

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Trocknen einer auf einem Werkstück aufgetragenen lösemittelhaltigen Lackschicht.

Stand der Technik

[0002] Jeder Lack besteht aus einer filmbildenden Substanz -dem sogenannten Lackkörper oder Bindemittel- die in einem flüchtigen Lösungsmittel oder Lösungsmittelgemisch gelöst ist. Je nach Art des Lackes kommen dazu noch Pigmente, Füllstoffe, Sikkative, Weichmacher, Härter oder andere Additive.

Als Trocknung bezeichnet man bei den Lacken das Umwandeln der auf einen Körper aufgetragenen, flüssigen Lackschicht in einen festen Film, der den beschichteten Körper schützen und verschönern soll.

Während dieses Vorgangs finden Änderungen in den physikalischen und chemischen Eigenschaften der Lackschicht statt, die dem Film erst die gewünschten charakteristischen Eigenschaften verleihen.

[0003] Der Trocknungsvorgang findet durch Ablauf der folgenden Schritte statt: physikalische Trocknung (Verdunstung des Lösungsmittels) und Aushärtung der Schicht durch kolloidale Veränderungen und/oder chem. Vernetzungsreaktionen (Polymerisation, Polyaddition, Polykondensation), die nahtlos ineinander übergehen.

[0004] Herkömmlicherweise realisiert man die physikalische Trocknung als ersten Schritt nach dem Lackauftrag, beginnend mit dem Abdunsten des Lösungsmittels aus der Lackschicht, indem das beschichtete Werkstück durch einen möglichst staubfreien Bereich bei Raumtemperatur oder leicht erhöhter Lufttemperatur bis maximal 30 bis 40 °C hindurchgeführt wird. In dieser Abdunstzone soll sich die aufgetragene Lackschicht verfestigen und mit der Werkstückoberfläche verbinden. Eventuell sollen auch die Lackpigmente eine bestimmte Orientierung und Schichtung ausbilden. Außerdem soll bei diesem Abdunsten ein großer Teil der flüchtigen Bestandteile des Lackes verdunsten.

Im Anschluss an die Abdunstphase schließt sich der forcierte Trocknungs- oder auch Aushärtungsvorgang an. Dabei werden die restlichen flüchtigen Inhaltsstoffe ausgetrieben und die Vernetzungsreaktionen laufen ab. Dies kann ggf. unter Zuführung von Energie unter zeitweiliger Erhöhung der Temperatur von Werkstück und Lackschicht geschehen.

[0005] Während der ersten Stufe der Trocknung, also dem Abdunsten der Lackschicht, ist es entscheidend, dass die Lackschicht insbesondere an ihrer mit der Luft in Verbindung stehenden Oberfläche diffusionsoffen bleibt, da sonst unter der Oberfläche liegende flüchtige Bestandteile nicht mehr in ausreichendem Maße verdunsten können.

[0006] Wenn die Oberfläche der Lackschicht in der Ab-

dunstphase nicht ausreichend durchlässig bleibt, bleiben die flüchtigen Bestandteile teilweise innerhalb des Lackes "gefangen".

5 Dies erweist sich beim nachfolgenden forcierten Trocknungsprozess als nachteilig.

In der Tat verursachen die gefangenen Bestandteile durch die dort erfolgende verstärkte Energieeinwirkung Schichtfehler im Lack wie z.B. Blasen (den so genannten "Kochern"), Schwundrisse oder partielle Trübungen.

10

Aufgabe der Erfindung

[0007] Es ist folglich eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Trocknung von Lackschichten vorzuschlagen, bei welchem die Bildung von Schichtfehlern bei der Trocknung zuverlässiger vermieden werden kann. Insbesondere soll in der Abdunstphase eine gute Verdunstung erreicht werden, indem die Durchlässigkeit der Lackoberfläche gewährleistet wird.

