



## Beschreibung

Werkstücke, insbesondere solche, welche durch Schleifen, Bohren, Fräsen und dergleichen bearbeitet wurden, bedürfen vielfach einer gründlichen Reinigung, um Späne, Schleifkörner, aber auch Rückstände von Bearbeitungsflüssigkeiten, wie Schneid- und Kühlole, oder andere Bearbeitungsrückstände möglichst vollständig zu entfernen.

Eine solche Reinigung erfolgte bislang in der Praxis fast ausschließlich dadurch, daß die Werkstücke mit einer Reinigungsflüssigkeit (organische Lösemittel oder wässrige, Tenside enthaltende Reinigungsflüssigkeiten) durch Abspritzen und/oder Tauchen gereinigt und anschließend getrocknet wurden. Das Reinigen und/oder Trocknen erfolgt dabei werkstückweise oder chargenweise in einer Behandlungskammer, die eine mittels eines Deckels dicht verschließbare Be- und Entladeöffnung aufweist und Bestandteil eines geschlossenen Luftkreislaufsystems ist, in dem zum Trocknen Luft umgewälzt wird, der von der Trocknungs- luft aufgenommener Wasser- oder Lösemitteldampf z. B. durch Kondensieren und Adsorption entzogen wird, um eine Belastung der Umgebungsluft, z. B. der Atmosphäre einer Fabrikhalle, durch Feuchtigkeit oder schädliche Lösemitteldämpfe zu vermeiden. Diese nahezu abluftfreien Reinigungsverfahren und -anlagen führen zu ausgezeichneten Reinigungsergebnissen.

Eine primitive Art der Werkstückreinigung ohne den Einsatz einer Reinigungsflüssigkeit ist insbesondere in metallverarbeitenden Betrieben gang und gäbe: Nach der Bearbeitung wird das Werkstück von Hand mittels einer Preßluftdüse abgeblasen mit der Folge, daß Späne und andere Bearbeitungsrückstände in die Umgebung geblasen werden, was zu einer höchst störenden Verunreinigung des Arbeitsplatzes führt. Deshalb ist es auch schon Stand der Technik, eine Reinigungskammer mit einer über ein Filter verfügenden Abluftöffnung vorzusehen, in die ein zu reinigendes Werkstück eingebracht und in der es mittels einer oder mehrerer Preßluftdüsen, die aus dem Preßluft-Werksnetz gespeist werden, gereinigt wird, wobei die Abluft über das Filter in die Werkshalle entweicht. Diese Art der Werkstückreinigung stellt zwar eine Verbesserung gegenüber der zuvor geschilderten Art des Reinigens mit einer manuell gehandhabten Preßluftdüse dar, da die Abluft jedoch in aller Regel trotz des Filters mit Bearbeitungsrückständen beladen ist, z. B. mit Dämpfen einer bei der Bearbeitung eingesetzten Kühl- und/oder Schneidflüssigkeit, führt auch sie zu einer Belastung der Hallenatmosphäre. Beiden Verfahren ist außerdem der Nachteil eines hohen Preßluftverbrauchs gemeinsam.

Aus der DE-37 10 367-A1 ist eine Anlage zum Entölen von Werkstücken mittels mehrerer Druckluftstrahlen bekannt geworden; diese Anlage ist außerdem dafür vorgesehen, bei einer zerspanenden Bearbeitung anfallende Spänmassen zu entölen, wobei in beiden Fällen die Anlage dem Zweck dient, neben der Vermeidung des Einsatzes von Reinigungsflüssigkeiten das

beim Abblasen entfernte Öle zurückzugewinnen und einer Wiederverwendung zuführen zu können. Bei dieser bekannten Anlage wird das zu entöhlende Gut auf ein horizontal verlaufendes Endlos-Förderband aufgelegt, welches luftdurchlässig ist und aus einem Drahtgitter oder dergleichen besteht sowie eine Reinigungsstation durchläuft, in der über dem Förderband und in dessen Laufrichtung hintereinander mehrere als Schlitzdüsen ausgebildete Blasdüsen und unter dem Förderband, und zwar unterhalb der Blasdüsen, ein schalenförmiger Luftauffangbehälter angeordnet sind bzw. ist. Letzterer und die Blasdüsen sind Bestandteile eines Luftkreislaufsystems, welches eine Luft-Hochdruckpumpe in Form eines Hochdruckgebläses stromaufwärts der Blasdüsen und einen Ölabscheider stromabwärts des Luftauffangbehälters und stromaufwärts des Hochdruckgebläses enthält. Jede der Blasdüsen erstreckt sich über die gesamte Transportbreite des Förderbandes, und gleiches gilt für den Luftauffangbehälter. Der Förderdruck des Hochdruckgebläses liegt in der Größenordnung von 5000 pa, und die Luftaustrittsgeschwindigkeit an den Blasdüsen soll zwischen 30 und 70 m/sec liegen. Obwohl in dieser bekannten Anlage ein Teil der vom Hochdruckgebläse geförderten Luft im Kreislauf geführt wird, hat sie dennoch, wenn auch in geringerem Umfang, die Nachteile der anderen vorstehend beschriebenen und mit Blasdüsen arbeitenden Verfahren bzw. Einrichtungen, da unvermeidlich mit Bearbeitungsrückständen (zerstäubte oder verdampfte Öle oder ölhaltige Flüssigkeiten sowie Feststoffpartikel-Stäube) beladene Abluft in die Hallenatmosphäre gelangt.

