

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 825 403 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
25.02.1998 Patentblatt 1998/09

(51) Int. Cl.⁶: **F26B 3/30**, F26B 21/06,
F26B 15/12

(21) Anmeldenummer: 97112127.2

(22) Anmeldetag: 16.07.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV RO SI

(30) Priorität: 17.07.1996 DE 19628831

(71) Anmelder:
**BASF Coatings Aktiengesellschaft
48165 Münster (DE)**

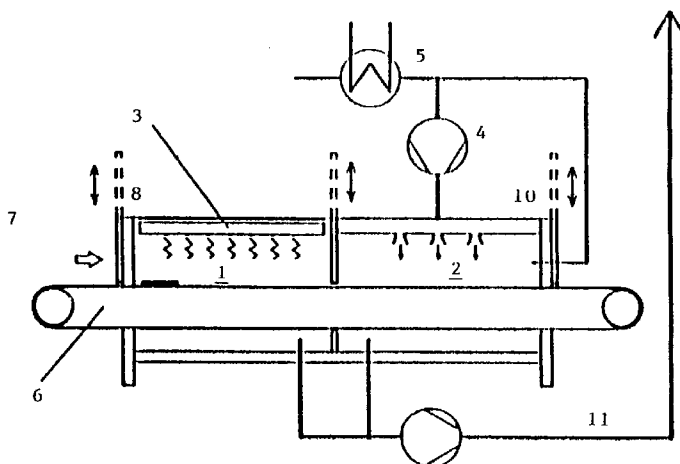
(72) Erfinder:
• **Biallas, Bernd, Dr.**
48324 Albersloh (DE)
• **Holzappel, Klaus, Dr.**
59387 Ascheberg (DE)
• **Sickert, Stefan**
59063 Hamm (DE)
• **Machaczek, Peter**
48145 Münster (DE)

(74) Vertreter:
**Fitzner, Uwe, Dr. et al
Kaiserswerther Strasse 74
40878 Ratingen (DE)**

(54) Labortrockner

(57) Labortrockner für die Simulation industrieller Lacktrocknungsanlagen enthaltend einen Bestrahlungsraum (1) mit IR-Strahlern (3) sowie einen dazu

benachbarten Konvektionsraum (2) mit ventilierten und beheizten Trocknungsgasen.



FIGUR 1

EP 0 825 403 A2

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein als Labortrockner bezeichnetes Gerät für die Simulation industrieller Lack-Trocknungsanlagen.

Ein wichtige Station im Rahmen der Erforschung und Entwicklung von Lacken ist die Untersuchung ihres Trocknungsverhaltens. Unter Trocknung wird dabei das Aushärten der aufgetragenen (flüssigen oder pulverförmigen) Lackschicht verstanden. Dabei besteht die Trocknung in der Regel aus zwei Vorgängen: Zum einen werden ggfs. vorhandene Lösemittel verdampft, z.B. das Wasser aus Wasserbasislacken („Flash-Off“). Zum anderen bewirkt die Trocknung die chemische Vernetzung der Bindemittel des Lackes. Die Art und Weise der Prozeßführung während der Lacktrocknung hat entscheidende Auswirkungen auf die Eigenschaften der erhaltenen Lackschicht. Es ist daher im Rahmen der industriellen Forschung unbedingt erforderlich, den Trocknungsvorgang im Labor zu untersuchen und dabei die in industriellen Großanlagen auftretenden Bedingungen möglichst exakt nachzustellen.

Die nach dem Stand der Technik bekannten Labortrockner für die Untersuchung von Lackproben im Labor erlauben jedoch die Nachstellung realer technischer Prozesse nur äußerst unzureichend. So gibt es sogenannte Durchlaufanlagen, bei denen zu trocknende Objekte kontinuierlich durch einen Ofen bewegt werden und dabei mit erwärmten Trocknungsgasen ventiliert werden. Derartige Anlagen erfordern jedoch zum einen eine erhebliche Baulänge, damit die Beschichtungen auf der zurückgelegten Strecke ausreichend getrocknet werden können. Zum anderen handelt es sich hierbei um eine reine Konvektionstrocknung. Eine genaue Steuerung der Temperatur des zu trocknenden Objektes ist mit diesen Anlagen nicht möglich.