20

Beschreibung der Erfindung

[0008] Zur Lösung der soeben genannten Aufgabe schlägt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Trocknen einer auf einem Werkstück aufgetragenen lösemittelhaltigen Lackschicht vor, wobei das Verfahren den folgenden Schritt aufweist:

25

30 - Zufuhr von auf Feuchte und Kühle konditionierter Luft auf das Werkstück bei gleichzeitigem Energieeintrag in die Lackschicht durch Einwirkung elektromagnetischer Strahlung.

[0009] Durch die Zufuhr von feuchter und kühler Luft wird der Abdunstprozess an der Oberfläche der Lackschicht gebremst. Die Lackoberfläche wird kühl gehalten, sie kann während des Abdunstens nicht austrocknen, sondern bleibt feucht und dadurch durchlässig. Die Ausbildung einer störenden diffusionshemmenden Oberfläche wird vermieden. Gleichzeitig werden die flüchtigen Bestandteile unterhalb der Oberfläche durch die einfallende elektromagnetische Strahlung erregt und wirksam aus dem Lack herausgetrieben. Die elektromagnetische Strahlung bringt Energie in die Lackschicht ein, so dass das Verdunsten der enthaltenen flüchtigen Elemente über den gesamten Schichtquerschnitt gefördert wird.

[0010] Im Rahmen der Erfindung sind unter lösemittelhaltigem Lack alle Lacke zu verstehen, die ein flüssiges Lösemittel oder auch Lösungsmittel enthalten. Bevorzugt handelt es sich bei dem Lösemittel um Wasser, es sind aber auch andere Lösemittel mitumfasst.

[0011] Die konditionierte Luft ist eine Luft, die zur Verwendung für die Abdunstung vorgesehen ist und dementsprechend in ihrer Temperatur und Luftfeuchtigkeit angepasst und aufbereitet ist. Es handelt sich dabei also nicht um einfache Raum- oder Umgebungsluft.

35

40

45

[0012] Erfindungsgemäß wird die konditionierte Luft auf das Werkstück zugeführt. Dies bedeutet bspw., dass die Luft auf das Werkstück gerichtet oder auf dieses aufgeblasen wird. Es sind auch weitere Arten der Luftzuführung denkbar. So kann z.B. die Luft in einen abgetrennten Raum eingeführt werden, in welchem sich das beschichtete Werkstück befindet. Wesentlich ist dabei lediglich, dass ein Austausch zwischen der zugeführten Luft und der Oberfläche der Lackschicht erfolgen kann. Die konditionierte Luft soll mit der Lackschicht in Kontakt treten können, d.h. die Luft soll mit der Lackschicht zusammengebracht werden.

[0013] Der Energieeintrag in die Lackschicht wird dadurch erreicht, dass die Lackschicht mit elektromagnetischer Strahlung bestrahlt wird. Dies geschieht z.B. durch entsprechende Strahlungsquellen, deren Emissionen auf die beschichteten Werkstücke gerichtet sind. Die elektromagnetischen Wellen oder Strahlen dringen so in die Lackschicht ein und werden von dem im Lack enthaltenen Lösungsmittel absorbiert. Durch diese Energiezufuhr oder auch Erwärmung kann das Lösungsmittel über die durchlässige Oberfläche aus dem Lack entweichen.

[0014] In einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die konditionierte Luft auf eine Temperatur im Bereich von +1°C bis +18°C und/oder eine Luftfeuchte im Bereich von 50% bis 90% relative Feuchtigkeit konditioniert.

[0015] Bei diesen Temperatur- und Feuchtigkeitswerten lässt sich die Oberfläche der Lackschicht besonders gut permeabel halten. Der Temperaturbereich von 1 bis 18 °C garantiert eine gute Kühlung und der Feuchtigkeitsbereich von 50 bis 90 % eine gute Befeuchtung der Oberfläche.

[0016] Bevorzugt erfolgt der Energieeintrag auch in das Werkstück, d.h. die elektromagnetische Strahlung dringt auch zumindest teilweise direkt in das Werkstück ein und wird dort vom Werkstück aufgenommen. Durch die so erfolgende Erwärmung des Werkstückes wird die Verdunstung der flüchtigen Bestandteile in der Lackschicht von der Kontaktfläche Lackschicht/Werkstück noch zusätzlich gefördert.