Der Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, bei der Reinigung von Werkstücken jegliche nennenswerte Umweltbelastung, wie sie durch verbrauchte Reinigungsflüssigkeiten oder durch mit mitgeschleppten Substanzen belastete Abluft verursacht wird, zu vermeiden.

Ausgehend von einer Anlage zum Reinigen von Werkstücken mittels wenigstens eines Druckluftstrahles, welche eine Reinigungsstation besitzt, in der wenigstens eine auf ein zu reinigendes Werkstück gerichtete Blasdüse angeordnet ist, und welche ferner ein Luftkreislaufsystem aufweist, das in Strömungsrichtung der Luft hintereinander eine Luft-Hochdruckpumpe, die Blasdüse und ein Filter für von den Werkstücken abgeblasene Verunreinigungen umfaßt, läßt sich diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch lösen, daß die Reinigungsstation mit wenigstens einer zumindest im wesentlichen luftdicht verschließbaren und mit der Blasdüse versehenen Kammer zur Aufnahme des zu reinigenden Werkstücks versehen ist, welche zum Einführen zu reinigender und zum Abführen gereinigter Werkstücke gestaltet ist und eine Abluftöffnung aufweist, die Teil des Luftkreislaufsystems ist, und daß das Filter als Feststoffpartikel-Filter ausgebildet ist.

Überraschenderweise hat sich nämlich gezeigt, daß sich mit einer entsprechend bemessenen Luft-Hochdruckpumpe und einer geeigneten Blasdüse ein Druckluftstrahl mit einer Luftaustrittsgeschwindigkeit erzeugen läßt, welcher ausreicht, von Werkstücken so gut wie alle

Bearbeitungsrückstände, so z. B. auch in Sacklöchern befindliche Späne und andere, von einer zerspanenden Bearbeitung herrührende Rückstände zu entfernen, wobei durch die vollständige Kreislaufführung der bei der Reinigung eingesetzten Luft jegliche Umweltbelastung vermieden wird. Durch den Einsatz eines Feststoffpartikel-Filters lassen sich Späne, Schleifkörner und dergleichen nicht nur problemlos zurückhalten, sondern ein solches Filter läßt sich auch ohne weiteres wieder reinigen, indem es von seiner Abströmseite her mit einem Luftstrom beaufschlagt wird.

Bei der Beurteilung der erfindungsgemäßen Lösung muß man sich vor Augen halten, daß bislang die Fachwelt ganz offensichtlich überhaupt nicht in Erwägung gezogen hat, daß auch bei der Trockenreinigung, d. h. bei der Reinigung von Werkstücken mittels starker Luftstrahlen, mit der Abluft die Umwelt belastende Emissionen verursacht werden - selbst bei der dem Entölen dienenden Anlage nach der DE-37 10 367-A1 werden als Vorteile nur die Vermeidung des Einsatzes von Reinigungsflüssigkeiten und die Rückgewinnung des Öles gesehen, wohingegen trotz einer teilweisen Rückführung der Blasluft zum Hochdruckgebläse auch bei dieser Anlage mit einem offenen System gearbeitet wird und infolgedessen nicht der Schritt zu einem abluftfreien System vollzogen wurde.

Es liegt auf der Hand, daß die Luftaustrittsgeschwindigkeit an der Blasdüse von entscheidender Bedeutung für die Qualität des Reinigungsergebnisses ist. In der sich mit dem Entölen von Gegenständen befassenden Reinigungsanlage nach der DE-37 10 367-A1 wird mit einer Luftaustrittsgeschwindigkeit zwischen 30 und 70 m/sec gearbeitet. Dies mag beim Entölen zu einem vielleicht noch befriedigenden Reinigungsergebnis führen; geht es aber um die Bewältigung von Reinigungsaufgaben, mit denen sich die vorliegende Erfindung befaßt, z. B. um das Entfernen von Spänen aus einen Hinterschnitt bildenden Werkstückkonturen, Gewindebohrungen oder Sacklöchern, empfehlen sich weit höhere Luftaustrittsgeschwindigkeiten, weshalb bei einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Reinigungsanlage Förderleistung und Förderdruck der Luft-Hochdruckpumpe derart auf die Blasdüse abgestimmt sind, daß die Luftaustrittsgeschwindigkeit an der Blasdüse mindestens ca. 100 m/sec, besser noch mindestens ca. 200 m/sec und am besten mindestens ca. 250 m/sec beträgt. Es hat sich gezeigt, daß sich erstaunlicherweise mit derartigen Luftaustrittsgeschwindigkeiten ebenso gute Reinigungsergebnisse erzielen lassen wie mit Reinigungsanlagen, in denen die Werkstücke unter Zuhilfenahme von Reinigungsflüssigkeiten gereinigt werden.

