

(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
24. September 2020 (24.09.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/187518 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C03B 27/04 (2006.01) F24F 7/007 (2006.01)
F25D 7/00 (2006.01) F24F 6/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/054193

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. Februar 2020 (18.02.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
19163034.2 15. März 2019 (15.03.2019) EP

(71) Anmelder: SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE
[FR/FR]; 12 Place de l'Iris, Tour Saint-Gobain, 92400 Cour-
bevoie (FR).

(72) Erfinder: ZEICHNER, Achim; Grachtstraße 30, 52134
Herzogenrath (DE). PENNERS, Jack; Baesweiler Weg 34,
52531 Übach-Palenberg (DE). SALAMEH, Samir; Vaal-
ser Str. 96, 52074 Aachen (DE).

(74) Anwalt: FEIST, Florian, Arno; Saint-Gobain Sekurit
Deutschland GmbH & Co. KG, Glasstr. 1, 52134 Herzogen-
rath (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, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, ST,
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).

(54) Title: EVAPORATIVE COOLER WITH CONTROLLED COOLING EFFECT

(54) Bezeichnung: VERDUNSTUNGSKÜHLER MIT STEUERBARER KÜHLWIRKUNG

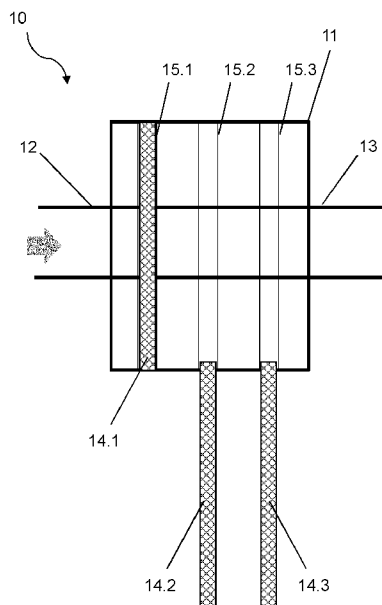


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a device for thermally prestressing glass panes using an evaporative cooler with controlled cooling effect. The evaporative cooler (10) has a cooling chamber (11) with a gas inlet (12) and a gas outlet (13) so that a gas stream can be passed through the cooling chamber (11) for cooling. The cooling chamber (11) can be equipped or is equipped with a carrier material (14) impregnated with a cooling liquid, the gas stream flowing through said carrier material. The carrier material (14) comes into contact with the gas stream via a contact surface, thereby achieving a cooling of the gas stream, and the evaporative cooler is equipped with means for varying the contact surface.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum thermischen Vorspannen von Glasscheiben unter Einsatz eines Verdunstungskühlers mit steuerbarer Kühlwirkung. Der Verdunstungskühler (10) umfasst einen Kühlraum (11) mit einem Gaseinlass (12) und einem Gasaustritt (13), so dass ein Gasstrom zum Kühlen durch den Kühlraum (11) geleitet werden kann, wobei der Kühlraum (11) mit einem mit einer Kühlflüssigkeit getränkten Trägermaterial (14) ausgestattet oder ausstattbar ist, welches vom Gasstrom durchströmt wird, wobei das Trägermaterial (14) über eine Kontaktfläche mit dem der Gasstrom in Kontakt kommt, wodurch eine Kühlung des Gasstroms erreicht wird, wobei der Verdunstungskühler mit Mitteln zum Verändern der Kontaktfläche ausgestattet ist.

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- *hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)*
- *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)*

Veröffentlicht:

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

Verdunstungskühler mit steuerbarer Kühlwirkung

Die Erfindung betrifft einen Verdunstungskühler mit steuerbarer Kühlwirkung und seine Verwendung, insbesondere für eine Vorrichtung und ein Verfahren zum thermischen Vorspannen von Glasscheiben.

Verdunstungskühler sind Wärmetauscher mit direkter Wärmeübertragung, also einer kombinierten Wärme- und Stoffübertragung. Verdunstungskühler weisen einen Kühlraum auf, durch den der zu kühlende Gasstrom geleitet wird und der mit einem Trägermaterial ausgestattet ist, welches mit einer Kühlflüssigkeit getränkt ist. Die Kühlwirkung beruht dabei auf der Verdunstungskälte der Kühlflüssigkeit. Durch die Verdunstung wird auch die Feuchtigkeit des zu kühlenden Gases erhöht. Beispielhaft sei auf US5655373A, DE1299665A und WO03058141A1 verwiesen. Verdunstungskühler werden beispielsweise im Kraftwerksbau eingesetzt, um Ansaugluftkanäle von Gasturbinen adiabatisch zu kühlen.

Gebräuchliche Verdunstungskühler bieten dem Benutzer keine Möglichkeit, die Kühlwirkung zu steuern. Dieser Umstand ist bei vielen Anwendungen unproblematisch, jedoch sind auch Anwendungen denkbar, bei denen Bedarf an einer solchen Steuerung besteht. Soll beispielsweise der Gasstrom auf eine bestimmte Temperatur gekühlt werden, so hängt die erforderliche Kühlwirkung auch von der Ausgangstemperatur des Gases ab, welche wiederum durch die aktuelle Umgebungstemperatur bestimmt ist. Eine zu starke Kühlwirkung kann auch zu einer ungewollt hohen Feuchtigkeit des Gasstroms führen, was sich bei einigen Anwendungen störend in Form von Tropfenbildung aufgrund kondensierender Feuchtigkeit äußern kann.

In der internationalen Patentanmeldung PCT/EP2019/067275 wird vorgeschlagen, Verdunstungskühler in Vorrichtungen zum thermischen Vorspannen von Glasscheiben zu verwenden. Beim thermischen Vorspannen wird eine auf knapp unter Erweichungstemperatur erhitzte Glasscheibe mit einem Luftstrom beaufschlagt, die zu einem raschen Abkühlen (Abschrecken) der Glasscheibe führt. Dadurch bildet sich in der Glasscheibe ein charakteristisches Spannungsprofil aus, wobei Druckspannungen an den Oberflächen und Zugspannungen im Kern der Glasscheibe vorherrschen. Dies hat auf zweierlei Weise Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften der Glasscheibe. Erstens wird die Bruchstabilität der Scheibe gesteigert und sie kann höheren Belastungen widerstehen als eine ungehärtete Scheibe. Zweitens erfolgt ein Glasbruch nach Penetration der zentralen Zugspannungszone (etwa durch Beschädigung durch einen spitzen Stein oder

durch absichtliches Zerstören mit einem spitzen Notfallhammer) nicht in Form großer scharfkantiger Scherben, sondern in Form kleiner, stumpfer Fragmente, wodurch die Verletzungsgefahr erheblich herabgesetzt wird. Aufgrund der vorstehend beschriebenen Eigenschaften werden thermisch vorgespannte Glasscheiben als sogenanntes
5 Einscheibensicherheitsglas im Fahrzeugbereich eingesetzt, insbesondere als Heckscheiben und Seitenscheiben. Im Fahrzeugbereich werden hohe Anforderungen an den Grad der Vorspannung gestellt, die auch in Normen geregelt sind. Aber auch im Bau-, Architektur- und Wohnbereich sind thermisch vorgespannte Glasscheiben üblich, beispielsweise als Glasfassaden, Duschkabinen oder Tischplatten. Lediglich beispielhaft sei auf die
10 Patentedokumente DE 710690 A, DE 808880 B, DE 1056333 A aus den 1940er und 1950er Jahren verwiesen, außerdem auf WO 2019015835 A1.

Durch eine aktive Kühlung des Luftstroms kann eine verbesserte Vorspannwirkung erzielt werden. Eine zu hohe Luftfeuchtigkeit, wie sie bei Verwendung von Verdunstungskühlern mit zu hoher Kühlwirkung auftreten kann, kann sich aber in einer Tropfenbildung äußern,
15 was die Oberfläche der erhitzten Glasscheibe schädigt.

Es besteht daher Bedarf an Verdunstungskühlern mit steuerbarer Kühlwirkung, insbesondere im Hinblick auf die Verwendung beim thermischen Vorspannen.

20 US 2270810 A offenbart einen Kondensator für eine Kühleinheit mit austauschbarem Trägermaterial. WO 88/10240 A1 offenbart ein Verfahren zum Herstellen von Glasflaschen, welche zur schnelleren Auskühlung mit einem gekühlten Fluid behandelt werden. GB 472022 A offenbart ein Verfahren zum thermischen Vorspannen von Glas,
25 wobei der hierzu erforderliche Gasstrom über eine Wasseroberfläche geleitet wird, um ihn mit Wasserdampf zu sättigen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum thermischen Vorspannen von Glasscheiben mit einem solchen verbesserten Verdunstungskühler
30 bereitzustellen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Vorrichtung gemäß dem unabhängigen Anspruch 1. Bevorzugte Ausgestaltungen gehen aus den abhängigen Ansprüchen hervor.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird zur aktiven Kühlung des Gasstroms ein verbesserter Verdunstungskühler mit steuerbarer Kühlwirkung eingesetzt.

Der erfindungsgemäße Verdunstungskühler mit steuerbarer Kühlwirkung umfasst
5 (beziehungsweise weist auf) einen Kühlraum mit einem Gaseinlass und einem Gasaustritt, so dass ein Gasstrom zum Kühlen durch den Kühlraum geleitet werden kann (beziehungsweise leitbar ist). Der Kühlraum ist typischerweise von einem Gehäuse umgeben, in welchem Gaseinlass und –austritt als Öffnungen vorgesehen sind, an welche Rohrleitungen angeschlossen werden können (beziehungsweise anschließbar sind), die den
10 Gasstrom tragen. Gaseinlass und Gasaustritt sind typischerweise einander gegenüberliegend angeordnet, so dass der Gasstrom störungs- und umlenkungsfrei durch den Kühlraum strömen kann. Es sind aber auch andere Konfigurationen denkbar. Der Kühlraum ist mit einem Trägermaterial ausgestattet oder ausstattbar, das mit einer Kühlflüssigkeit getränkt ist oder dazu vorgesehen ist. Im Betrieb wird das Trägermaterial
15 vom Gasstrom durchströmt. Das Trägermaterial weist eine Kontaktfläche auf, über die es mit dem Gasstrom in Kontakt kommt, wodurch eine Kühlung, insbesondere adiabatische Kühlung, des Gasstroms erreicht wird.

