

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 639 747 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **93116589.8**

51 Int. Cl.⁶: **F26B 7/00, F26B 5/14,
F26B 21/08**

22 Anmeldetag: **14.10.93**

30 Priorität: **21.08.93 DE 4328199**

71 Anmelder: **Dürr GmbH
Spitalwaldstrasse 18
D-70435 Stuttgart (DE)**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.02.95 Patentblatt 95/08

72 Erfinder: **Wüller, Karl-Heinz
Deffertsfeld 8
D-52152 Simmerath (DE)**

84 Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

74 Vertreter: **Hoeger, Stellrecht & Partner
Uhlandstrasse 14 c
D-70182 Stuttgart (DE)**

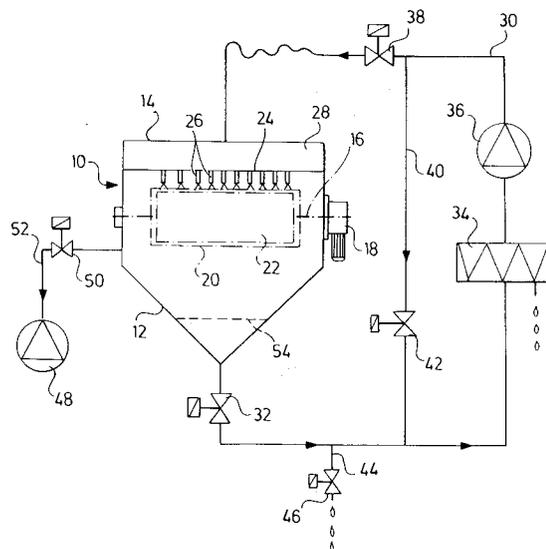
54 **Verfahren und Einrichtung zum Trocknen eines nach einer Bearbeitung mit einer Reinigungsflüssigkeit gereinigten Werkstücks.**

57 Verfahren zum Trocknen eines mit einer wässrigen Reinigungsflüssigkeit gereinigten Werkstücks (22) in wenigstens einer Kammer (10), bei dem das Werkstück (22) mit Luftstrahlen zum Entfernen und Verteilen von Reinigungsflüssigkeit beaufschlagt und dann die Kammer (10) zum Verdampfen restlicher Reinigungsflüssigkeit evakuiert wird, wobei zur Verkürzung des Trocknungsvorgangs das Werkstück (22) mit einer Anfangstemperatur von mindestens ca. 45 °C dem Trocknungsverfahren unterworfen, während des Abblasens mit Luftstrahlen gedreht und in der Kammer (10) während eines Verdampfungszeitraums von mindestens 8 Sekunden und höchstens 30 Sekunden einem Vakuum ausgesetzt wird, und wobei ferner der Luftdruck in der Kammer (10) - ausgehend von atmosphärischem Druck - während des Verdampfungszeitraums zumindest im wesentlichen kontinuierlich bis auf einen Minimalwert von ungefähr 4 mbar bis ungefähr 0,5 mbar abgesenkt wird.

Gegenstand der Erfindung ist auch eine Trocknungseinrichtung mit einer Kammer (10) zur Aufnahme des Werkstücks (22), in der Blasdüsen (26) zum Abblasen des Werkstücks (22) angeordnet sind; eine solche Einrichtung, die zu einer geringen Geräuschentwicklung führt und mit geringem Energieaufwand betrieben werden kann, zeichnet sich durch einen die Kammer (10), deren Düsen (26), wenigstens ein

Gebälse (36) und einen Luftentfeuchter (34) enthaltenden Luftkreislauf (30) sowie einen in der Kammer (10) drehbar gelagerten und drehantreibbaren Werkstückträger (20) aus.

FIG. 1



EP 0 639 747 A1

Vor allem zerspanend bearbeitete Werkstücke bedürfen nach der Bearbeitung einer Reinigung, um Späne, aber auch an den Werkstücken haftende Bestandteile von Kühl- und Schneidflüssigkeiten zu entfernen. Hierzu werden die Werkstücke in einer Reinigungskammer mit einer Reinigungsflüssigkeit abgespritzt und/oder durch Tauchen in der Reinigungsflüssigkeit und Bewegen der Werkstücke gewaschen, worauf sie in der Reinigungskammer oder einer dieser nachgeordneten Trocknungskammer getrocknet werden.

In der Vergangenheit erfolgte die Reinigung häufig mit organischen Lösungsmitteln, wie z. B. Perchloräthylen, aus Gründen des Umweltschutzes werden jedoch neuerdings überwiegend wässrige, Tenside enthaltende Reinigungsflüssigkeiten eingesetzt. Während sich die organischen Lösungsmittel verhältnismäßig leicht entfernen ließen, indem man eine die Werkstücke aufnehmende Kammer evakuierte und so die Lösungsmittel verdampfte, ist die Trocknung der Werkstücke bei Verwendung wässriger Reinigungsflüssigkeiten weitaus schwieriger - viele Werkstücke besitzen Oberflächenbereiche mit einer die Reinigungsflüssigkeit zurückhaltenden Kontur, wie z. B. Sacklöcher (einseitig geschlossene Bohrungen), aber auch Gewindebohrungen, in deren Gewindegängen Reinigungsflüssigkeit zurückbleibt.

Besonders problematisch wird die Trocknung der Werkstücke in Produktionsanlagen mit kurzen Taktzeiten, wie sie z. B. für die Automobilindustrie bei der Herstellung von Motorblöcken, Zylinderköpfen, Getriebegehäusen und dergleichen typisch sind, da dann für die Trocknung nur kurze Zeitintervalle zur Verfügung stehen. Diesbezüglich gehen die neuesten Anforderungen der Automobilindustrie dahin, daß für die Trocknung eines gereinigten Werkstücks nur ein Zeitintervall von deutlich weniger als 1 min zur Verfügung steht.