Grundsätzlich wäre es natürlich denkbar, in einer erfindungsgemäßen Reinigungsanlage eine Kammer zu verwenden, welche in bekannter Weise eine Be- und Entladeöffnung besitzt, die sich mittels eines Deckels luftdicht verschließen läßt; da eine solche Kammer jedoch nicht nur bedingt, daß die Werkstücke einzeln oder chargenweise in die Kammer eingebracht werden,

d. h. daß diskontinuierlich gearbeitet wird, sondern auch eine verhältnismäßig aufwendige Werkstück-Handhabungsvorrichtung zum Be- und Entladen der Kammer voraussetzt, werden Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Reinigungsanlage bevorzugt, bei denen ein die zu reinigenden, vereinzelt Werkstücke tragendes Endlosfördererelement vorgesehen ist, die Kammer einen Kanal mit einem in Durchlaufrichtung der Werkstücke zumindest im wesentlichen konstanten Querschnitt bildet, durch den sich das Endlosfördererelement hindurcherstreckt, an letzterem sich quer zur Durchlaufrichtung erstreckende und in dieser Richtung im Abstand voneinander angeordnete Schotten bzw. Trennwände angebracht sind, welche in ihrer Form derart an den Kanalquerschnitt angepaßt sind, daß jeweils zwei Schotten zusammen mit den Kanalwänden ein zumindest im wesentlichen luftdicht verschlossenes Kammersegment bilden, und bei denen schließlich die Blasdüse außerhalb des Weges der Schotten liegt und in dieses Kammersegment hineingerichtet ist. Mit einer solchen Reinigungsanlage können die Werkstücke gegebenenfalls in kontinuierlichem Durchlauf behandelt werden, da eine solche Anlage mit jeweils zwei Schotten für jedes einzelne Werkstück, gegebenenfalls aber auch für mehrere hintereinander oder nebeneinander angeordnete Werkstücke, einen zumindest nahezu luftdicht verschlossenen Behandlungsraum bildet, wobei die Blasdüse bzw. die Blasdüsen natürlich so angeordnet werden muß bzw. müssen, daß sie die Bewegung der Schotten nicht behindert bzw. behindern; zu diesem Zweck wird man die Blasdüse zweckmäßigerweise außerhalb der Innenflächen der Kanalwände anordnen, wobei die Blasdüsenöffnung mit diesen Innenflächen bündig sein kann, grundsätzlich wäre es aber auch möglich, die Blasdüse quer zur Durchlaufrichtung beweglich, z. B. schwenkbar, anzubringen, so daß sie während des Reinigungsvorgangs in das Kammersegment hineinragt, aus diesem aber zurückgezogen werden kann, wenn ein Schott die Blasdüse passieren soll.

Das Endlosfördererelement kann jede beliebige Form haben, solange es den von der Blasdüse erzeugten Druckluftstrahl nicht so stört, daß dadurch das Reinigungsergebnis beeinträchtigt wird; so wäre es z. B. denkbar, als Endlosfördererelement ein endloses Seil zu verwenden, an dem im Längsabstand voneinander angeordnete Haltevorrichtungen für die Werkstücke befestigt sind. Wie bei der Reinigungsanlage nach der DE-37 10 367-A1 kann es sich bei dem Endlosfördererelement aber auch um ein Förderband handeln, auf das die Werkstücke aufgelegt werden und welches quer zur Banebene luftdurchlässig ist, z. B. deshalb, weil das Förderband von einem verhältnismäßig große Öffnungen aufweisenden Drahtgewebe gebildet wird. Im Hinblick darauf, daß in der erfindungsgemäßen Reinigungsanlage aber auch schwerere Werkstücke gereinigt werden sollen, ohne daß letztere zu einem nennenswerten Durchhängen des Endlosfördererelements führen, empfehlen sich Ausführungsformen, bei denen das Endlosfördererelement von einer Förderkette gebildet

wird, die aus mehreren gelenkig miteinander verbundenen Kettengliedern besteht und auf die die Werkstücke aufgelegt werden, wobei man natürlich auch mehrere, nebeneinander angeordnete und parallel zueinander verlaufende Förderketten vorsehen kann, da auch ein solches Gebilde quer zur Durchlaufrichtung luftdurchlässig ist.