Desweiteren existieren Trocknungskammern mit eingebauten Infrarot(IR)Strahlern. Die zu trocknenden Proben müssen in einen derartigen Kammetrockner eingebracht werden und verbleiben dort bis nach Beendigung des Trocknungsvorganges. Aufgrund der thermischen Eigenschaften der Kammer als Gesamtvorrichtung ist deren Temperaturverhalten nur äußerst begrenzt steuerbar. Zudem muß eine derartige Kammer nach einem Trocknungsversuch wieder bis auf den Ausgangszustand abgekühlt werden, bevor eine neue Probe eingebracht und getrocknet werden kann. Desweiteren fehlt diesen Geräten gerade ein Konvektionsteil, mit welchem sich der Anteil der Konvektion an einem realen technischen Trocknungsvorgang simulieren ließe.

Die vorliegende Erfindung hat sich demgegenüber die Aufgabe gestellt, die Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden und einen Labortrockner zur Verfügung zu stellen, mit dem großtechnische Trocknungsvorgänge realistisch simuliert werden können, und der zu diesem Zweck insbesondere das Durchlaufen verschiedener Temperaturverläufe ermöglicht und eine

Nachstellung der Trocknung durch Konvektionsvorgänge erlaubt. Desweiteren soll der erfindungsgemäße Labortrockner durch eine kompakte Bauweise laborgerechte Maße erreichen und einen hohen Nutzungsgrad ermöglichen.

Diese Aufgabe wird durch einen erfindungsgemäßen Labortrockner gelöst, welcher folgende Elemente enthält:

- a) einen Bestrahlungsraum mit IR-Strahlern,
- b) einen Konvektionsraum mit Mitteln zur Erzeugung, Lenkung und Bewegung von Trocknungsgasen,
- c) ein Fördersystem zur Halterung und zum Transport von Beschichtungsproben durch den Bestrahlungsraum und den Konvektionsraum,
- d) Türsysteme am Eingang und Ausgang des Labortrockners sowie zwischen dem Bestrahlungsraum und dem Konvektionsraum.

Durch den erfindungsgemäßen Labortrockner können überraschenderweise alle obengenannten Anforderungen erfüllt werden. Zunächst ist es durch die Anordnung eines Bestrahlungsraumes mit IR-Strahlern möglich, einer Beschichtungsprobe einen nahezu beliebigen Temperaturverlauf aufzuprägen. Zu diesem Zweck befinden sich in dem Bestrahlungsraum vorzugsweise Meßfühler, die die Temperatur und ggfs. weitere wichtige Parameter erfassen und diese an ein Regelungssystem weitergeben, welches (unter anderem) die Heizleistung der IR-Strahler steuert. Auf diese Weise kann durch Vorgabe von Soll-Kurven nahezu jeder beliebige Temperaturverlauf in der Beschichtungsprobe erzeugt werden. Insbesondere können die Temperaturverläufe nachgestellt werden, die erfahrungsgemäß bei industriellen Trocknungsvorgängen in Großanlagen, z.B. bei der Automobillackierung, auftreten.

Der erfindungsgemäße Labortrockner enthält desweiteren einen Konvektionsraum, welcher dem Bestrahlungsraum unmittelbar benachbart ist. Innerhalb des Konvektionsraumes befinden sich Mittel zur Erzeugung der die Trocknung bewirkenden Konvektion. Dabei handelt es sich vorzugsweise um Ein- und Auslaßöffnungen für das Trocknungsgas sowie mindestens eine Ventilationspumpe. In dem Konvektionsraum lassen sich diejenigen Anteile eines realen Trocknungsvorganges nachstellen, die durch Konvektion bewirkt werden. Vorzugsweise enthält zu diesem Zweck der Konvektionsraum Meßfühler für wichtige Parameter wie z.B. Temperatur, Druck oder Gasgeschwindigkeit, welche ihre Meßwerte an ein Regelungssystem rückmelden. Das Regelungssystem kann dann in vorgegebener Weise auf die Temperatur oder den Volumenstrom der Trocknungsgase einwirken.