Da vielfach und vor allem in der Automobilindustrie in einer Produktionsanlage stets identische Teile, wie Motorblöcke oder Zylinderköpfe einzeln und nacheinander gereinigt und getrocknet werden müssen, wird derzeit ein gereinigtes und zu trocknendes Werkstück in eine Kammer oder eine andere geeignete Station eingebracht (bei der es sich z. B. um eine spezielle Trocknungskammer, aber auch um die Reinigungskammer handeln kann), welche mit Preßluft-gespeisten Blasdüsen versehen ist, deren jede auf einen solchen Oberflächenbereich mit einer die Reinigungsflüssigkeit zurückhaltenden Kontur gerichtet ist (was natürlich eine präzise Positionierung des Werkstücks in der Kammer voraussetzt und deshalb einen erheblichen konstruktiven Aufwand bedingt). Die Praxis hat jedoch gezeigt, daß selbst gut ausgerichtete Blasdüsen und ein hoher Preßluftdruck häufig nicht ausreichen, Bohrungen und dergleichen vollständig aus-

zutrocknen; dies liegt z. B. daran, daß die Preßluft in einem Sackloch zurückgehaltene restliche Reinigungsflüssigkeit nicht vollständig aus der einseitig geschlossenen Bohrung austreiben kann, vor allem dann, wenn es sich um eine Gewindebohrung handelt, bei der die Preßluft die restliche Reinigungsflüssigkeit in den Gewindegängen zusammenschiebt, diese jedoch verhindern, daß die restliche Reinigungsflüssigkeit durch die Preßluft aus der Bohrung ausgetrieben werden kann. Nach dem Abschalten des Preßluftstrahls läuft dann die restliche Reinigungsflüssigkeit, vor allem in vertikal orientierten Bohrungen, im unteren Bohrungsbereich zusammen, so daß auch eine vom zuvor durchgeführten Reinigungsvorgang stammende Eigenwärme des Werkstücks ein vollständiges Verdampfen der restlichen Reinigungsflüssigkeit nicht mehr bewirken kann. Weitere Nachteile des Trocknens mit Preßluftstrahlen sind das dabei unvermeidliche hohe Geräuschniveau, was sich nur mit umfangreichen und teuren Schallschutzmaßnahmen vermindern läßt, der hohe Preßluftverbrauch und das Auftreten von Feuchtigkeitsschwaden, die beim Öffnen der Kammer in die Fabrikhalle austreten und dort nicht nur zu einer hohen Luftfeuchtigkeit führen, sondern auch dazu, daß reinigungsaktive Bestandteile der Reinigungsflüssigkeit und von dieser mitgeführte Verunreinigungen nach außen verschleppt werden.

Werkstücke mit Oberflächenbereichen, welche die Reinigungsflüssigkeit zurückhaltende Konturen aufweisen, lassen sich aber auch mit den bekannten Vakuum-Trocknungsverfahren nicht befriedigend trocknen, vor allem nicht in den nunmehr angestrebten, nur kurzen Zeitintervallen - bei einem Sackloch, welches während des Trocknungsvorgangs vertikal oder schräg nach oben orientiert ist, ist die Fläche des zu trocknenden Bereichs, an dem das Vakuum angreifen kann, im Verhältnis zum Volumen der zu verdunstenden restlichen Reinigungsflüssigkeit verhältnismäßig klein.

Repräsentativ für die bekannten Vakuum-Trocknungsverfahren sind z. B. die in der DE-PS 37 15 168 und der EP-0 476 235-A1 beschriebenen Verfahren. Bei dem Vakuum-Trocknungsverfahren nach der DE-PS 37 15 168 wird die Trocknungskammer laufend evakuiert, wobei während des Evakuierens gegebenenfalls Umgebungsluft über ein Ventil in die Trocknungskammer eingelassen wird, ohne dadurch jedoch das in der Trocknungskammer herrschende Vakuum zu stark abfallen zu lassen (siehe die diesbezügliche Diskussion der DE-PS 37 15 168 in der EP-0 476 235-A1 derselben Anmelderin, und zwar dort Sp. 1, Zeilen 27 - 50, insbesondere Zeilen 43 - 47). Bei dem Vakuum-Trocknungsverfahren nach der EP-0 476 235-A1 soll ein Werkstück durch einen "Vakuum-schock" getrocknet werden, indem eine Verbin-

dungsleitung zwischen einem als Vakuumspeicher dienenden Unterdruckbehälter und der Trocknungskammer schlagartig und vollständig geöffnet wird; wenn sich aber z. B. am Boden eines senkrecht orientierten Sackloches Reinigungsflüssigkeit angesammelt hat, wird diese auch durch einen solchen "Vakuumschock" nicht vollständig ausgetrieben, weil die einen Dampfaustritt ermöglichende offene Oberfläche im Verhältnis zum Flüssigkeitsvolumen zu gering ist, und entsprechendes gilt für Mulden, vor allem dann, wenn die Eigenwärme des zu trocknenden Werkstücks nicht hoch genug ist.

Bei einem Trocknungsverfahren nach der älteren deutschen Patentanmeldung P 42 37 335.2 der Firma Dürr GmbH wird das gereinigte Werkstück in eine druckdicht verschließbare Trocknungskammer eingebracht und dort stationär so gehalten, daß in der Kammer vorgesehene Düsen auf die Werkstück-Oberflächenbereiche mit Reinigungsflüssigkeit zurückhaltenden Konturen gerichtet sind. Darauf wird die Kammer druckdicht verschlossen und zum Verdampfen von Reinigungsflüssigkeit evakuiert, worauf ein die Düsen mit der die Kammer umgebenden Atmosphäre verbindendes Ventil geöffnet wird; beim Druckausgleich erzeugen die Düsen Luftstrahlen, welche auf die Werkstück-Oberflächenbereiche mit Reinigungsflüssigkeit zurückhaltenden Konturen gerichtet sind und dem Zweck dienen sollen, vom Werkstück zurückgehaltene Reinigungsflüssigkeit zu entfernen und zu verteilen. Anschließend wird die Kammer zum Verdampfen restlicher Reinigungsflüssigkeit erneut evakuiert.