Grundsätzlich könnte die Blasdüsenanordnung so getroffen werden, wie dies die DE-37 10 367-A1 zeigt; eine solche Anordnung hat aber den Nachteil, daß die Druckluftstrahlen immer nur in einer Richtung auf die zu reinigenden Werkstücke gerichtet sind, was häufig nicht zu optimalen Reinigungsergebnissen führen wird. Deshalb ist es zu bevorzugen, wenn die Blasdüse eine das zu reinigende Werkstück zumindest im wesentlichen umschließende Luftaustrittsöffnung hat, wobei der Verlauf der insbesondere schlitzförmigen Luftaustrittsöffnung - in Durchlaufrichtung der Werkstücke gesehen - vorteilhafterweise der Werkstückkontur angepaßt ist.

Wenn auf eine Reinigung bei kontinuierlichem Durchlauf der Werkstücke verzichtet wird, könnte man ein Werkstück für seine Reinigung stillsetzen und die Blasdüse bewegen, wobei letztere eine lineare oder eine Schwenkbewegung durchführen könnte, da es grundsätzlich nur darauf ankommt, daß Blasdüse und Werkstück relativ zueinander quer zur Luftaustrittsöffnung der Blasdüse bewegbar sind. Bevorzugt werden aber Ausführungsformen, bei denen während des Reinigungsvorganges das Werkstück bewegt wird und die Blasdüse stationär ist.

Bei Ausführungsformen, bei denen die Blasdüse eine das zu reinigende Werkstück zumindest im wesentlichen umschließende, d. h. eine zumindest nahezu ringförmige Luftaustrittsöffnung hat und die Werkstücke mittels eines Endlosförderelements bewegt werden, sollte sich das Endlosförderelement durch die Luftaustrittsöffnung der Blasdüse hindurcherstrecken.

Grundsätzlich könnte die Länge des von der Kammer der Reinigungsstation gebildeten Kanals nur geringfügig größer sein als der Längsabstand der am Endlosförderelement angebrachten Schotten oder Trennwände; dies reicht dann aus, wenn das Endlosförderelement während des eigentlichen Reinigungsvorganges stillgesetzt oder nur sehr langsam bewegt wird. Bevorzugt werden jedoch Ausführungsformen, bei denen die Kanallänge wesentlich größer ist als der Längsabstand zweier aufeinanderfolgender Schotten, um so mit verhältnismäßig hohen Durchlaufgeschwindigkeiten arbeiten zu können. Außerdem bietet eine solche Ausführungsform den Vorteil, daß die Schotten im Kanal hintereinander mehrere zumindest nahezu luftdicht abgeschlossene Kanalsegmente bilden, um so gegebenenfalls den Abluftaustritt in die Umgebung noch weiter zu verringern und/oder vor oder nach dem Reinigen der Werkstücke zusätzliche Werkstückbehandlungen jeweils in einem geschlossenen Behandlungsraum durchführen zu können. So kann es sich beispielsweise empfehlen, vor der Blasdüse wenigstens eine auf das zu reinigende Werkstück gerichtete Heißdampfstrahldüse

anzuordnen, um eine noch bessere Entfettung oder Entölung der Werkstücke zu bewirken; die Behandlung mit Heißdampf kann aber auch in demselben Kammersegment erfolgen, in dem auch die Reinigung mittels eines oder mehrerer Druckluftstrahlen erfolgt, wobei es sich aber auch in diesem Fall empfiehlt, die Heißdampfstrahldüse in Durchlaufrichtung vor der Blasdüse anzuordnen. Für die Entfettung bzw. Entölung mittels Heißdampf wird empfohlen, mit einem Heißdampfstrahl von ca. 140°C und 5 bar zu arbeiten. In diesem Fall ist es vorteilhaft, eine Entölung der Abluft an derjenigen Stelle des Luftkreislaufsystems vorzunehmen, an der sich auch das Feststoffpartikel-Filter befindet, allerdings stromaufwärts dieses Filters, jedoch gegebenenfalls in demselben Behälter, in dem auch die vom Filter abgeschiedenen Feststoffpartikel gesammelt werden.

Des weiteren kann es vorteilhaft sein, eine auf das Werkstück gerichtete Korrosionsschutzmittel-Düse vorzusehen, bei der es sich entweder um eine auf die Blasdüse in Durchlaufrichtung folgende Düse handelt oder um die Blasdüse selbst, wobei im letztgenannten Fall in den Blasluftstrom ein geeignetes Korrosionsschutzmittel eingedüst wird.