[0017] Weiterhin kann die konditionierte Luft wahlweise in Form von Frischluft oder in Form von Umluft zugeführt werden. Im Falle der Frischluftzufuhr wird ständig neue, unverbrauchte Luft dem Werkstück zugeführt. Falls ein Umluftsystem vorgesehen ist, findet lediglich eine ständig erneute Zufuhr von bereits zugeführter Luft statt, wobei diese Luft dabei immer wieder aufbereitet und konditioniert wird. Im Falle der Umluft geschieht also eine Umwälzung ein und derselben Luftmenge, während bei der Frischluftzufuhr laufend neue Luft eingebracht wird und verbrauchte Luft entsorgt wird.

[0018] Vorzugsweise erfolgt dann nach dem Abdunstvorgang die weitere, forcierte Trocknung der Lackschicht mittels eines Düsentrockners. Da durch die erfindungsgemäße Abdunstung ein Großteil der flüchtigen Bestandteile unterhalb der Oberfläche der Lackschicht be-

reits entwichen ist, besteht auch bei der anschließenden schnellen und intensiven Trocknung durch den Düsentrockner keine Gefahr der Blasen- oder Rissbildung.

Das erfindungsgemäße Abdunstverfahren ermöglicht also in Verbindung mit der sich anschließenden forcierten Trocknung gegenüber herkömmlichen Verfahren kürzere Trocknungszeiten mit qualitativ besseren Beschichtungsergebnissen bei wesentlich verringertem Auftreten von trocknungsbedingten Schichtfehlern.

[0019] Es ist von Vorteil, wenn zur Erzeugung der elektromagnetischen Strahlung mindestens ein Infrarot-Strahler verwendet wird. Besonders bevorzugt wird ein Infrarot-Strahler mit einem auf die Absorptionskurve der flüchtigen Lackbestandteile gezielt abgestimmten Emissionsspektrum verwendet (im Bereich Emissionszahl >0,8 durch Resonanz der Strahlungsfrequenzen und der Eigenschwingungs-Frequenzen der Moleküle der flüchtigen Lackbestandteile). Dies erlaubt eine effiziente und verlustarme Energieübertragung in die Lackschicht, da durch die Abstimmung ein Großteil der ausgesandten Strahlung auch wie erwünscht vom Lösungsmittel im Lack absorbiert wird. Jedoch lassen sich, bei schlechterer Energieausnutzung, auch herkömmliche IR-Strahler ohne abgestimmtes Emissionsspektrum verwenden.

[0020] Weiterhin kann zur Erzeugung der elektromagnetischen Strahlung auch mindestens ein Mikrowellengenerator, insbesondere ein Magnetron, verwendet werden. Dabei ist es auch denkbar, dass der Mikrowellengenerator zusammen mit einem Infrarotstrahler eingesetzt wird.

Ein Mikrowellengenerator kann aber auch anstelle eines Infrarotstrahlers eingesetzt werden. Ein Mikrowellengenerator ist insbesondere dann von Vorteil, wenn es sich bei dem abzudunstenden Lack um einen Lack mit Wasser als Lösungsmittel handelt. In der Tat können Wassermoleküle im flüssigen Aggregatzustand durch Mikrowellenstrahlung auf Grund ihrer elektrischen Dipol-Eigenschaft effektiv zu Schwingungen angeregt werden, wobei Wärmeenergie freigesetzt wird. Dies erlaubt eine besonders effiziente Energieübertragung in die wasserhaltige Lackschicht. Die Frequenz des Mikrowellengenerators liegt vorzugsweise im, in Europa freigegebenen, Bereich um 2,45 GHz.

[0021] Es ist aber auch denkbar, eine andere freigegebene, höhere Frequenz anzuwenden.

Besonders bevorzugt liegt die Frequenz des Mikrowellengenerators im Bereich zwischen 2,45 GHz und 4,9 GHz.