Es hat sich aber gezeigt, daß sich auch mit diesem verbesserten Trocknungsverfahren innerhalb der neuerdings für den Trocknungsvorgang geforderten kurzen Trocknungszeiten Werkstücke, wie beispielsweise Zylinderköpfe, nicht befriedigend und hinreichend trocknen lassen.

Der Erfindung lag nun die Aufgabe zugrunde, ein Trocknungsverfahren zu schaffen, mit dem sich einzeln zu trocknende Werkstücke auch nach einer Reinigung mit einer wässrigen Reinigungsflüssigkeit innerhalb kürzerer Zeit zufriedenstellend trocknen lassen, als dies mit den vorstehend geschilderten Trocknungsverfahren möglich ist.

Ausgehend von einem Verfahren zum Trocknen eines einzelnen, nach einer Bearbeitung mit einer wässrigen Reinigungsflüssigkeit gereinigten Werkstücks, welches Oberflächenbereiche mit Reinigungsflüssigkeit zurückhaltenden Konturen aufweist, in wenigstens einer Kammer, bei dem das Werkstück mit Luftstrahlen zum Entfernen und Verteilen von Reinigungsflüssigkeit beaufschlagt wird, worauf eine das Werkstück aufnehmende Kammer zum Verdampfen restlicher Reinigungsflüssigkeit evakuiert wird, läßt sich diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch lösen, daß das Werkstück mit einer Anfangstemperatur von mindestens ca. 45 °C

dem Trocknungsverfahren unterworfen, während des Abblasens mit Luftstrahlen gedreht und in der Kammer während eines Verdampfungszeitraumes von mindestens 8 Sekunden und höchstens 30 Sekunden einem Vakuum ausgesetzt wird und daß der Luftdruck in der Kammer - ausgehend von atmosphärischem Druck - während des gesamten Verdampfungszeitraums zumindest im wesentlichen kontinuierlich bis auf einen Minimalwert von ungefähr 4 mbar bis ungefähr 0,5 mbar abgesenkt wird.

Durch das Drehen des Werkstücks während des Abblasens läßt sich am Werkstück verbliebene Reinigungsflüssigkeit auch von Oberflächenbereichen mit Reinigungsflüssigkeit zurückhaltenden Konturen weit vollständiger entfernen, als dies bei den bekannten Trocknungsverfahren mit Hilfe von Preßluft-gespeisten und auf diese Oberflächenbereiche ausgerichteten Düsen der Fall ist. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich also diejenigen Probleme vermeiden, die bei den bekannten Trocknungsverfahren mit auf die genannten Oberflächenbereiche ausgerichteten Düsen infolge einer nicht ganz exakten Positionierung des Werkstücks auftreten. Des weiteren kann darauf verzichtet werden, das Werkstück mit Preßluft abzublasen, da es sich als völlig ausreichend erwiesen hat, die dem Abblasen des Werkstücks dienenden Luftstrahlen mit Hilfe eines Gebläses zu erzeugen. Infolgedessen können auch aufwendige Geräuschdämmungsmaßnahmen entfallen, und der Energieverbrauch ist weit geringer als beim Arbeiten mit Preßluft.

Häufig werden die Werkstücke zwar mit erwärmter Reinigungsflüssigkeit gereinigt, z. B. mit auf 70 °C oder 80 °C erhitzter Reinigungsflüssigkeit, was dazu führt, daß die Werkstücke während des auf die Reinigung folgenden Trocknungsvorgangs noch eine erhebliche Eigenwärme besitzen; aber auch dann, wenn die Reinigungsflüssigkeit nicht gesondert erwärmt wird, haben die Werkstücke am Ende des Reinigungsvorgangs eine Temperatur von mindestens ca. 45 °C, weil nämlich während des Reinigungsvorgangs die mittels Pumpen umgepumpte Reinigungsflüssigkeit aufgrund der Abwärme dieser Pumpen auf Temperaturen gebracht wird, die zu einer Endtemperatur der gereinigten Werkstücke von mindestens ca. 45 °C führen. Es liegt aber auf der Hand, daß die gereinigten Werkstücke um so schneller und vollständiger getrocknet werden können, je höher ihre Temperatur zu Beginn des Trocknungsvorgangs ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren beruht des weiteren auf der Erkenntnis, daß es für ein Verdampfen von nach dem Abblasen des Werkstücks noch an diesem verbliebener Reinigungsflüssigkeit völlig ausreichend ist, während des Verdampfungszeitraums den Druck in der das Werkstück aufneh-

menden Kammer - ausgehend von ungefähr atmosphärischem Druck - zumindest im wesentlichen kontinuierlich abzusenken, d. h. daß es nicht erforderlich ist, die Kammer schlagartig weitgehend zu evakuieren, wodurch der apparative Aufwand drastisch gesenkt werden kann, da es ausreichend ist, eine einfache Vakuumpumpe an die Kammer anzuschließen und diese nach und nach zu evakuieren und den Druck in der Kammer auf einen Wert zu reduzieren, welcher nicht größer als ungefähr 4 mbar ist, keinesfalls aber kleiner als ungefähr 0,5 mbar sein muß, um mit einem Verdampfungszeitraum von höchstens ungefähr 30 Sekunden auszukommen. Es hat sich nämlich gezeigt, daß bei Einhaltung dieser Werte ein längeres Verweilen des Werkstücks in der evakuierten Kammer unnötig ist und das Trocknungsergebnis nicht noch weiter verbessern kann.

Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß sich bei einem Arbeiten ohne Preßluft eine starke Schwadenbildung (durch die Preßluftstrahlen vernebelte Reinigungsflüssigkeit) vermeiden läßt, so daß das erfindungsgemäße Trocknungsverfahren auch den Nachteil bekannter Trocknungsverfahren, bei denen das Werkstück mit Preßluftstrahlen abgeblasen wird, beseitigt, daß nämlich Schwaden vernebelter Reinigungsflüssigkeit in die die Trocknungsstation umgebende Halle austreten und in diese reinigungswirksame Bestandteile der Reinigungsflüssigkeit, aber auch von dieser aufgrund der Reinigung mitgeführte Schmutzbestandteile und Bestandteile von bei der Werkstückbearbeitung eingesetzten Kühl- und Schneidflüssigkeiten verschleppt werden.

