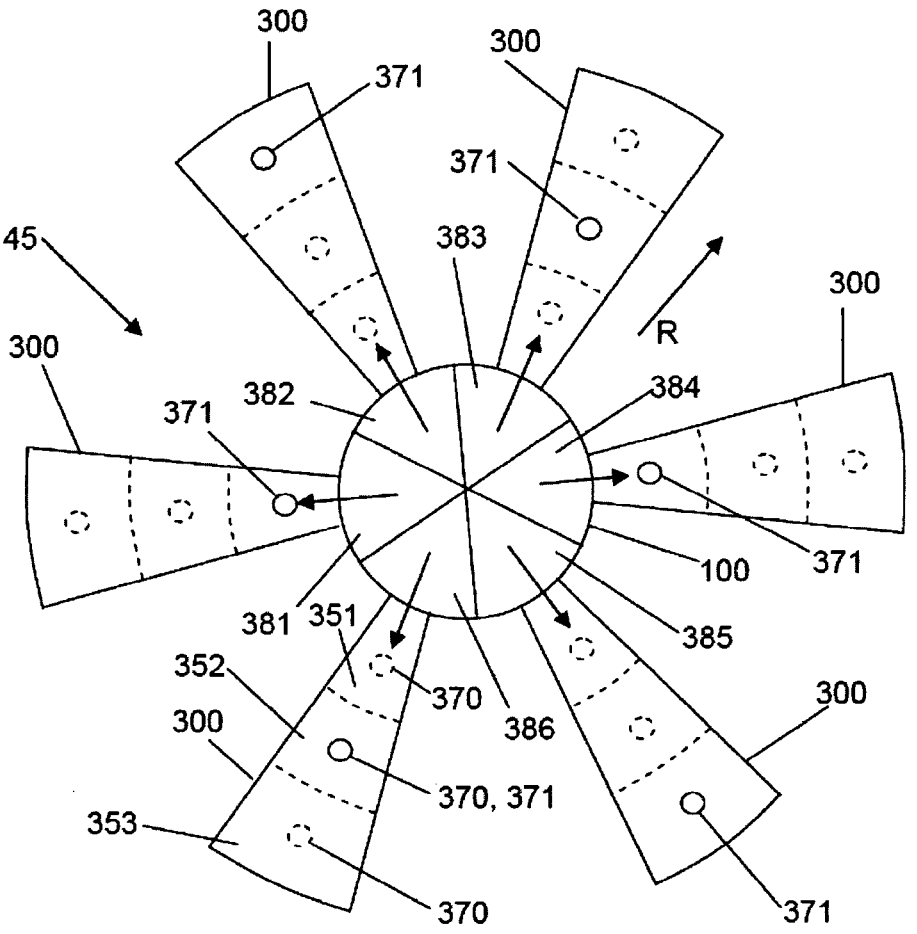
13. Einrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einrichtung (1) dazu ausgebildet ist, den mindestens eine Strom (S) des fluiden Mediums (F), bei dem es sich insbesondere um ein Kühlmittel handelt, stromauf des Wärmeübertragers (1) in mehrere Teilströme (T; T') aufzuteilen und jeweils in einen zugeordneten Plattenwärmeübertrager (10, 11) einzuleiten, wobei die Einrich-

tung (1) dazu ausgebildet ist, die einzelnen Teilströme (T, T') so zu regeln, dass die Isttemperaturverteilung der Solltemperaturverteilung angenähert wird.

