



(11)

EP 3 049 742 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
29.11.2017 Patentblatt 2017/48

(51) Int Cl.:
F26B 3/04 (2006.01) **F26B 3/06** (2006.01)
F26B 3/08 (2006.01) **F26B 9/10** (2006.01)
F26B 17/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14766659.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2014/002274

(22) Anmeldetag: **19.08.2014**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/043706 (02.04.2015 Gazette 2015/13)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR KONVEKTIONSTROCKNUNG VON GÜTERN**

METHOD AND DEVICE FOR THE CONVECTION DRYING OF GOODS

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF PERMETTANT LE SÉCHAGE PAR CONVEXION D'ARTICLES

(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**

- **HELICIG, Christian**
04509 Wiedemar (DE)
- **AUS DER WIESCHE, Stefan**
48163 Münster (DE)

(30) Priorität: **26.09.2013 DE 102013016001**

(74) Vertreter: **Cohausz Hannig Borkowski Wißgott**
Patent- und Rechtsanwaltskanzlei
Schumannstrasse 97-99
40237 Düsseldorf (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.08.2016 Patentblatt 2016/31

(73) Patentinhaber: **Fachhochschule Münster**
48149 Münster (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1-102007 020 837 FR-A1- 2 538 519

(72) Erfinder:
• **UNKÖTTER, Stefan**
48161 Münster (DE)

EP 3 049 742 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Konvektionstrocknung von Gütern, bei dem ein zu trocknendes Gut auf einer Unterlage angeordnet wird und einer Strömung eines zur Trocknung vorgesehenen gasförmigen Fluids ausgesetzt wird.

Die Erfindung betrifft weiterhin auch eine Trocknungsvorrichtung zur konvektiven Trocknung von Gütern umfassend eine Unterlage, insbesondere eine aus wenigstens einem Förderband ausgebildete Unterlage, auf der ein zu trocknendes Gut positionierbar ist und Mittel, insbesondere wenigstens ein Gebläse, zur Erzeugung einer Strömung eines zur Trocknung vorgesehenen gasförmigen Fluids. Ein derartiges Verfahren und eine derartige Vorrichtung sind aus der DE102007020837 bekannt. Verfahren und Vorrichtungen der eingangs genannten Art sind im Stand der Technik bekannt und werden eingesetzt, um feuchte Güter zu trocknen. Dabei ist es ein typisches Verfahren, die Strömung des zur Trocknung vorgesehenen gasförmigen Fluids parallel zur Flächennormale der Unterlage auszurichten, auf welcher das zu trocknende Gut angeordnet ist. Es wird so eine sogenannte Prallströmung erzeugt, die am Ort des unmittelbaren Auftreffens der Strömung auf das zu trocknende Gut, beziehungsweise auf die Unterlage, eine sehr schnelle konvektive Trocknung aufgrund eines hohen lokalen Stoffaustauschgrades erzielt, hier jedoch nachteiligerweise die Trocknungsgeschwindigkeit, beziehungsweise der Stoffaustauschgrad, mit zunehmendem Abstand vom Auftreffort der Strömung schnell abnimmt. Großflächige Güter werden daher mit einem solchen Verfahren oder einer solchen Vorrichtung nur sehr ungleichmäßig getrocknet.

[0002] Darüber hinaus weisen Trocknungsvorrichtungen dieser beschriebenen Art einen hohen Strömungswiderstand auf, so dass auch ein hoher Energiebedarf zum Erzeugen der Strömung benötigt wird.

Aufgabe der Erfindung ist es demnach, ein Verfahren zur Konvektionstrocknung und eine Trocknungsvorrichtung zum konvektiven Trocknen von Gütern bereitzustellen, mit welchen die Trocknungsgeschwindigkeit beziehungsweise der Stoffaustauschgrad großflächig verbessert werden kann, insbesondere bei geringerem Energieeinsatz gegenüber dem Stand der Technik.

[0003] Erfindungsgemäß wird dies mit einem Verfahren gemäß Anspruch 1 erzielt. Ein Anströmprofil ist hierbei zum Beispiel ein separat zur Unterlage vorgesehenes Element, oder eine Vorrichtung aus wenigstens einem Element, das/die entlang der Unterlage, insbesondere entlang einer Kante der Unterlage sich insbesondere senkrecht zumindest aber quer zur Strömungsrichtung erstreckt und das anströmende Fluid zumindest zu einem Teil über die Unterlage hinwegleitet. Ein Anströmprofil kann in anderer Ausführung jedoch auch einteilig mit der Unterlage sein, also z.B. durch eine seitliche Kante der Unterlage gebildet sein.

Eine Trocknungsvorrichtung der erfindungsgemäßen Art

und insbesondere zur Durchführung des eingangs genannten Verfahrens ist insoweit, bezogen auf die eingangs genannten, gattungsbildenden Merkmale, weitergebildet, dass sie die Merkmale des Anspruchs 10 enthält. Dem erfindungsgemäßen Verfahren sowie der erfindungsgemäßen Trocknungsvorrichtung liegt im Kern zugrunde, dass durch die beschriebene Art der Strömungsführung über der Unterlage bzw. über die Unterlage hinweg, auf welcher ein Gut zur Trocknung positionierbar ist, zunächst in Strömungsrichtung eine Ablöseblase gebildet wird, worunter ein Bereich der Strömung verstanden wird, in welchem sich diese Strömung von der Unterlage ablöst und einen Bereich minimalen Stoffaustauschgrades bildet, wohingegen sich nach der Ablöseblase die Strömung des zur Trocknung verwendeten Fluids erneut an die Unterlage anlegt und in diesem angelegten Bereich turbulent ausgebildet ist.

Eine Ablöseblase wird hier insoweit als transitionale Ablöseblase bezeichnet, als dass vor beziehungsweise in der Ablöseblase die Strömung laminar ausgebildet ist und nach der Ablöseblase die Strömung turbulent ausgebildet ist, demnach hier also ein Strömungsübergang von laminar nach turbulent vorliegt.

Untersuchungen haben gezeigt, dass durch die geometrische Ausformung des Anströmprofils, insbesondere der Formgebung des unmittelbar der Anströmung ausgesetzten Bereiches des Anströmprofils der Ort und die Länge der Ablöseblase beeinflussbar sind. Es kann so durch eine gezielte geometrische Formgebung des Anströmprofils, insbesondere durch ein in seiner geometrischen Form variabel verstellbares Anströmprofil, die Lage der Ablöseblase und somit auch die Lage des in Strömungsrichtung darauffolgenden turbulenten Strömungsbereiches beeinflusst werden. So kann es erzielt werden, den turbulenten Bereich in Strömungsrichtung besonders lang auszubilden.