Bei bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Trocknungsverfahrens wird der Druck in der Kammer, in der restliche Reinigungsflüssigkeit verdampft wird, nur auf einen Wert von ungefähr 2 mbar oder ungefähr 3 mbar abgesenkt, da sich bei Einhaltung der anderen, vorstehend aufgeführten Werte gezeigt hat, daß nach Erreichen eines Drucks von 2 mbar keinerlei restliche Reinigungsflüssigkeit an dem zu trocknenden Werkstück verblieben ist.

Grundsätzlich kann ein zu trocknendes Werkstück in ein und derselben Kammer abgeblasen und einem Vakuum ausgesetzt werden, um die durch das Abblasen nicht entfernte Reinigungsflüssigkeit zu verdampfen. Dies empfiehlt sich aber nur dann, wenn die für das Abblasen und das Verdampfen insgesamt zur Verfügung stehende Zeit (nämlich die Taktzeit abzüglich Nebenzeiten) unter Berücksichtigung der Werkstückstruktur, der Eigenwärme des gereinigten Werkstücks zu Beginn des Trocknungsvorgangs und anderer für das Trocknungsverfahren relevanter Parameter hinreichend groß ist, um ein zufriedenstellendes Trocknungsergebnis zu erzielen. Bevorzugte Ausführungsformen

des erfindungsgemäßen Trocknungsverfahrens zeichnen sich dadurch aus, daß der Verdampfungszeitraum nur ungefähr 15 Sekunden beträgt, und in einem solchen Falle kann auch unter Berücksichtigung der heute geforderten Taktzeiten ein zu trocknendes Werkstück in einer einzigen Station abgeblasen und zum Verdampfen restlicher Reinigungsflüssigkeit einem Vakuum ausgesetzt werden. In anderen Fällen, in denen die Taktzeit eine solche Vorgehensweise nicht erlaubt, wird das zu trocknende Werkstück in zwei aufeinanderfolgenden Stationen abgeblasen bzw. einem Vakuum ausgesetzt.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn das erfindungsgemäße Trocknungsverfahren so gestaltet wird, daß das Werkstück während des Abblasens mit Luftstrahlen in einer Kammer angeordnet und die Luft zur Erzeugung der Luftstrahlen zumindest teilweise in einem ein Gebläse enthaltenden Kreislauf geführt sowie außerhalb der Kammer zumindest teilweise entfeuchtet wird. Ein Teil der Trocknungsluft kann z. B. über das Hallendach abgeleitet werden, besonders bevorzugt werden aber Ausführungsformen, bei denen die gesamte Trocknungsluft in einem geschlossenen Kreislauf zirkuliert. Abgesehen von einer weiteren Verminderung des Geräuschniveaus bringt diese Ausführungsform die weiteren Vorteile mit sich, daß ein nennenswerter Überdruck in der Kammer während des Abblasens des Werkstücks und damit ein Dampfaustritt aus der Kammer vermieden wird und Spritzwasser kontrolliert abgeleitet werden kann. Die zumindest teilweise Entfeuchtung der Trocknungsluft hinter der Kammer kann durch Abkühlung und/oder Abscheidung von Tropfen, beispielsweise mittels eines Prallblechs, bewerkstelligt werden. Wird, wie bereits erwähnt, das Abblasen des Werkstücks in derjenigen Kammer durchgeführt, in der restliche Reinigungsflüssigkeit durch Evakuieren der Kammer verdampft wird, ist es des weiteren empfehlenswert, die zum Abblasen des Werkstücks eingesetzte Luft während des Verdampfungszeitraums über einen die Kammer überbrückenden Bypass im Kreislauf zu führen und dabei weiter zu entfeuchten, so daß für den Vorgang des Entfeuchtens der Trocknungsluft auch derjenige Zeitraum zur Verfügung steht, während dessen restliche Reinigungsflüssigkeit durch Evakuieren der Kammer verdampft wird.

Schließlich kann es sich zur Verbesserung des Trocknungsergebnisses bzw. zur Verkürzung der Trocknungszeit empfehlen, die Luft zur Erzeugung der Luftstrahlen und/oder die zu evakuierende Kammer zu beheizen.

Aufgrund der vorstehenden Ausführungen wird ersichtlich, daß Gegenstand der Erfindung auch eine Einrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, welche eine Kammer zur

Aufnahme des zu trocknenden Werkstücks besitzt, in der Blasdüsen zum Abblasen des Werkstücks angeordnet sind, und erfindungsgemäß zeichnet sich eine solche Einrichtung durch einen die Kammer, deren Düsen, wenigstens ein Gebläse und einen Luftentfeuchter enthaltenden Luftkreislauf sowie einen in der Kammer drehbar gelagerten und drehantreibbaren Werkstückträger aus.

Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den beigefügten Ansprüchen und/oder aus der nachfolgenden Beschreibung und der beigefügten zeichnerischen Darstellung zweier bevorzugter Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Einrichtung; in der Zeichnung zeigen:

Fig. 1

eine Prinzipskizze der ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einrichtung, und Figuren 2A und 2B

Prinzipskizzen der aufeinanderfolgenden Stationen der zweiten Ausführungsform.

Die Fig. 1 zeigt eine Trocknungskammer 10, welche einen im Querschnitt winkelförmigen oder einen kegeligen Boden 12 sowie eine Haube 14 besitzt, mit deren Hilfe sich die Trocknungskammer von oben be- und entladen sowie luftdicht verschließen läßt. In den Seitenwänden der Trocknungskammer ist eine strichpunktiert angedeutete Welle 16 drehbar gelagert, wobei das eine Wellenende druckdicht durch die gemäß Fig. 1 rechte Seitenwand der Trocknungskammer hindurchgeführt und dort mit einem an dieser Seitenwand befestigten Getriebemotor 18, welcher einen Drehantrieb bildet, verbunden ist. Die Welle 16 ist zweigeteilt und hält zwischen ihren beiden Teilen einen Werkstückträger 20, in den ein gereinigtes und zu trocknendes Werkstück 22 so eingesetzt werden kann, daß sich die Welle 16 samt Werkstückträger 20 und Werkstück 22 drehen läßt, ohne daß dabei das Werkstück gegenüber dem Werkstückträger verlagert wird.