Bei herkömmlichen Verdunstungskühlern ist der Kühlraum mit einem Trägermaterial
20 ausgestattet, welches fest installiert ist. Der Benutzer hat ohne aufwändige Umbauarbeiten keine Möglichkeit, das Trägermaterial zu verändern. Im Gegensatz dazu ist der erfindungsgemäße Verdunstungskühler mit Mitteln zum Verändern der Kontaktfläche ausgestattet, genauer gesagt mit Mitteln zum Verändern der Ausdehnung der Kontaktfläche. Dadurch kann der Benutzer die Kühlwirkung steuern, wobei eine größere
25 Kontaktfläche zu einer höheren Kühlwirkung führt und eine kleinere Kontaktfläche zu einer geringeren Kühlwirkung. So kann die erforderliche Kühlwirkung aktiv gesteuert werden, um beispielsweise eine gewünschte Temperatur oder Feuchtigkeit des Gasstroms einzustellen. Das ist der große Vorteil der vorliegenden Erfindung.

30 Die Mittel zum Verändern der Kontaktfläche erlauben es dem Benutzer, die Kontaktfläche des Trägermaterials von außen einzustellen, also insbesondere ohne Zerlegung des Gehäuses des Kühlraums.

Das Trägermaterial ist im Betrieb im Kühlraum mit einer Kühlflüssigkeit getränkt. Der
35 Verdunstungskühler ist ein Wärmetauscher mit direkter Wärmeübertragung, wobei die Verdunstungskühler der Kühlflüssigkeit genutzt wird, um den Gasstrom zu kühlen

(Wärmeübertragung). Dabei geht Kühlflüssigkeit in den Gasstrom über (Stoffübertragung). Neben der Kühlung bewirkt der Verdunstungskühler dadurch auch eine Steigerung der Feuchtigkeit des Gasstroms. Bei der Verdunstung der Kühlflüssigkeit wird die dazu nötige Energie der Umgebung, also letztendlich dem Gasstrom entzogen, was zu seiner Abkühlung führt. Die verdunstete Kühlflüssigkeit wird vom Gasstrom aufgenommen und steigert seine relative Feuchtigkeit. Der Effekt der Kühlung ist vom umgebenden Luftzustand, Temperatur und relativer Feuchte, abhängig. Je niedriger die relative Feuchte ist, desto höher ist das Potential weiterer Feuchtheitsaufnahme, desto mehr Kühlmittel kann also verdunsten.

Das Trägermaterial ist bevorzugt faserig oder porös ausgebildet. So kann das Trägermaterial vorteilhaft mit Kühlflüssigkeit getränkt werden und es wird eine große Kontaktoberfläche zum Gasstrom bereitgestellt. Das Trägermaterial weist bevorzugt Fließkanäle auf, durch welche der Gasstrom hindurchströmen kann. Als Trägermaterial kann beispielsweise Papier zum Einsatz kommen, insbesondere in Form gewellter Papierlagen. Alternativ sind auch geeignete Keramiken oder synthetische Strukturen als Trägermaterial denkbar.

Der Verdunstungskühler ist bevorzugt als sogenannter Rieselkühler ausgeführt. Dabei wird das Trägermaterial mit Kühlflüssigkeit berieselt, insbesondere kontinuierlich berieselt, um eine dauerhafte Tränkung sicherzustellen. Dazu kann beispielsweise oberhalb des Trägermaterials ein Tropfenseparator angeordnet sein, welcher das Trägermaterial mit der Kühlflüssigkeit berieselt. Unterhalb des Trägermaterials kann ein Tropfensammler angeordnet sein, um durch das Trägermaterial hindurchgeflossene Kühlflüssigkeit aufzufangen. Die im Tropfensammler aufgefangene Kühlflüssigkeit kann mittels einer mit einer Pumpe versehenen Kühlmittelleitung wieder dem Tropfenseparator zugeleitet werden.

Die Kühlflüssigkeit ist bevorzugt Wasser oder besteht im Wesentlichen aus Wasser, welches optional Zusätze enthalten kann, beispielsweise wärmeleitende Additive, Frostschutzmittel oder chemische oder biologische Stabilisatoren.

Die Kontaktoberfläche wird in einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung dadurch geändert, dass die Menge an Trägermaterial im Kühlraum, welche vom Gasstrom durchströmt wird, verändert wird. Die Mittel zum Verändern der Kontaktoberfläche sind also Mittel zum Verändern der Menge an Trägermaterial im Kühlraum. Dadurch kann der Benutzer die Kühlwirkung steuern, wobei eine größere Menge an durchströmtem

Trägermaterial zu einer höheren Kühlwirkung führt und eine geringere Menge an durchströmtem Trägermaterial zu einer geringeren Kühlwirkung.

Um die Menge an Trägermaterial im Kühlraum verändern zu können, ist der Verdunstungskühler in einer vorteilhaften Ausgestaltung mit mindestens einem Einschub ausgestattet. Durch den mindestens einen Einschub ist Trägermaterial in den Kühlraum beziehungsweise in den vorgesehenen Gasstrom hinein und aus dem Kühlraum beziehungsweise aus dem vorgesehenen Gasstrom heraus bewegbar. In den Einschub kann das Trägermaterial in den Kühlraum hineingeschoben werden, um die Menge an Trägermaterial im Kühlraum zu erhöhen. Umgekehrt kann das Trägermaterial aus dem Einschub herausgezogen werden, um die Menge an Trägermaterial im Kühlraum zu reduzieren. Das Trägermaterial ist bevorzugt in einen Rahmen (insbesondere Metallrahmen) eingefasst, um es gut handhaben zu können. Rahmen mit Trägermaterial werden im Sinne der Erfindung als Kassette (Kühlkassette) bezeichnet. Diese Ausgestaltung erlaubt vorteilhaft eine einfache Wartung des Verdunstungskühlers, weil das Trägermaterial für den Bediener einfach zugänglich ist.

Kassette und zugeordneter Einschub können auf verschiedene Weisen ausgestaltet sein, die an sich bekannt sind und die der Fachmann gemäß den Erfordernissen des Anwendungsfalls geeignet wählen kann. Beispielsweise können Kassette und Einschub als Schubladensystem, Schienensystem oder Rollensystem ausgebildet sein. Kassette (insbesondere Rahmen der Kassette) und Einschub sind dazu geeignet hinsichtlich ihrer Abmessungen und sonstigen Ausgestaltung aufeinander abgestimmt und miteinander kompatibel.

Grundsätzlich ist ein einziger Einschub ausreichend. Es werden dann Kassetten bereitgestellt, die mit einer unterschiedlichen Menge an Trägermaterial ausgestattet sind und die mit dem Einschub kompatibel sind. Um die Kühlwirkung des Verdunstungskühlers einzustellen, muss dann nur die Kassette mit der passenden Menge an Trägermaterial eingeschoben werden. Da die lateralen Abmessungen (Breite und Länge senkrecht zur Strömungsrichtung des Gasstroms) des Trägermaterial im Wesentlichen durch den Einschub festgelegt sind, wird die unterschiedliche Menge an Trägermaterial der verschiedenen Kassetten geeigneterweise durch eine unterschiedliche Dicke des Trägermaterials realisiert (gemessen entlang der Strömungsrichtung des Gasstroms).

In einer bevorzugten Ausgestaltung ist der Kühlraum aber mit einer Mehrzahl von Einschüben ausgestattet. Durch jeden Einschub ist Trägermaterial in den Kühlraum beziehungsweise in den vorgesehenen Gasstrom hinein und aus dem Kühlraum beziehungsweise aus dem vorgesehenen Gasstrom heraus bewegbar. Durch jeden
5 Einschub kann also Trägermaterial in den Kühlraum hineingeschoben oder aus dem Kühlraum herausgezogen werden. Für jeden Einschub wird dazu mindestens eine Kassette bereitgestellt. Der Kühlraum kann also mit einer variablen Anzahl an Kassetten bestückt werden, um die gewünschte Kühlwirkung einzustellen. Die Anzahl der Einschübe beträgt bevorzugt von zwei bis 20, besonders bevorzugt von 2 bis 5. Damit ist eine ausreichende
10 Flexibilität hinsichtlich der Steuerung der Kühlwirkung gegeben, ohne dass der Aufbau des Verdunstungskühlers zu komplex wird. Das Trägermaterial jedes Einschubs beziehungsweise jeder Kassette weist bevorzugt eine Dicke von 0,2 cm bis 30 cm auf, besonders bevorzugt von 0,5 cm bis 20 cm. Damit werden gute Ergebnisse erzielt – je dünner die einzelnen Kassetten sind, desto feiner kann die Kühlwirkung eingestellt werden,
15 jedoch ist eine zu geringe Dicke der Kassetten nachteilhaft für die Stabilität des Trägermaterials. Die unterschiedlichen Kassetten können die gleiche Menge oder unterschiedliche Mengen an Trägermaterial aufweisen, also insbesondere Trägermaterial mit gleicher oder mit unterschiedlicher Dicke.

20 Grundsätzlich ist es auch möglich, eine oder mehrere Kassetten nur teilweise in den zugeordneten Einschub einzuschieben, so dass nur ein Teil des Trägermaterials vom Gasstrom durchflossen wird und zur Kühlwirkung beiträgt. So kann gleichsam eine stufenlose Steuerung der Kühlwirkung erreicht werden, wobei der teilweise Einschub allerdings strömungstechnische Nachteile mit sich bringen kann.

25 Zusätzlich zu den Einschüben kann auch Trägermaterial fest im Kühlraum installiert sein. Dieses stellt dann eine Basiskühlwirkung bereit, und die Kühlwirkung kann durch den Einschub weiterer Kassetten gesteigert werden.

30 Ist der Verdunstungskühler als Rieselkühler ausgebildet und weist eine Mehrzahl von Einschüben auf, so ist in einer vorteilhaften Ausgestaltung jeder Einschub mit einem eigenen Tropfenseparator ausgestattet. Der Tropfenseparator ist dazu oberhalb des zugeordneten Einschubs angeordnet, um das Trägermaterial mit Kühlflüssigkeit zu berieseln, wenn eine Kassette in den Einschub eingeschoben ist. Idealerweise sind die
35 Tropfenseparatoren mit Absperrhähnen oder ähnlichem ausgestattet, so dass sie nur dann in Betrieb genommen werden können, wenn eine Kassette in den betreffenden Einschub

eingeschoben ist. Da auch die Menge an Kühlflüssigkeit einen Einfluss auf die Kühlwirkung hat, sind die Tropfenseparatoren in einer vorteilhaften Ausgestaltung mit Mitteln zur Steuerung der abgeschiedenen Menge an Kühlflüssigkeit ausgestattet. Die Menge an Kühlflüssigkeit kann dann erhöht werden, um eine gesteigerte Kühlwirkung zu erreichen, und umgekehrt.