Beispielsweise besteht so die Möglichkeit, eine, bezogen auf die in Strömungsrichtung liegende Länge der Unterlage, vergleichsweise kurze Ablöseblase von insbesondere weniger als 10 % der Länge einzustellen, so dass so in dem verbleibenden Längenbereich in Strömungsrichtung dieser Unterlage eine turbulente Strömung vorliegt. Es ergibt sich demnach ersichtlich im Vergleich zu Stand der Technik ein sehr großer turbulenter Strömungsbereich mit hohen Stoffaustauschgraden und somit verringerter Trocknungszeit.

[0004] Darüberhinaus wird bei der hier vorliegenden Strömungsrichtung und der Strömungsführung durch das Anströmprofil, durch welches das Fluid über die Unterlage hinweggeführt wird, ein deutlich geringerer Strömungswiderstand erzielt, als dies bei der üblichen Prallströmung im Stand der Technik der Fall ist. Hieraus resultiert auch unmittelbar ein geringerer Energieverbrauch bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens beziehungsweise beim dem Einsatz der erfindungsgemäßen Trocknungsvorrichtung.

[0005] Unter einem Überströmen der Unterlage durch das Fluid wird hier weiterhin in Abgrenzung zur Prallströmung

mung bevorzugt verstanden, dass das Fluid die Unterlage ausgehend von einer Kante der Unterlage bzw. ausgehend von dem Anströmprofil über die Unterlage hinweg zu einer gegenüberliegenden Kante strömt.

[0006] Dies kann z.B. dadurch erfolgen, dass ein die Strömung erzeugendes Gebläse seitlich neben der Unterlage positioniert wird, insbesondere also im Gegensatz zur Prallströmung nicht über der Unterlage und das Fluid somit aus einer seitlichen Richtung in die Richtung der Unterlage geblasen wird.

[0007] Da ein Fluidstrom immer einen Öffnungswinkel aufweist können die nachfolgenden Winkelangaben jeweils eine mittlere Strömungsrichtung im Öffnungswinkel beschreiben.

[0008] Hier kann es vorgesehen sein, dass die Anströmrichtung des zur Trocknung vorgesehenen gasförmigen Fluids, wie beispielsweise Luft, in einem Winkelbereich von 35 Grad bis 145 Grad, bevorzugt 45 Grad bis 135 Grad, weiter bevorzugt von 60 Grad bis 120 Grad, weiter bevorzugt von 80 Grad bis 100 Grad zur Flächennormalen der Unterlage oder weiter bevorzugt zumindest im Wesentlichen senkrecht zur Flächennormalen der Unterlage gewählt wird.

[0009] Im Gegensatz zur Prallströmung wird durch ein Anströmen des Anströmprofils durch das Fluid in einem Winkelbereich von 45 Grad bis 135 Grad, bevorzugt von 90 Grad zur Flächennormalen der Unterlage erreicht, dass bei einer (gedanklichen) Aufspaltung der Strömung in Komponenten senkrecht und parallel zur Flächennormalen die zur Flächennormalen der Unterlage senkrechte Komponente größer ist als die parallele Komponente.

[0010] Das Anströmprofil kann hier im Wesentlichen als ein längserstrecktes Profil ausgebildet sein, dessen Längserstreckungsrichtung senkrecht zur Flächennormalen der Unterlage ausgebildet ist, insbesondere wobei die Oberkante des Anströmprofils, zumindest im Wesentlichen, bevorzugt genau mit der Oberfläche der Unterlage in horizontaler Richtung, bevorzugt in Strömungsrichtung fluchtet. Hierdurch wird im Wesentlichen sichergestellt, dass das strömende Fluid nach Überschreiten der Oberkante des Anströmprofils sicher über die Unterlage hinweggeführt wird.

[0011] Die Anströmung, die gemäß einleitender Erklärung in einem bevorzugtem Winkelbereich von 45 bis 135 Grad zur Flächennormalen und bevorzugt senkrecht zu dieser erfolgt kann um die Flächennormale der Unterlage herum grundsätzlich beliebig ausgerichtet sein, kann jedoch bevorzugt in einem Winkelbereich von 45 bis 135 Grad zur Längserstreckungsrichtung des Anströmprofils und bevorzugt zumindest im Wesentlichen senkrecht zu dieser Längserstreckungsrichtung orientiert sein. Somit kann die Anströmung grundsätzlich in einem Raumwinkelbereich gewählt werden, bevorzugt dessen Scheitelpunkt in der Ebene der Unterlage liegt und weiter bevorzugt dessen Mittenachse in der Ebene der Unterlage liegt.

[0012] Eine vorteilhafte Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens beziehungsweise der Vorrichtung

kann es vorsehen, dass die Unterlage durch ein Förderband gebildet wird, welches ein zu trocknendes Gut senkrecht zur Flächennormalen des Förderbandes und durch die Fluidströmung hindurch, insbesondere quer zur Anströmrichtung und bevorzugt senkrecht zur Anströmungsrichtung des Fluids transportiert.

[0013] Es kann so ein kontinuierlicher Trocknungsvorgang von mit dem Förderband geförderten Gütern erzielt werden, insbesondere wobei im Vergleich zum Stand der Technik die Verweildauern der Güter auf einem Förderband aufgrund der höheren erzielbaren Stoffaustauschrate beziehungsweise kürzeren Trocknungszeiten verringert werden können. Es können demnach beispielsweise Förderbänder schneller laufen oder kürzer ausgebildet werden, als dies gegebenenfalls im Stand der Technik der Fall ist.

[0014] Wie es bereits eingangs erwähnt wurde, ist es ein wesentlicher Vorteil der Erfindung, dass die zu trocknenden Güter in Strömungsrichtung nach einer Ablöseblase im turbulenten Bereich der Strömung auf der Unterlage beziehungsweise bevorzugt einem Förderband positioniert werden, um eine schnellere Trocknung im Vergleich zum Stand der Technik zu erzielen.

[0015] Um dies weiter zu optimieren, kann es beispielsweise in einer Weiterbildung vorgesehen sein, dass der Ort der Ablöseblase und/oder deren Länge über der Unterlage messtechnisch erfasst wird und auf eine Sollposition relativ zur Unterlage oder relativ zu einem zu trocknenden Gut und/oder auch eine Solllänge eingestellt wird, insbesondere wofür zusätzlich die Position eines Gutes relativ zur Unterlage messtechnisch erfasst wird.

[0016] Eine alternative Ausgestaltung kann es auch vorsehen, den Ort des Gutes auf der Unterlage messtechnisch zu erfassen und das Gut auf eine Sollposition relativ zur Unterlage oder relativ zur Ablöseblase einzustellen, um so sicherzustellen, dass das Gut im turbulenten Bereich nach der Ablöseblase, nicht jedoch bereits in der Ablöseblase, auf der Unterlage positioniert ist. Hierfür kann insbesondere auch die Position und/oder Länge der Ablöseblase relativ zur Unterlage oder relativ zum Gut messtechnisch erfasst werden, insbesondere mit einem Positionssensor optischer Art oder akustischer Art, z.B. basierend auf dem Ultraschall-Echo-Prinzip.