[0022] Schließlich schlägt die vorliegende Erfindung zur Lösung der oben genannten Aufgabe auch eine Vorrichtung zur Durchführung eines oder mehrerer der soeben beschriebenen Verfahren vor.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0023] Die einzige Figur ist eine schematische Darstellung einer Vorrichtung, mit welcher ein erfindungsgemäßes Verfahren durchgeführt werden kann.

Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen

[0024] Die Figur zeigt eine Einrichtung 1 mit zwei Abgrenzungen 2a und 2b, die gemeinsam eine Abdunstzone 3 umschließen. Innerhalb der Abdunstzone 3 sind mehrere elektromagnetische Strahlungsquellen 4 angeordnet, die eine elektromagnetische Strahlung 5 abgeben können. Die Anordnung und Anzahl der Strahlungsquellen 4 kann je nach Anforderung unterschiedlich ausfallen. Zwischen den Strahlungsquellen 4 sind zwei Werkstücke 6a und 6b dargestellt. Das Werkstück 6a ist allseitig mit einer lösungsmittelhaltigen Flüssiglackschicht 7a überzogen. Dagegen ist das Werkstück 6b nur teilweise mit einer entsprechenden Lackschicht 7b beschichtet.

[0025] Die Einrichtung 1 verfügt außerdem über eine Luftaufbereitungsanlage mit Zuluft 8a und Abluft 8b. Dabei kann es sich um eine Frischluftanlage handeln. Alternativ kann auch ein Umluftsystem vorgesehen sein, wie es durch den gestrichelten Pfeil 9 angedeutet ist.

[0026] Im Folgenden wird nun die Funktionsweise der Einrichtung 1 erläutert.

[0027] Zunächst wird von dem allseitig beschichteten Werkstück 6a ausgegangen. Dieses Werkstück 6a wurde in einem nicht weiter dargestellten Beschichtungsprozess I allseitig mit einer Lackschicht versehen. Sodann wird das Werkstück 6a, wie durch den Pfeil A angedeutet, in die Einrichtung 1 eingeführt. In der Einrichtung 1 erfolgt die Abdunstung II der aufgetragenen Lackschicht. Hierzu wird das Werkstück 6a durch die Abdunstzone 3 hindurchgeführt.

[0028] In der Abdunstzone 3 herrscht durch die Zufuhr 8a und die Abfuhr 8b entsprechend konditionierter Luft ein feuchtes und kühles Klima. Die Bewegung der konditionierten Luft in der Abdunstzone 3 erfolgt entgegengesetzt zu der Bewegungsrichtung des Werkstückes 6a durch die Abdunstzone 3. Dies wird dadurch erreicht, dass die Zuluft 8a am hinteren Ende der Einrichtung 1 in Richtung des Werkstückes 6a eingeblasen wird und am vorderen Ende die verbrauchte Luft in Form der Abluft 8b vom Werkstück 6a weg abgesaugt wird.

[0029] Gleichzeitig erfolgt durch die Strahlungsquellen 4 eine Bestrahlung der Lackschicht 7a mit elektromagnetischer Strahlung 5, wobei es sich dabei um Infrarot- und/oder Mikrowellenstrahlung handeln kann. Dank des feuchten und kühlen Klimas wird beim Abdunsten der Lackschicht 7a ein Austrocknen deren Oberfläche verhindert. Die Oberfläche der Lackschicht 7a bleibt durchlässig. Daher können die tiefergelegenen flüchtigen Bestandteile der Lackschicht ungehindert aus dem Lack austreten, wenn sie durch die Strahlung 5 angeregt werden.

[0030] Nachdem die Lackschicht 7a durch das Zusammenwirken der feuchten und kühlen Luft sowie der Bestrahlung gut abgedunstet ist, tritt das Werkstück am hinteren Ende der Einrichtung 1 aus der Abdunstzone 3 aus. Sodann wird das Werkstück, wie es Pfeil B andeutet, zum eigentlichen Trocknungsvorgang III befördert.