Ebenso kann jeder Einschub mit einem eigenen Tropfensammler ausgestattet sein. Der Tropfensammler ist unterhalb des Einschubs angeordnet und geeignet, durch das Trägermaterial hindurchgeflossene Kühlflüssigkeit zu sammeln. Alternativ können aber auch alle Einschübe mit einem gemeinsamen Tropfensammler ausgestattet sein. Der gemeinsame Tropfensammler ist unterhalb der Gesamtheit der Einschübe angeordnet und geeignet, die durch die Gesamtheit der Trägermaterialien hindurchgeflossene Kühlflüssigkeit zu sammeln. Prinzipiell sind natürlich auch Kombinationen davon möglich, wobei einige Einschübe mit eigenen Tropfensammlern und andere mit einem gemeinsamen Tropfensammler ausgestattet sind.

Alle Tropfenseparatoren und alle Tropfensammler (oder der gemeinsame Tropfensammler) sind bevorzugt an dieselbe Kühlmittelteilung angeschlossen. Die Kühlmittelleitung ist mit einer Pumpe ausgestattet, so dass die gesammelte Kühlflüssigkeit wieder den Tropfenseparatoren zugeleitet werden kann. Es ergibt sich dadurch ein Kühlmittelkreislauf, was aus wirtschaftlichen Gründen sinnvoll ist.

Die veränderliche Kontaktoberfläche des Trägermaterials ist aber auch auf andere Weise realisierbar als durch das vorstehend beschriebene Kassetteneinschubsystem. So können beispielsweise eine oder mehrere Kühlmedium-Kassetten drehbar im Kühlraum gelagert sein, so dass sie in den Gasstrom hineingeschwenkt werden können oder so dass der Anstellwinkel der Fließkanäle zum Gasstrom geändert werden kann, um die Kühlwirkung zu steuern.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum thermischen Vorspannen von Glasscheiben verwendet den vorstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Verdunstungskühler. Da die Effizienz des Vorspannens wesentlich durch die Temperatur des Gasstroms bestimmt wird, welche wiederum von der Umgebungstemperatur abhängt, ist für diese Verwendung der Einsatz eines steuerbaren Kühlers besonders vorteilhaft. Zudem muss eine zu hohe Feuchtigkeit des Gasstroms vermieden werden, um Tropfenbildung durch auskondensierte

Feuchtigkeit zu vermeiden. Sollten Flüssigkeitstropfen nämlich auf die erwärmte Glasscheibe treffen, so kann dies aufgrund einer zu starken lokalen Abkühlung zum Glasbruch führen. Die Vorrichtung umfasst einen ersten Blaskasten und einen zweiten Blaskasten. Die beiden Blaskästen sind einander gegenüberliegend angeordnet, so dass ihre Gasaustrittsöffnungen (Düsen) aufeinander weisen. Damit ist gemeint, dass die Gesamtheit der Gasaustrittsöffnungen des ersten Blaskastens und die Gesamtheit der Gasaustrittsöffnungen des zweiten Blaskastens aufeinander weisen – es ist nicht erforderlich, dass jede einzelne Gasaustrittsöffnung ein ihr genau gegenüberliegendes Gegenstück im gegenüberliegenden Blaskasten aufweist. Stattdessen können die einzelnen Gasaustrittsöffnungen der Blaskästen gegeneinander versetzt sein. Mit den Blaskästen mit aufeinander weisenden Gasaustrittsöffnungen können die Oberflächen einer zwischen den Blaskästen angeordneten Glasscheibe mit einem Gasstrom beaufschlagt werden. An jeden Blaskasten ist eine Gaszuführung angeschlossen, über die den Blaskästen der Gasstrom zugeleitet wird.

Erfindungsgemäß sind die Gaszuführungen mit einem erfindungsgemäßen Verdunstungskühler mit steuerbarer Kühlwirkung ausgestattet. Mittels der Verdunstungskühler wird der Gasstrom aktiv gekühlt. Da der Gasstrom eine geringere Temperatur aufweist, wenn er auf die Glasscheibe trifft, muss er weniger stark sein, um dieselbe Abkühl- beziehungsweise Vorspannwirkung zu erreichen. Dadurch kann vorteilhaft Energie zur Erzeugung des Gasstroms eingespart werden.

Durch die Kühlung des Gasstroms wird die Vorspanneffizienz erhöht. Der Begriff Vorspanneffizienz, wie er im Rahmen der vorliegenden Erfindung verwendet wird, kann quantitativ ausgedrückt werden durch den sogenannten Wärmeübergangskoeffizienten α . Er ist eine gebräuchliche physikalische Größe und ist gleichsam ein Proportionalitätsfaktor, der die Intensität des Wärmeübergangs an einer Grenzfläche beschreibt. Er wird üblicherweise in der Einheit $W/(m^2 K)$ angegeben. Der Wärmeübergangskoeffizient beim thermischen Vorspannen von Glasscheiben ist insbesondere abhängig von der Stärke (Druck), der Temperatur, der Dichte und der Feuchtigkeit des Gasstroms.

Die Gaszuführung jedes Blaskastens ist bevorzugt mit mindestens einem Ventilator ausgestattet, um den jeweiligen Blaskasten mit dem Gasstrom zu versorgen. Besonders bevorzugt ist die Gaszuführung jedes Blaskastens mit einem ersten Ventilator und einem zweiten Ventilator ausgestattet, welche seriell miteinander verbunden sind, so dass der durch den ersten Ventilator erzeugte Gasstrom in den zweiten Ventilator eintritt und durch

diesen weiter verdichtet und dadurch verstärkt wird. Durch die serielle Hintereinanderschaltung zweier Ventilatoren kann insgesamt ein stärkerer Gasstrom erzeugt werden. Die Verwendung zweier Ventilatoren pro Gaszuführung ist üblich, grundsätzlich können aber auch mehr als zwei Ventilatoren verwendet werden, insbesondere seriell
5 hintereinandergeschaltet.

Der Verdunstungskühler kann in Strömungsrichtung vor oder hinter dem mindestens einen Ventilator angeordnet sein. Bevorzugt ist der Verdunstungskühler hinter dem mindestens einen Ventilator angeordnet. Dies hat den Vorteil, dass der Gasstrom nach dem
10 Herunterkühlen nicht den Ventilator durchlaufen muss, wo er wieder aufgeheizt werden würde. Ist die Gaszuführung mit zwei oder mehr seriell verschalteten Ventilatoren ausgestattet, so kann der Verdunstungskühler in Strömungsrichtung vor oder hinter sämtlichen Ventilatoren angeordnet sein oder auch zwischen zwei Ventilatoren. In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung ist der Verdunstungskühler in Strömungsrichtung
15 hinter sämtlichen Ventilatoren der Gaszuführung angeordnet. Es ist auch denkbar, eine Gaszuführung mit mehr als einem Verdunstungskühler auszustatten, beispielsweise in der Konfiguration Ventilator – Verdunstungskühler – Ventilator – Verdunstungskühler (in Strömungsrichtung).

20 Bevorzugt ist jede Gaszuführung mit jeweils einem Verdunstungskühler ausgestaltet. Prinzipiell ist es aber auch möglich, beide Gasströme durch einen gemeinsamen Verdunstungskühler zu leiten, indem die Gaszuführungen zusammengeführt und mit dem gemeinsamen Verdunstungskühler verbunden werden.

25 Die Gaszuführungen umfassen typischerweise Rohre, welche die Verdunstungskühler und Ventilatoren miteinander und mit dem Blaskasten verbinden, und durch welche Gas angesaugt wird zur Erzeugung des Gasstroms. Die Rohre sind an den Gaseinlass und den Gasaustritt des Verdunstungskühlers angeschlossen, um den Gasstrom durch den Verdunstungskühler zu leiten.

30 Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann optional mit einer Trocknungseinrichtung ausgestattet sein, die dazu geeignet und vorgesehen ist, die Feuchtigkeit des Gasstroms zu verringern, bevor dieser auf die Glasscheibe trifft. Auch so kann eine störende Tropfenbildung vermieden werden, oder gebildete Tropfen werden aufgefangen. Die
35 Trocknungseinrichtung kann beispielsweise als Tropfenfalle ausgebildet sein. Sie ist

bevorzugt in Strömungsrichtung hinter dem Verdunstungskühler und sämtlichen Ventilatoren einer Gaszuführung angeordnet.

Die Verwendung des erfindungsgemäßen Verdunstungskühlers ermöglicht eine Erhöhung
5 der Effizienz von Vorspannvorrichtungen beziehungsweise –verfahren. Hohe
Vorspanneffizienzen sind insbesondere beim Vorspannen von Fahrzeugscheiben vorteilhaft,
weil hier hohe, teils gesetzlich geregelte Anforderungen an die Vorspannung gestellt
werden. Zudem werden hier in der Regel relativ dünne Glasscheiben verwendet, welche
10 zum Erreichen einer gewünschten Vorspannung höhere Abkühlraten erfordern als dickere
Glasscheiben. Die erfindungsgemäß vorzuspannende Glasscheibe ist daher in einer
besonders vorteilhaften Ausführung eine Fahrzeugscheibe, also als Fensterscheibe eines
Fahrzeugs, bevorzugt eines Kraftfahrzeugs und insbesondere eines Personenkraftwagens
vorgesehen. Die Erfindung ist aber ebenso beim Vorspannen anderer Glasscheiben
15 anwendbar, etwa im Bau-, Architektur-, und Wohnbereich, beispielsweise beim Vorspannen
von Fassadenverglasungen, Glasböden, Tischplatten oder Duschkabinen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst außerdem Mittel zur Erzeugung einer
Relativbewegung zwischen der vorzuspannenden Glasscheibe und den Blaskästen.
Dadurch kann die Glasscheibe dem Wirkbereich der Blaskästen ausgesetzt (Glasscheibe ist
20 im Zwischenraum zwischen den Blaskästen positioniert) und wieder entzogen werden
(Glasscheibe ist außerhalb des Zwischenraums zwischen den Blaskästen positioniert).
Diese Mittel zur Erzeugung der Relativbewegung sind bevorzugt Mittel zur Bewegung einer
Glasscheibe, die dazu geeignet sind, die vorzuspannende Glasscheibe in den
Zwischenraum zwischen den beiden Blaskästen zu bewegen und wieder aus besagtem
25 Zwischenraum heraus. Hierzu kann beispielsweise ein Schienen-, Rollen- oder
Laufbandsystem verwendet werden. Die Glasscheibe kann vertikal oder horizontal liegend
transportiert werden. Im ersteren Fall umfassen die Mittel zur Bewegung der Glasscheibe
bevorzugt Halteklammern, die an der Glasscheibe befestigt werden, so dass die
Glasscheibe vertikal an ihnen hängt, und wiederum durch das Schienen-, Rollen- oder
30 Laufbandsystem oder äquivalente Mittel bewegt werden. Im letzteren Fall kann die
Glasscheibe direkt auf dem Schienen-, Rollen- oder Laufbandsystem abgelegt sein. Die
Mittel zur Bewegung der Glasscheibe umfassen bevorzugt aber auch ein Transportgestell,
auf dem die Glasscheibe abgelegt wird. Das Transportgestell weist üblicherweise einen
Vorspannrahmen (Rahmenform) auf zur Ablage der Glasscheibe. Die Glasscheibe ist beim
35 Transport und beim Vorspannen auf dem Transportgestell gelagert, welches wiederum
durch das Schienen-, Rollen- oder Laufbandsystem oder äquivalente Mittel bewegt wird.