[0017] Bei beiden alternativen Ausführungen kann es vorgesehen sein, dass der Ort der Ablöseblase und/oder deren Länge zum Beispiel ermittelt wird mittels wenigstens eines Strömungsmessers, wie beispielsweise eines Anemometers, insbesondere eines Hitzdraht-Anemometers oder eines Drucksensors, wobei allgemein ein solcher Strömungsmesser über der Unterlage in der Strömung angeordnet ist.

[0018] Es kann hierbei vorgesehen sein, mit wenigstens einem solchen Strömungsmesser den Ort minimaler Strömungsgeschwindigkeit oder minimalen lokalen Druckes des zur Trocknung verwendeten Fluids zu bestimmen und hieraus den Schluss zu ziehen, dass der wenigstens eine Strömungsmesser im Wesentlichen im

Zentrum der Ablöseblase oder mehrere Strömungsmesser um das Zentrum der Ablöseblase herum positioniert ist. Es kann so aus der Position des wenigstens einen Strömungsmessers die Position und/oder die Länge der Ablöseblase ermittelt werden, insbesondere um anhand dieser Position und/oder der Länge, wie eingangs beschrieben, das Verfahren beziehungsweise die Vorrichtung zu optimieren.

[0019] Hierfür kann es beispielsweise weiterhin vorgesehen sein, dass der wenigstens eine Strömungsmesser entlang der Unterlage in Strömungsrichtung verschieblich ist, um so mit einem Antrieb die Position des wenigstens einen Strömungsmessers auf den Ort minimaler Strömungsgeschwindigkeit einzustellen und diese Position beziehungsweise deren Abweichung von einer Sollposition als Regelkriterium zur Nachregelung der Position und/oder der Länge der Ablöseblase zu nutzen.

[0020] Eine alternative Ausführung kann es auch vorsehen, den Ort einer Ablöseblase und/oder deren Länge mittels einer optischen Erfassung wenigstens eines die Strömung visualisierenden Objektes vorzunehmen. Ein solches Objekt kann zum Beispiel durch Rauchpartikel gebildet werden, die mit der Strömung mitgeführt werden und eine Rauchfahne bilden und zum Beispiel optisch mittels einer Kamera erfasst werden.

[0021] Ebenso kann ein in der Strömung liegendes Band die Strömungsform visualisieren und mittels einer Kamera erfasst werden, so dass in beiden Ausführungen die Möglichkeit besteht, mittels einer Bildauswertung anhand der visualisierten Strömungsform den Ort der Ablöseblase und/oder deren Länge festzustellen und gegebenenfalls den Ort und/oder die Länge der Ablöseblase oder die relative Lage eines Gutes zur Ablöseblase in Abhängigkeit eines solchen festgestellten Ortes zu verändern.

[0022] Bei einer wiederum anderen Ausführung kann es auch vorgesehen sein, thermografisch eine durch die Strömung bewirkte Auskühlung wenigstens eines der Strömung ausgesetzten, zum Beispiel geheizten Objektes zu erfassen.

[0023] Für die thermografische Erfassung können beispielsweise übliche Wärmebildkameras zum Einsatz kommen, insbesondere mit denen Infrarotstrahlung im unsichtbaren Bereich erfasst wird.

[0024] Ein der Strömung ausgesetztes Objekt kann in einem einfachen Fall ein Draht sein, der in Strömungsrichtung über der Unterlage, insbesondere parallel zur Unterlage angeordnet ist und der bestromt wird, um entlang seiner Erstreckungsrichtung in Strömungsrichtung erwärmt zu werden. Durch die Anordnung eines solchen Drahtes innerhalb der Strömung ergeben sich mehr oder weniger stark ausgekühlte Bereiche dieses Drahtes, je nach konkreter Ausbildung der Strömung an der jeweiligen Drahtposition.

[0025] So kann am Ort der Ablöseblase, in welchem eine geringere Strömungsgeschwindigkeit vorherrscht, der Draht eine höhere Temperatur annehmen als im Bereich der turbulenten Strömung, so dass mittels einer

thermografischen Erfassung eines solchen Drahtes sehr gut sowohl die örtliche Lage als auch die Länge der Ablöseblase bestimmt werden, insbesondere anhand des Ortes und/oder der Länge des wärmsten Bereiches eines solchen Drahtes. Hier ist es weiterhin vorteilhaft, wenn ein über der Unterlage, insbesondere parallel zu dieser gespannter erwärmter Draht in seinem Abstand zur Unterlage einstellbar ist.

[0026] Um eine Optimierung des Verfahrens beziehungsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung vorzunehmen, kann es vorgesehen sein, den Ort und/oder die Länge der Ablöseblase, insbesondere in Abhängigkeit der vorherigen messtechnischen Erfassung auf gewünschte Sollwerte einzustellen. Hierfür kann ein Regelkreis zum Einsatz kommen mit wenigstens einem durch den Regelkreis angesteuerten Aktor, mit dem Einfluß genommen werden kann auf Ort und/oder Länge der Ablöseblase. Der wenigstens eine Aktor kann z.B. Ort und/oder Form des Anströmprofils und/oder Strömungsgeschwindigkeit oder Strömungsrichtung des Fluids ändern.

[0027] Beispielsweise also kann die Beeinflussung von Ort und/oder Länge der Ablöseblase dadurch erfolgen, dass die Strömungsgeschwindigkeit des zur Trocknung verwendeten Fluids geändert wird. Weitere Möglichkeiten können darin bestehen, Änderung der Form des angeströmten Bereichs des Anströmprofils vorzunehmen. Hierfür kann beispielsweise ein Anströmprofil an der Vorrichtung vorgesehen sein, welches einen von der Kreisform abweichenden Querschnitt senkrecht zu seiner Erstreckungsrichtung hat, so dass die Erfindung beispielsweise vorsehen kann, das Anströmprofil um seine Längserstreckungsrichtung, insbesondere mit einem vorgenannten Aktor zu rotieren und so je nach Rotationswinkel unterschiedliche Bereiche des Anströmprofils durch die Strömung konkret anströmen zu lassen. Beispielsweise kann es vorgesehen sein, dass Anströmprofil im Querschnitt elliptisch auszubilden und das Anströmprofil um seine Längserstreckungsrichtung zu rotieren, um Lage und/oder Länge der Ablöseblase zu verändern.

