

(19)



(11)

EP 4 134 609 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
15.02.2023 Patentblatt 2023/07

(21) Anmeldenummer: **21190535.1**

(22) Anmeldetag: **10.08.2021**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F28D 7/00 ^(1968.09) **F28D 7/08** ^(1968.09)
F28D 7/16 ^(1985.01) **F28D 20/00** ^(1985.01)
F28D 20/02 ^(1995.01) **F28D 21/00** ^(1968.09)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F28D 7/08; F01K 3/20; F22B 1/18; F22B 15/00;
F22B 21/24; F28D 7/0091; F28D 7/087; F28D 7/16;
F28D 20/0034; F28D 20/021; F28D 21/0003;
F28D 2020/0047; F28D 2021/0064

(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

(71) Anmelder: **RD Estate GmbH & Co. KG**
94469 Deggendorf (DE)

(72) Erfinder: **Duschl, Robert**
94469 Deggendorf (DE)

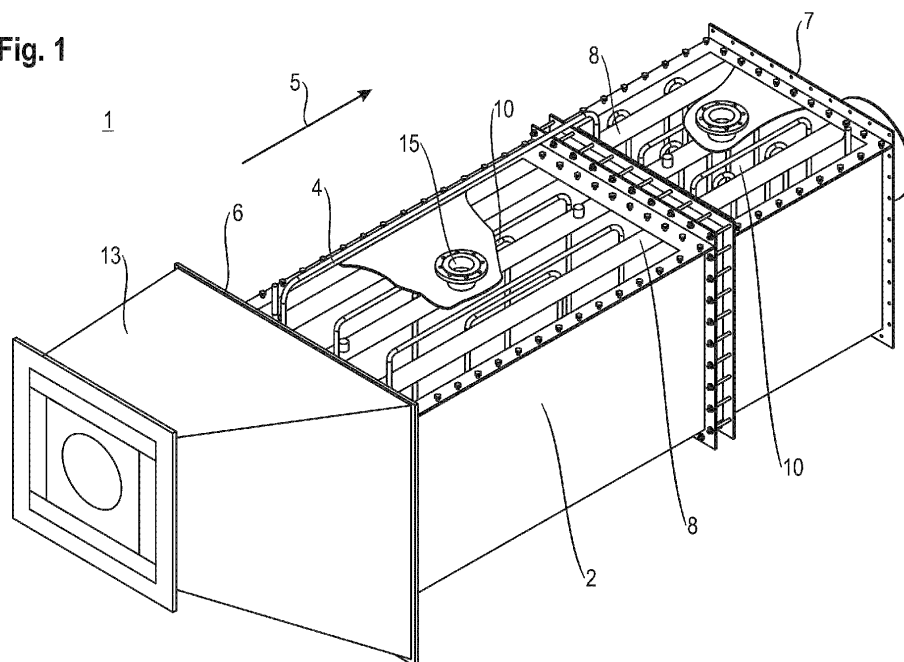
(74) Vertreter: **Hoffmann Eitle**
Patent- und Rechtsanwälte PartmbB
Arabellastraße 30
81925 München (DE)

(54) **DAMPFERZEUGER**

(57) Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Dampferzeuger, welcher ein Gehäuse, ein in dem Gehäuse angeordnetes erstes Wärmetauschelement, das von einem Wärmetauschfluid durchströmbar ist, und mindestens ein in dem Gehäuse angeordnetes zweites Wärmetauschelement, das zur Dampferzeugung von Wasser durchströmbar ist, aufweist. Ferner weist der

Dampferzeuger ein Wärmetransfermedium, das in dem Gehäuse angeordnet ist, um zur Dampferzeugung Wärme von dem durch das erste Wärmetauschelement strömende Wärmetauschfluid auf das durch das zweite Wärmetauschelement strömende Wasser zu übertragen, auf, wobei das Wärmetransfermedium ein Salzbad ist.

Fig. 1



EP 4 134 609 A1

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Dampferzeuger zur Erzeugung von Dampf zur Energiegewinnung beispielsweise mittels eines Dampfmotors oder einer Dampfturbine. Dafür ist der Dampferzeuger zum Beispiel an eine Biomassefeuerung, Biogasanlage oder einen Pelletsheizer koppelbar.

HINTERGRUND

[0002] Zum Erzeugen von Wasserdampf werden im Allgemeinen Dampferzeuger verwendet. Diese Dampferzeuger weisen meist eine Brennkammer (die Feuerung), in der Brennmaterial erhitzt bzw. verbrannt wird, um Wärme zu erzeugen, auf. Alternativ kann auch das noch heiße Abgas einer Biogasanlage genutzt werden, um die erforderliche Wärme bereitzustellen. Diese Wärme in Form eines Wärmetransfermediums wird zum Beispiel an einem Wärmetauscher vorbeigeführt, um so in dem Wärmetauscher strömendes Wasser zu verdampfen. Der dadurch erzeugte Wasserdampf kann dann zur Energiegewinnung genutzt werden, zum Beispiel in einem Dampfmotor.

[0003] Zur effizienten Dampf- und Energieerzeugung sind hohe Drücke und damit verbunden auch hohe Temperaturen erforderlich. Dies führt zur thermischen Ausdehnung des Wärmetauschers und zu Spannungen im Material des Wärmetauschers.

[0004] Im Stand der Technik geht beispielsweise aus der DE 10 2010 046 804 A1 ein Rohrbündel-Wärmetauscher mit einer Vielzahl von Rohrwicklungen, die von einem gemeinsamen Auslassraum für ein Wärmetransfermedium ausgehen und in einen gemeinsamen Auslassraum münden, wobei jede Rohrwicklung eine alternierende Abfolge von Rohrstücken und Rohrbögen umfasst und wobei die Rohrbögen als Umlenkung um 180° bezüglich einer zugeordneten Bogenachse ausgebildet sind und gleiche Biegeradien aufweisen, hervor. Dieser Rohrbündel-Wärmetauscher ist dadurch gekennzeichnet, dass entlang jeder Rohrwicklung die Bogenachsen von Rohrbögen, die an dasselbe Rohrstück angeschlossen sind, in Winkelstellung zueinander stehen und die Bogenachsen von Rohrbögen zwischen denen in unmittelbarer Abfolge ein Rohrstück, ein Rohrbogen und ein weiteres Rohrstück angeordnet sind, parallel verlaufen.

[0005] Jedoch hängt die Effizienz hierbei stark vom Abstand des Rohrbündel-Wärmetauschers zum Gehäuse und stark von der Strömungsart des Wärmetransferfluids in den Rohrbündeln zu der durch Brennmaterial erzeugten Wärmeenergie ab. Das heißt, dass Wandverluste, die durch ein Vorbeiströmen zwischen dem Rohrbündel-Wärmetauscher und einem umgebenden Gehäuse erzeugt werden, ohne dass der Wärmetauscher durchströmt wird, in einer solchen Ausgestaltung nicht verhin-

dert werden können. Somit ist die Wärmetauscheffizienz nicht optimal.

[0006] Des Weiteren ist es gemäß einer solchen Ausgestaltung nicht möglich, Spannungen in den Rohrbündeln durch eine thermische Ausdehnung, die durch die hohen Temperaturen des Wärmetransferfluids erzeugt wird, auszugleichen.

[0007] Auch die DE 20 2007 017 403 U1 offenbart einen Rohrbündel-Wärmetauscher, insbesondere für den Wärmeaustausch von Heizgas auf Heizungswasser oder Trinkwasser, wobei der Rohrbündel-Wärmetauscher einen von einem Heizungswasserstrom oder Trinkwasserstrom durchströmbaran Wasserraum und einen von einem Heizgasstrom durchströmbaran Heizgasraum aufweist. Hierbei sind die das Heizgas bildenden Heizgasrohre parallel oder seriell durchströmbar.

[0008] Hierbei treten die oben beschriebenen Probleme ebenfalls auf und außerdem ist die Effizienz des Wärmeaustauschs niedrig, da dieser im Gleichstrom betrieben wird.

[0009] Darüber hinaus ist es bei der Dampferzeugung mit Biomasse in bisher bekannten Dampferzeugern besonders kritisch, einen undefinierten und gegebenenfalls schwankenden Energiegehalt der Brennmasse (im Gegensatz zu, beispielsweise, Kohle) und damit die schwankenden Dampfparameter bei der Dampferzeugung auszugleichen. Kann dies nicht ausreichend ausgeglichen werden, kommt es zu einer Schwankung der Dampftemperatur, was - beispielsweise bei der Verwendung von Dampfturbinen - zur Beeinträchtigung oder gar Beschädigung dieser Dampfturbinen führen kann.

[0010] Bisher bekannte Ausgestaltungen verwenden aufgrund dessen einen zusätzlichen Dampfspeicherkessel, um so geringe Druckverluste zu realisieren und der Schwankung entgegenzuwirken.

[0011] Eine solche Ausgestaltung ist jedoch bei Hochdrücken zum Beispiel über 250 bar, nicht mehr anwendbar, da ein hohes Risiko der Zerstörung, zum Beispiel in Form einer Explosion, gegeben ist.