Die Nutzung der beschriebenen Bestrahlungs- und Konvektionsräume innerhalb der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird ermöglicht durch ein Fördersystem,

welches die Beschichtungsproben hält und vom Bestrahlungsraum in den Konvektionsraum transportiert. In der Regel wird der Transport in der angegebenen Reihenfolge stattfinden. Es wird durch die erfindungsgemäße Anlage jedoch auch grundsätzlich ermöglicht, die Probe in umgekehrter Reihenfolge durch den Labortrockner zu führen oder nach Wunsch zwischen den Bestrahlungs- und Konvektionsraum hin und her zu bewegen. Desweiteren enthält die erfindungsgemäße Vorrichtung Türsysteme am Eingang und Ausgang des Labortrockners sowie zwischen den Belüftungs- und dem Konvektionsraum. Durch diese Türsysteme, die sich nur für das Einbringen der Beschichtungsproben öffnen, wird erreicht, daß die beiden Trocknungsräume abgeschlossen sind. Störeinflüsse von außen oder eine Abgabe von Ausdunstungsprodukten an die Umgebung sind hierdurch ausgeschlossen.

Der erfindungsgemäße Labortrockner hat zunächst den Vorteil, daß er zwei verschiedene Trocknungsmethoden, nämlich die IR-Bestrahlung und die Konvektion, in einem Gerät vereinigt. Hierdurch ist es möglich, beide Bestandteile eines realen Trocknungsvorganges nachzustellen. Durch die Unterbringung in einem einzigen Gerät wird dabei vermieden, daß nicht reproduzierbare Störeinflüsse durch den Transport einer Beschichtungsprobe von einem Labortrockner eines Typs in einen Labortrockner eines anderen Typs auftreten. Desweiteren ist der Labortrockner mit seinen abgeschlossenen Kammern und dem steuerbaren Fördersystem darauf eingerichtet, die Beschichtungsproben für vorgebbare Zeiträume innerhalb der jeweiligen Trocknungskammern ruhen zu lassen. Der Labortrockner kann hierdurch im Gegensatz zu einem Durchlaufofen kompakt gebaut werden, da die Trocknungselemente nur so groß wie die Beschichtungsproben (und nicht wie der von ihnen zurückgelegte Weg) sein müssen. Darüber hinaus kann durch die rückgekoppelte Regelung der Temperatur und Konvektionsverläufe eine äußerst genaue Nachstellung von realen Trocknungsbedingungen erfolgen. Durch die Unterbringung von IR-Trocknung und Konvektion in verschiedenen Räumen ist es ferner möglich, beide Räume kontinuierlich zu betreiben. Es ist daher nicht erforderlich, z.B. den Bestrahlungsraum nach jedem Trocknungsvorgang auf den Ausgangszustand zurückzuführen.

Bei dem Fördersystem für die Beschichtungsproben handelt es sich vorzugsweise um ein Laufband. Das Fördersystem kann mit einer Steuerung oder Regelung verbunden sein, welche den Transportvorgang überwacht und insbesondere auf bestimmte Verweilzeiten in den einzelnen Räumen achtet.

Sowohl der Bestrahlungsraum als auch der Konvektionsraum können an ein Entlüftungssystem angeschlossen sein. Durch dieses Entlüftungssystem werden vorzugsweise verdampfte Lösemittel abgeführt.

Die innerhalb des Konvektionsraumes verwendeten Trocknungsgase werden vorzugsweise in einem Kreis-

lauf geführt. Bei den Trocknungsgase kann es sich insbesondere um Luft handeln.

Schließlich ist es erfindungsgemäß bevorzugt, die IR-Strahler und/oder die Ein- und Auslässe der Trocknungsgase derart variabel anzuordnen, daß die IR-Strahlungsrichtung bzw. die Strömungsrichtung der Gase so verändert werden kann, daß auch um 90 ° gedrehte Beschichtungsproben getrocknet werden können. Da es sich bei den Beschichtungsproben in der Regel um plattenförmige Körper handelt, können durch diese Ausgestaltung des Labortrockners sowohl waagrecht liegende als auch senkrecht stehende Beschichtungsplatten getrocknet werden.