An der Haube 14 ist eine Düsenplatte 24 befestigt, die ihrerseits eine Vielzahl von Düsen 26 trägt, welche auf ein vom Werkstückträger 20 gehaltenes Werkstück 22 gerichtet sind und mit einer Luftkammer 28 kommunizieren, welche von der eigentlichen Haube 14 und der Düsenplatte 24 gebildet wird.

Ein von einer Ringrohrleitung 30 und der Trocknungskammer 10 gebildeter Luftkreislauf enthält hintereinander ein erstes Absperrventil 32, einen Luftentfeuchter 34, ein Gebläse 36 und ein zweites Absperrventil 38, wobei es sich bei dem Luftentfeuchter vorzugsweise um einen Kühler handelt, welcher aber auch Prallbleche zur Abscheidung von Feuchtigkeitströpfchen enthalten kann. Eine zwischen dem Luftentfeuchter 34 und dem Gebläse 36 einerseits sowie den beiden Absperr-

ventilen 32 und 38 andererseits angeordnete Bypass-Rohrleitung 40 enthält ein drittes Absperrventil 42. Vom unteren Zweig der Ringrohrleitung 30 zweigt eine Ablaßleitung 44 ab, die normalerweise durch ein Ablaßventil 46 verschlossen wird.

Schließlich ist eine Vakuumpumpe 48 vorgesehen, die über eine ein Absperrventil 50 enthaltende Evakuierleitung 52 mit der Trocknungskammer 10 verbunden ist.

Im Boden 12 ist über der Einmündung der Ringrohrleitung 30 in diesen Boden ein Schmutzfangsieb 54 angeordnet.

Der Werkstückträger 20 ist, wie dies von solchen Trocknungseinrichtungen her bekannt ist, derart ausgebildet, daß sich beim Drehen des Werkstücks 22 alle abzublasehenden Bereiche der Werkstückoberfläche mit den von den Düsen 26 erzeugten Luftstrahlen beaufschlagen lassen.

Zum Trocknen eines Werkstücks 22 in der in Fig. 1 dargestellten Einrichtung wird zunächst das Werkstück in den Werkstückträger 20 eingesetzt, worauf die Haube 14 geschlossen und so die Trocknungskammer 10 luftdicht gemacht wird. Dann wird bei geschlossenen Ventilen 42, 46 und 50 und eingeschaltetem Motor 18 mit Hilfe des Gebläses 36 das sich drehende Werkstück 22 von allen Seiten mit durch die Düsen 26 erzeugten Luftstrahlen abgeblasen, wobei die Trocknungsluft im Kreislauf geführt und durch den Luftentfeuchter 34 zumindest teilweise entfeuchtet wird.

Nach Beendigung des Abblasens werden die Ventile 32 und 38 geschlossen und die Ventile 42 und 50 geöffnet sowie die Vakuumpumpe 48 eingeschaltet. Dann wird über einen Zeitraum, Verdampfungszeitraum genannt, der Luftdruck in der Trocknungskammer 10 mehr oder minder kontinuierlich abgesenkt und dadurch am Werkstück 22 verbliebene Reinigungsflüssigkeit verdampft, während gleichzeitig über einen Teil der Ringrohrleitung 30 und die Bypass-Rohrleitung 40 die zuvor benutzte Trocknungsluft weiterhin im Kreislauf geführt und durch den Luftentfeuchter 34 weitgehendst entfeuchtet wird. Gleichzeitig wird, um Zeit zu sparen, der Werkstückträger 20 mit Hilfe des Motors 18 in seine Be- und Entladeposition gedreht und dann stillgesetzt.

Ist am Ende des Verdampfungszeitraums in der Trocknungskammer 10 der gewünschte Unterdruck erreicht, wird die Vakuumpumpe 48 abgeschaltet, die Trocknungskammer 10 mit Hilfe der Haube 14 geöffnet und das getrocknete Werkstück 22 der Trocknungskammer 10 entnommen. Gegebenenfalls kann die Trocknungskammer 10 durch ein nicht dargestelltes Belüftungsventil belüftet werden, ehe die Haube 14 aufgeschwenkt oder abgehoben wird, sollte eine Belüftung der zuvor evakuierten Trocknungskammer 10 bei geöffnetem Ventil 50 nicht über die Evakuierleitung 52 und die abge-

schaltete Vakuumpumpe 48 möglich sein.

Nach dem Beladen der Trocknungskammer 10 mit einem neuen, zu trocknenden Werkstück, dem Schließen der Ventile 42 und 50 sowie dem Öffnen der Ventile 32 und 38 beginnt der Trocknungsvorgang von neuem.

Sollte sich während des Abblasens eines Werkstücks Reinigungsflüssigkeit im unteren Zweig der Ringrohrleitung 30 sammeln, kann diese Reinigungsflüssigkeit während des Be- und Entladens der Trocknungskammer 10 über das Abbläventil 46 abgelassen werden.

Die in den Figuren 2A und 2B dargestellte Einrichtung unterscheidet sich von derjenigen gemäß Fig. 1 nur dadurch, daß zwei Kammern 10' und 10'' vorgesehen sind, in deren erster, nämlich in der Kammer 10', ein zu trocknendes Werkstück 22' abgeblasen wird, worauf das Werkstück in die zweite Kammer 10'' verbracht und dort einem Vakuum ausgesetzt und vollends getrocknet wird. Diejenigen Teile der Einrichtung nach den Figuren 2A und 2B, welche Teilen der Einrichtung nach Fig. 1 entsprechen, wurden mit denselben Bezugszeichen wie in Fig. 1 versehen, jedoch unter Hinzufügung eines Strichs oder zweier Striche. Vorsorglich sei darauf hingewiesen, daß - auf den Ablauf des Trocknungsverfahrens bezogen - die Kammer 10'' hinter der Kammer 10' angeordnet ist.