[0012] Somit besteht bisheriger Bedarf an einer Lösung für einen Dampferzeuger beim Einsatz mit Biomasse und Hochdrücken, welcher nicht nur Hochdruck-resistent, sondern auch einfach und kostengünstig realisierbar ist.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0013] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine effiziente Vorrichtung zur Dampferzeugung (einen Dampferzeuger) vorzusehen, bei der mit einer einfachen Ausgestaltung und sogar bei schwankendem Energiegehalt der Brennmasse, ein zuverlässiger Betrieb gewährleistet und ein hoher Wirkungskraft erzielt werden kann, sowie die obigen Nachteile vermindert oder sogar verhindert werden können.

[0014] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen finden sich in den weiteren Ansprüchen der

folgenden Beschreibung und den Zeichnungen.

[0015] Gemäß einem Aspekt weist der Dampferzeuger ein Gehäuse, ein in dem Gehäuse angeordnetes erstes Wärmetauschelement, das von einem Wärmetauschfluid durchströmbar ist, und mindestens ein in dem Gehäuse angeordnetes zweites Wärmetauschelement, das zur Dampferzeugung von Wasser durchströmbar ist, auf.

[0016] Hierbei kann das Wärmetauschfluid das aus einer Biomassefeuerung, Biogasanlage oder einer Pelletheizung stammenden Abwärme sein, welche durch das erste Wärmetauschelement und damit durch den Dampferzeuger strömen kann. Das zweite Wärmetauschelement ist entsprechend zur Dampferzeugung Wasser.

[0017] Ferner ist in dem hohlen Gehäuse ein Wärmetransfermedium angeordnet, um zur Dampferzeugung Wärme von dem durch das erste Wärmetauschelement strömende Wärmetauschfluid auf das durch das zweite Wärmetauschelement strömende Wasser zu übertragen. Bei dem Wärmetransfermedium handelt es sich um ein Salzbad.

[0018] Entsprechend ist der Dampferzeuger in der Lage, Wärme auszutauschen. In der vorliegenden Wärmeaustauschanordnung des Dampferzeugers können Drücke zwischen 50 und 800 bar, bevorzugt 30 bis 500 bar, besonders bevorzugt 30 bis 180 bar, aber auch geringe Drücke zwischen vier und zehn bar Dampfdruck erzeugt werden.

[0019] Das heißt, eine solche Anordnung ist aufgrund des wärmeübertragenden Salzbadades besonders flexibel einsetzbar und es können sowohl niedrige Drücke im Bereich von beispielsweise sieben bar für die Lebensmittelproduktion, als auch Hochdruck-Dampfströme im Bereich von 500 bis 800 bar erzeugt werden, ohne dass dabei der schwankende Energiegehalt der Biomasse kritisch für die Vorrichtung selbst wäre. Auch eine komplexe Anordnung mit einem zusätzlichen Dammspeicherkes-
 sel, um geringe Druckverluste zu realisieren, ist in einer solchen Ausgestaltung unnötig. Somit kann nicht nur eine besonders flexible, sondern auch kostengünstige Vorrichtung zur Dampferzeugung realisiert werden.

[0020] Zudem ist eine Zerstörung oder Explosion zuverlässig vermeidbar, da im Ruhezustand das Salz kristallin ist und durch die Erwärmung mit bzw. über das erste Wärmetauschelement, das von dem Wärmetauschfluid durchströmbar ist, verflüssigt, sodass die Salzschnmelze durch das Wärmetauschfluid erwärmt wird und sich somit das Salz verflüssigt und Energie aufnimmt.

[0021] Das heißt, das Salzbad agiert als flüssiges Salz, beispielsweise als Nitratschnmelze, und verbessert somit die Wärmeübertragung vom Wärmetauschfluid zum Wasser.

[0022] Gemäß einer solchen Ausgestaltung, kann also nicht nur ein besonders flexibles System realisiert werden, welches bei verschiedensten Drücken bis zu 800 bar Dampfdruck erzeugen kann, sondern auch ein besonders betriebssicherer Dampferzeuger erreicht werden.

[0023] Das erste Wärmetauschelement kann in einer

ersten Strömungsrichtung von einem Einlass des Gehäuses zu einem Auslass des Gehäuses von dem Wärmetauschfluid durchströmbar sein.

[0024] Das heißt, die erste Strömungsrichtung entspricht hierbei einer Strömungsrichtung des Wärmetauschfluids durch den im Gehäuse angeordneten Wärmetauscher. Wenn also beispielsweise das Gehäuse eine längliche Form aufweist, entspricht diese erste Strömungsrichtung einer longitudinalen Erstreckung des Gehäuses.

[0025] Das Wärmetauschfluid kann, wie eingangs erwähnt, zum Beispiel ein Verbrennungsgas aus der Verbrennung eines Brennstoffes, beispielsweise in Form von ungetrockneter, minderwertiger Biomasse, in einer Brennkammer einer bereits bekannten Vorschubrostfeuerung oder das Abgas einer Biogasanlage sein. Dadurch kann Strom aus Reststoffen erzeugt werden. Abhängig vom Wärmetauschfluid können verschiedene Temperaturbereiche im Dampferzeuger auftreten.

[0026] Abhängig vom Wärmetauschfluid können verschiedene Temperaturbereiche im Dampferzeuger auftreten. Wird im Dampferzeuger das Wärmetauschfluid, auch als Heizfluid benennbar, durch Pelletverbrennung erzeugt, hat dies üblicherweise zwischen 600°C und 1000°C, bevorzugt 900°C. Wird Abgas einer Biogasanlage als Wärmetauschfluid verwendet, treten im Dampferzeuger üblicherweise Temperaturen von 450°C bis 500°C, bevorzugt 470°C auf. Zudem können Salze verwendet werden, die bereits ab 130°C - 150°C von einem kristallinen in einen flüssigen Aggregatzustand, d.h. einem Betriebszustand übergehen.

[0027] Hierbei gestaltet sich die Flexibilität des Dampferzeugers als besonders vorteilhaft und die Erzeugung des gewünschten Dampfdrucks als besonders einfach steuerbar.

[0028] Durch die hohen Energiespeicherfähigkeiten des verwendeten Salzbadades, ist es möglich, dass der zu erzeugende Druck lediglich über die Strömungsgeschwindigkeit des durch das zweite Wärmetauschelement strömende Wasser zu regulieren. Dies kann über eine einfache Pumpe erfolgen.

[0029] Beispielsweise können, bei Bedarf, Drücke von sieben bar (beispielsweise für die Lebensmittelindustrie) gefahren werden und kurz darauf, durch eine Steigerung der Strömungsgeschwindigkeit, Drücke von bis zu 800 bar erzeugt werden, ohne dass dabei andere, zusätzliche oder verschiedene resistente Materialien, Konfigurationen oder Ausgestaltungen vorgesehen werden müssen.

[0030] Somit kann mit nur einer kompakten Vorrichtung und einem Gehäuse eine besonders flexible und multiple anwendbare Vorrichtung zur Dampferzeugung vorgesehen werden.

[0031] Das Wärmetauschfluid kann Rauchgas sein.

[0032] Die Dampferzeugung ist im vorliegenden Fall unabhängig von der Wärmequelle. Somit kann das Wärmetauschfluid nicht nur durch die Verbrennung von Biomasse als Rauchgas vorliegen, sondern das Wärmetauschfluid kann beispielsweise auch durch die Verbren-

nung von fossilen Brennstoffen, wie z.B. Kohle oder Erdgas, erzeugt werden. Dieses Wärmetauschfluid kann dann analog zu Rauchgas durch das erste Wärmetauschelement strömen.

[0033] Ferner kann das erste Wärmetauschelement eine Vielzahl von Rohren aufweisen, die sich entlang der ersten Strömungsrichtung erstrecken.

[0034] Gemäß einer solchen Ausgestaltung kann das Wärmetauschfluid, zum Beispiel Rauchgas, durch die Vielzahl von Rohren in das Gehäuse an einem Einlass eintreten und durch die Rohre, bevorzugt geradlinige Rohre, entlang der ersten Strömungsrichtung durch das Gehäuse strömen.

[0035] Mit anderen Worten, das Gehäuse weist eine Vielzahl von Rohren auf, durch welche das Wärmetauschfluid geströmt wird. Dadurch wird die Oberfläche zur Wärmeübertragung an das Wärmetransfermedium und damit an das Wasser in den zweiten Wärmetauscherelementen erhöht und eine sichere Abschirmung des Wärmetauschfluids vom Salzbad sichergestellt. Dadurch wird eine Entzündbarkeit bei Leckagen oder dergleichen reduziert bzw. verhindert und somit die (langzeit-) Betriebssicherheit des Dampferzeugers erhöht.

[0036] Ferner kann das zweite Wärmetauschelement in einer zweiten Strömungsrichtung von dem Wasser durchströmbar sein. Hierbei können die erste Strömungsrichtung und die zweite Strömungsrichtung im Wesentlichen senkrecht oder im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen.