Als für das Reinigungsergebnis positiv hat es sich erwiesen, die Hochdruckpumpe so auszulegen, daß sie je Blasdüse mindestens ca. 600 m<sup>3</sup>/h fördert, und bevorzugt wird ein Seitenkanalverdichter als Hochdruckpumpe eingesetzt - derartige Seitenkanalverdichter sind bekannt und auf dem Markt verfügbar, so daß es keiner weiteren Beschreibung eines solchen Verdichters bedarf.

Um das Feststoffpartikel-Filter nach einer gewissen Betriebszeit nicht auswechseln zu müssen und vom Filter abgeschiedene Feststoffpartikel leicht aus der Anlage austragen zu können, empfiehlt es sich, das Filter in einem Schmutzsammelbehälter im Bereich eines Abströmendes dieses Behälters anzuordnen, den Schmutzsammelbehälter stromabwärts des Filters mit einem Drucklufteinlaß und letzterem gegenüber mit einer verschließbaren Schmutzaustragsöffnung zu versehen sowie einen Einlaß für die von der Kammer kommende Abluft zwischen Filter und Schmutzaustragsöffnung am Schmutzsammelbehälter vorzusehen. Eine solche Konstruktion erlaubt es, das Filter entgegen der normalen Durchströmrichtung mit Druckluft zu beaufschlagen und so vom Filter zurückgehaltene Feststoffpartikel, wie Späne und dergleichen, vom Filter zu entfernen und über die Schmutzaustragsöffnung des Sammelbehälters aus letzterem auszutreiben. Dieser Vorgang läßt sich auch ohne weiteres automatisieren, indem der Druckabfall über das Filter oder stromabwärts der Hochdruckpumpe der Druck des von dieser erzeugten Hochdruckluftstromes gemessen, die Pumpe kurzfristig abgeschaltet, die Schmutzaustragsöffnung des Schmutzsammelbehälters geöffnet und die Abströmseite des Filters mit Druckluft beaufschlagt wird, wenn der Druckabfall am Filter eine gewisse Größe überschreitet oder der Druck hinter der Hochdruckpumpe einen vorgegebenen Wert unterschreitet.

Wie sich aus dem Vorstehenden ergibt, ist Gegenstand der Erfindung auch ein Verfahren zum Reinigen von Werkstücken mittels wenigstens eines Druckluftstrahles, bei dem das Werkstück in eine Reinigungsstation gebracht, mittels einer Luft-Hochdruckpumpe ein Hochdruck-Luftstrom erzeugt, dieser einer auf das Werkstück gerichteten Blasdüse zugeführt und Abluft über ein Filter zur Saugseite der Pumpe zurückgeführt wird, wobei erfindungsgemäß das Werkstück in einer bis auf einen Lufteinlaß in Form der Blasdüse sowie einen Abluft-Auslaß zumindest im wesentlichen luftdicht verschlossenen Kammer gereinigt und die Luft in einem geschlossenen, die Kammer enthaltenden Luftkreislaufsystems umgewälzt wird, und wobei ferner vor der Pumpe Feststoffpartikel aus dem Luftstrom mechanisch ausgefiltert werden.

Außer den vorstehend bereits erwähnten Vorteilen führt die Erfindung noch dazu, daß sich ein hoher Verbrauch an einem Werksnetz entnommener Preßluft vermeiden läßt und daß der Betrieb der Hochdruckpumpe energiesparender erfolgt, da die gesamte von letzterer geförderte Luft wieder der Saugseite der Pumpe zugeführt wird und die Hochdruckpumpe zumindest keine nennenswerten Mengen an Umgebungsluft ansaugen und verdichten muß. In diesem Zusammenhang sei auch noch erwähnt, daß durch Verdichten der umgewälzten Luft in der Hochdruckpumpe diese Luft erhitzt und so der Blasdüse heiße Luft zugeführt wird, was sich auf das Reinigungsergebnis positiv auswirkt, und zwar nicht nur hinsichtlich eines gegebenenfalls erforderlichen Entölen oder Entfettens, sondern auch dann, wenn die zu reinigenden Werkstücke bzw. die gereinigten Werkstücke aus irgendeinem Grund auch getrocknet werden müssen.

Wie sich aus dem Vorstehenden ergibt, liegt es auch im Rahmen dieser Erfindung, die Reinigungsanlage nicht nur als reine Trockenreinigungsanlage einzusetzen - nach vorherigem Naßreinigen besteht die Möglichkeit, mit einer erfindungsgemäßen Anlage die Werkstücke zu trocknen und gegebenenfalls nachzureinigen, eine erfindungsgemäße Anlage kann aber auch ohne weiteres so ausgebildet werden, daß in ihr die Werkstücke zunächst trocken vorgereinigt, dann mittels einer Reinigungsflüssigkeit nachgereinigt und schließlich getrocknet werden, wobei sich insbesondere solche Ausführungsformen empfehlen, in denen in einem von der Kammer gebildeten Kanal durch Schotten hintereinander mehrere geschlossene Kanalsegmente gebildet werden.

Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und der beigefügten zeichnerischen Darstellung einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Reinigungsanlage; in der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Reinigungsanlage;

Fig. 2 einen Schnitt nach der Linie 2-2 in Fig. 1 und

Fig. 3 den in Fig. 1 mit "A" bezeichneten Ausschnitt in größerem Maßstab als in Fig. 1.

Die Fig. 1 zeigt Teile eines als Ganzes mit 10 bezeichneten Förderers, von dem nur das obere Trum 12 einer Endlos-Förderkette und eine Stütz- oder Umlenkrolle 14 (bei der es sich gegebenenfalls auch um eine Walze handeln kann) gezeichnet wurden.

Eine Reinigungsstation 16 besitzt einen langgestreckten, geraden Kanal 18, der vorn und hinten, d. h. gemäß Fig. 1 links und rechts offen ist, einen rechteckigen Querschnitt (siehe Fig. 2) mit über seine ganze Länge konstanter Querschnittsfläche und -form aufweist und dessen Wände mit Ausnahme einer noch zu beschreibenden Stelle überall geschlossen sind. Durch diesen Kanal 18 verläuft das obere Trum 12 der Endlos-Förderkette, und zwar derart, daß an der Förderkette fest angebrachte Trennwände oder Schotten durch den Kanal 18 hindurchlaufen können. Die Fig. 1 zeigt nur einige wenige dieser Trennwände oder Schotten, nämlich die Schotten 20a, 20b, 20c, 20d und 20e, die ebenso wie alle übrigen, nicht dargestellten und an der Förderkette befestigten Schotten in gleichen Abständen voneinander angeordnet und identisch ausgebildet sind. Erfindungsgemäß soll jedes Schott so an den von glatten Innenflächen des Kanals 18 gebildeten Kanalquerschnitt angepaßt sein, daß es, solange es sich im Kanal 18 befindet, zumindest nahezu luftdicht gegen die Innenflächen der Kanalseitenwände anliegt (gegebenenfalls mit Hilfe von an den Schotträndern angebrachten, nicht dargestellten Schleifdichtungen), so daß jeweils zwei aufeinanderfolgende und sich gerade im Kanal 18 befindliche Schotten zusammen mit den Kanalwänden einen zumindest nahezu luftdicht abgeschlossenen Raum bilden, im folgenden Kanalsegment genannt. Zu diesem Zweck bildet jedes Schott eine gasundurchlässige Wand, durch die auch die Förderkette gasdicht hindurchgeführt ist.

Des weiteren verläuft erfindungsgemäß das obere Trum 12 der Förderkette in nur geringem Abstand über der unteren Wand 18a des Kanals 18, so daß zu reinigende Werkstücke auf das obere Trum 12 der Förderkette aufgelegt werden können und sich so durch den Kanal 18 hindurchfördern lassen. Die Förderrichtung bzw. die Laufrichtung des oberen Trums 12 der Förderkette wurde in Fig. 1 durch den Pfeil "F" angedeutet, und ein zu reinigendes Werkstück "W" ist in Fig. 1 links des Kanals 18 zu erkennen, ebenso wurde in Fig. 2 ein Werkstück W strichpunktirt angedeutet.

Die Fig. 3 läßt eine bereits in Fig. 1 angedeutete und als Ganzes mit 30 bezeichnete Blasdüse in ihren Einzelheiten erkennen. Diese Blasdüse hat einen ringförmigen Düsenkörper 30a, welcher um den Kanal 18 herumläuft und einen in sich geschlossenen ringförmigen Hohlraum 30b bildet. Außerdem bildet der Düsenkörper 30a eine wiederum ringförmige Austrittsdüse 30c mit einem gleichfalls ringförmigen Düsenschlitz 30d, bei dem es sich um die Austrittsöffnung der Blasdüse 30 handelt. Wie die Fig. 3 erkennen läßt, läuft der Düsenschlitz 30d

um den ganzen Kanal 18 herum, weil die Austrittsdüse 30c in die untere Wand 18a, die obere Wand 18b und die beiden Seitenwände 18c und 18d des Kanals 18 eingesetzt ist und mit den glatten Innenflächen der Kanalwände bündig abschließt. Erfindungsgemäß ist die Austrittsdüse 30c und damit der Düsenschlitz 30d gegenüber der Längsrichtung des Kanals 18 geneigt, und zwar entgegen der Förderrichtung F, wobei es sich als zweckmäßig erwiesen hat, diese Neigung so zu wählen, daß die aus der Blasdüse 30 austretenden Druckluftstrahlen P (siehe Fig. 3) mit einer senkrecht zur Förderrichtung F orientierten Ebene einen Winkel in der Größenordnung von 10 bis 30° und vorzugsweise von ungefähr 15° bilden.