[0028] Eine andere Möglichkeit ist darin gegeben, die Höhe der Oberkante des Anströmprofils über der Oberfläche der Unterlage zu verändern. Auch besteht die Möglichkeit die Höhe des Anströmprofils insgesamt senkrecht zur Anströmungsrichtung variabel zu gestalten und durch eine Änderung der Höhe Lage und/oder Länge der Ablöseblase einzustellen. Auch mittels einer Lageänderung des Anströmprofils relativ zur Unterlage beziehungsweise zum Gut kann eine entsprechende Veränderung von Ort beziehungsweise Länge der Ablöseblase vorgenommen werden.

[0029] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung kann demnach eingerichtet sein, um die Form eines von der Strömung angeströmten Bereichs des Anströmprofils zu ändern oder aber die örtliche Position eines Anströmprofils relativ zur Unterlage und/oder zu einem darauf positionierten Gut zu verstellen, insbesondere in Abhängigkeit von zuvor messtechnisch erfassten Werten des Or-

tes der Ablöseblase, der Länge der Ablöseblase oder des Ortes des zu trocknenden Gutes auf der Unterlage beziehungsweise relativ zur Ablöseblase. Um die Relativposition vom Gut zur Ablöseblase bzw. zum Anströmprofil zu ändern kann ebenso wenigstens ein Aktor vorgesehen sein, mit dem die Position des Gutes auf der Unterlage, z.B. einem Förderband geändert werden kann. Z.B. können verschiebbliche Schieberelement über der Unterlage vorgesehen sein, die angesteuert werden, das Gut, z.B. beim Vorbeifördern durch ein Förderband zu bewegen.

[0030] Besonders bei einer Ausführungsform, die den Einsatz eines Förderbandes vorsieht, um zu trocknende Güter durch eine Strömung eines zur Trocknung vorgesehenen Fluids zu verwenden, kann eine Weiterbildung zum Zwecke der Vergleichmäßigung der Trocknung vorsehen, dass in der Förderrichtung einer aus wenigstens einem Förderband ausgebildeten Unterlage abwechselnd aufeinander Bereiche, insbesondere wenigstens zwei Bereiche folgen, in denen das gasförmige Fluid das wenigstens eine Förderband in entgegengesetzten Richtungen überströmt, insbesondere in denen die Anströmprofile auf einander gegenüberliegenden Seiten des Förderbandes angeordnet sind. Es kann hierbei vorgesehen sein, dass ein einziges Förderband durch die mehreren Bereiche die Güter hindurchbefördert oder aber auch, dass jeder Bereich sein eigenes Förderband aufweist und zwischen den Bereichen eine Übergabe der zu trocknenden Güter von einem Förderband zum nächsten erfolgt.

[0031] Insbesondere die letztgenannte Ausführung hat den Vorteil, dass erfindungsgemäße Trocknungsvorrichtungen, die jeweils ihr eigenes Förderband zum Transport von Gütern aufweisen, mehrfach hintereinander, jedoch mit jeweils entgegengesetzten Strömungsrichtungen, also um 180 Grad gegeneinander verdreht, positioniert werden können, um diesen erfindungsgemäßen Vorteil zu realisieren.

[0032] Hierbei kann eine Weiterbildung vorsehen, dass zwischen zwei aufeinanderfolgenden Bereichen strömungsformende Elemente, insbesondere über dem Förderband angeordnet sind. Diese könnten z.B. als Leitbleche ausgebildet sein, die senkrecht zum Förderband orientiert sind bzw. parallel zu dessen Flächennormalen. Es kann vorgesehen sein, dass solche Leitbleche positionierbar sind, z.B. um eine Achse parallel zur Flächennormalen der Unterlage rotiert werden können.

[0033] Die theoretischen Grundlagen sowie ein Ausführungsbeispiel der Erfindung werden anhand der nachfolgenden Figuren erläutert.

[0034] Die Figuren 1 zeigen in drei verschiedenen Darstellungen die sich ausbildende Strömung über einer Unterlage 1, auf welcher jeweils ein hier nicht dargestelltes Gut angeordnet werden kann. Bezogen auf die hier dargestellte Figur 1 kann eine Förderung des Gutes senkrecht zur Papierebene vorgesehen sein. Die Figur 1 zeigt eine Anströmung A der Unterlage 1 und eines darauf positionierten Gutes senkrecht zur Flächennormalen der

Unterlage 1, wobei in der Figur 1 a kein Anströmprofil vorhanden ist. Gemäß den physikalischen Gesetzen ergibt sich ein signifikant ausgebildeter laminar Strömungsbereich und ein sich daran anschließender turbulenter Strömungsbereich. Ersichtlich ist hier der Nachteil erkennbar, dass der laminare Strömungsbereich, bezogen auf die Ortskoordinate der Unterlage 1, einen sehr großen Anteil einnimmt und in diesem laminaren Strömungsbereich die Trocknungsraten gering sind.

[0035] Dem gegenüber visualisiert die Figur 1b eine erfindungsgemäße Durchführung des Verfahrens, bei welchem in Strömungsrichtung vor einer Unterlage 1 ein Anströmprofil 2 angeordnet ist, welches hier hinsichtlich seiner Formgestaltung im Querschnitt in Strömungsrichtung im Wesentlichen halbkreisförmig ausgebildet ist. Die visualisierte Darstellung der Strömung 3 zeigt eine in Strömungsrichtung nahe des Anströmprofils 2 liegende kurze Ablöseblase 3a und einen dahinter liegenden, vergleichsweise hinsichtlich der Ortskoordinate x länger ausgebildeten turbulenten Strömungsbereich 3b. Innerhalb der Ablöseblase 3a existiert ein Bereich 3c mit minimaler oder sogar umgekehrter Strömung bzw. einer Rezirkulation, der messtechnisch, gemäß den vorherigen Ausführungen im allgemeinen Beschreibungsteil, erfasst werden kann.

[0036] Die Figur 1b zeigt in der oberen Darstellung ein ausgeprägtes Minimum 4 des konvektiven Stoffübergangskoeffizienten, welches die Existenz der Ablöseblase belegt. In Strömungsrichtung nach der Ablöseblase hingegen folgt ein Bereich turbulenter Strömung mit signifikant erhöhtem konvektivem Stoffübergangskoeffizienten, so dass es erfindungsgemäß vorteilhaft ist, im Bereich 3b der turbulenten Strömung nach der Ablöseblase zu trocknende Güter zu positionieren und diesen Bereich möglichst lang, somit die Ablöseblase möglichst kurz zu gestalten.

[0037] Die Figur 1b visualisiert hier im Wesentlichen weiterhin, dass die Oberkante des Anströmprofils 2 im Wesentlichen mit der Oberfläche der Unterlage 1 fluchtend ausgebildet ist. Das Anströmprofil kann eine Höhe größer als die Dicke der Unterlage haben.