[0037] Das heißt, die zweite Strömungsrichtung entspricht einer Strömungsrichtung des Wassers durch das Gehäuse.

[0038] Wie oben beschrieben, können sich die mehreren Rohre des ersten Wärmetauschelements vom Einlass des Gehäuses zum Auslassgehäuse des Gehäuses erstrecken. Somit kann sich, z.B., bei einer im Wesentlichen parallel zueinander verlaufenden Anordnung der Wärmetauschelemente, das zweite Wärmetauschelement ebenfalls von einem Einlass zu einem Auslass des Gehäuses im Wesentlichen parallel zu der Vielzahl von Rohren des Wärmetauschelements erstrecken.

[0039] Der Begriff "im Wesentlichen" ist hierbei also so zu verstehen, dass zum Beispiel Wendungen, Wicklungen oder dergleichen, welche verwendet werden, um eine maximale Rohrlänge des zweiten Wärmetauschelements in dem Gehäuse zu ermöglichen, nicht bei der Bewertung der Parallelität und/oder senkrechten Anordnung der ersten Strömungsrichtung und der zweiten Strömungsrichtung zueinander beachtet werden sollen.

[0040] Das zweite Wärmetauschelement kann eine Vielzahl von Rohrwicklungen aufweisen, sodass sich das zweite Wärmetauschelement im Wesentlichen senkrecht oder im Wesentlichen parallel zur ersten Strömungsrichtung von dem Einlass des Gehäuses zu dem Auslass des Gehäuses erstreckt.

[0041] Das heißt, bei einer "boxartigen" Ausgestaltung, d.h. bei einer sich im Wesentlichen länglich erstreckenden Form eines Gehäuses, können die oben be-

schriebenen Rohre des ersten Wärmetauschelements sich entlang dieser Längsrichtung erstrecken und das zweite Wärmetauschelement kann ein Rohr aufweisen, welches eine Vielzahl von Rohrwicklungen aufweist. Somit kann eine große Oberfläche des zweiten Wärmetauschelements erzielt werden, und somit eine große Oberfläche zur Wärmeübertragung bereitgestellt werden.

[0042] Diese Rohrleitung des zweiten Wärmetauschelements kann sich dabei im Wesentlichen parallel zur Erstreckung des Gehäuses, also beispielsweise größtenteils horizontal durch das beispielhaft beschriebene boxartige Gehäuse, oder im Wesentlichen senkrecht zur Erstreckung des Gehäuses, also beispielsweise größtenteils vertikal durch das beispielhaft beschriebene boxartige Gehäuse erstrecken.

[0043] Das zweite Wärmetauschelement kann eine Vielzahl von U-förmigen Rohrwicklungen aufweisen.

[0044] Somit kann bei einer parallelen Anordnung der ersten Strömungsrichtung zur zweiten Strömungsrichtung (und somit einer parallelen Anordnung der Vielzahl von Rohren des ersten Wärmetauschelements zu dem zweiten Wärmetauschelement) ein Verlauf des Rohres des zweiten Wärmetauschelements im Wesentlichen in einer parallelen Richtung zu den mehreren Rohren des ersten Wärmetauschelements realisiert werden. Dabei kann durch die U-förmigen Rohrwicklungen ein möglichst häufiges "Schlängeln" des Rohres vom Einlass zum Auslass und von diesem Auslass zurück zum Einlass und wieder zurück vom Einlass zum Auslass, etc. erzielt werden kann.

[0045] Umgekehrt bedeutet dies, dass bei einer senkrechten Anordnung der ersten Strömungsrichtung zur zweiten Strömungsrichtung, das Rohr des zweiten Wärmetauschelements möglichst viele Wicklungen von dem Einlass zu dem Auslass des Gehäuses mit den U-förmigen Rohrwicklungen mit einer überwiegenden Erstreckung in vertikaler Richtung erzielt.

[0046] Im oben bereits mehrfach skizzierten Beispiel eines boxartigen Gehäuses mit einer sich im Wesentlichen länglich erstreckenden Form, bedeutet dies, dass die mehreren Rohre des ersten Wärmetauschelements sich entlang der longitudinalen Erstreckung des Gehäuses erstrecken und die Rohrwicklungen, insbesondere U-förmige Rohrwicklungen des Rohres des zweiten Wärmetauschelements, sich im Wesentlichen in einer senkrechten, das heißt in diesem Beispiel vertikalen Richtung zu der länglichen Erstreckung des Gehäuses, sich erstrecken.

[0047] Alternativ dazu, kann das zweite Wärmetauschelement eine Vielzahl von sich in Kreisen oder schneckenförmig erstreckenden Rohrwicklungen aufweisen.

[0048] Das heißt, die Vielzahl von sich in Kreisen oder schneckenförmig erstreckenden Rohrwicklungen können in dem sich im Gehäuse befindlichen Salzbad liegen und aufgrund der Kreisform oder Schneckenform die Oberfläche des zweiten Wärmetauschelements, beispielsweise ein Rohr, durch welches Wasser strömt, maximieren und somit die Wärmeübertragung von dem ersten

Wärmetauschelements auf das Salzbad bzw. direkt auf das zweite Wärmetauschelement ermöglichen.

[0049] Das zweite Wärmetauschelement kann eine Vielzahl von schraubenförmigen Rohrwicklungen aufweisen, sodass sich das zweite Wärmetauschelement im Wesentlichen senkrecht oder im Wesentlichen parallel zur ersten Strömungsrichtung von dem Einlass des Gehäuses zu dem Auslass des Gehäuses erstreckt. Hierbei sind die schraubenförmigen Rohrwicklungen zwischen den Rohren oder um diese herum schraubenförmig angeordnet.

[0050] Das heißt, die sich von dem Einlass des Gehäuses zu dem Auslass des Gehäuses erstreckenden Rohre, durch welche das Wärmetauschfluid, beispielsweise Rauchgas, verläuft, können von den Rohrwicklungen direkt umwickelt sein oder können die Rohrwicklungen zwischen den Rohren aufweisen.

[0051] In jedem Fall, sind sowohl das erste Wärmetauschelement als auch das zweite Wärmetauschelement vollständig von dem Salzbad umgeben.

[0052] Das zweite Wärmetauschelement kann sich zwischen den Rohren im Gehäuse erstrecken.

[0053] Gemäß einer solchen Ausgestaltung können die Rohre des ersten Wärmetauschelements sich von dem Einlass des Gehäuses zu dem Auslass des Gehäuses erstrecken und beispielsweise in vertikaler und/oder horizontaler Richtung in den Zwischenräumen davon darin angeordnete Rohrwicklungen des zweiten Wärmetauschelements aufweisen. Somit wird eine möglichst kompakte Anordnung bei gleichzeitig maximaler Wärmeaustauschoberfläche ermöglicht.

[0054] Das zweite Wärmetauschelement kann so im Gehäuse angeordnet sein, dass es das erste Wärmetauschelement an mindestens einer Stelle, bevorzugt an mehreren Stellen im Gehäuse, kontaktiert.

[0055] Eine solche Ausgestaltung ermöglicht, dass nicht nur die Wärmeübertragung von dem ersten Wärmetauschelement auf das Salzbad und von dem Salzbad auf das zweite Wärmetauschelement (also eine indirekte Wärmeübertragung mittels des Salzbad Wärmespeichermediums) ermöglicht wird, sondern es kann auch eine möglichst direkte Wärmeübertragung von dem ersten zu dem zweiten Wärmetauschelement ermöglicht werden. Dies steigert die Effizienz der Wärmeübertragung.

[0056] Bevorzugt kann eine Vielzahl von zweiten Wärmetauschelementen im Gehäuse angeordnet sein.

[0057] Wie eingangs beschrieben, dient das Salzbad als Wärmetransfermedium und kann Wärmeenergie zusätzlich speichern. Durch die Anwendung einer Vielzahl von zweiten Wärmetauschelementen kann somit mit dem gleichen Wärmetransfermedium und unabhängig von dessen Temperatur bzw. dem verbrannten Material mit der gleichen Anordnung eine Vielzahl von Dampfdrücken gleichzeitig im Dampferzeuger erzeugt werden.

[0058] Eine solche Ausgestaltung ist besonders vorteilhaft, da dadurch mit der gleichen kompakten Ausgestaltung eine Vielzahl von Dampfdrücken erzeugt wer-

den kann - und zwar ohne, dass dabei die Struktur des Systems verändert werden muss.

[0059] Darüber hinaus ist aufgrund der Energiespeicherfähigkeit des Wärmetransfermediums, das heißt des Salzbad, eine äußerst schnelle Anpassung der Dampferzeugung möglich. Das heißt, rein durch die Steuerung der Strömungsgeschwindigkeit im zweiten Wärmetauschelement kann beispielsweise binnen weniger Minuten von Niederdruck (zum Beispiel sieben bar) auf Hochdruck (500 bis 800 bar) mit derselben, betriebssicheren und effizienten Vorrichtung geschaltet werden.