Das Vorspannen von Glasscheiben, die horizontal liegend auf einem Vorspannrahmen angeordnet sind, ist insbesondere im Zusammenhang mit Fahrzeugscheiben üblich, weshalb diese Variante besonders bevorzugt ist.

- 5 Die Mittel zur Erzeugung der Relativbewegung zwischen Blaskästen und Glasscheibe können prinzipiell aber auch anders ausgestaltet sein. So können sie beispielsweise Mittel zur Bewegung der Blaskästen sein, welche die Blaskästen zu einer stationär verbleibenden Scheibe bewegen und nach dem Vorspannen wieder von dieser weg. Ebenso ist es denkbar, dass die Scheibe bewegt wird und die Blaskästen über eine gewisse Strecke mit
10 der Glasscheibe mitgefahren werden.

Unter einem Vorspannrahmen oder einer Rahmenform wird im Sinne der Erfindung eine rahmen- oder ringartige Vorrichtung verstanden, auf welche die umlaufende Seitenkante der Glasscheibe abgelegt wird, während der Großteil der Scheibenfläche, insbesondere der
15 Zentralbereich, keinen direkten Kontakt zum Vorspannrahmen hat. Der Vorspannrahmen ist typischerweise austauschbar am Transportgestell befestigt und an die jeweilige Form des vorzuspannenden Glasscheibentyps angepasst. Die Form des Auflagerahmens ist daher, entsprechend der Form üblicher Fensterscheiben, insbesondere Fahrzeugscheiben, in Draufsicht etwa polygonal, beispielsweise rechteckig, trapezartig oder dreieckig, wobei die
20 Seitenkanten im Vergleich zum Polygon im strengen Sinne häufig leicht gebogen ausgestaltet sind. Der Vorspannrahmen ist typischerweise aus mehreren Teilstücken aufgebaut, die jeweils einer Seite des Polygons zugeordnet sind. Im Falle einer rechteckigen oder trapezartigen Scheibe ist die Auflagefläche beispielsweise aus vier geraden oder leicht gebogenen Abschnitten aufgebaut, die zur Form des Rechtecks oder Trapezes
25 zusammengesetzt sind. Der Vorspannrahmen kann Öffnungen aufweisen, die auch als Löcher oder Durchführungen bezeichnet werden können und so angeordnet sind, dass die Kante der vorzuspannenden Glasscheibe im bestimmungsgemäßen Einsatz auf den Öffnungen zum Liegen kommt. Gestützt wird die Glasscheibe durch die Bereiche des Auflagerahmens zwischen den Öffnungen, die möglichst klein gewählt werden. Die
30 Öffnungen ermöglichen eine Luftzirkulation, die für die Vorspanneffizienz vorteilhaft ist. Außerdem kann die Seitenkante der Glasscheibe infolge der Öffnungen direkt mit Luft beaufschlagt werden, wodurch die Scheibe homogener abgekühlt wird und störende sogenannte Randspannungen der vorgespannten Glasscheibe vermieden werden und damit deren Stabilität verbessert wird.

Die Blaskästen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind voneinander beabstandet, so dass eine Glasscheibe zwischen ihnen angeordnet werden kann. Soll die Glasscheibe horizontal liegend vorgespannt werden, so weisen die Düsen des ersten Blaskastens (oberer Blaskasten) nach unten und die Düsen des zweiten Blaskastens (unterer Blaskasten) nach oben. Soll die Glasscheibe dagegen vertikal vorgespannt werden, so sind die Blaskästen seitlich der Vorspannposition angeordnet, so dass der Gasstrom sie im Wesentlichen horizontal verlässt. Man kann die Blaskästen dann beispielsweise als linker und rechter Blaskasten bezeichnen.

Mittels der Blaskästen wird die Oberfläche der Glasscheibe mit einem Gasstrom beaufschlagt und dadurch abgekühlt. Unter einem Blaskasten wird im allgemeinsten Sinne der Erfindung eine Vorrichtung zur Erzeugung eines gerichteten Gasstroms verstanden, der geeignet ist, die Oberfläche einer Glasscheibe abzukühlen, indem er beispielsweise ganzflächig oder punktuell über die Oberfläche verteilt auf die Glasscheibe trifft. Die Blaskästen weisen bevorzugt einen inneren Hohlraum auf, in den mittels der Gaszuführung ein Gasstrom eingeleitet werden kann. Der Hohlraum ist in Richtung der Scheibe typischerweise durch mindestens ein Verschlusselement begrenzt, das mit einer Mehrzahl von Düsen ausgestattet ist. Die Düsen sind mit dem Hohlraum verbunden oder an den Hohlraum angeschlossen, so dass Gas aus dem Hohlraum durch die Düsen strömen kann, um die Oberfläche einer Glasscheibe mit einem Luftstrom zu beaufschlagen. Der Blaskasten teilt also den Gasstrom aus der Gaszuleitung mit vergleichsweise geringem Querschnitt über die Düsen auf eine große Wirkfläche auf. Die Düsenöffnungen stellen diskrete Gasaustrittsstellen dar, die jedoch in großer Anzahl vorliegen und gleichmäßig verteilt sind, so dass alle Bereiche der Oberfläche im Wesentlichen zeitgleich und gleichmäßig abgekühlt werden, so dass die Scheibe mit einer homogenen Vorspannung versehen wird.

Die Düsen sind Bohrungen oder Durchführungen, die sich durch das gesamte Verschlusselement erstrecken. Jede Düse weist eine Eingangsöffnung (Düseneintritt) auf, durch welche der Gasstrom in die Düse eintritt, und eine gegenüberliegende Ausgangsöffnung (Düsenöffnung), durch welche der Gasstrom aus der Düse (und dem gesamten Blaskasten) austritt. Die Oberfläche des Verschlusselements mit den Eingangsöffnungen ist dem Hohlraum des Blaskastens zugewandt und diejenige Oberfläche mit den Düsenöffnungen davon abgewandt und bei der bestimmungsgemäßen Verwendung der Glasscheibe zugewandt. Durch die Düsenöffnungen wird die Oberfläche einer Glasscheibe bestimmungsgemäß mit einem Luftstrom beaufschlagt. Die Düsen können vorteilhafterweise einen sich an die Eingangsöffnung anschließenden und sich in Richtung

zur Ausgangsöffnung verjüngenden Abschnitt aufweisen, um die Luft effizient und strömungstechnisch günstig in die jeweilige Düse zu leiten.

Als Verschlusselement kann beispielsweise eine einzelne Düsenplatte verwendet werden, welche den Hohlraum begrenzt und welche die Gesamtheit der Düsen in einer zweidimensionalen Verteilung aufweist, beispielsweise in Reihen und Spalten.

In einer bevorzugten Ausgestaltung, mit der eine höhere Vorspanneffizienz erreicht werden kann, weist jeder Blaskasten eine Mehrzahl von sogenannten Düsenleisten als Verschlusselemente auf. Bei dieser Art des Blaskastens wird der Gasstrom ausgehend vom Hohlraum in eine Mehrzahl von Kanälen aufgeteilt, die jeweils von einer Düsenleiste abgeschlossen sind. Jede Düsenleiste weist typischerweise eine Reihe von Düsen auf, über welche der Gasstrom aus dem Blaskasten austreten kann. Der Blaskasten teilt also den Gasstrom aus der Gaszuleitung mit vergleichsweise geringem Querschnitt über die Kanäle und Düsen auf eine große Wirkfläche auf. Die Verwendung dieser Art von Blaskästen und Düsenleisten ist insbesondere im Zusammenhang mit Fahrzeugscheiben üblich, weshalb diese Variante besonders bevorzugt ist.

An den Hohlraum sind dabei, der Gaszuleitung typischerweise gegenüberliegend, eine Mehrzahl von Kanälen angeschlossen, in die der Gasstrom im Betrieb aufgeteilt wird. Die Kanäle können auch als Düsenstege, -finnen oder -rippen bezeichnet werden. Die Kanäle weisen typischerweise einen länglichen, im Wesentlichen rechteckigen Querschnitt auf, wobei die längere Dimension im Wesentlichen der Breite des Hohlraums entspricht und die kürzere Dimension im Bereich von 4 mm bis 15 mm liegt. Typischerweise sind die Kanäle parallel zueinander angeordnet. Die Anzahl der Kanäle beträgt typischerweise von 10 bis 50. Die Kanäle sind typischerweise durch Bleche ausgebildet. Der Hohlraum ist bevorzugt keilartig ausgebildet. Die an die Kanäle grenzende Begrenzung des Hohlraums kann dabei beschrieben werden als zwei Seitenflächen, die in einem spitzen Winkel zusammenlaufen. Die Kanäle verlaufen typischerweise senkrecht zur Verbindungslinie besagter Seitenflächen. Folglich ist die Länge eines Kanals nicht konstant, sondern nimmt von der Mitte zu den Seiten hin zu, so dass die an den Hohlraum angeschlossene Eintrittsöffnung des Kanals keilförmig ist und die Austrittsöffnung in eine glatte, typischerweise gekrümmte Fläche aufspannt. Die Austrittsöffnungen sämtlicher Kanäle bildet typischerweise in gemeinsame glatte, gekrümmte Fläche aus. Durch die beschriebene keilförmige Ausgestaltung des Hohlraums und die beschriebene Anordnung der Kanäle wird der Gasstrom besonders effizient in die Kanäle aufgeteilt und es resultiert eine über die gesamte Wirkfläche sehr

homogener Gasstrom. Jeder Kanal ist an seinem dem Hohlraum gegenüberliegenden Ende mit einer Düsenleiste abgeschlossen.