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Simulation der Trocknungsvorgänge in industriellen Lacktrocknungsanlagen, bei welchem zunächst Beschichtungsproben hergestellt werden, diese sodann in einen Bestrahlungsraum transportiert werden und dort ggfs. einen bestimmten Zeitraum verweilen. Innerhalb des Bestrahlungsraumes wirkt Infrarotstrahlung auf die Beschichtungsproben ein. Vorzugsweise geschieht dies derart, daß ein geregelter Temperaturverlauf erzeugt wird. Desweiteren werden bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Proben in einen dem Bestrahlungsraum benachbarten Konvektionsraum transportiert und können dort ggfs. einen bestimmten Zeitraum verweilen. Innerhalb des Konvektionsraumes werden die Beschichtungsproben von Trocknungsgasen, vorzugsweise Luft, umspült. Besonders bevorzugt ist es dabei, wenn Temperatur und Volumenstrom der Trocknungsgase innerhalb des Konvektionsraumes in einem rückgekoppelten Regelkreis überwacht werden.

Im folgenden wird die erfindungsgemäße Vorrichtung mit Hilfe der Abbildungen beispielhaft erläutert.

Figur 1 zeigt ein Schema des gesamten Labortrockners in Seitenansicht.

Figur 2 zeigt einen Querschnitt durch den Konvektionsraum.

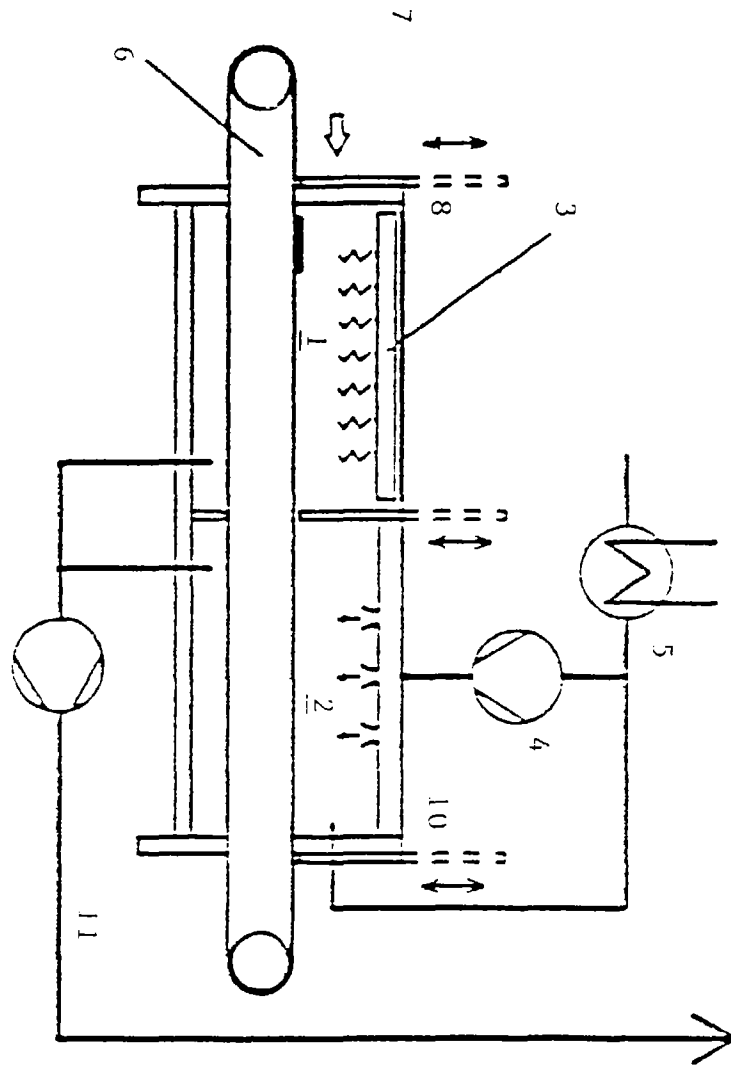
Der Labortrockner nach Figur 1 wird im wesentlichen gebildet aus den beiden benachbarten Kammern des Bestrahlungsraumes 1 und des Konvektionsraumes 2. An der Decke des Bestrahlungsraumes 1 sind die IR-Strahler 3 angeordnet. Diese senden ihre Infrarotstrahlung nach unten ab und erreichen damit auf breiter Fläche die auf dem Förderband 6 transportierte Beschichtungsprobe 7. Es ist erfindungsgemäß jedoch auch vorgesehen, die Infrarotstrahler derart schwenkbar zu machen, daß sie auch eine (im Gegensatz zur Darstellung in Figur 1) senkrecht stehende Beschichtungsprobe 7 durch senkrechte Bestrahlung der Oberfläche trocknen können. Der Bestrahlungsraum 1 wird eingangsseitig durch die verschiebbare Tür 8 und ausgangssseitig zum Konvektionsraum 2 hin durch die verschiebbare Tür 9 verschlossen.