[0060] Gemäß einem weiteren Aspekt kann der Dampferzeuger ferner mindestens eine in dem Gehäuse angeordnete Pumpe aufweisen, welche ausgestaltet ist, das Salzbad zu zirkulieren.

[0061] Aufgrund dieser Pumpe kann somit eine Zirkulation erzeugt werden, welche die erzwungene Konvektion erhöht, da somit das Salzbad an den Rohren des ersten Wärmetauschelements sowie dem Rohr bzw. den Rohrwicklungen des zweiten Wärmetauschelements vorbei gefördert wird und somit das wärmespeichernde Wärmetransfermedium in Form eines Salzbad die Wärmeübertragung drastisch steigert.

[0062] Gemäß einem weiteren Aspekt kann der Dampferzeuger entlang der ersten Strömungsrichtung in mehrere Segmente unterteilt sein. Hierbei sind die Segmente so miteinander verbunden, dass das Wärmetauschfluid entlang der ersten Strömungsrichtung durch die Segmente vom Einlass des Gehäuses zum Auslass des Gehäuses strömen kann. In jedem Segment des Gehäuses kann mindestens ein zweites Wärmetauschelement vorgesehen sein und die zweiten Wärmetauschelemente in den Segmenten des Gehäuses sind fluiddicht miteinander verbunden.

[0063] Mit anderen Worten, diese Ausgestaltung ist so zu verstehen, dass jedes Segment entlang der ersten Strömungsrichtung beispielsweise durch eine Vielzahl von Rohren mit dem Wärmetransfermedium durchströmbar ist und in jedem dieser Segmente eine Wärmeübertragung auf ein zweites Wärmetauschelement zur Dampferzeugung mittels des Salzbad realisiert wird.

[0064] Hierbei muss die Anzahl der Rohre des ersten Wärmetauschelements in einem ersten Segment nicht der Anzahl der Rohre in einem weiteren Segment entsprechen. Diese Ausgestaltung ist vielmehr so zu verstehen, dass eine Wärmetauschfluidströmung durch alle Segmente entlang der ersten Strömungsrichtung realisiert werden kann, jedoch beispielsweise in einem besonders heißen Bereich/Segment mehr Rohre vorgesehen sein können als in einem Bereich mit einer niedrigeren Temperatur. Es reicht also aus, dass das eintretende Wärmetauschfluid das Gehäuse mit den mehreren Segmenten durchströmen kann.

[0065] Zudem ist es denkbar, dass die in jedem Segment vorgesehenen Wärmetauschelemente verschiedene Ausgestaltungen aufweisen. Beispielsweise kann ein zweites Wärmetauschelement in einem ersten Segment des Gehäuses U-förmige Rohrwicklungen aufwei-

sen, wohingegen ein zweites Wärmetauschelement in einem weiteren Segment des Gehäuses schneckenförmig ausgestaltet sein kann. Hierbei gibt es keine Limitierungen hinsichtlich der Variation der Rohrwicklungen, solange sich mindestens ein Gesamtrohr ergibt, durch welches das Wasser zur Dampferzeugung innerhalb des Gehäuses strömen kann.

[0066] Ferner ist zu verstehen, dass in jedem dieser Segmente eine wie oben beschriebene Pumpe vorgesehen sein kann.

[0067] Auch eine Vielzahl von zweiten Wärmetauschelementen kann in einem oder mehreren Segmenten des Gehäuses vorgesehen sein. Das heißt, es sind auch Ausgestaltungen möglich, in denen ein erstes zweites Wärmetauschelement mehrere Segmente des Gehäuses zum Wärmeaustausch durchströmt, während ein zweites zweites Wärmetauschelement nur ein einzelnes Segment des Gehäuses durchströmt, um somit ebenfalls Dampf in einem zweiten Rohr zu erzeugen.

[0068] Ferner kann der Dampferzeuger so ausgestaltet sein, dass das Wasser zuerst durch das in der ersten Strömungsrichtung letzte Segment strömbar ist und dann durch das in der ersten Strömung erste Segment strömbar ist.

[0069] Somit kann beispielsweise ein reiner Gegenstrom erzeugt werden, das heißt, dass das Wärmeaustauschfluid von einem Einlass des Gehäuses zu einem Auslass des Gehäuses strömt, wohingegen das Wasser zur Dampferzeugung "von hinten nach vorne", also von einem Auslass zu einem Einlass des Gehäuses, strömt.

[0070] Darüber hinaus kann somit das Wasser an der kältesten Stelle, also im letzten Segment des Gehäuses eintreten, vorgewärmt werden, um dann zur Überhitzung in einen vorderen Teil des Gehäuses des Dampferzeugers geströmt zu werden.

[0071] Die Segmente können so miteinander verbunden sein, dass eine Strömung von im Wärmetauschfluid enthaltenen oxidierbaren Material von einem Segment in ein weiteres Segment entlang der ersten Strömung verhindert werden kann.

[0072] Unter dem Begriff "oxidierbares Material" können zum Beispiel Reste der Biomasseverbrennung, die beispielsweise im Rauchgas transportiert werden, verstanden werden. Hierbei können beispielsweise Gitter oder dergleichen vorgesehen sein, so dass das oxidierbare Material nicht von Segment zu Segment strömen kann.

[0073] Bevorzugt kann auch eine solche Ausgestaltung vor dem ersten Segment in einer ersten Strömungsrichtung vorgesehen sein, sodass ein Eintreten des im Wärmeaustauschfluid enthaltenen oxidierbaren Material in das Gehäuse verhindert werden kann.

[0074] Solche Anordnungen sind vorteilhaft für die Betriebssicherheit, denn so kann eine Leckage und ein damit verbundener Kontakt von entzündlichem oxidierbarem Material mit dem Salzbad verhindert werden.

[0075] Ferner kann das Salzbad ein Nitratsalz aufweisen.

[0076] Dies ist nicht nur besonders kostengünstig, sondern auch zur Energiespeicherung bei hohen Temperaturen des Wärmetransfermediums, zum Beispiel bei Rauchgas mit bis zu 900 °C, ohne chemische Zersetzung verwendbar. Somit wird eine möglichst betriebssichere und effiziente Ausgestaltung des Dampferzeugers realisiert.

[0077] In den Segmenten können mindestens zwei verschiedene Salzbad vorgesehen sein, welche in den Segmenten getrennt voneinander gespeichert sind.

[0078] Gemäß einer solchen Ausgestaltung kann eine möglichst effiziente und an die in den jeweiligen Segmenten vorherrschenden Temperaturen angepasste Verwendung eines Salzbad ermöglicht werden.

[0079] Beispielsweise kann in einem ersten Salzbad in einem ersten Segment entlang der ersten Strömungsrichtung ein Salzbad verwendet werden, welches bei einer Salztemperatur von 350 °C bis 550 °C betrieben wird, wohingegen ein zweites Salzbad in einem weiteren Segment entlang der ersten Strömungsrichtung bei einer konkreten Salzbadtemperatur von 150 °C bis 400 °C verwendet werden kann ohne dabei kristallin zu werden oder sich thermisch zu zersetzen.

[0080] Das Salzbad kann Kalium-Natrium-Nitrat aufweisen.

[0081] Das Salzbad im in der ersten Strömungsrichtung letzten Segment kann Kalium-Natrium-Calcium-Nitrat aufweisen und das Salzbad in mindestens einem weiteren Segment kann Kalium-Natrium-Nitrat aufweisen.

[0082] Während das im letzten Segment vorgesehene Kalium-Natrium-Calcium-Nitrat bei bereits niedrigeren Temperaturen verflüssigt und somit effizient Wärme speichern und übertragen kann, ist das in dem mindestens einem weiteren Segment vorgesehene Kalium-Natrium-Nitrat besonders temperaturstabil und somit zur effizienten Wärmeübertragung und Wärmespeicherung bei der Überhitzung geeignet.

[0083] Das heißt, auch wenn hinten zwischen 180 °C und 200 °C Dampftemperatur vorliegen, ist das im letzten Segment vorgesehene Kalium-Natrium-Calcium-Nitrat noch flüssig, wohingegen das Kalium-Natrium-Nitrat im mindestens einem weiteren Segment schon fest wäre. Somit ist bei einer Anordnung, in der das Wasser zuerst in das letzte Segment strömt, dort auch eine effiziente Wärmeübertragung und Speicherung der Wärme im Kalium-Natrium-Calcium-Nitrat möglich.

[0084] Gemäß einer solchen Ausgestaltung kann also das Kalium-Natrium-Calcium-Nitrat im letzten Segment bei einer konkreten Salzbadtemperatur von 150 °C bis 400 °C betrieben werden, wohingegen das Kalium-Natrium-Nitrat in mindestens einem weiteren Segment bei einer korrekten Salzbadtemperatur von 350 °C bis 550 °C betrieben werden kann.