In dem in Fig. 2A gezeigten Einrichtungsteil wird ein zu trocknendes Werkstück 22' also gedreht und dabei abgeblasen, worauf es in die Kammer 10'' des in Fig. 2B gezeigten Einrichtungsteils verbracht wird. Da bei bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Trocknungsverfahrens das Werkstück 22', solange es einem Unterdruck ausgesetzt wird, nicht gedreht wird, ist die Kammer 10'' mit einem stationären Werkstückträger 20'' versehen. Am Boden 12'' der Kammer 10'' sich eventuell sammelnde Reinigungsflüssigkeit kann über eine Abbläuleitung 44'' und ein Abbläventil 46'' abgelassen werden.

Im übrigen entspricht die Verfahrensführung in der in den Figuren 2A und 2B dargestellten Einrichtung der Verfahrensführung in der in Fig. 1 dargestellten Einrichtung, jedoch mit dem Unterschied, daß die Trocknungsluft, während das zu trocknende Werkstück einem Vakuum ausgesetzt ist, nicht weiter entfeuchtet werden kann, da währenddessen in der Kammer 10' bereits das nächste zu trocknende Werkstück abgeblasen wird.

Bei einer durch eine Fertigungsanlage vorgegebenen Taktzeit steht also bei Verwendung der in den Figuren 2A und 2B dargestellten Einrichtung sowohl für das Abblasen des zu trocknenden Werkstücks, als auch für das Verdunsten der restlichen Reinigungsflüssigkeit jeweils ungefähr die doppelte Zeit zur Verfügung, verglichen mit dem Betrieb der in Fig. 1 dargestellten Einrichtung.

Die durch den Motor 18 bzw. 18' bewirkte Drehung des abzublasenden Werkstücks kann ohne weiteres so gesteuert werden, wie es für eine optimale Entleerung aller Sacklöcher und sonstigen Hohlräume des Werkstücks erforderlich ist.

Ein besonderer Vorteil der in Fig. 1 dargestellten Einrichtung ist darin zu sehen, daß das Gebläse 36 nicht abgeschaltet und wieder hochgefahren werden muß.

Nach dem Evakuieren der Kammer 10 bzw. 10'' kann diese vor dem Öffnen der Haube 14 bzw. 14'' auch über die Ventile 32 und 46 bzw. das Ventil 46'' belüftet werden.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bzw. der erfindungsgemäßen Einrichtung, wie sie in Fig. 1 dargestellt ist, läßt sich z. B. bei einer Taktzeit von nur 25 Sekunden ein Zylinderkopf eines 4-Zylinder-4-Ventil-Motors in nur 15 oder 16 Sekunden befriedigend trocknen, wobei das Werkstück während ungefähr der halben Trocknungszeit abgeblasen und während ungefähr der anderen Hälfte der Trocknungszeit einem Vakuum ausgesetzt wurde, und zwar dann, wenn das Werkstück zuvor mit einer 55 °C heißen Reinigungsflüssigkeit gereinigt und mit einer sich dabei ergebenden Werkstück-Anfangstemperatur von ca. 50 °C dem Trocknungsverfahren unterworfen wurde. Die Werkstücktemperatur nach dem Trocknen belief sich dann auf ungefähr 34 - 37 °C.

Bei Verwendung der in den Figuren 2A und 2B gezeigten Einrichtung ergeben sich bei gleicher Taktzeit noch bessere Trocknungsergebnisse, weil dann auch für das Verdampfen restlicher Reinigungsflüssigkeit im Vakuum ein Zeitraum von ca. 15 Sekunden zur Verfügung steht.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Trocknen eines einzelnen, nach einer Bearbeitung mit einer wässrigen Reinigungsflüssigkeit gereinigten Werkstücks, welches Oberflächenbereiche mit Reinigungsflüssigkeit zurückhaltenden Konturen aufweist, in wenigstens einer Kammer, bei dem das Werkstück mit Luftstrahlen zum Entfernen und Verteilen von Reinigungsflüssigkeit beaufschlagt wird, worauf die Kammer zum Verdampfen restlicher Reinigungsflüssigkeit evakuiert wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Werkstück (22; 22') mit einer Anfangstemperatur von mindestens ca. 45 °C dem Trocknungsverfahren unterworfen, während des Abblasens mit Luftstrahlen gedreht und in der Kammer (10'; 10'') während eines Verdampfungszeitraums von mindestens 8 Sekunden und höchstens 30 Sekunden einem Vakuum ausgesetzt wird, und daß der Luftdruck in der Kammer (10'; 10'') - ausgehend von atmosphärischem