Anhand der Fig. 1 soll nun das Luftkreislaufsystem der erfindungsgemäßen Reinigungsanlage erläutert werden.

Dieses umfaßt außer der Blasdüse 30 eine Luft-Hochdruckpumpe 34, einen später noch näher zu erörternden Bereich des Kanals 18, einen siloartigen Schmutzsammelbehälter 36 sowie Verbindungsrohrleitungen 38, 40 und 42. Die Förderrichtung der Hochdruckpumpe 34 wurde durch den Pfeil L angedeutet.

Der Sammelbehälter 36 enthält kurz vor der Verbindungsrohrleitung 42 ein insbesondere siebförmig gestaltetes Feststoffpartikel-Filter 44, oberhalb dieses Filters, d. h. auf dessen Abströmseite, mündet in den Sammelbehälter 36 eine mit einem Ventil 46 versehene Preßluftleitung 48, unten ist der Sammelbehälter mit einem Schieberventil 50 versehen, durch das eine Schmutzaustragsöffnung gebildet werden kann, und etwa im mittleren Bereich des Sammelbehälters mündet in diesen die Verbindungsrohrleitung 40 ein. Bei 52 wurde in Fig. 1 angesammelter Schmutz angedeutet, welcher durch das Filter 44 aus dem umgewälzten Luftstrom abgetrennt wurde und der bereits vom Filter abgefallen ist.

Die Verbindungsrohrleitung 40 enthält ein Ventil 40a, die Verbindungsrohrleitung 42 ein Ventil 42a und die Verbindungsrohrleitung 38 einen Druckschalter PS sowie ein Manometer PI.

Stromaufwärts der Blasdüse 30 ist der Boden des Kanals 18 als Trichter 50 gestaltet, wobei die in Förderrichtung F gemessene Längserstreckung der Baugruppe, welche aus der Blasdüse 30 und dem Trichter 50 besteht, deutlich kleiner ist als der Längsabstand zweier Schotten des Förderers 10. In diesen Trichter 50 mündet unten die Verbindungsrohrleitung 40, während die Verbindungsrohrleitung 38 in die Blasdüse 30 mündet.

Bei der dargestellten bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Reinigungsanlage handelt es sich bei der Hochdruckpumpe 34 um einen sogenannten Seitenkanalverdichter mit einer Leistung von größenordnungsmäßig 10 kW, einer Förderleistung von ca. 750 m<sup>3</sup>/h und einem Förderdruck von ca. 200 mbar. Das Volumen des Schmutzsammelbehälters 36 liegt bei ca. 150 l, und das Filter 44 ist so ausgebildet, daß die maximale Filterbelastung (Luftdurchsatzvolumen) größenord-

nungsmäßig 800 m<sup>3</sup>/h beträgt. Außerdem hat es sich als zweckmäßig erwiesen, eine Fördergeschwindigkeit des Förderers 10 von ca. 1 m/min oder etwas geringer zu wählen.

Natürlich muß eine der Umlenkrollen oder -walzen des Förderers 10 angetrieben sein, z. B. die in Fig. 1 dargestellte Umlenkrolle 14.

Die Funktionsweise der beschriebenen Reinigungsanlage ist nun die folgende:

Die auf den Förderer 10 hintereinander aufgelegten, zu reinigenden Werkstücke W, von denen gegebenenfalls zwischen jeweils zwei Schotten auch mehrere angeordnet werden können, laufen in den Kanal 18 ein und werden während des Durchlaufs mit Hilfe der Blasdüse 30, d. h. durch die von letzterer erzeugten Druckluftstrahlen P gereinigt; dabei von den Werkstücken entfernte Feststoffpartikel, wie beispielsweise Späne, aber auch abgeblasene Öl- und gegebenenfalls Fettreste gelangen zusammen mit der Abluft in den Trichter 50 und von diesem in die Verbindungsrohrleitung 40. Da währenddessen die beiden in Fig. 1 gezeigten Schotten 20c und 20d nur eine Wegstrecke zurücklegen, über welche das Schott 20d vom Düsenschlitz 30d gemäß Fig. 1 nach rechts wandert und sich das Schott 20c von links kommend nicht ganz bis zum linken Ende des Trichters 50 bewegt, gelangt die Abluft samt allen vom Werkstück abgeblasenen Verunreinigungen in den Trichter 50 und damit in die Verbindungsrohrleitung 40 - während des Reinigungsvorganges sind die Ventile 40a und 42a geöffnet, während das Ventil 46 und das Schieberventil 50 geschlossen sind. Aus dem mit Hilfe der Hochdruckpumpe 34 umgewälzten Luftstrom trennt das Filter 44 die Feststoffpartikel ab, während Ölreste zuvor mit Hilfe eines nicht dargestellten Ölabscheiders aus dem Luftstrom abgesondert werden (geeignete Ölabscheider, bei denen es sich z. B. um einen elektrostatischen Abscheider handeln kann, sind aus dem Stand der Technik bekannt). Daraufhin wird die Abluft durch die Hochdruckpumpe 34 erneut verdichtet und zur Blasdüse 30 gefördert.