[0085] Gemäß den oben beschriebenen Ausgestaltungen kann eine besonders effiziente und günstige, sowie flexible Dampferzeugung realisiert werden, denn das Salzbad gewährt einen hohen Wärmeübergang bei verschiedensten Temperaturen und weist zudem eine "hohe

Verzeihlichkeit" hinsichtlich Temperaturschwankungen und schwankenden Energiegehalten auf. Das heißt, das Salzbad ermöglicht eine hohe Wärmehomogenität und kann somit den oben beschriebenen Problemen der unterschiedlichen Dampftemperatur und dem variablen Energiegehalt der, zum Beispiel verwendeten Biomasse, entgegenwirken.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0086] Nachfolgend wird anhand schematischer Zeichnungen ein Dampferzeuger gemäß einer beispielhaften Ausführungsform beschrieben. Solche Dampferzeuger werden beispielsweise zur Dampferzeugung für die Energiegewinnung zum Beispiel in einer Dampfmaschine oder einem Dampfmotor verwendet. Es seien:

Figur 1: eine perspektivische Darstellung eines Dampferzeugers gemäß einer beispielhaften Ausführungsform.

Figur 2: eine schematische Querschnittsdarstellung des Wärmetauschers aus Figur 1.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

[0087] Der in Figur 1 gezeigte Dampferzeuger 1 umfasst ein Gehäuse 2, in dem ein erstes Wärmetauschelement 3 und ein zweites Wärmetauschelement 4 angeordnet sind.

[0088] Das erste Wärmetauschelement 3 ist von einem Wärmetauschfluid durchströmbar. In der nachfolgenden Beschreibung einer Ausführungsform wird Rauchgas als Beispiel eines solchen Wärmetauschfluids verwendet, welches durch eine Biomasseverbrennung erzeugt worden ist. Ein weiteres Beispiel für ein solches Wärmetauschfluid wäre die Abwärme einer Biogasanlage.

[0089] Das Rauchgas wird über einen Trichter 13 zum Dampferzeuger 1 geführt. Insbesondere weist das Gehäuse 2 des Dampferzeugers 1 einen Einlass 6, an dem der Trichter 13 angeschlossen ist, so wie einen Auslass 7 auf. Dementsprechend kann das Rauchgas das Gehäuse 2 von dem Einlass 6 zu dem Auslass 7 durchströmen. Diese Strömungsrichtung wird in der beschriebenen Ausführungsform als "erste Strömungsrichtung 5" bezeichnet. Das heißt, das Rauchgas durchströmt das Gehäuse 2 entlang der ersten Strömungsrichtung 5 vom Einlass 6 zum Auslass 7 des Gehäuses 2.

[0090] In der gezeigten Ausführungsform weist das erste Wärmetauschelement 3 eine Vielzahl von Rohren 8 auf, welche sich entlang der Erstreckungsrichtung des Gehäuses 2, das heißt vom Einlass 6 zum Auslass 7 des Gehäuses 2, erstrecken.

[0091] In der gezeigten Ausführungsform des Dampferzeugers 1 ist das Gehäuse 2 "boxartig" ausgestaltet, das heißt, es erstreckt sich im Wesentlichen entlang einer Tiefenrichtung des Gehäuses 2 und weist einen

rechtwinkligen Querschnitt auf. Die Breite und/oder Höhe sowie die Tiefe des Gehäuses 2 sind jedoch für die Dampferzeugung nicht limitierend und können nach Platzbedarf und/oder Wunschausgestaltungen konfiguriert werden. In der gezeigten Ausführungsform entspricht die erste Strömungsrichtung 5 der Längserstreckung des Gehäuses 2.

[0092] Das zweite Wärmetauschelement 4 wird in dieser Ausführungsform zur Dampferzeugung von Wasser durchströmt. Mit anderen Worten, das Wasser im zweiten Wärmetauschelement 4 wird durch die vom ersten Wärmetauschelement 3 bzw. dem darin strömenden Rauchgas erwärmt und somit von einem flüssigen Zustand in einen dampfförmigen Zustand gebracht wird. Dieser Dampf kann anschließend beispielsweise zur Stromerzeugung verwendet werden. Hierbei kann der Strom in einem Dampfmotor und/oder einer Dampfturbine verwendet werden, welche mit dem erzeugten Dampf gespeist werden. In der gezeigten Ausführungsform ist das zweite Wärmetauschelement 4 als ein einziges Rohr 8 ausgestaltet, welches sich mit Wicklungen durch das Gehäuse 2 des Dampferzeugers 1 erstreckt.

[0093] An dieser Stelle sei angemerkt, dass aus Illustrationszwecken der Deckel des Gehäuses 2 (an einer Oberseite davon) in Figur 1 nicht dargestellt worden ist, sodass das Innenleben des Gehäuses 2 in der isometrischen Ansicht von Figur 1 erkennbar ist.

[0094] In dieser Ausführungsform wird die Strömungsrichtung des Wassers im zweiten Wärmetauschelement 4 als "zweite Strömungsrichtung 9" bezeichnet.

[0095] Wie aus den Figuren ersichtlich ist, weist das zweite Wärmetauschelement 4 in Form eines Rohrs 8 eine Vielzahl von Rohrwicklungen 10 auf. Diese Rohrwicklungen 10 sind, wie in Figur 2 erkennbar, so im Gehäuse 2 angeordnet, dass sich das zweite Wärmetauschelement 4 im Wesentlichen senkrecht zur ersten Strömungsrichtung 5 von dem Einlass 6 des Gehäuses 2 zu dem Auslass 7 des Gehäuses 2 erstreckt und mit U-förmigen Rohrwicklungsabschnitten eine möglichst große Rohrlänge und damit Rohroberfläche entlang seiner Erstreckung vom Einlass 6 zum Auslass 7 des Gehäuses 2 erzielt.

[0096] Das heißt, während sich die Rohre 8 des ersten Wärmetauschelements 3 vom Einlass 6 zum Auslass 7 des Gehäuses 2 geradlinig erstrecken, weist das Rohr 8 des zweiten Wärmetauschelements 4 eine Vielzahl von in der gezeigten Ausführungsform vertikal verlaufenden Rohrabschnitten auf, sodass die mit U-förmigen Rohrwicklungsabschnitten verbundenen Rohrwicklungen 10 sich im Wesentlichen senkrecht zur ersten Strömungsrichtung 5 von dem Einlass 6 zu dem Auslass 7 des Gehäuses 2 erstrecken.

[0097] Gemäß einer weiteren, nicht gezeigten Ausführungsform ist es jedoch ebenso möglich, dass die erste Strömungsrichtung 5 und die zweite Strömungsrichtung 9 im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen.

[0098] Darüber hinaus ist die Form der U-förmigen Rohrwicklungen 10 (vgl. Figur 2) nicht darauf beschränkt.

[0099] Ebenso kann das zweite Wärmetauschelement 4 in einer nicht gezeigten Ausführungsform eine Vielzahl von sich in Kreisen oder schneckenförmig erstreckenden Rohrwicklungen 10 aufweisen.

[0100] Ebenso ist es in einer weiteren, nicht gezeigten Ausführungsform möglich, dass das zweite Wärmetauschelement 4 eine Vielzahl von schraubenförmigen Rohrwicklungen 10 aufweist, welche sich im Wesentlichen senkrecht oder parallel zur ersten Strömungsrichtung 5 vom Einlass 6 zum Auslass 7 des Gehäuses 2 erstrecken und sich zwischen den Rohren 8 oder um diese herum schraubenförmig erstrecken.

[0101] Figur 1 veranschaulicht zudem, dass sich das zweite Wärmetauschelement 4 mit den U-förmigen Rohrwicklungen 10 zwischen den Rohren 8 im Gehäuse 2 erstreckt.

[0102] In der in den Figuren veranschaulichten Ausführungsform verläuft die erste Strömungsrichtung 5 im Wesentlichen entlang einer horizontalen Richtung, wohingegen die zweite Strömungsrichtung 9 im Wesentlichen vertikal verläuft. Ebenso ist es jedoch ermöglicht, den Dampferzeuger 1 "hochkant" anzuordnen, sodass eine erste Strömungsrichtung 5 in einer vertikalen Richtung und die zweite Strömungsrichtung 9 im Wesentlichen in einer horizontalen Richtung verläuft. Sollte der Platzbedarf dies erfordern, ist ebenso eine geneigte Anordnung des Gehäuses 2 denkbar.

[0103] In der in Figur 1 und in Figur 2 veranschaulichten Ausführungsform erstreckt sich das zweite Wärmetauschelement 4 entlang mehrerer Ebenen in einer Breitenrichtung, denn die Rohrwicklungen 10 des zweiten Wärmetauschelements 4 erstrecken sich im Wesentlichen senkrecht zur ersten Strömungsrichtung 5. Losgelöst davon ist es jedoch ebenso möglich, dass die Rohrwicklungen 10 des zweiten Wärmetauschelements 4 sich entlang einer vertikalen Richtung in verschiedenen Ebenen in einer Höhenrichtung des Gehäuses 2 zwischen den Rohren 8 des ersten Wärmetauschelements 3 oder einer Mischung daraus innerhalb des Gehäuses 2 zwischen den Rohren 8 des ersten Wärmetauschelements 3 erstrecken.