In dem Konvektionsraum 2 sind Ein- und Auslässe für Trocknungsgase vorgesehen. In Figur 1 befinden

sich die Einlässe dabei an der Decke des Konvektionsraumes 2. Trocknungsgase (vorzugsweise Luft), die durch einen Ventilator 4 in den Konvektionsraum befördert werden, treten durch die Einlaßschlitze in der Decke des Konvektionsraumes 2 in diesen ein und treffen somit senkrecht auf die (auf dem Band liegende) Beschichtungsprobe 7 auf. In Figur 2 ist zur Verdeutlichung der Strömungsführung ein Querschnitt durch den Konvektionsraum 2 dargestellt. Sowohl durch die Einlaßschlitze 13 in der Decke des Raumes als auch durch die Seitenwände wird Trocknungsgas in den Konvektionsraum 2 gedrückt und damit an der Probe 7 vorbeigeführt. Die Trocknungsgase verlassen den Konvektionsraum 2 an dessen unterem Ende und werden in einem Kreislauf 12 über den Ventilator 4 wieder zum Konvektionsraum zurückgeführt. Durch die Entgasungsleitung 11 verliert der Konvektionsraum jedoch auch einen gewissen Anteil der Trocknungsgase. Diese Leckage muß dem Kreislauf 12 ständig ersetzt werden. Dieses geschieht durch die Zufuhr frischer Trocknungsgase über eine Heizung 5. Die Heizung 5 kann dabei insbesondere mit einer Temperaturregelung der Anlage verbunden sein, um somit die Temperatur der Trocknungsgase genau bestimmen zu können. Desgleichen kann der Ventilator 4 in seiner Förderleistung von der Regelung kontrolliert werden. Typische Werte für die Temperatur der Trocknungsgase im Konvektionsraum 2 betragen 30 bis 100 °C. Die Geschwindigkeit der Konvektionsströmung beträgt typischerweise 0,2 bis 2 m/s im freien Querschnitt des Ofens, wobei in den Luft-Austritts-Düsen höhere Geschwindigkeiten (bis zu 10 m/s) auftreten können. Typische Abmessungen des Labortrockners sind (Länge x Breite x Höhe): 3700 x 1700 x 2200 mm.