[0031] Die Abdunstung des nur teilweise beschichteten Werkstückes 6b erfolgt ähnlich zu der soeben beschriebenen Abdunstung des Werkstückes 6a. Allerdings wird das Werkstück 6b an denjenigen Stellen nicht bestrahlt, an welchen sich kein Lack befindet. Um dies zu erreichen, können bestimmte Strahlungsquellen 4 während der Abdunstungsphase II einfach ausgeschaltet bleiben. Alternativ kann die Einrichtung 1 speziell für die Abdunstung der Werkstücke 6b ausgelegt sein, so dass die Anordnung der Strahlungsquellen 4 derart ist, dass eine Bestrahlung unbeschichteter Werkstückteile vermieden wird.

[0032] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird eine wesentlich bessere und gründlichere Abdunstung von lösungsmittelhaltigen Lacken erzielt. So kann beim sich anschließenden Trocknungsprozess mit verstärkter Energieeinwirkung die Bildung von Schichtfehlern wirksam vermieden werden.

Bezugszeichenliste

[0033]

1	Abdunsteinrichtung
2a	Obere Abgrenzung
2b	Untere Abgrenzung
3	Abdunstzone
4	Strahlungsquelle
5	Strahlung
6a	Allseitig beschichtetes Werkstück
6b	Teilweise beschichtetes Werkstück
7a, 7b	Lackschicht
8a	Zuluft
8b	Abluft
9	Umluft
I	Beschichtung
II	Abdunstung
III	Trocknung

Patentansprüche

1. Verfahren zum Trocknen einer auf einem Werkstück (6) aufgetragenen lösungsmittelhaltigen Lackschicht (7), **gekennzeichnet durch** den folgenden Schritt:

- Zufuhr (8a) von auf Feuchte und Kühle konditionierter Luft auf das Werkstück (6) bei gleichzeitigem Energieeintrag in die Lackschicht (7) **durch** Einwirkung elektromagnetischer Strahlung (5).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die konditionierte Luft auf eine Temperatur im Bereich von +1°C bis +18°C und/oder eine Luftfeuchte im Bereich von 50% bis 90% relative Feuchtigkeit konditioniert ist.