[0104] Hierbei ist das zweite Wärmetauschelement 4 so im Gehäuse 2 angeordnet, dass es das erste Wärmetauschelement 3 im Gehäuse 2 kontaktiert.

[0105] Die in den Figuren dargestellte Ausführungsform ist zudem entlang der ersten Strömungsrichtung 5 in mehrere Segmente 11, 12, hier beispielhaft zwei Segmente 11, 12 unterteilt. Eine Verwendung von mehr als zwei Segmenten 11, 12 ist jedoch ebenfalls ohne Probleme denkbar.

[0106] Hierbei sind die Segmente 11, 12 so miteinander verbunden, dass das Rauchgas entlang der ersten Strömungsrichtung 5 durch die Segmente 11, 12 vom Einlass 6 zum Auslass 7 des Gehäuses 2 strömen kann und in jedem Segment 11, 12 des Gehäuses 2 mindestens ein zweites Wärmetauschelement 4 vorgesehen ist. Wie in Figur ersichtlich ist, ist dabei ein Verbindungsrohr 14 zwischen den beiden zweiten Wärmetauschelemen-

ten 4 in den Segmenten 11, 12 des Gehäuses 2 vorgesehen, sodass die zweiten Wärmetauschelemente 4 fluidicht miteinander verbunden sind und dass Wasser zur Dampferzeugung das komplette Gehäuse 2 durchlaufen kann.

[0107] Es ist zudem möglich, dass nicht nur in jedem Segment 11, 12 des Gehäuses 2 ein einziges zweites Wärmetauschelement 4 vorgesehen ist und/oder dass überhaupt mehrere Segmente 11, 12 vorgesehen sein müssen. In einer nicht dargestellten weiteren Ausführungsform ist es ebenfalls möglich, dass der Dampferzeuger 1 nur ein einzelnes Segment mit einem ersten Wärmetauschelement 3 und einem zweiten Wärmetauschelement 4 aufweist.

[0108] Wie beschrieben, ist es zudem möglich, eine Vielzahl von zweiten Wärmetauschelementen 4 in mindestens einem Segment 11, 12 anzuordnen. Somit können, geregelt über die Fluidströmungsgeschwindigkeit des Wassers zur Dampferzeugung, mit nur einem Rauchgasstrom als Wärmetransfermedium, verschiedene Dampfdrücke erzeugt werden.

[0109] Unabhängig von der Anzahl von zweiten Wärmetauschelementen 4 im Gehäuse 2 bzw. in den Segmenten 11, 12 des Gehäuses 2, kann das Wasser, wie in Figur 1 und Figur 2 dargestellt, zuerst durch das in der ersten Strömungsrichtung 5 letzte Segment 11 geströmt werden und dann durch das in der ersten Strömungsrichtung 5 erste Segment 12 geströmt werden. Somit kann zunächst eine Vorwärmung des Wassers und eine anschließende Überhitzung dessen erzielt werden. Das heißt, das Wasser tritt an einer Auslassseite des Gehäuses 2 in den Dampferzeuger 1 ein, strömt entgegen der ersten Strömungsrichtung 5 des Rauchgases das letzte Segment 11 in der ersten Strömungsrichtung 5 und wird anschließend über das Verbindungsrohr 14 zu einer Einlassseite des ersten Segments 12 in einer Strömungsrichtung des Gehäuses 2 geströmt (s. Figur 2).

[0110] In dem Gehäuse 2 ist ein Wärmetransfermedium angeordnet, um zur Dampferzeugung Wärme von dem durch das erste Wärmetauschelement 3 strömende Wärmetauschfluid (hier Rauchgas) auf das durch das zweite Wärmetauschelement 4 strömende Wasser zu übertragen. Hierbei ist das Wärmetransfermedium ein Salzbad, welches das erste Wärmetauschelement 3 und das zweite Wärmetauschelement 4 bedeckt.

[0111] Hierbei kann in dem Gehäuse 2 mindestens eine Pumpe angeordnet sein, welche ausgestaltet ist, dieses Salzbad zu zirkulieren, um somit eine erzwungene Konvektion zu steigern.

[0112] In der mit Segmenten 11, 12 ausgebildeten und in den Figuren dargestellten Ausführungsform sind die Segmente 11, 12 so miteinander verbunden, dass eine Strömung von im Wärmetauschfluid enthaltenen oxidierbaren Material, welches bei Kontakt mit dem Salzbad, zum Beispiel bei einer Leckage, von einem Segment 12 in ein weiteres Segment 11 entlang der ersten Strömungsrichtung 5 verhindert werden kann. Dies kann beispielhaft über eine nicht dargestellte Gitteranordnung er-

folgen, welche den Eintritt von entflammbarem Material in eines der Segmente 11, 12 verhindert.

[0113] Wie in Figur 1 und Figur 2 dargestellt, kann dieses Salzbad über Einlassstutzen 15 in das Gehäuse 2 gefüllt werden. Somit füllt das Salzbad die Zwischenräume zwischen dem ersten Wärmetauschelement 3 und dem zweiten Wärmetauschelement 4 im Gehäuse 2 und kann dieses vollständig ausfüllen. Entsprechend kann dieses Salzbad als Wärmetransfermedium und Energiespeicher dienen, um so die Homogenität der Energieübertragung zu steigern.

[0114] Das Salzbad kann ein Nitratsalz, insbesondere ein Kalium-Natrium-Nitrat aufweisen.

[0115] In der illustrierten Ausführungsform können mindestens zwei verschiedene Salzbad in den jeweiligen Segmenten 11, 12 getrennt voneinander vorgesehen sein. Somit kann angepasst an die jeweils vorliegenden Temperaturen in den entsprechenden Segmenten 11, 12 des Gehäuses 2 ein passendes Nitratsalz verwendet werden. Besonders bevorzugt ist eine Anwendung von Kalium-Natrium-Calcium-Nitratsalz im in der ersten Strömungsrichtung 5 letzten Segment 11 und Kalium-Natrium-Nitrat in mindestens einem weiteren Segment 12.

[0116] Somit tritt das Rauchgas als Wärmetauschfluid über den Trichter 13 in das Gehäuse 2 ein und strömt durch die Rohre 8 des ersten Wärmetauschelements 3 entlang der ersten Strömungsrichtung 5 zum Auslass 7 des Gehäuses 2.

[0117] Währenddessen überträgt das Wärmetauschfluid die Wärme auf das Salzbad als Wärmetransfermedium und Wärmespeichermedium, welches das Gehäuse 2 füllt. Durch diese Anordnung wird dann das in den Rohrleitungen des zweiten Wärmetauschelements 4 vorhandenen Wassers erhitzt und somit Dampf erzeugt.

[0118] Gemäß einer solchen Ausgestaltung kann eine Problematik aufgrund von schwankenden Dampfparametern, der zum Beispiel auf nicht konstanten Brennstoff bzw. dessen Brennwert zurückzuführen ist, selbst bei überkritischen Drücken von über 350 bar entgegengewirkt werden.

[0119] Das heißt, selbst wenn zum Beispiel Rauchgas mit einer Temperatur von 900°C in den Dampferzeuger 1 eintritt, wird die Wärmeenergie zunächst auf das Wärmetransfermedium in Form eines Salzbad übertragen. Hierbei ist es, im Falle von mehreren zweiten Wärmetauschelementen 4 ebenfalls möglich, dass eines dieser Wärmetauschelemente nicht von Wasser durchströmt wird, falls dieses gerade nicht benötigt wird. Aufgrund der Anordnung des Wärmetransfermedium im Gehäuse 2 des Dampferzeugers 1 kann dabei eine Zerstörung oder Überhitzung des Leerrohrs des zweiten Wärmetauschelements 4 verhindert werden, denn das Salzbad ist nicht nur als Wärmetransfermedium vorgesehen, sondern kann überdies auch Wärmeenergie speichern und bei Bedarf wieder abgeben. Ein solches Salzbad wird oft auch als "Nitratschmelze" bezeichnet. Dieses kann bis zu 550°C erhitzt werden, ohne sich dabei zu zersetzen.

[0120] Darüber hinaus kann auch zum Beispiel im Lebensmittelbereich ein Rohr 8 für sieben bar Dampf, ein weiteres Rohr 8 für 16 bar Dampf sowie ein viertes Rohr 8 für Hochdruckdämpfe (beispielsweise 500 bar) für Motoren und Turbinen mit der gleichen Vorrichtung erzeugt werden. Dies wird durch die Strömungsgeschwindigkeit in den jeweiligen Rohren 8 des zweiten Wärmetauschelements 4 gesteuert.

[0121] Das beschriebene Kalium-Natrium-Calcium-Nitrat im letzten Segment 11 in der ersten Strömungsrichtung 5 dient als sogenanntes Niedertemperatursalz und ist bis 400°C verwendbar bzw. flüssig und dient somit als Vorwärmer. Das in dem mindestens einen weiteren Segment 12 vorgesehene Kalium-Natrium-Nitrat wird ab ca. 200°C flüssig und ist bis 550°C Salzbad-Temperatur verwendbar.