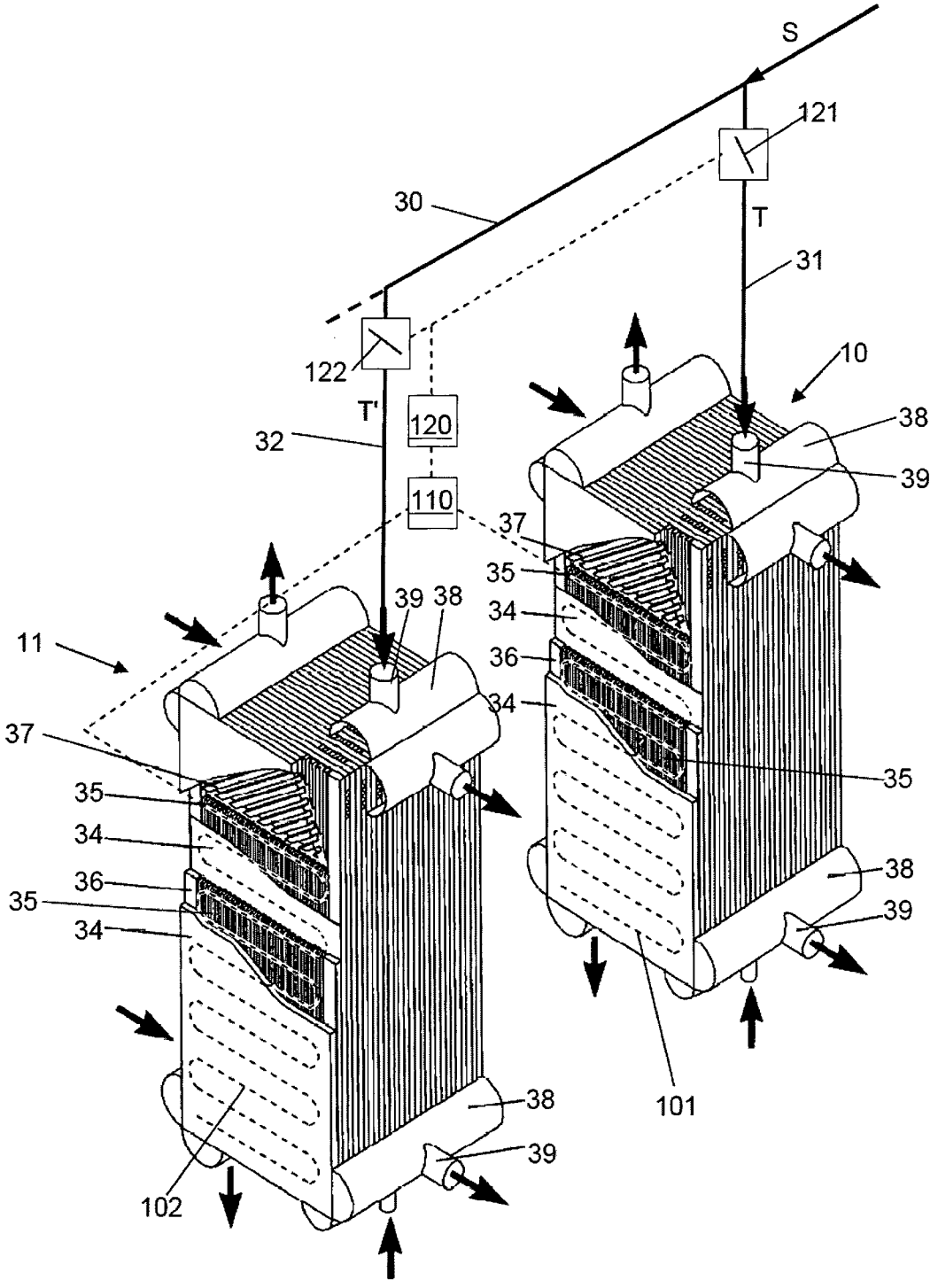
Figur 1


282
281
283
184
183
43
40
181
S
182
100
F
284
482
S'
481
483
484
1
44
300
300
485
100
64
61
65
62
66
63
80
U
2
20
101
20a
R3
120
R2
R1
110
71
52
53
74
72
54
75
M
F'
F'
76
73
51
56
55
R
Z

Figur 2


300
371
300
371
45
383
300
R
300
382
384
371
100
371
381
351
385
352
370
386
300
300
370, 371
353
370
371

Figur 3


S
121
30
T
31
122
10
T'
120
38
32
39
110
37
35
39
38
34
11
36
34
37
35
35
34
38
36
35
39
34
38
101
39
102

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/002976

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F28F27/02
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F28F F28D G01K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	DE 10 2007 021564 A1 (LINDE AG [DE]) 20 November 2008 (2008-11-20) the whole document	1-3,6,8, 9,12 4,5,7, 10,11,13