Die Vorrichtung kann für ein Durchlaufverfahren ausgelegt sein, bei dem die Glasscheiben
5 kontinuierlich bewegt werden, ohne stationär zwischen den Blaskästen positioniert zu werden. Die Glasscheibe wird dabei mit im Wesentlichen konstanter Geschwindigkeit auf einer Transportstrecke bewegt, wobei sie zwischen die Blaskästen eingefahren wird, solange sie sich zwischen den Blaskästen bewegt mit dem Gasstrom beaufschlagt wird und wieder aus dem Zwischenraum zwischen den Blaskästen herausgefahren wird, ohne
10 zwischenzeitlich ihre Geschwindigkeit wesentlich zu ändern oder gar gänzlich abzustoppen. Solche Durchlaufverfahren sind insbesondere zum Vorspannen von Glasscheiben im Bau-, Architektur- und Wohnbereich üblich.

Die Vorrichtung kann aber auch für ein Verfahren ausgelegt sein, bei dem die Glasscheiben
15 zum Vorspannen stationär zwischen den Blaskästen positioniert werden. Solche Vorrichtungen sind insbesondere zum Vorspannen von Glasscheiben im Fahrzeugbereich üblich, weil hier besonders hohe Anforderungen an den Grad der Vorspannung gestellt werden, die mit Durchlaufverfahren mitunter nicht erreichbar sind. Diese Konfiguration ist daher besonders bevorzugt.

Die Verschlusselemente können plan oder auch gebogen ausgeformt sein. Plane Verschlusselemente eignen sich insbesondere zum Vorspannen planer Glasscheiben, aber auch gekrümmte Glasscheiben können mit planen Verschlusselementen vorgespannt werden, wenn geringere Anforderungen an Grad und Homogenität der Vorspannung
25 angelegt werden. Höhere Vorspanneffizienzen können erreicht werden, wenn die Form des Verschlusselements oder der Verschlusselemente an die Form der gebogenen, vorzuspannenden Glasscheibe angepasst ist, so dass alle Düsenöffnungen im Wesentlichen den gleichen Abstand zur Glasoberfläche haben. Die Düsenöffnungen eines Blaskastens spannen dabei eine konvex gekrümmte Fläche auf und die Düsenöffnungen
30 des gegenüberliegenden Blaskastens eine dazu komplementäre konkav gekrümmte Fläche, wobei die Krümmung im Wesentlichen derjenigen der Glasscheibe entspricht. Beim Vorspannen wird der konvexe Blaskasten der konkaven Oberfläche der Scheibe zugewandt und der konkave Blaskasten der konvexen Oberfläche. Diese Ausgestaltung eignet sich für Durchlaufverfahren, wenn die vorzuspannende Glasscheibe nur entlang einer Raumrichtung
35 gebogen ist (zylindrisch gebogen), und für Vorspannverfahren mit stationär zwischen den Blaskästen positionierter Glasscheibe (zylindrisch oder sphärisch gebogen).

Im Fahrzeugbereich treten typischerweise sphärisch gebogene Glasscheiben auf (in beiden Raumrichtungen gebogen) und es werden hohe Anforderungen an Grad und Homogenität der Vorspannung gestellt, weshalb Durchlaufverfahren weniger zur Vorspannung geeignet sind. Diese Glasscheiben werden daher in der Regel stationär zwischen den Blaskästen vorgespant, wobei die Form der Verschlusselemente der sphärischen Biegung der Glasscheiben angepasst ist. Die Glasscheiben werden bevorzugt horizontal liegend auf einem Vorspannrahmen zwischen die Blaskästen transportiert. Da die Scheiben üblicherweise mit nach oben weisender konkaver Oberfläche zur Vorspannstation transportiert werden, ist der obere Blaskasten bevorzugt konvex und der untere konkav ausgestaltet.

Ist die Vorrichtung dazu ausgelegt, die Glasscheiben stationär zwischen den Blaskästen vorzuspannen, so umfasst sie bevorzugt außerdem Mittel zur Änderung des Abstands zwischen erstem und zweitem Blaskasten. Dadurch können die Blaskästen relativ aufeinander zu und voneinander weg bewegt werden. Nachdem die Glasscheibe im weiter beabstandeten Zustand der Blaskästen zwischen diese eingefahren worden ist, wird der Abstand der Blaskästen zueinander und damit zur Glasscheibe verringert, wodurch ein stärkerer Gasstrom auf der Glasoberfläche erzeugt werden kann. Nach dem Vorspannen wird der Abstand wieder vergrößert, um die Glasscheibe wieder aus dem Zwischenraum zwischen den Blaskästen heraus zu bewegen. So können auch stark und/oder sphärisch gebogene Glasscheiben mit hoher Effizienz vorgespant werden. Die Bewegung der Blaskästen ist dabei nötig, um einen ausreichend geringen Abstand der Glasoberfläche von den Düsen zu erreichen. Sollte die Glasscheibe zwischen zwei stationären Blaskästen vorgespant werden, so müsste deren Abstand zum Einfahren der gebogenen Glasscheibe zu groß gewählt werden, was die Vorspanneffizienz kritisch herabsetzen würde. Beim Vorspannen wird das Transportgestell typischerweise periodisch bewegt, damit die Düsen des Blaskastens nicht über den gesamten Zeitraum auf dieselben Stellen der Glasscheibe gerichtet sind. Die Verwendung beweglicher Blaskästen ist insbesondere im Zusammenhang mit Fahrzeugscheiben üblich, weshalb diese Variante besonders bevorzugt ist.

Die Blaskästen können aber prinzipiell auch auf andere Art realisiert werden. So ist es beispielsweise denkbar, dass die Blaskästen nach Art eines Luftschachts über großflächige Öffnungen ohne Verschlusselemente verfügen und der aus diesen Öffnungen austretenden großflächige Gasstrom die gesamte Scheibenoberfläche oder einen Teil davon trifft, ohne

durch Düsen feiner aufgeteilt zu werden. Ebenso ist es denkbar, dass separate Düsen durch jeweils einzelne Leitungen mit der Gaszuführung verbunden sind.

Die vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausgestaltungen sind beliebig miteinander kombinierbar und die Vorrichtung kann vom Fachmann entsprechend den Anforderungen im Anwendungsfall ausgelegt werden. Bevorzugte Anordnungen im Rahmen der Gaszuführung und im Falle der Verwendung zweier Ventilatoren sind beispielsweise (in der Reihenfolge entlang der Strömungsrichtung:

- Verdunstungskühler – Ventilator 1 – Ventilator 2
- Ventilator 1 – Verdunstungskühler – Ventilator 2
- Ventilator 1 – Ventilator 2 – Verdunstungskühler
- Verdunstungskühler – Ventilator 1 – Ventilator 2 – Trocknungseinrichtung
- Ventilator 1 – Verdunstungskühler – Ventilator 2 – Trocknungseinrichtung
- Ventilator 1 – Ventilator 2 – Verdunstungskühler – Trocknungseinrichtung

Die derart ausgestalteten Gaszuführungen können wiederum mit beliebig ausgebildeten Blaskästen und Mitteln zur Bewegung der Glasscheibe kombiniert werden, beispielsweise horizontal angeordneten Blaskästen für liegende Scheiben oder vertikal angeordneten Blaskästen für hängende Scheiben, stationären oder beweglichen Blaskästen, Blaskästen für Durchlaufsysteme oder zum Vorspannen stationäre angeordneter Glasscheiben, Blaskästen mit gebogenen oder planen Verschlussmitteln, Transportmittel mit oder ohne Transportgestell etc.

Die Erfindung umfasst auch eine Anordnung zum thermischen Vorspannen von Glasscheiben, umfassend die erfindungsgemäße Vorrichtung und eine zwischen den beiden Blaskästen angeordnete Glasscheibe.

Die Erfindung umfasst außerdem ein Verfahren zum thermischen Vorspannen von Glasscheiben. Dabei wird eine erhitzte Glasscheibe zwischen einem ersten Blaskasten und einem zweiten Blaskasten angeordnet, insbesondere zwischen den ersten Blaskasten und den zweiten Blaskasten bewegt, welche einander gegenüberliegend angeordnet sind und an welche jeweils eine Gaszuführung angeschlossen ist. Jede Gaszuführung ist mit einem erfindungsgemäßen Verdunstungskühler ausgestattet. Ist die Glasscheibe im Zwischenraum angeordnet, so wird sie mittels der beiden Blaskästen mit einem Gasstrom beaufschlagt, so

dass die Glasscheibe abgekühlt und dadurch vorgespannt wird. Der Gasstrom wird dabei durch den Wärmetauscher geleitet und dadurch aktiv gekühlt.

Die vorstehend mit Bezug auf die erfindungsgemäße Vorrichtung beschriebenen
5 vorteilhaften Ausführungen gelten für das Verfahren entsprechend.

Das zur Kühlung der Glasscheibe verwendete Gas ist bevorzugt Luft. Die Scheibenoberflächen werden üblicherweise über einen Zeitraum von 1 s bis 10 s mit dem Gasstrom beaufschlagt. Besonders beim Vorspannen von Fahrzeugscheiben sind
10 Zeiträume von 3 oder 4 Sekunden üblich. Da mit dem erfindungsgemäßen Verfahren die Vorspanneffizienz erhöht wird, können diese Zeiten reduziert werden. In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung beträgt der Zeitraum daher weniger als 3 s, insbesondere von 1 s bis 2 s.

15 Der Gasstrom ist, wenn er auf die Glasscheibe trifft, durch den Verdunstungskühler gekühlt und weist bevorzugt eine Temperatur von höchstens 70 °C auf, besonders bevorzugt von höchstens 50 °C, beispielsweise von 20 °C bis 50 °C. Damit werden besonders gute Vorspanneffizienzen erreicht.

20 Der Verdunstungskühler erhöht auch die Feuchtigkeit des Gasstroms. Wenn der Gasstrom auf die Glasscheibe trifft, beträgt seine relative Feuchtigkeit bevorzugt mindestens 50 %, besonders bevorzugt mindestens 70 %, ganz besonders bevorzugt von 80 % bis 90 %. Damit werden besonders gute Vorspanneffizienzen erreicht.