[0122] Gemäß einer solchen Anordnung ist druckloses Speichern von Energie und höhere Drücke realisierbar.

[0123] Überdies ist aufgrund der Verwendung des Wärmetransfermedium die reine Länge des Rohrs 8 relativ zu einer Verwendung ohne eines solchen Transfermediums deutlich reduziert. Durch eine solche Rohrkürzung wird der Druckverlust im zweiten Wärmetauschelement 4 reduziert und entsprechend der Druck selbst wiederum deutlich besser steuerbar.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0124]

- | | |
|----|----------------------------|
| 1 | Dampferzeuger |
| 2 | Gehäuse |
| 3 | erstes Wärmetauschelement |
| 4 | zweites Wärmetauschelement |
| 5 | erste Strömungsrichtung |
| 6 | Einlass |
| 7 | Auslass |
| 8 | Rohr |
| 9 | zweite Strömungsrichtung |
| 10 | Rohrwicklungen |
| 11 | letztes Segment |
| 12 | weiteres Segment |
| 13 | Trichter |
| 14 | Verbindungsrohr |
| 15 | Einlassstutzen |

Patentansprüche

1. Dampferzeuger (1), aufweisend:

ein Gehäuse (2);
ein in dem Gehäuse angeordnetes erstes Wärmetauschelement (3), das von einem Wärmetauschfluid durchströmbar ist; und
mindestens ein in dem Gehäuse angeordnetes zweites Wärmetauschelement (4), das zur Dampferzeugung von Wasser durchströmbar

- ist,
ein Wärmetransfermedium, das in dem Gehäuse (2) angeordnet ist, um zur Dampferzeugung Wärme von dem durch das erste Wärmetauschelement (3) strömende Wärmetransfluid auf das durch das zweite Wärmetauschelement (4) strömende Wasser zu übertragen, wobei das Wärmetransfermedium ein Salzbad ist.
2. Dampferzeuger (1) gemäß Anspruch 1, wobei das erste Wärmetauschelement (3) in einer ersten Strömungsrichtung (5) von einem Einlass (6) des Gehäuses (2) zu einem Auslass (7) des Gehäuses (2) von dem Wärmetransfluid durchströmbar ist.
3. Dampferzeuger (1) gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei das Wärmetransfluid Rauchgas ist.
4. Dampferzeuger (1) gemäß Anspruch 2 oder 3, wobei das erste Wärmetauschelement (3) eine Vielzahl von Rohren (8) aufweist, die sich entlang der ersten Strömungsrichtung (5) erstrecken.
5. Dampferzeuger (1) gemäß einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei das zweite Wärmetauschelement (4) in einer zweiten Strömungsrichtung (9) von dem Wasser durchströmbar ist, und wobei die erste Strömungsrichtung (5) und die zweite Strömungsrichtung (9) im Wesentlichen senkrecht oder im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen.
6. Dampferzeuger (1) gemäß einem der Ansprüche 2 bis 5, wobei das zweite Wärmetauschelement (4) eine Vielzahl von Rohrwicklungen (10) aufweist, so dass sich das zweite Wärmetauschelement (4) im Wesentlichen senkrecht oder im Wesentlichen parallel zur ersten Strömungsrichtung (5) von dem Einlass (6) des Gehäuses (2) zu dem Auslass (7) des Gehäuses (2) erstreckt.
7. Dampferzeuger (1) gemäß Anspruch 6, wobei das zweite Wärmetauschelement (4) eine Vielzahl von U-förmigen Rohrwicklungen (10) aufweist.
8. Dampferzeuger (1) gemäß Anspruch 6, wobei das zweite Wärmetauschelement (4) eine Vielzahl von sich in Kreisen oder schneckenförmig erstreckenden Rohrwicklungen (10) aufweist.
9. Dampferzeuger (1) gemäß einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei das zweite Wärmetauschelement (4) eine Vielzahl von schraubenförmigen Rohrwicklungen (10) aufweist, so dass sich das zweite Wärmetauschelement (4) im Wesentlichen senkrecht oder im Wesentlichen parallel zur ersten Strömungsrichtung (5) von dem Einlass (6) des Gehäuses (2) zu dem Auslass (7) des Gehäuses (2) erstreckt, und
- wobei sich die schraubenförmigen Rohrwicklungen (10) zwischen den Rohren (8) oder um diese herum schraubenförmig erstrecken.
10. Dampferzeuger (1) gemäß einem der Ansprüche 4 bis 8, wobei sich das zweite Wärmetauschelement (4) zwischen den Rohren (8) im Gehäuse (2) erstreckt.
11. Dampferzeuger (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das zweite Wärmetauschelement (4) so im Gehäuse (2) angeordnet ist, dass es das erste Wärmetauschelement (3) an mindestens einer Stelle, bevorzugt an mehreren Stellen, im Gehäuse (2) kontaktiert.
12. Dampferzeuger (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Vielzahl von zweiten Wärmetauschelementen im Gehäuse (2) angeordnet ist.
13. Dampferzeuger (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Dampferzeuger (1) ferner mindestens eine in dem Gehäuse (2) angeordnete Pumpe aufweist, welche ausgestaltet ist, das Salzbad zu zirkulieren.
14. Dampferzeuger (1) gemäß einem der Ansprüche 2 bis 13, wobei der Dampferzeuger (1) entlang der ersten Strömungsrichtung (5) in mehrere Segmente (11, 12) unterteilt ist,
- wobei die Segmente (11, 12) so miteinander verbunden sind, dass das Wärmetransfluid entlang der ersten Strömungsrichtung (5) durch die Segmente (11, 12) vom Einlass (6) des Gehäuses (2) zum Auslass (7) des Gehäuses (2) strömen kann, und wobei in jedem Segment (11, 12) des Gehäuses (2) mindestens ein zweites Wärmetauschelement (4) vorgesehen ist, und wobei die zweiten Wärmetauschelemente in den Segmenten (11, 12) des Gehäuses (2) fliddicht miteinander verbunden sind.
15. Dampferzeuger (1) gemäß Anspruch 14, wobei der Dampferzeuger (1) so ausgestaltet ist, dass das Wasser zuerst durch das in der ersten Strömungsrichtung (5) letzte Segment (11) strömbar ist und dann durch das in der ersten Strömungsrichtung (5) erste Segment (12) strömbar ist.
16. Dampferzeuger (1) gemäß Anspruch 14 oder 15, wobei die Segmente (11, 12) so miteinander verbunden sind, dass eine Strömung von im Wärmetransfluid enthaltenen oxidierbaren Material von einem Segment in ein weiteres Segment entlang der ersten Strömungsrichtung (5) verhindert wird.

17. Dampferzeuger (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Wärmetransfermedium mindestens das erste Wärmetauschelement (3) und das zweite Wärmetauschelement bedeckt (4). 5
18. Dampferzeuger (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Salzbad ein Nitratsalz aufweist.
19. Dampferzeuger (1) gemäß Anspruch 18, wobei das Salzbad Kalium-Natrium-Nitrat aufweist. 10
20. Dampferzeuger (1) gemäß einem der Ansprüche 14 bis 19, wobei in den Segmenten (11, 12) mindestens zwei verschiedene Salzbad vorgesehen sind, welche in den Segmenten (11, 12) getrennt voneinander gespeichert sind. 15
21. Dampferzeuger (1) gemäß Anspruch 20, wobei das Salzbad im in der ersten Strömungsrichtung (5) letzten Segment (11) Kalium-Natrium-Calcium-Nitrat aufweist, und 20
wobei das Salzbad in mindestens einem weiteren Segment (12) Kalium-Natrium-Nitrat aufweist.