Patentansprüche

1. Labortrockner für die Simulation industrieller Lack-Trocknungsanlagen, enthaltend
 - a) einen Bestrahlungsraum (1) mit Infrarotstrahlern (3),
 - b) einen Konvektionsraum (2) mit Mitteln (4,5,13) zur Erzeugung, Lenkung und Bewegung von Trocknungsgasen,
 - c) ein Fördersystem (6) zur Halterung und zum Transport von Beschichtungsproben (7) durch den Bestrahlungsraum (1) und den Konvektionsraum (2),
 - d) Türsysteme (8,9,10) am Eingang und Ausgang des Labortrockners sowie zwischen den Belüftungsraum (1) und dem Konvektionsraum (2).
2. Labortrockner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Heizung (5) für die Trocknungsgase vorhanden ist.
3. Labortrockner nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Heizleistung der IR-Strahler (3) zeitlich gesteuert, insbesondere konstant vorgewählt, oder über Meßfühler rückgekoppelt geregelt werden kann.
4. Labortrockner nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** Temperatur und/oder Volumenstrom der Trocknungsgase zeitlich gesteuert oder über Meßfühler rückgekoppelt geregelt werden können.
5. Labortrockner nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Fördersystem (6) mit einer Steuerung oder Regelung für den Ablauf des Transportes verbunden ist.
6. Labortrockner nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Fördersystem (6) ein Laufband oder Kettenförderer ist.
7. Labortrockner nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** Strahlungsraum (1) und Konvektionsraum (2) an ein Entlüftungssystem (11) angeschlossen sind.
8. Labortrockner nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Trocknungsgase teilweise in einem Kreislauf (12) geführt werden.
9. Labortrockner nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Strahlungsrichtung der Infrarotstrahler und/oder die Strömungsrichtung der Trocknungsgase derart verändert werden kann, daß die bevorzugt getrocknete Fläche der Beschichtungsproben um 90 ° gedreht ist.
10. Verfahren zur Simulation industrieller Lacktrocknungsanlagen, umfassend
 - a) die Herstellung von Beschichtungsproben (7),
 - b) den Transport zu und ggfs. stationären Aufenthalt von Beschichtungsproben (7) in einem Bestrahlungsraum (1),
 - c) die Einwirkung von IR-Strahlung auf die Beschichtungsproben (7), vorzugsweise nach einem geregelten Temperaturverlauf,
 - d) den Weitertransport zu und ggfs. stationären Aufenthalt der Beschichtungsproben (7) in einem dem Bestrahlungsraum (1) benachbarten Konvektionsraum (2), und
 - e) das Umspülen der Beschichtungsproben (7) mit Trocknungsgasen, vorzugsweise Luft, bei denen vorzugsweise Temperatur und Volumenstrom geregelt sind.



FIGUR 1

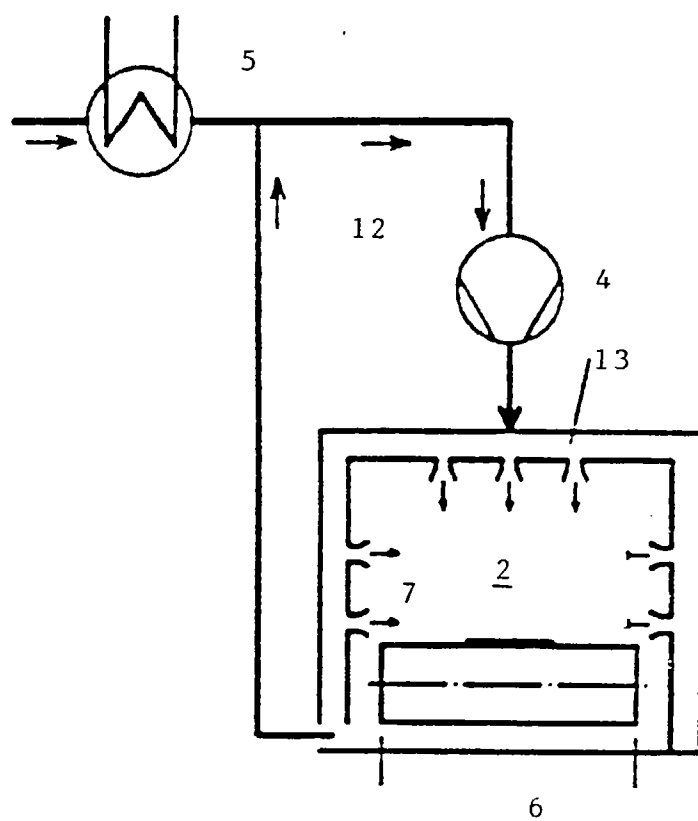


FIGURE 2