25 Die vorzuspannende Glasscheibe besteht in einer bevorzugten Ausführung aus Kalk-Natron-Glas, wie es für Fensterscheiben üblich ist. Die Glasscheibe kann aber auch andere Glassorten wie Borsilikatglas oder Quarzglas enthalten oder daraus bestehen. Die Dicke der Glasscheibe beträgt je nach Anwendung typischerweise von 1 mm bis 20 mm. Im Fahrzeugbereich sind Scheibendicken von 1 mm bis 5 mm üblich, insbesondere von 2 mm
30 bis 4 mm.

Die Erfindung entfaltet ihre Vorteile in besonderer Weise beim Vorspannen relativ dünner Glasscheiben, weil diese höhere Abkühlraten erfordern als dickere Glasscheiben. In einer besonders vorteilhaften Ausführung weist die Glasscheibe eine Dicke von höchstens 3,5
35 mm aufweist, bevorzugt von 1 mm bis 3 mm.

Das erfindungsgemäße Verfahren schließt sich in einer vorteilhaften Ausführung unmittelbar an einen Biegeprozess an, in dem die im Ausgangszustand planen Glasscheibe gebogen wird. So muss die Glasscheibe zum Vorspannen nicht noch einmal eigens erhitzt werden. Während des Biegeprozesses wird die Glasscheibe über Erweichungstemperatur erhitzt.

5 Der Vorspannprozess schließt sich an den Biegeprozess an, bevor die Glasscheibe signifikant abgekühlt ist. Dazu wird die Glasscheibe nach dem Biegeprozess oder im letzten Schritt des Biegeprozesses von den Biegewerkzeugen auf die Vorspannform übergeben. Daneben existieren auch Biegeverfahren, bei denen die Glasscheibe über eine Rollenförderung durch eine Biegezone befördert werden und in dieser Biegezone, auf den

10 Rollen aufliegend, vorgespannt werden.

Es besteht derzeit eine Neigung der Glashersteller, die Temperaturen zum Glasbiegen immer weiter zu reduzieren, weil dadurch eine bessere optische Qualität und Oberflächenbeschaffenheit der Glasscheiben erreicht werden kann. Bei solchen

15 Biegeverfahren mit relativ geringen Temperaturen ist das erfindungsgemäße Vorspannverfahren besonders vorteilhaft anwendbar, weil die erhöhte Vorspanneffizienz trotz der geringeren Temperatur zu hinreichenden Spannungen in der Glasscheibe führt. Beim Vorspannen liegt die Temperatur der Glasscheibe zwischen dem sogenannten Übergangspunkt (*transition point*), an dem die Viskosität der Glasscheibe eine plastische

20 Verformung zulässt, und dem sogenannten Erweichungspunkt (*softening point*), an dem sich das Glas unter seinem eigenen Gewicht verformt. Die Erfindung ermöglicht es, den Abstand zum Übergangspunkt zu reduzieren. Bislang liegen übliche Biegetemperaturen für gebogene Fahrzeugscheiben aus Kalk-Natron-Glas bei 650 °C. In einer besonders vorteilhaften Ausführung beträgt die Temperatur einer solchen Glasscheibe, unmittelbar

25 bevor sie mit dem Gasstrom beaufschlagt und abgekühlt wird, höchstens 640°C, bevorzugt kleiner als 640°C.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer Zeichnung und Ausführungsbeispielen näher erläutert. Die Zeichnung ist eine schematische Darstellung und nicht maßstabsgetreu. Die Zeichnung schränkt die Erfindung in keiner Weise ein.

5 Es zeigen:

Fig. 1 einen horizontalen Querschnitt einer Ausgestaltung eines Verdunstungskühlers, wie er in der erfindungsgemäßen Vorrichtung eingesetzt wird,

Fig. 2 einen vertikalen Querschnitt des Verdunstungskühlers aus Figur 1,

10 Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum thermischen Vorspannen von Glasscheiben unter Verwendung des Verdunstungskühlers aus den Figuren 1 und 2.

Figur 1 und Figur 2 zeigen je einen Querschnitt durch eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verdunstungskühlers 10 mit steuerbarer Kühlwirkung. Der Querschnitt ist in Figur 1 horizontal gewählt (Blick von oben) und in Figur 2 vertikal (Blick von der Seite). Der Verdunstungskühler 10 umfasst einen in ein Gehäuse gefassten Kühlraum 11, welcher einander gegenüberliegend einen Gaseinlass 12 und einen Gasaustritt 13 aufweist. Ein Gasstrom (angedeutet durch einen Blockpfeil) kann durch den Gaseinlass 12 in den Kühlraum 11 eintreten und durch den Gasaustritt 13 wieder aus dem Kühlraum 11 austreten, so dass der Kühlraum 11 vom Gasstrom durchströmt wird.

Der Kühlraum 11 ist mit drei Einschüben 15.1, 15.2, 15.3 versehen. In jeden Einschub 15.1, 15.2, 15.3 kann von außen eine Kühlkassette eingesteckt werden, umfassend einen Rahmen und darin eingefasstes Trägermaterial 14.1, 14.2, 14.3. Oberhalb jedes Einschubs 15.1, 15.2, 15.3 ist ein Tropfenseparator 16.1, 16.2, 16.3 angeordnet. Wenn die Kühlkassette in den Einschub eingesteckt und damit im Kühlraum 11 angeordnet ist, wird das Trägermaterial 14.1, 14.2, 14.3 durch den jeweiligen Tropfenseparator 16.1, 16.2, 16.3 mit Kühlflüssigkeit, beispielsweise Wasser, berieselt und dadurch getränkt. Die Kühlwirkung beruht auf der Verdunstungskühle des Kühlwassers beim Durchtritt des Gasstroms durch das Trägermaterial 14.1, 14.2, 14.3. Überschüssige Kühlflüssigkeit tritt unten wieder aus dem Trägermaterial 14.1, 14.2, 14.3 heraus und wird durch einen gemeinsamen Tropfensammler 17 gesammelt. Tropfensammler 17 und Tropfenseparatoren 16.1, 16.2, 16.3 sind durch eine Kühlmittleitung 18 miteinander verbunden, so dass die aufgesammelte Kühlflüssigkeit mittels einer Kühlmittelpumpe 19 vom Tropfensammler 17 wieder den Tropfenseparatoren 16.1, 16.2, 16.3 zugeleitet werden kann.

In der gezeigten Darstellung ist eine Kühlkassette samt Trägermaterial 14.1 im ersten Einschub 15.1 befindlich, während die übrigen Einschübe 15.2, 15.3 nicht mit den zugeordneten Kühlkassetten und ihrem Trägermaterial 14.2, 14.3 ausgestattet sind. Es trägt daher nur das Trägermaterial 14.1 zur Kühlung des Gasstroms bei, wodurch eine vergleichsweise geringe Kühlwirkung vorliegt. Die Kühlwirkung kann gesteigert werden, in dem auch die übrigen Kühlkassetten mit den Trägermaterialien 14.2, 14.3 in die zugeordneten Einschübe 15.2, 15.3 eingesteckt werden.

Figur 3 zeigt schematisch eine Ausgestaltung einer Vorrichtung zum thermischen Vorspannen von Glasscheiben unter Verwendung des erfindungsgemäßen Verdunstungskühlers 10. Die Vorrichtung umfasst einen ersten Blaskasten 1.1 und einen zweiten Blaskasten 1.2, die einander gegenüberliegend angeordnet sind. Die Düsen der Blaskästen 1.1, 1.2, durch welche der zum Vorspannen benötigte Gasstrom (Luftstrom) austritt, ist auf den Zwischenraum zwischen den Blaskästen 1.1, 1.2 gerichtet. An den ersten Blaskasten 1.1 ist eine Gaszuführung 2.1 angeschlossen, durch die er mit dem Gasstrom versorgt wird. Die Gaszuführung umfasst Zuleitungsrohre sowie einen ersten Ventilator 3.1 und einen zweiten Ventilator 4.1, die in dieser Reihenfolge in Strömungsrichtung hintereinandergeschaltet sind. Die serielle Anordnung der Ventilatoren 3.1, 4.1 ermöglicht es, einen starken Gasstrom in Richtung des Blaskastens 1.1 zu erzeugen. In Strömungsrichtung hinter den Ventilatoren 3.1, 4.1 ist außerdem ein Verdunstungskühler 10.1 angeordnet, an dessen Gaseinlass und Gasaustritt die Zuleitungsrohre angeschlossen sind. Ebenso ist an den zweiten Blaskasten 1.2 eine Gaszuführung 2.2 angeschlossen, die neben Zuleitungsrohren einen ersten Ventilator 3.2, einen zweiten Ventilator 4.2 und einen Verdunstungskühler 10.2 aufweist, die in dieser Reihenfolge in Strömungsrichtung hintereinandergeschaltet sind. Beide Gaszuführungen 2.1, 2.2 sind mittels jeweils einer Verschlussklappe 7.1, 7.2 ganz oder teilweise verschließbar, um den Gasstrom zu stoppen oder seine Stärke zu regulieren.

Durch die Verdunstungskühler 10.1, 10.2 wird die durch die Ventilatoren 3.1, 4.1, 3.2, 4.2 angesaugte Luft einerseits gekühlt und andererseits angefeuchtet. Beides erhöht die Vorspanneffizienz der Vorrichtung gegenüber herkömmlichen Vorspannvorrichtungen ohne Kühlung.

Die Vorrichtung umfasst außerdem Mittel zum Bewegen der vorzuspannenden Glasscheibe G, umfassend ein Transportsystem 8, beispielsweise als Rollensystem ausgeführt, und einen damit bewegtes Transportgestell 9. Das Transportgestell 9 ist mit einem

Vorspannrahmen ausgestattet, auf den die umlaufende Seitenkante der Glasscheibe G abgelegt ist. Mit dem Transportsystem wird die Glasscheibe G in den Zwischenraum zwischen den Blaskästen 1.1, 1.2 bewegt. Anschließend werden die Blaskästen 1.1, 1.2 der Glasscheibe G angenähert, um sie effizient mit dem Gasstrom zu beaufschlagen. Nach dem
5 Vorspannen werden die Blaskästen 1.1, 1.2 wieder von der Glasscheibe G wegbewegt und die Glasscheibe G aus dem Zwischenraum herausgefahren. Die Vorspannvorrichtung ist dann für den nächsten Vorspannzyklus bereit.