25

30

35

40

45

50

55

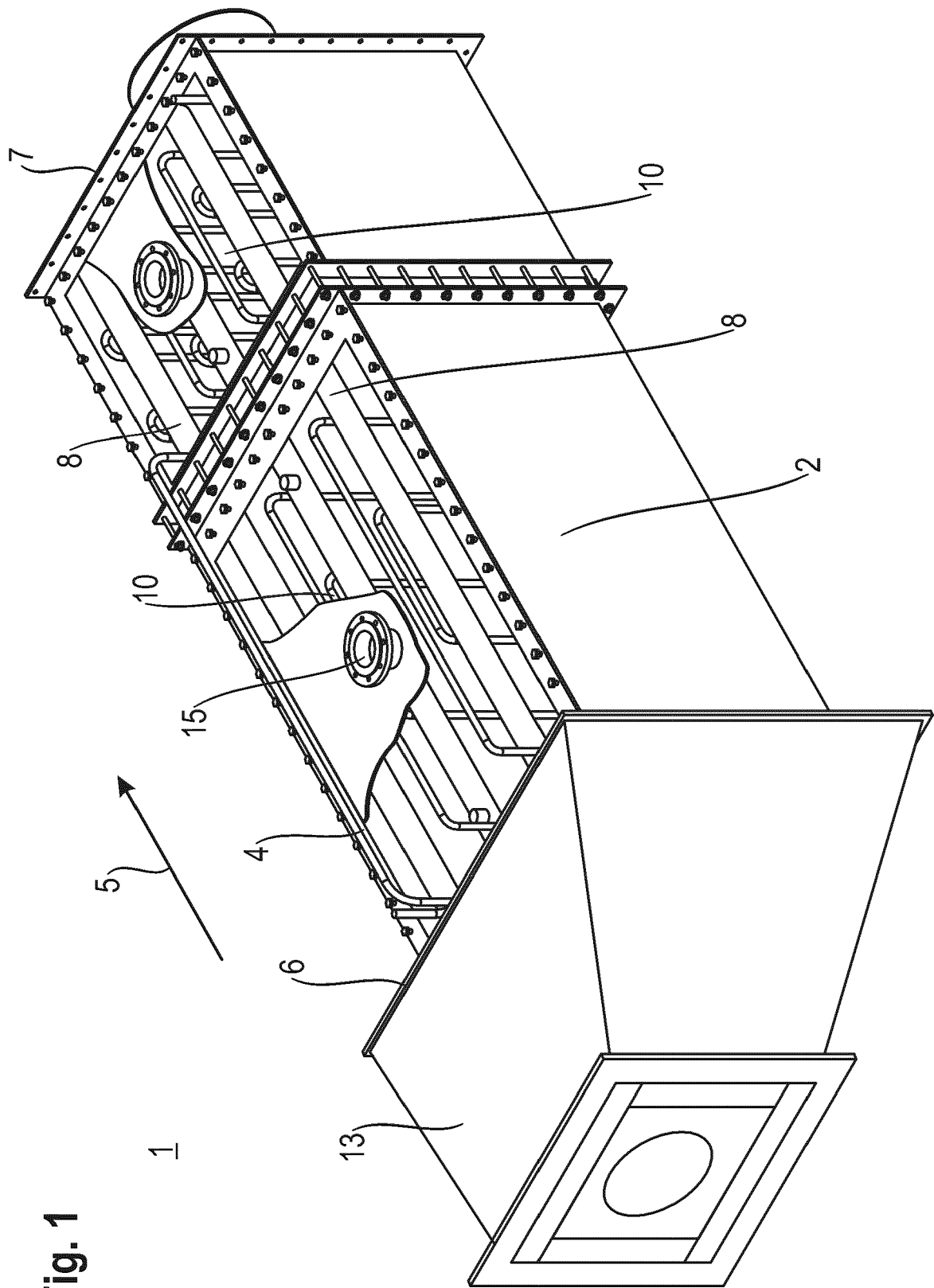
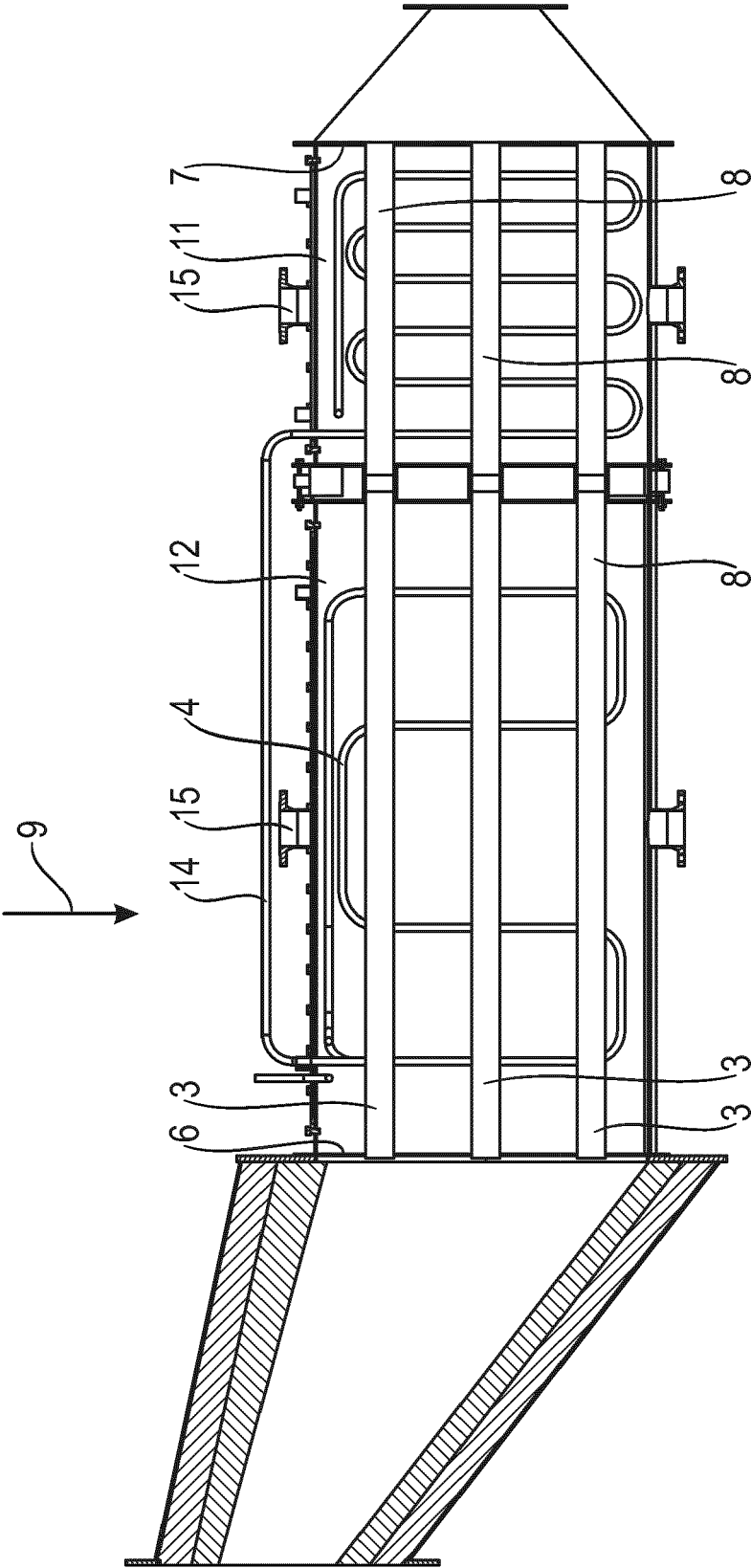


Fig. 1

Fig. 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 21 19 0535

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	US 2012/067551 A1 (GANAPATHI GANI B [US]) 22. März 2012 (2012-03-22) * Absätze [0017], [0059], [0061]; Abbildung 3A *	1-21	INV. F28D7/00 F28D7/08 F28D7/16 F28D20/00 F28D20/02 F28D21/00
A	EP 3 809 084 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 21. April 2021 (2021-04-21) * Absätze [0012] - [0017]; Abbildungen 1, 4 *	1-21	
A	EP 2 369 288 A1 (SIEMENS AG [DE]) 28. September 2011 (2011-09-28) * Absätze [0005], [0058] - [0060]; Abbildung 1 *	1-21	
A	WO 2013/097031 A2 (7837003 CANADA INC [CA]) 4. Juli 2013 (2013-07-04) * Absatz [0045]; Abbildung 1 *	1-21	
A	US 2011/226780 A1 (BELL JOHN P [US] ET AL) 22. September 2011 (2011-09-22) * Absätze [0060] - [0064]; Abbildung 1 *	1-21	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F28D
1 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 14. Januar 2022	Prüfer Axters, Michael
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 21 19 0535

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.

14-01-2022

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 2012067551 A1	22-03-2012	KEINE	
15	EP 3809084 A1	21-04-2021	CN 112236638 A	15-01-2021
			EP 3809084 A1	21-04-2021
			JP 6501990 B1	17-04-2019
			JP WO2019244202 A1	25-06-2020
			US 2021108861 A1	15-04-2021
			WO 2019244202 A1	26-12-2019
20	EP 2369288 A1	28-09-2011	AU 2010348151 A1	23-08-2012
			BR 112012022640 A2	17-10-2017
			CA 2733620 A1	11-09-2011
			CA 2792419 A1	15-09-2011
25			CN 102192668 A	21-09-2011
			CN 102782437 A	14-11-2012
			EP 2369288 A1	28-09-2011
			EP 2526363 A1	28-11-2012
			JP 2011193720 A	29-09-2011
			KR 20130014551 A	07-02-2013
30			US 2011219771 A1	15-09-2011
			US 2013056169 A1	07-03-2013
			WO 2011110237 A1	15-09-2011
35	WO 2013097031 A2	04-07-2013	CA 2893160 A1	04-07-2013
			US 2014318731 A1	30-10-2014
			WO 2013097031 A2	04-07-2013
	US 2011226780 A1	22-09-2011	EP 2547976 A2	23-01-2013
			US 2011226780 A1	22-09-2011
40			WO 2011116040 A2	22-09-2011
45				
50				
55				

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

- DE 102010046804 A1 [0004]
- DE 202007017403 U1 [0007]