[0038] Im Sinne der Strömungslehre beziehungsweise physikalischer Gesetzmäßigkeiten bildet eine Unterlage mit einem solchen in Strömungsrichtung vorangestellten Anströmprofil eine sogenannte "dicke Platte" im Gegensatz zur "dünnen Platte" der Figur 1 a.

[0039] In der Figur 1b beziehungsweise allgemein bezogen auf die Ausführungsformen der Erfindung kann es vorgesehen sein, dass ein Anströmprofil 2 als separates Bauteil zur Unterlage ausgebildet ist, das Anströmprofil 2 kann jedoch in einer alternativen Ausgestaltung auch unmittelbar an die Unterlage 1 angeformt sein beziehungsweise mit dieser einstückig ausgebildet sein.

[0040] Die Figur 1c zeigt als weitere Ausgestaltung eine andere Formgebung des Anströmprofils 2, welches hier beispielsweise einteilig mit der Unterlage ausgebildet sein kann. Hier ergibt sich gegenüber der Figur 1b eine deutlich längere Ablöseblase und ein kürzerer tur-

bulenter Bereich 3b in der Erstreckungsrichtung der Strömung. Der Vergleich zwischen den Figuren 1b und 1c visualisiert hier im Wesentlichen, dass durch Änderung der geometrischen Profilform des Anströmprofils sowohl die örtliche Lage als auch die Länge der Ablöseblase beeinflussbar ist, so dass es erfindungsgemäß, wie im allgemeinen Teil beschrieben, eine Ausführung der Erfindung vorsehen kann, durch Änderung der geometrischen Form des Anströmprofils bzw. zumindest von dessen angeströmten Bereich den Ort und/oder die Länge der Ablöseblase beeinflussen zu können. Eine solche Beeinflussung kann insbesondere in Abhängigkeit wenigstens eines Messwertes erfolgen, welche den gemessenen Ort und/oder die Länge der Ablöseblase repräsentiert.

[0041] Figur 2 visualisiert ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei welcher eine Unterlage 1 als Förderband ausgebildet ist, welche in Richtung der dargestellten Pfeile 1' eine Förderung von hier nicht weiter visualisierten zu trocknenden Gut vornimmt. Es sind bei dieser hier betrachteten Ausführungsform in Förderrichtung hintereinanderliegend zwei Bereiche B1 und B2 vorgesehen, bei denen die Strömungsrichtung A des zur Trocknung verwendeten gasförmigen Fluids, wie beispielsweise Luft, umgekehrt ist.

[0042] Demnach sind weiterhin auch erfindungsgemäß die Anströmprofile 2 auf gegenüberliegenden Seiten des Förderbandes beziehungsweise der Unterlage 1 angeordnet. Gleiches gilt für die Gebläse zur Erzeugung des Fluidstromes.

[0043] Statt der hier lediglich visualisierten zwei Bereiche, kann die Erfindung auch vorsehen, dass mehr als zwei solcher genannter Bereiche in Förderrichtung aufeinander folgen. Die Darstellung unter Bezugnahme auf die Bezugszeichen 4 und 5 visualisiert Ablöseblase und turbulenten Bereich, wobei sich letzterer maßgeblich über einen Großteil, insbesondere mehr als 90 %, in der bevorzugten Ausführung über die Breite B des Förderbandes erstreckt. Im Bereich B2 ist die Strömungsform umgekehrt ausgebildet zu derjenigen im Bereich B1, so dass sich im Mittel in Förderrichtung betrachtet, ein vergleichmäßigt turbulent Profil ergibt, was zu einer vergleichmäßigten Trocknung von geförderten Gut führt.

[0044] Weiterhin zeigt die Figur 2, dass im Bereich zwischen den Bereichen B1 und B2 strömungsleitende Elemente 6 angeordnet werden können, um die einander entgegengesetzten Strömungen strömungstechnisch besser voneinander zu isolieren.

[0045] Auch hier kann es vorgesehen sein, die Profilform, die bei den Anströmprofilen 2 hier wiederum jeweils als halbkreisförmig symbolisiert dargestellt ist, variabel gestalten zu können. Beispielsweise kann es wie im eingangs genannten Beschreibungsteil beschrieben, vorgesehen sein, ein Anströmprofil im Querschnitt senkrecht zur Förderrichtung beziehungsweise im Querschnitt in Anströmrichtung elliptisch auszubilden und durch eine Rotation senkrecht zur Anströmrichtung beziehungsweise um eine Achse in Förderrichtung je nach

Winkelstellung verschiedene angeströmte Formen bereitzustellen und so die Lage der Ablöseblase zu verändern, ebenso wie deren Länge.

[0046] Hier steht es insbesondere zu erwarten, mit Verweis auf die Figuren 1b und 1c, dass bei einer Ausrichtung der langen Halbachse der Querschnittsellipse in Strömungsrichtung und somit einer der Anströmung ausgesetzten starken Krümmung des Anströmprofils eine kürzere Ablöseblase erzielt wird im Vergleich zu einer Ausrichtung des Ellipsenquerschnittes, bei welcher die kurze Halbachse der Ellipse in Anströmrichtung liegt. So kann bei einer beispielsweise elliptischen Querschnittsformung des Anströmprofils durch eine Drehung des Anströmprofils um lediglich 90 Grad Länge und Ort der Ablöseblase relativ zur Unterlage 1 beziehungsweise zu einem zu fördernden Gut eingestellt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Konvektionstrocknung von Gütern, bei dem ein zu trocknendes Gut auf einer Unterlage (1) angeordnet wird und einer Strömung eines zur Trocknung vorgesehenen gasförmigen Fluids ausgesetzt wird, **dadurch gekennzeichnet dass**

- a. mit dem Fluid ein in Strömungsrichtung (A) vor dem Gut angeordnetes Anströmprofil (2), insbesondere vor der Unterlage (1) angeordnetes Anströmprofil (2), insbesondere seitlich neben der Unterlage (1) angeordnetes Anströmprofil (2), angeströmt und die Unterlage (1) überströmt wird, insbesondere wobei die Oberkante des Anströmprofils (2) zumindest im Wesentlichen mit der Oberfläche der Unterlage (1) in Strömungsrichtung (A) fluchtet, und
- b. das zu trocknende Gut in einem Bereich der Unterlage (1) positioniert wird, der in Strömungsrichtung nach einer über der Unterlage (1) gebildeten, insbesondere transitionalen Ablöseblase (3b) des Fluids liegt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anströmungsrichtung (A) des Fluids in einem Winkelbereich von 45 bis 135 Grad zur Flächennormalen, insbesondere senkrecht zur Flächennormalen der Unterlage (1) gewählt wird.