Die Richtung des Gasstroms und der Bewegung der Glasscheibe G sind in der Figur durch
10 graue Blockpfeile angedeutet.

Bezugszeichenliste:

- (1.1) erster / oberer Blaskasten
- (1.2) zweiter / unterer Blaskasten
- 5 (2) Gaszuführung
- (2.1) Gaszuführung des ersten Blaskastens 1.1
- (2.2) Gaszuführung des zweiten Blaskastens 1.2
- (3.1) erster Ventilator des ersten Blaskastens 1.1
- (3.2) erster Ventilator des ersten Blaskastens 1.2
- 10 (4.1) zweiter Ventilator des ersten Blaskastens 1.1
- (4.2) zweiter Ventilator des ersten Blaskastens 1.2
- (7.1) Verschlussklappe der Gaszuführung des ersten Blaskastens 1.1
- (7.2) Verschlussklappe der Gaszuführung des ersten Blaskastens 1.2
- (8) Transportsystem für Glasscheiben
- 15 (9) Transportgestell für Glasscheiben
- (10) Verdunstungskühler
- (10.1) Verdunstungskühler des ersten Blaskastens 1.1
- (10.2) Verdunstungskühler des ersten Blaskastens 1.2
- 20 (11) Kühlraum des Verdunstungskühlers 10
- (12) Gaseinlass des Verdunstungskühlers 10
- (13) Gasaustritt des Verdunstungskühlers 10
- (14, 14.1, 14.2, 14.3) Trägermaterial des Verdunstungskühlers 10
- 25 (15, 15.1, 15.2, 15.3) Einschub des Kühlraums 11
- (16.1, 16.2, 16.3) Tropfenseparatoren des Verdunstungskühlers 10
- (17) Tropfensammler des Verdunstungskühlers 10
- (18) Kühlmittleitung des Verdunstungskühlers 10
- (19) Kühlmittelpumpe des Verdunstungskühlers 10
- 30 (G) Glasscheibe

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum thermischen Vorspannen von Glasscheiben, umfassend
 - einen ersten Blaskasten (1.1) und einen zweiten Blaskasten (1.2), die einander
 - 5 gegenüberliegend angeordnet sind und geeignet sind, die Oberflächen einer zwischen ihnen angeordneten Glasscheibe (G) mit einem Gasstrom zu beaufschlagen,
 - jeweils eine an den ersten Blaskasten (1.1) und den zweiten Blaskasten (1.2) angeschlossene Gaszuführung (2.1, 2.2),
 - wobei die Gaszuführungen (2.1, 2.2) mit einem Verdunstungskühler (10) ausgestattet
 - 10 sind,
 - wobei der Verdunstungskühler (10) einen Kühlraum (11) mit einem Gaseinlass (12) und einem Gasaustritt (13) umfasst, so dass ein Gasstrom zum Kühlen durch den Kühlraum (11) geleitet werden kann; und
 - wobei der Kühlraum (11) mit einem mit einer Kühlflüssigkeit getränkten Trägermaterial
 - 15 (14) ausgestattet oder ausstattbar ist, welches vom Gasstrom durchströmt wird, wobei das Trägermaterial (14) über eine Kontaktfläche mit dem Gasstrom in Kontakt kommt, wodurch eine Kühlung des Gasstroms erreicht wird; und
 - wobei der Verdunstungskühler mit Mitteln zum Verändern der Kontaktfläche ausgestattet ist.
 - 20
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Mittel zum Verändern der Kontaktfläche als Mittel zum Verändern der Menge an Trägermaterial (14) im Kühlraum (11) ausgebildet sind.
- 25 3. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei der Kühlraum (11) mit mindestens einem Einschub (15) ausgestattet ist, durch den das Trägermaterial (14) in den Kühlraum (11) hineingeschoben oder aus dem Kühlraum (11) herausgezogen werden kann.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei der Kühlraum (11) mit einer Mehrzahl von
- 30 Einschüben (15.1, 15.2, 15.3) ausgestattet ist, wobei durch jeden Einschub (15.1, 15.2, 15.3) Trägermaterial (14.1, 14.2, 14.3) in den Kühlraum (11) hineingeschoben oder aus dem Kühlraum (11) herausgezogen werden kann.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei das Trägermaterial (14) jedes Einschubs (15.1,
- 35 15.2, 15.3) eine Dicke von 0,2 cm bis 30 cm aufweist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, wobei jeder Einschub (15.1, 15.2, 15.3) mit einem Tropfenseparator (16.1, 16.2, 16.3) ausgestattet ist, über welchen das Trägermaterial (14) mit der Kühlflüssigkeit berieselt werden kann.
- 5 7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei jeder Einschub (15.1, 15.2, 15.3) mit einem Tropfensammler ausgestattet ist oder wobei alle Einschübe (15.1, 15.2, 15.3) mit einem gemeinsamen Tropfensammler (17) ausgestattet sind, wobei der oder die Tropfensammler (17) geeignet sind, durch das Trägermaterial (14) hindurchgeflossene Kühlflüssigkeit zu sammeln.
- 10 8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, wobei das Trägermaterial (14) als Kühlkassette bereitgestellt ist, welche einen Rahmen und das darin eingefasste Trägermaterial (14) umfasst.
- 15 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei jede Gaszuführung (2.1, 2.2) mit mindestens einem Ventilator (3.1, 3.2) ausgestattet ist, um die Blaskästen (1.1, 1.2) mit dem Gasstrom zu versorgen.
- 20 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, welche mit Mitteln zur Bewegung einer Glasscheibe (G) in einen Zwischenraum zwischen dem ersten Blaskasten (1.1) und dem zweiten Blaskasten (1.2) ausgestattet ist, die ein Transportgestell (9) mit einem Vorspannrahmen zur Auflage der Glasscheibe (G) umfassen, welches durch ein Schienen-, Rollen- oder Laufbandsystem bewegt wird.
- 25 11. Verfahren zum thermischen Vorspannen von Glasscheiben, wobei
- (i) eine erhitzte Glasscheibe (G) zwischen einem ersten Blaskasten (1.1) und einem zweiten Blaskasten (1.2) angeordnet wird, welche einander gegenüberliegend angeordnet sind und an welche jeweils eine Gaszuführung (2.1, 2.2) angeschlossen ist, welche mit einem Verdunstungskühler (10) ausgestattet ist;
- 30 (ii) die Glasscheibe (G) mittels der beiden Blaskästen (1.1, 1.2) mit einem Gasstrom beaufschlagt wird, so dass die Glasscheibe (G) abgekühlt wird, wobei der Gasstrom mittels der Verdunstungskühler (10) aktiv gekühlt wird,
- wobei der Verdunstungskühler (10) einen Kühlraum (11) mit einem Gaseinlass (12) und einem Gasaustritt (13) umfasst, so dass ein Gasstrom zum Kühlen durch den
- 35 Kühlraum (11) geleitet werden kann; und

wobei der Kühlraum (11) mit einem mit einer Kühlflüssigkeit getränkten Trägermaterial (14) ausgestattet oder ausstattbar ist, welches vom Gasstrom durchströmt wird, wobei das Trägermaterial (14) über eine Kontaktfläche mit dem Gasstrom in Kontakt kommt, wodurch eine Kühlung des Gasstroms erreicht wird; und

5 wobei der Verdunstungskühler mit Mitteln zum Verändern der Kontaktfläche ausgestattet ist.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei der auf die Glasscheibe (G) treffende Gasstrom eine Temperatur von höchstens 70 °C aufweist, bevorzugt von höchstens 50 °C.

10 13. Verfahren Anspruch 11 oder 12, wobei der auf die Glasscheibe (G) treffende Gasstrom eine relative Feuchtigkeit von mindestens 50 % aufweist, bevorzugt von mindestens 70 %, besonders bevorzugt von 80 % bis 90 %.

15 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei die Glasscheibe (G) vor dem Abkühlen mit dem Gasstrom eine Temperatur von höchstens 640 °C aufweist.

20 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, wobei die Glasscheibe (G) über einen Zeitraum von 1 s bis 10 s mit dem Gasstrom beaufschlagt wird, bevorzugt von 1 s bis 2 s.