- Druck - während des gesamten Verdampfungszeitraums zumindest im wesentlichen kontinuierlich bis auf einen Minimalwert von ungefähr 4 mbar bis ungefähr 0,5 mbar abgesenkt wird. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftdruck in der Kammer während des Verdampfungszeitraums bis auf einen Minimalwert von ungefähr 3 mbar abgesenkt wird. 10
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftdruck in der Kammer während des Verdampfungszeitraums bis auf einen Minimalwert von ungefähr 2 mbar abgesenkt wird. 15
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Verdampfungszeitraum ungefähr 15 Sekunden beträgt. 20
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (22; 22') während des Abblasens mit Luftstrahlen in einer Kammer (10; 10') angeordnet wird, und daß die Luft zur Erzeugung der Luftstrahlen zumindest teilweise in einem ein Gebläse (36; 36') enthaltenden Kreislauf (10, 30, 34, 36; 10', 34', 36', 30') geführt sowie außerhalb der Kammer zumindest teilweise entfeuchtet wird. 25 30
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Luft durch Abkühlung entfeuchtet wird. 35
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Luft mittels eines Tropfenabscheiders (34; 34') entfeuchtet wird. 40
8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (22) in der zu evakuierenden Kammer (10) mit den Luftstrahlen abgeblasen wird. 45
9. Verfahren nach den Ansprüchen 5 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Luft während des Verdampfungszeitraums über einen die Kammer (10) überbrückenden Bypass (40) im Kreislauf geführt und dabei entfeuchtet wird. 50
10. Verfahren nach einem oder mehreren Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Luft zur Erzeugung der Luftstrahlen beheizt wird. 55
11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die zu evakuierende Kammer (10; 10'') beheizt wird.
12. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, mit einer Kammer (10; 10') zur Aufnahme des Werkstücks (22; 22'), in der Blasdüsen (26; 26') zum Abblasen des Werkstücks angeordnet sind, gekennzeichnet durch einen die Kammer (10; 10'), deren Düsen (26; 26'), wenigstens ein Gebläse (36; 36') und einen Luftentfeuchter (34; 34') enthaltenden Luftkreislauf (10, 34, 36, 30; 10', 34', 36' 30') sowie einen in der Kammer drehbar gelagerten und drehantreibbaren Werkstückträger (20; 20').
13. Einrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftentfeuchter (34; 34') einen Tropfenabscheider aufweist.
14. Einrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftentfeuchter (34; 34') einen Luftkühler aufweist.
15. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 12 bis 14, gekennzeichnet durch die Kammer (10) vom Luftkreislauf abtrennende Luftkreislaufventile (32, 38) sowie eine über ein Ventil (50) mit der Kammer (10) verbindbare Vakuumpumpe (48).
16. Einrichtung nach Anspruch 15, gekennzeichnet durch eine Bypass-Leitung (40), welche zwischen den Luftkreislaufventilen (32, 38) einerseits und Gebläse (36) sowie Luftentfeuchter (34) andererseits angeordnet ist und ein Absperrventil (42) enthält.