3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Unterlage (1) durch ein Förderband gebildet wird, welches ein zu trocknendes Gut senkrecht zur Flächennormalen des Förderbandes und durch die Fluidströmung hindurch, insbesondere quer zur Anströmrichtung und bevorzugt senkrecht zur Anströmungsrichtung des Fluids transportiert.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,

- dadurch gekennzeichnet, dass** der Ort der Ablöseblase (3b) und/oder die Länge der Ablöseblase (3b) über der Unterlage (1) messtechnisch erfasst wird und auf eine Sollposition relativ zur Unterlage (1) oder relativ zu einem zu trocknenden Gut eingestellt wird, insbesondere wofür zusätzlich die Position eines Gutes relativ zur Unterlage (1) messtechnisch erfasst wird. 5
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ort des Gutes auf der Unterlage (1) messtechnisch erfasst wird und auf eine Sollposition relativ zur Unterlage (1) oder relativ zur Ablöseblase (3b) eingestellt wird, insbesondere wofür die Position der Ablöseblase (3b) relativ zur Unterlage (1) oder relativ zum Gut messtechnisch erfasst wird. 10
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ort der Ablöseblase (3b) ermittelt wird mittels 20
- a. wenigstens eines Strömungsmessers, insbesondere eines Anemometers, der über der Unterlage (1) in der Strömung angeordnet ist 25
 - b. einer optischen Erfassung wenigstens eines die Strömung visualisierenden Objektes, insbesondere Rauchpartikel oder ein in der Strömung liegendes Band
 - c. einer thermografischen Erfassung einer durch die Strömung bewirkten Auskühlung wenigstens eines der Strömung ausgesetzten Objektes 30
7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ort und/oder die Länge der Ablöseblase (3b) eingestellt wird durch 35
- a. Änderung der Strömungsgeschwindigkeit und/oder 40
 - b. Änderung der Form des angeströmten Bereichs des Anströmprofil (2) und/oder
 - c. Änderung der Höhe der Oberkante des Anströmprofils (2) über der Oberfläche des Unterlage und/oder 45
 - d. Änderung der Höhe des Anströmprofils (2) senkrecht zur Anströmungsrichtung und/oder
 - e. Änderung des Abstandes des Anströmprofils (2) zur Unterlage oder zum Gut und/oder
 - f. Änderung des Anströmwinkels des Fluids zur Flächennormalen der Unterlage (1). 50
8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Förderrichtung einer aus wenigstens einem Förderband ausgebildeten Unterlage (1) abwechselnd aufeinander Bereiche (B1, B2), insbesondere wenigstens zwei Bereiche folgen, in denen das Fluid das wenigstens 55
- eine Förderband in entgegengesetzten Richtungen überströmt, insbesondere in denen die Anströmprofile (2) auf einander gegenüberliegenden Seiten des Förderbandes angeordnet sind.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen zwei aufeinanderfolgenden Bereichen (B1, B2) strömungsformende Elemente, insbesondere über dem Förderband angeordnet sind.
10. Trocknungsvorrichtung zur konvektiven Trocknung von Gütern umfassend eine Unterlage (1), insbesondere eine aus wenigstens einem Förderband ausgebildete Unterlage (1), auf der ein zu trocknendes Gut positionierbar ist und Mittel, insbesondere wenigstens ein Gebläse, zur Erzeugung einer Strömung eines zur Trocknung vorgesehenen gasförmigen Fluids, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zur Erzeugung einer Strömung ausgerichtet sind zur Erzeugung einer Strömung über die Unterlage (1) hinweg, wobei die Trocknungsvorrichtung wenigstens ein in Strömungsrichtung vor der Unterlage (1) angeordnetes Anströmprofil umfasst, wobei die erzeugte Strömung des Fluids auf das wenigstens eine in Strömungsrichtung vor der Unterlage (1), insbesondere seitlich neben der Unterlage (1) angeordnete Anströmprofil (2) so ausgerichtet ist, dass während der Benutzung der Trocknungsvorrichtung eine transitionale Ablöseblase (3b) erzeugt wird, wobei ein Bereich auf der Unterlage (1) gebildet wird, in welchem das zu trocknende Gut positionierbar ist und welches in einem in Strömungsrichtung (A) auf die Ablöseblase (3b) folgenden turbulenten Strömungsbereich (3c) des Fluids liegt.
11. Trocknungsvorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anströmprofil (2) änderbar ist hinsichtlich
- a. der Form eines von der Strömung angeströmten Bereichs des Anströmprofils (2)
 - b. seiner örtlichen Position relativ zur Unterlage und/oder einem darauf positionierten Gut

Claims

1. Method for the convection drying of articles, in which an article to be dried is arranged on a base (1) and is exposed to a flow of a gaseous fluid provided for drying, **characterized in that**
- a. an incident flow profile (2) arranged upstream of the article, in particular an incident flow profile (2) arranged upstream of the base (1), in particular an incident flow profile (2) arranged laterally adjacent to the base (1), in the flow direction (A)

- is flowed against, and the base (1) is flowed over, by the fluid, in particular wherein the upper edge of the incident flow profile (2) is at least substantially aligned with the surface of the base (1) in the flow direction (A), and
- b. the article to be dried is positioned in a region of the base (1), which region is situated downstream of an, in particular transitional, separation bubble (3b), formed above the base (1), of the fluid in the flow direction.
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the incident flow direction (A) of the fluid is selected to be in an angle range from 45 to 135 degrees to the surface normal, in particular to be perpendicular to the surface normal, of the base (1).
 3. Method according to either of the preceding claims, **characterized in that** the base (1) is formed by a conveyor belt which transports an article, to be dried, perpendicularly to the surface normal of the conveyor belt and through the fluid flow, in particular transversely to the incident flow direction and preferably perpendicularly to the incident flow direction of the fluid.
 4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the location of the separation bubble (3b) and/or the length of the separation bubble (3b) above the base (1) is detected by measurement and is set to a target position relative to the base (1) or relative to an article to be dried, in particular for which purpose, in addition, the position of an article relative to the base (1) is detected by measurement.
 5. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the location of the article on the base (1) is detected by measurement and is set to a target position relative to the base (1) or relative to the separation bubble (3b), in particular for which purpose the position of the separation bubble (3b) relative to the base (1) or relative to the article is detected by measurement.
 6. Method according to Claim 4 or 5, **characterized in that** the location of the separation bubble (3b) is determined by means of
 - a. at least one flow meter, in particular an anemometer, which is arranged above the base (1) in the flow
 - b. optical detection of at least one object which visualizes the flow, in particular smoke particles or a ribbon situated in the flow
 - c. thermographic detection of cooling, effected by the flow, of at least one object exposed to the flow.
 7. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the location and/or the length of the separation bubble (3b) is set by
 - a. changing the flow speed and/or
 - b. changing the form of the flowed-against region of the incident flow profile (2) and/or
 - c. changing the height of the upper edge of the incident flow profile (2) above the surface of the base and/or
 - d. changing the height of the incident flow profile (2) perpendicularly to the incident flow direction and/or
 - e. changing the distance of the incident flow profile (2) from the base or from the article and/or
 - f. changing the incident flow angle of the fluid to the surface normal of the base (1).
 8. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that**, in the conveying direction of a base (1) formed from at least one conveyor belt, regions (B1, B2), in particular at least two regions, in which the fluid flows over the at least one conveyor belt in opposite directions, in particular in which the incident flow profiles (2) are arranged on mutually opposite sides of the conveyor belt, follow one another in an alternating manner.
 9. Method according to Claim 8, **characterized in that** flow-forming elements are arranged, in particular above the conveyor belt, between two regions (B1, B2) following one another.
 10. Drying device for the convective drying of articles, comprising a base (1), in particular a base (1) formed from at least one conveyor belt, on which an article to be dried is able to be positioned, and comprising means, in particular at least one blower, for producing a flow of a gaseous fluid provided for drying, **characterized in that** the means for producing a flow are oriented to produce a flow across the base (1), wherein the drying device comprises at least one incident flow profile arranged upstream of the base (1) in the flow direction, wherein the produced flow of the fluid is directed onto the at least one incident flow profile (2), arranged upstream of the base (1), in particular laterally adjacent to the base (1), in the flow direction, such that, during the use of the drying device, a transitional separation bubble (3b) is produced, wherein a region on the base (1) is formed, in which region the article to be dried is able to be positioned and which is situated in a turbulent flow region (3c), following the separation bubble (3b) in the flow direction (A), of the fluid.
 11. Drying device according to Claim 10, **characterized in that** the incident flow profile (2) is able to be changed with regard to