Y	DE 28 35 334 A1 (LINDE AG) 21 February 1980 (1980-02-21) the whole document	4,5,10, 11

Y	US 2010/012310 A1 (CHRISTENSEN ROLF [SE] ET AL) 21 January 2010 (2010-01-21) the whole document	7,13

X	DE 10 2007 021565 A1 (LINDE AG [DE]) 13 November 2008 (2008-11-13) the whole document	1-3,8,9

	-/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
21 February 2014	28/02/2014

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Van Dooren, Marc

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/002976

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X,P	EP 2 511 642 A2 (LINDE AG [DE]) 17 October 2012 (2012-10-17) abstract; figures paragraph [0022]; claim 5 -----	1-5,8-11

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2013/002976

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102007021564 A1	20-11-2008	NONE	
DE 2835334 A1	21-02-1980	DE 2835334 A1	21-02-1980
		JP S5525798 A	23-02-1980
US 2010012310 A1	21-01-2010	AU 2007334650 A1	26-06-2008
		BR PI0720398 A2	14-01-2014
		CA 2673094 A1	26-06-2008
		CN 101563155 A	21-10-2009
		EP 2099559 A1	16-09-2009
		JP 2010513014 A	30-04-2010
		KR 20090102804 A	30-09-2009
		RU 2009127717 A	27-01-2011
		SE 0602767 A	20-06-2008
		US 2010012310 A1	21-01-2010
		US 2014020883 A1	23-01-2014
		WO 2008076039 A1	26-06-2008
DE 102007021565 A1	13-11-2008	NONE	
EP 2511642 A2	17-10-2012	AU 2012201798 A1	01-11-2012
		CN 102735098 A	17-10-2012
		EP 2511642 A2	17-10-2012
		RU 2012114798 A	20-10-2013
		US 2012261089 A1	18-10-2012

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/002976

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F28F27/02
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F28F F28D G01K

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X Y	DE 10 2007 021564 A1 (LINDE AG [DE]) 20. November 2008 (2008-11-20) das ganze Dokument	1-3,6,8, 9,12 4,5,7, 10,11,13
Y	DE 28 35 334 A1 (LINDE AG) 21. Februar 1980 (1980-02-21) das ganze Dokument	4,5,10, 11
Y	US 2010/012310 A1 (CHRISTENSEN ROLF [SE] ET AL) 21. Januar 2010 (2010-01-21) das ganze Dokument	7,13
X	DE 10 2007 021565 A1 (LINDE AG [DE]) 13. November 2008 (2008-11-13) das ganze Dokument	1-3,8,9

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
21. Februar 2014	28/02/2014

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Van Dooren, Marc

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/002976

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X,P	EP 2 511 642 A2 (LINDE AG [DE]) 17. Oktober 2012 (2012-10-17) Zusammenfassung; Abbildungen Absatz [0022]; Anspruch 5 -----	1-5,8-11

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/002976

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102007021564 A1	20-11-2008	KEINE	
DE 2835334 A1	21-02-1980	DE 2835334 A1	21-02-1980
		JP S5525798 A	23-02-1980
US 2010012310 A1	21-01-2010	AU 2007334650 A1	26-06-2008
		BR PI0720398 A2	14-01-2014
		CA 2673094 A1	26-06-2008
		CN 101563155 A	21-10-2009
		EP 2099559 A1	16-09-2009
		JP 2010513014 A	30-04-2010
		KR 20090102804 A	30-09-2009
		RU 2009127717 A	27-01-2011
		SE 0602767 A	20-06-2008
		US 2010012310 A1	21-01-2010
		US 2014020883 A1	23-01-2014
		WO 2008076039 A1	26-06-2008
DE 102007021565 A1	13-11-2008	KEINE	
EP 2511642 A2	17-10-2012	AU 2012201798 A1	01-11-2012
		CN 102735098 A	17-10-2012
		EP 2511642 A2	17-10-2012
		RU 2012114798 A	20-10-2013
		US 2012261089 A1	18-10-2012