FIG. 1

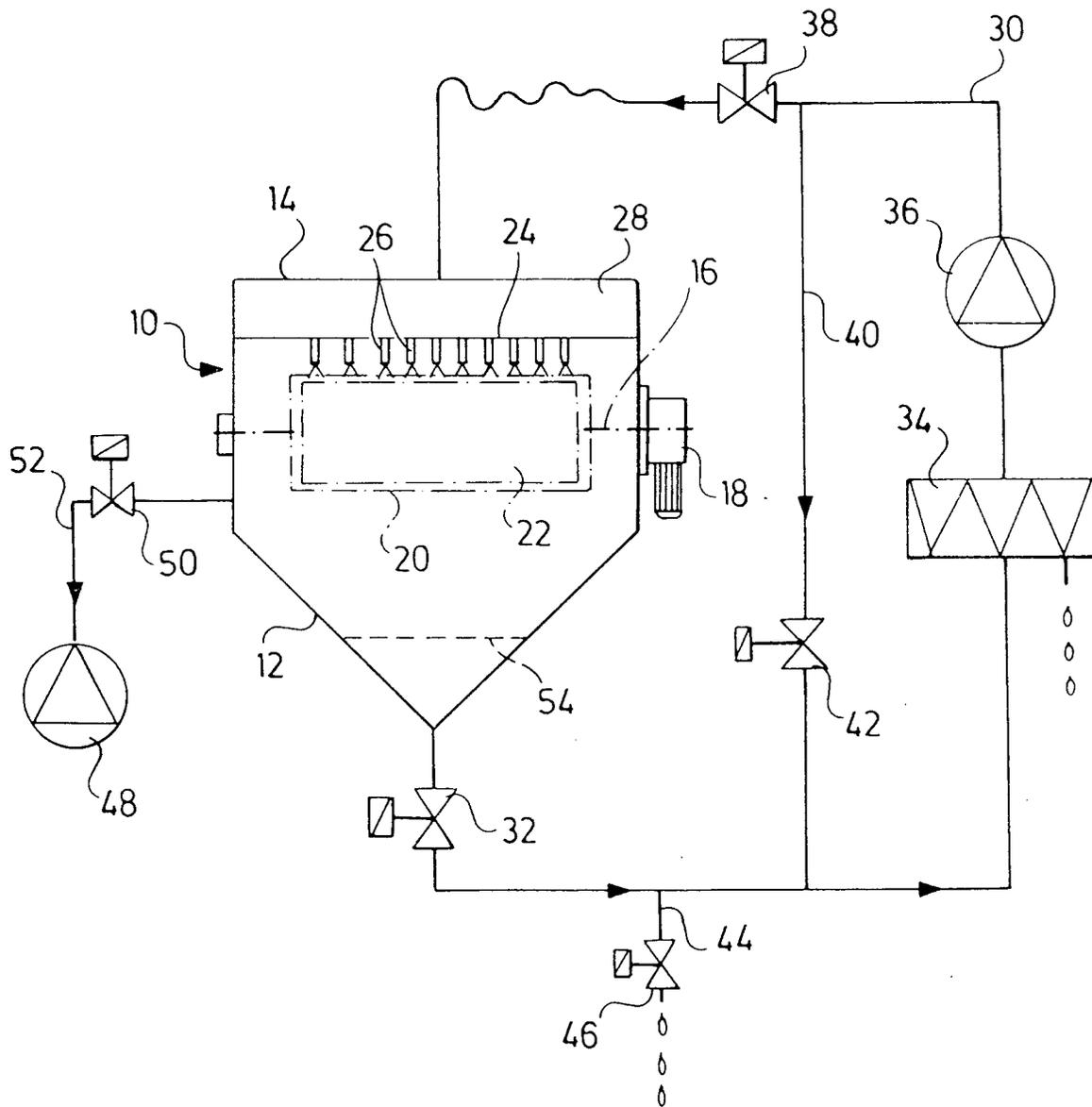


FIG. 2

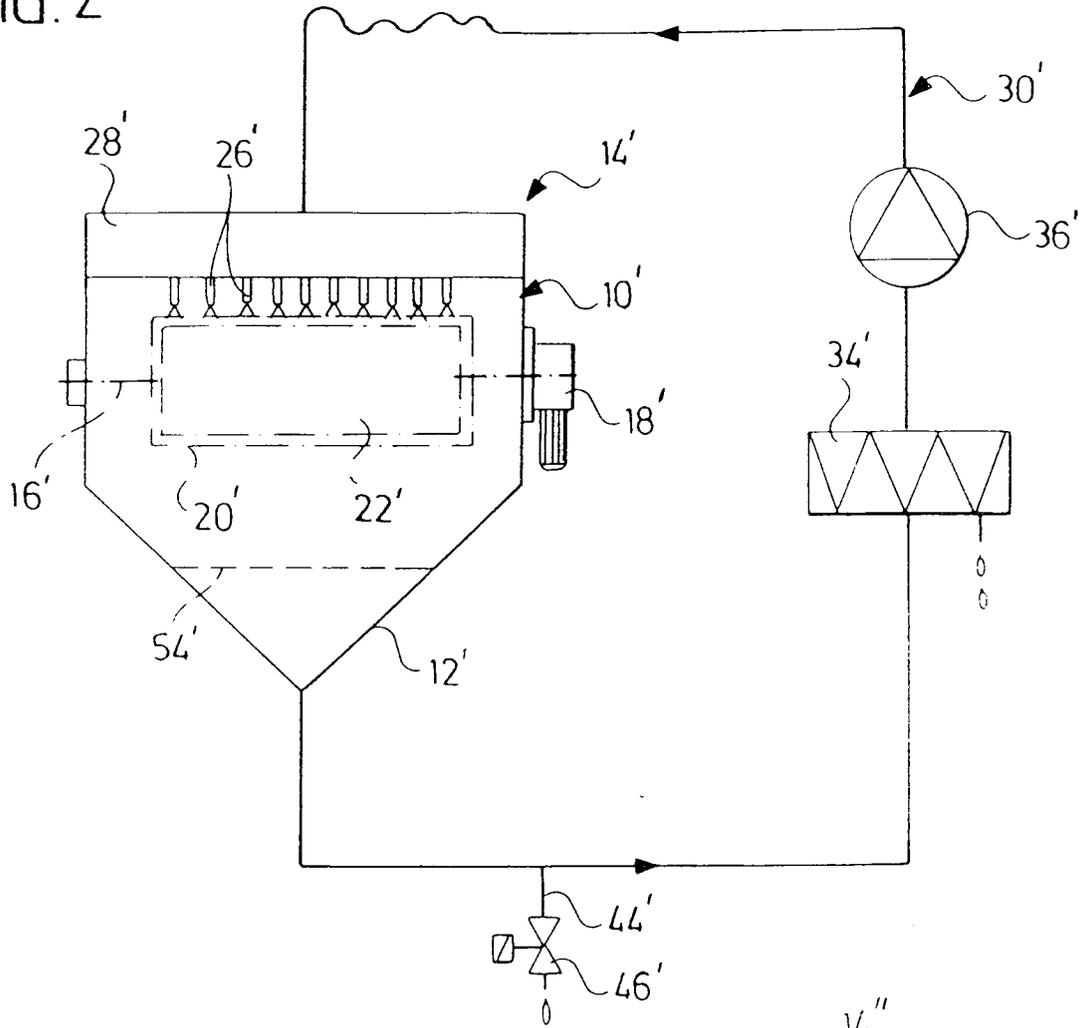
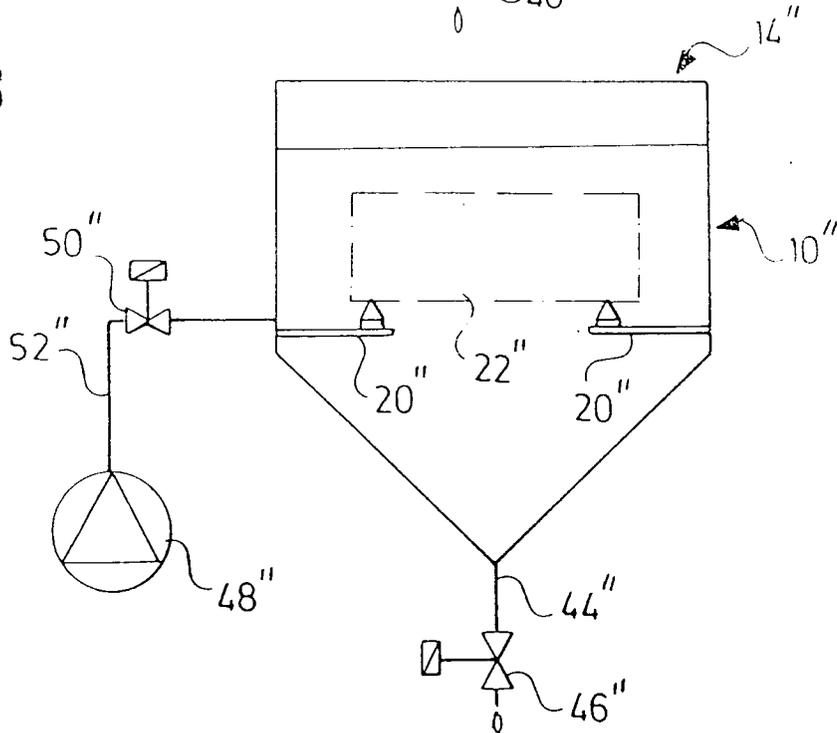


FIG. 3





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 93 11 6589

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
D,A	EP-A-0 476 235 (HÖCKH ET AL) * das ganze Dokument * ---	1, 12	F26B7/00 F26B5/14 F26B21/08
D,A	DE-A-37 15 168 (HÖCKH METALL-REINIGUNGS-ANLAGEN GMBH) * das ganze Dokument * ---	1, 12	
A	DE-U-90 13 241 (HÖCKH ET AL) * das ganze Dokument * ---	1	
A	DE-U-92 16 954 (SCHMIDER) * das ganze Dokument * ---	1, 5, 6, 8, 10, 12, 14	
A	EP-A-0 421 902 (ULTRASONS ANNEMASSE) * das ganze Dokument * ---	1, 4, 10, 12	
A	DE-U-92 12 437 (HOFFMANN) ---		
A	EP-A-0 218 733 (ART CERAMICHE S.R.L.) -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F26B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 18. November 1994	Prüfer Silvis, H
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)