- a. the form of a region of the incident flow profile (2), which region is flowed against by the flow
- b. its spatial position relative to the base and/or to an article positioned thereon.

5

Revendications

1. Procédé de séchage par convection d'articles, dans lequel un article à sécher est disposé sur un support (1) et est exposé à un écoulement d'un fluide gazeux prévu pour le séchage, **caractérisé en ce que**

10

- a. un profil d'attaque (2) disposé dans la direction d'écoulement (A) en avant de l'article, en particulier un profil d'attaque (2) disposé en avant du support (1), en particulier un profil d'attaque (2) disposé latéralement à côté du support (1), est balayé avec le fluide et le support (1) est recouvert par l'écoulement, en particulier l'arête supérieure du profil d'attaque (2) étant au moins essentiellement en affleurement avec la surface du support (1) dans la direction d'écoulement (A), et
- b. l'article à sécher est positionné dans une région du support (1) qui est située dans la direction d'écoulement après une bulle de décollement (3b), notamment transitionnelle, du fluide, formée par-dessus le support (1).

15

20

25

30

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la direction d'attaque (A) du fluide est sélectionnée dans une plage angulaire de 45 à 135 degrés par rapport à la normale à la surface, en particulier perpendiculairement à la normale à la surface du support (1).

35

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le support (1) est formé par une bande transporteuse qui transporte un article à sécher perpendiculairement à la normale à la surface de la bande transporteuse et à travers l'écoulement de fluide, en particulier transversalement à la direction d'attaque et de préférence perpendiculairement à la direction d'attaque du fluide.

40

45

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la position de la bulle de décollement (3b) et/ou la longueur de la bulle de décollement (3b) sur le support (1) sont détectées par une technique de mesure et sont ajustées à une position de consigne par rapport au support (1) ou par rapport à un article à sécher, en particulier la position d'un article par rapport au support (1) est en outre détectée à cet effet par une technique de mesure.

50

55

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la position de l'article sur le support (1) est détectée par une technique de mesure et est ajustée à une position de consigne par rapport au support (1) ou par rapport à la bulle de décollement (3b), en particulier la position de la bulle de décollement (3b) par rapport au support (1) ou par rapport à l'article étant à cet effet détectée par une technique de mesure.

6. Procédé selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que** la position de la bulle de décollement (3b) est détectée au moyen

- a. d'au moins un débitmètre, en particulier un anémomètre, qui est disposé au-dessus du support (1) dans l'écoulement,
- b. d'une détection optique d'au moins un objet visualisant l'écoulement, en particulier des particules de fumée ou une bande située dans l'écoulement,
- c. d'une détection thermographique d'un refroidissement provoqué par l'écoulement d'au moins un objet exposé à l'écoulement.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la position et/ou la longueur de la bulle de décollement (3b) est ajustée par

- a. variation de la vitesse d'écoulement et/ou
- b. variation de la forme de la région balayée du profil d'attaque (2) et/ou
- c. variation de la hauteur de l'arête supérieure du profil d'attaque (2) au-dessus de la surface du support et/ou
- d. variation de la hauteur du profil d'attaque (2) perpendiculairement à la direction d'attaque et/ou
- e. variation de la distance du profil d'attaque (2) au support ou au à l'article et/ou
- f. variation de l'angle d'attaque du fluide par rapport à la normale à la surface du support (1).

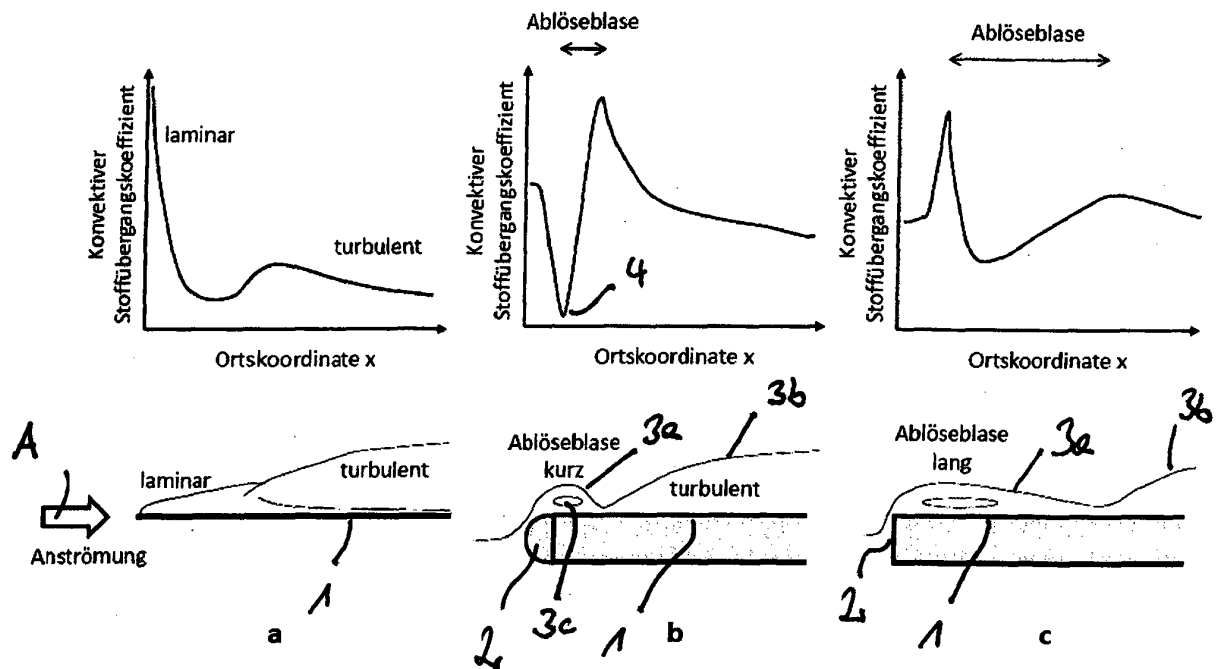
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** dans la direction de transport d'un support (1) réalisé à partir d'au moins une bande transporteuse, des régions se suivent en alternance l'une sur l'autre (B1, B2), en particulier au moins deux régions, dans lesquelles le fluide recouvre l'au moins une bande transporteuse dans des directions opposées, en particulier dans lesquelles les profils d'attaque (2) sont disposés sur des côtés opposés de la bande transporteuse.