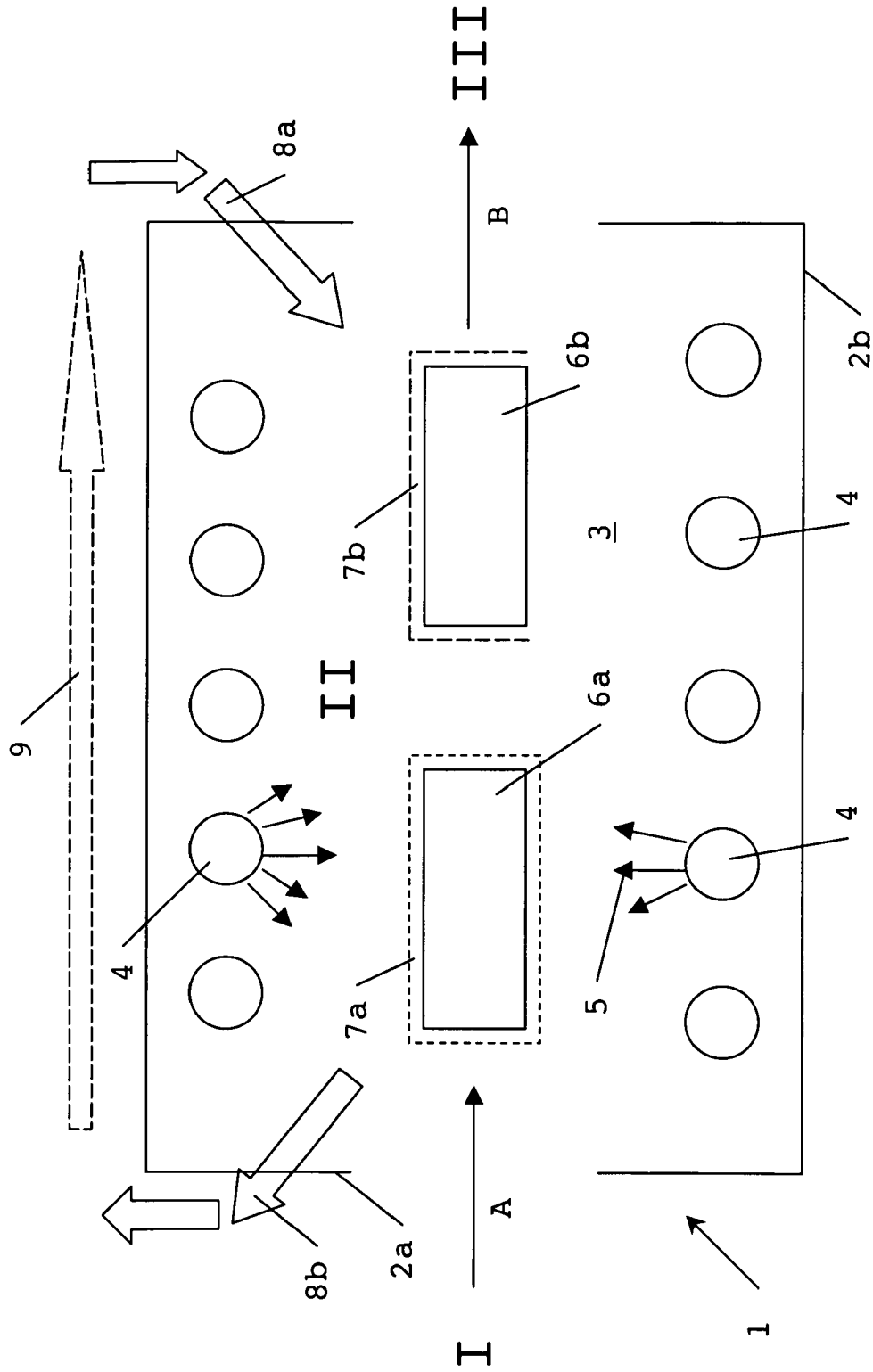
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Energieeintrag auch in das Werkstück (6) erfolgt.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die konditionierte Luft in Form von Frischluft oder Umluft (9) zugeführt wird. 5
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **gekennzeichnet durch** den weiteren Schritt: 10
 - Trocknung (III) der Lackschicht (7) mittels eines Düsentrockners.
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erzeugung der elektromagnetischen Strahlung (5) mindestens ein Infrarot-Strahler verwendet wird. 15
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Infrarot-Strahler mit einem auf die Absorptionskurve der flüchtigen Lackbestandteile besonders abgestimmten Emissionsspektrum verwendet wird. 20
8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erzeugung der elektromagnetischen Strahlung mindestens ein Mikrowellengenerator, insbesondere ein Magnetron, verwendet wird. 25
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Frequenzbereich des Mikrowellengenerators bei 2,45 GHz oder höher liegt. 30
10. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9. 35

40

45

50

55





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
P,X	WO 2005/023437 A (E.I. DUPONT DE NEMOURS AND COMPANY; DIXON, DENNIS, M; GREGOKROVICH, BA) 17. März 2005 (2005-03-17) * Seite 10, Zeile 34 - Seite 11, Zeile 4 * * Anspruch 1 * -----	1,3-10	INV. B05D3/04 B05D3/02 B05D3/06
X	US 5 288 526 A (HOGAN ET AL) 22. Februar 1994 (1994-02-22) * Ansprüche 1,7-9; Abbildungen * -----	1,3-5,10	
X	DE 202 02 512 U1 (WAHRMUND, JUERGEN; KURPISCH, BERNWARD-JOSEF) 27. Juni 2002 (2002-06-27) * Ansprüche 1,6 * -----	1,3	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B05D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 11. April 2006	Prüfer Slembrouck, I
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2
EPO FORM 1503 03.82 (P/MC03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 06 00 0428

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-04-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2005023437	A	17-03-2005	AU 2004270225 A1	17-03-2005

US 5288526	A	22-02-1994	DE 69400649 D1	14-11-1996
			DE 69400649 T2	13-02-1997
			EP 0611082 A1	17-08-1994
			JP 3524135 B2	10-05-2004
			JP 6233958 A	23-08-1994

DE 20202512	U1	27-06-2002	KEINE	

EPO FORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82