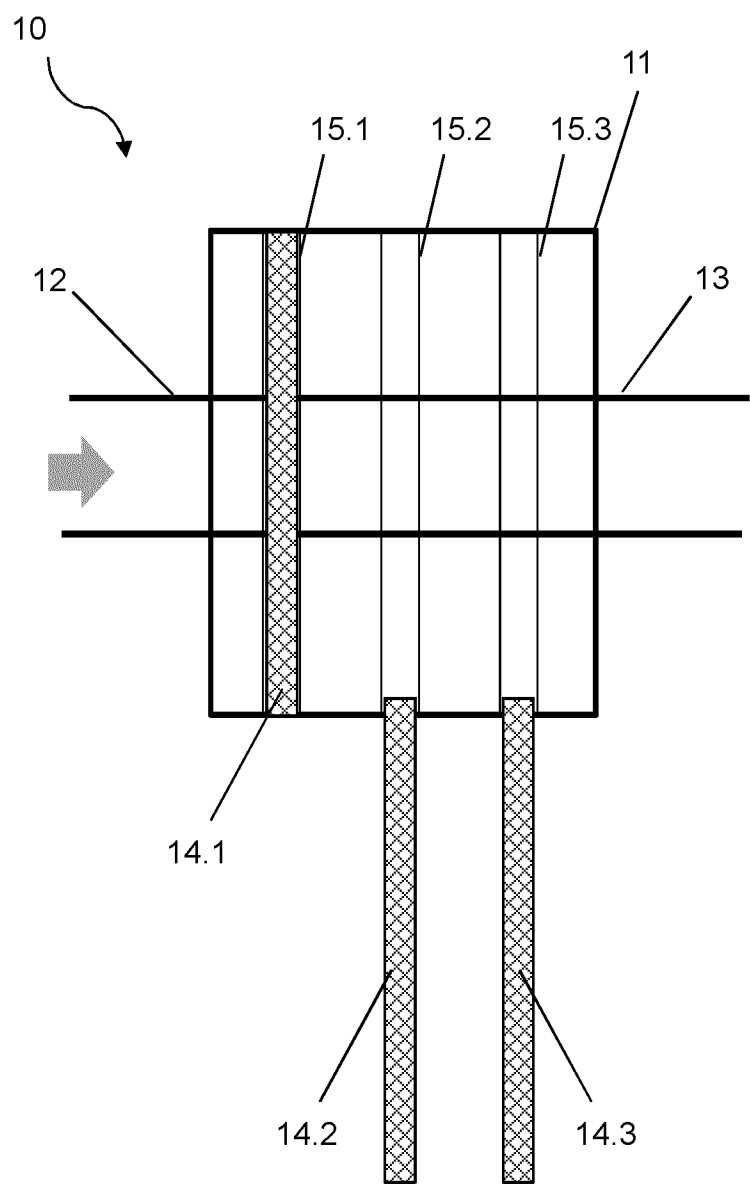


Fig. 1

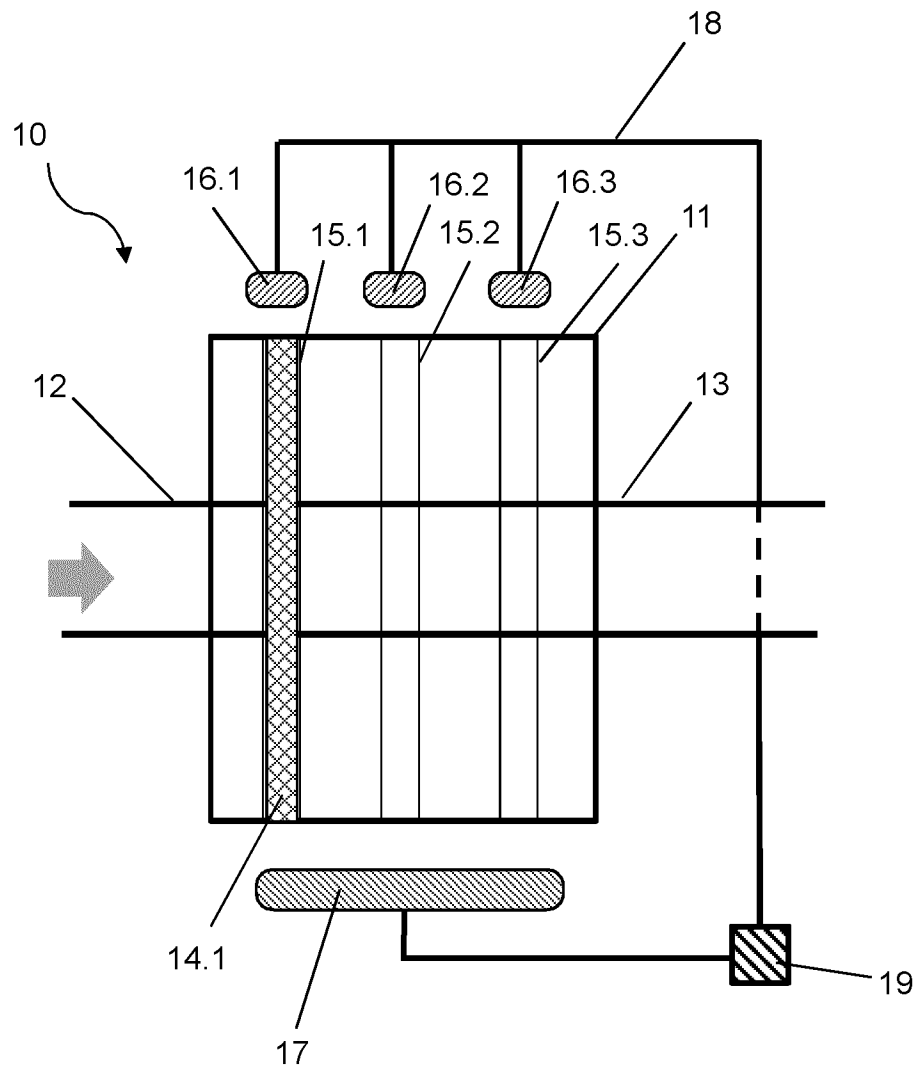


Fig. 2

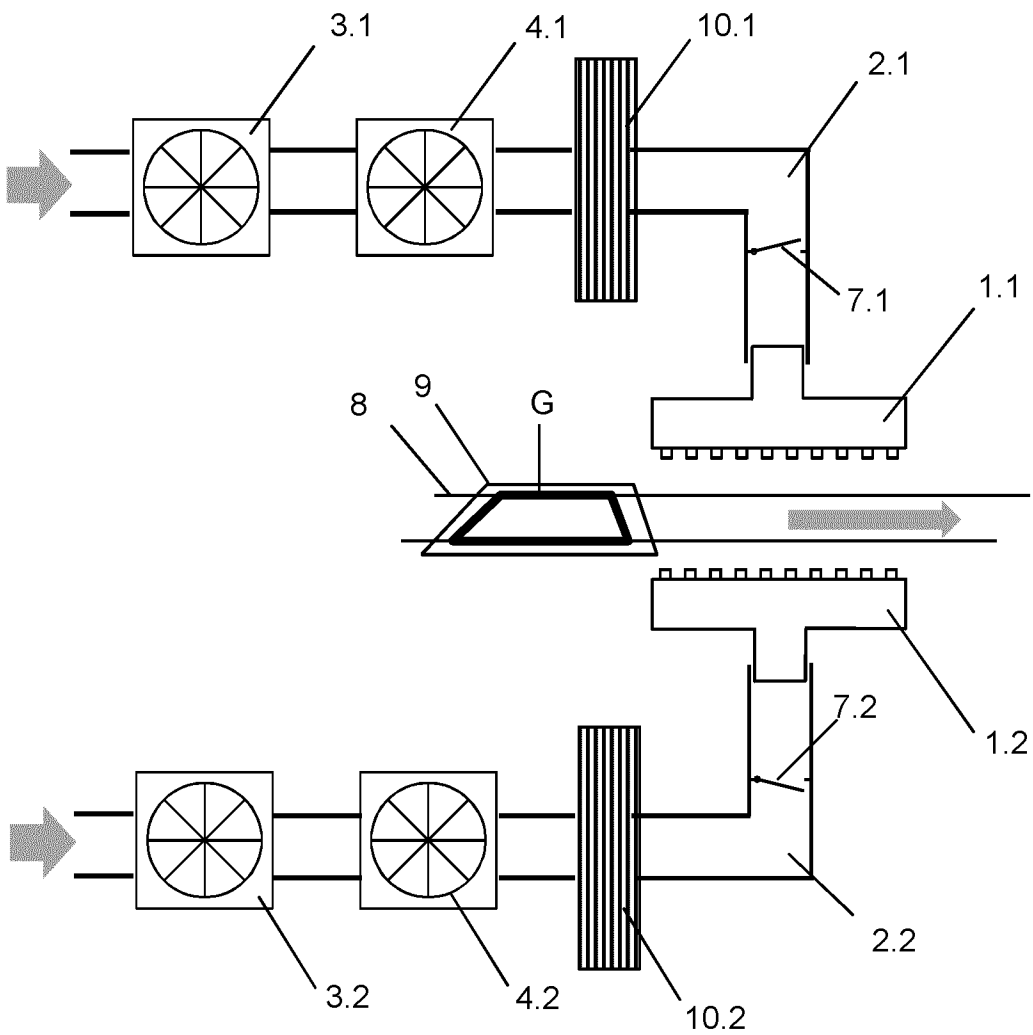


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/054193

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER C03B 27/04(2006.01)i; F25D 7/00(2006.01)i; F24F 7/007(2006.01)i; F24F 6/04(2006.01)n 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) C03B; F24F; F25D 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.
A	US 2270810 A (AMADO LARRIVA GENARO) 20 January 1942 (1942-01-20) column 2, line 42 - column 3, line 11; figures 1,2 column 5, line 21 - line 40	1-15
A	WO 8810240 A1 (AIR LIQUIDE [FR]) 29 December 1988 (1988-12-29) figure 1	1-15
A	GB 472022 A (ALBERTO QUENTIN) 15 September 1937 (1937-09-15) abstract; figure 1	1-15
A	FR 1479729 A (LIBBEY OWENS FORD GLASS CO) 05 May 1967 (1967-05-05) figures 1,2	1-15
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ 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 20 May 2020		Date of mailing of the international search report 04 June 2020
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Bidet, Sébastien Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/054193

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2270810	A	20 January 1942	NONE			
WO	8810240	A1	29 December 1988	AT	67163	T	15 September 1991
				AU	601863	B2	20 September 1990
				BR	8807100	A	31 October 1989
				CA	1329879	C	31 May 1994
				DE	3864804	D1	17 October 1991
				DK	67889	A	14 February 1989
				EP	0321522	A1	28 June 1989
				FR	2616774	A1	23 December 1988
				JP	H01503776	A	21 December 1989
				KR	890701482	A	20 December 1989
				US	5073182	A	17 December 1991
				WO	8810240	A1	29 December 1988
GB	472022	A	15 September 1937	NONE			
FR	1479729	A	05 May 1967	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. C03B27/04 F25D7/00 F24F7/007
 ADD. F24F6/04

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 C03B F24F F25D

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.
A	US 2 270 810 A (AMADO LARRIVA GENARO) 20. Januar 1942 (1942-01-20) Spalte 2, Zeile 42 - Spalte 3, Zeile 11; Abbildungen 1,2 Spalte 5, Zeile 21 - Zeile 40 -----	1-15
A	WO 88/10240 A1 (AIR LIQUIDE [FR]) 29. Dezember 1988 (1988-12-29) Abbildung 1 -----	1-15
A	GB 472 022 A (ALBERTO QUENTIN) 15. September 1937 (1937-09-15) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1-15
A	FR 1 479 729 A (LIBBEY OWENS FORD GLASS CO) 5. Mai 1967 (1967-05-05) Abbildungen 1,2 -----	1-15



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



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

20. Mai 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/06/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bidet, Sébastien

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/054193

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2270810	A	20-01-1942	KEINE
WO 8810240	A1	29-12-1988	AT 67163 T 15-09-1991
		AU 601863 B2	20-09-1990
		BR 8807100 A	31-10-1989
		CA 1329879 C	31-05-1994
		DE 3864804 D1	17-10-1991
		DK 67889 A	14-02-1989
		EP 0321522 A1	28-06-1989
		FR 2616774 A1	23-12-1988
		JP H01503776 A	21-12-1989
		KR 890701482 A	20-12-1989
		US 5073182 A	17-12-1991
		WO 8810240 A1	29-12-1988
GB 472022	A	15-09-1937	KEINE
FR 1479729	A	05-05-1967	KEINE