9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce qu'**entre deux régions successives (B1, B2) sont disposés des éléments formant l'écoulement, en parti-

culier au-dessus de la bande transporteuse.

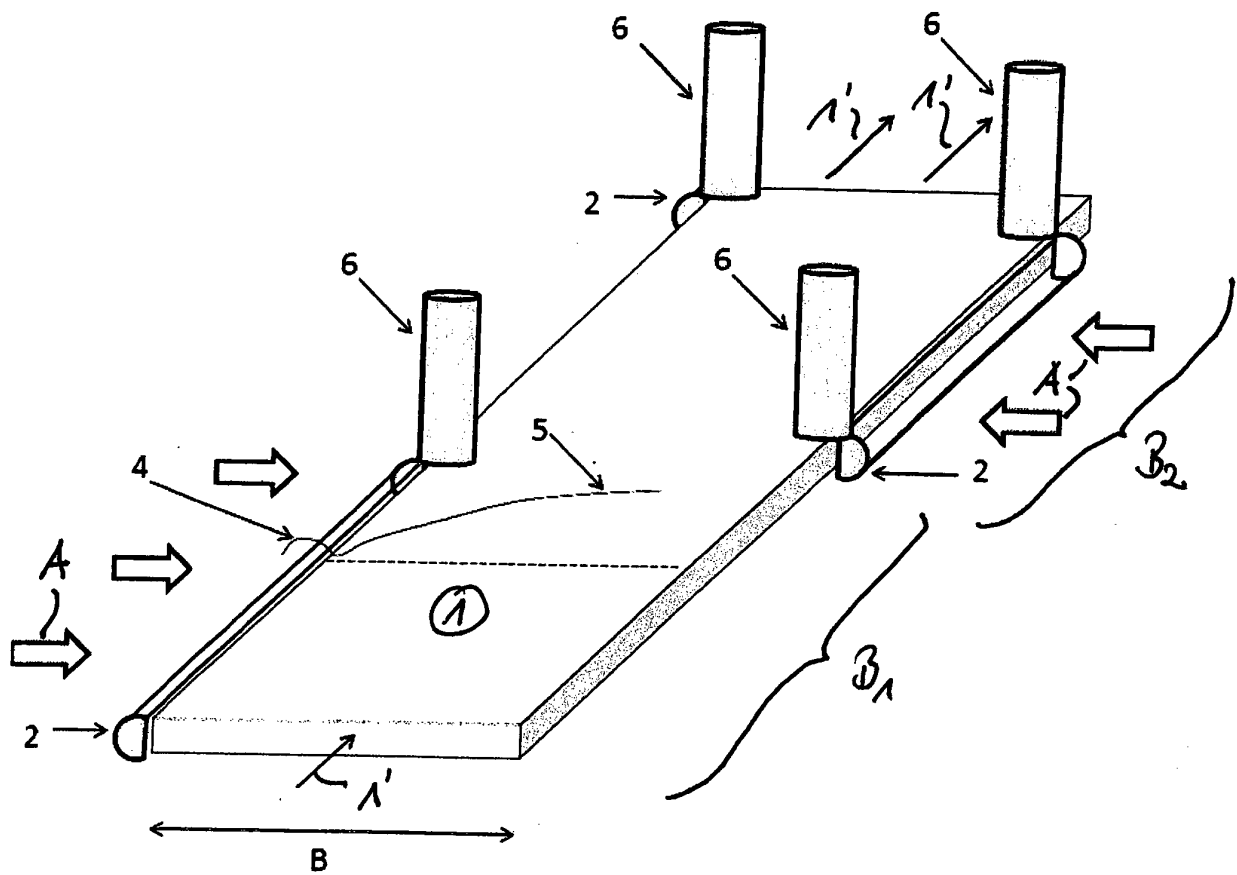
10. Dispositif de séchage pour le séchage par convection d'articles comprenant un support (1), en particulier un support (1) réalisé à partir d'au moins une bande transporteuse, sur lequel peut être positionné un produit à sécher, et des moyens, en particulier au moins une soufflante, pour générer un écoulement d'un fluide gazeux prévu pour le séchage, **caractérisé en ce que** les moyens pour produire un écoulement sont prévus pour générer un écoulement au-delà du support (1), le dispositif de séchage comprenant au moins un profil d'attaque disposé dans la direction d'écoulement en avant du support (1), l'écoulement de fluide produit étant orienté sur l'au moins un profil d'attaque (2) disposé dans la direction d'écoulement en avant du support (1), en particulier latéralement à côté du support (1), de telle sorte que pendant l'utilisation du dispositif de séchage, une bulle de décollement transitionnelle (3b) soit produite, une région étant formée sur le support (1), dans laquelle le produit à sécher peut être positionné et qui est située dans une région d'écoulement (3c) turbulente du fluide après la bulle de décollement (3b) dans la direction d'écoulement (A).
11. Dispositif de séchage selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le profil d'attaque (2) peut être modifié en termes de
- la forme d'une région balayée par l'écoulement du profil d'attaque (2),
 - sa position physique par rapport au support et/ou par rapport à un article positionné sur celui-ci.

Figuren



Figur 1

Schematische Darstellung der Strömungsformen und der damit zusammenhängenden konvektiven Stoffübergangskoeffizienten bei transitionalen Ablöseblasen

**Figur 2**

Schematische Darstellung der Ausführung zur Erzeugung von transitionalen Ablöseblasen für ein plattenförmiges Trocknungsgut mit der Breite B.

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 102007020837 [0001]