Immer dann, wenn ein Schott den Düsenschlitz 30d überfährt, beginnt der Reinigungsvorgang im nächsten Kammersegment, d. h. die Reinigung des nächsten Werkstücks.

Wenn der Strömungswiderstand des Filters 44 infolge starker Verschmutzung zu groß wird, spricht der Druckschalter PS an, worauf eine nicht dargestellte Anlagensteuerung die Hochdruckpumpe 34 abschaltet, die Ventile 40a und 42a schließt und das Ventil 46 sowie das Schieberventil 50 öffnet, was ein Reinigen des Filters 44 durch Rückspülen und ein Austragen des im Sammelbehälter 36 gesammelten Schmutzes durch das Schieberventil 50 hindurch bewirkt. Dann werden die Ventile 46 und 50 geschlossen, die Ventile 40a und 42a geöffnet und die Hochdruckpumpe 34 wieder in Betrieb genommen, so daß der Reinigungsprozeß fortgesetzt werden kann. Während einer solchen Reinigung des Filters 44 wird der Förderer 10 zweckmäßigerweise gleichfalls abgeschaltet.

## Patentansprüche

1. Anlage zum Reinigen von Werkstücken mittels wenigstens eines Luftstrahles, mit einem von den Werkstücken in seiner Längsrichtung zu durchlaufenden Kanal, in dem ein die Werkstücke tragender und sich in Kanallängsrichtung erstreckender Förderer angeordnet ist und sich mittels Schotten eine zumindest im wesentlichen luftdicht verschließbare Reinigungskammer bilden läßt, sowie mit einem Luftkreislaufsystem, welches in Strömungsrichtung der Luft hintereinander ein Luftfördergerät, wenigstens eine auf ein zu reinigendes Werkstück gerichtete und an der Reinigungskammer angeordnete Blasdüse, eine Abluftöffnung der Reinigungskammer sowie ein Feststoffpartikel-Filter für von den Werkstücken abgeblasene Verunreinigungen aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kanal (18) einen in Durchlaufrichtung (F) der Werkstücke (W) zumindest im wesentlichen konstanten Innenquerschnitt aufweist, daß der Förderer (10) ein die zu reinigenden, vereinzelter Werkstücke (W) tragendes und sich durch den Kanal (18) hindurcherstreckendes Endlosförderelement (12) besitzt, an dem sich quer zur Durchlaufrichtung (F) erstreckende und in dieser Richtung im Abstand voneinander angeordnete Schotten (20a - 20e) angebracht sind, welche in ihrer Form derart an den Kanalquerschnitt angepaßt sind, daß jeweils zwei Schotten zusammen mit den Kanalwänden (18a - 18d) ein zumindest im wesentlichen luftdicht verschlossenes Kanalsegment als Reinigungskammer bilden, und daß die von einer Luft-Hochdruckpumpe (34) als Luftfördergerät gespeiste Blasdüse (30) außerhalb des Weges der Schotten liegt und in dieses Kanalsegment hineingerichtet ist.
2. Reinigungsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Förderleistung und Förderdruck der Luft-Hochdruckpumpe (34) derart auf die Blasdüse (30) abgestimmt sind, daß die Luftaustrittsgeschwindigkeit an der Blasdüse mindestens ca. 100 m/sec beträgt.
3. Reinigungsanlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftaustrittsgeschwindigkeit mindestens ca. 200 m/sec beträgt.
4. Reinigungsanlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftaustrittsgeschwindigkeit mindestens ca. 250 m/sec beträgt.
5. Reinigungsanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Endlosförderelement (12) quer zur Durchlaufrichtung (F) luftdurchlässig ist.
6. Reinigungsanlage nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Blasdüse (30) eine das zu reinigende Werkstück (W) zumindest im wesentlichen umschließende Luftaustrittsöffnung (30d) hat sowie Blasdüse und Werkstück relativ zueinander quer zu dieser Luftaustrittsöffnung bewegbar sind.
7. Reinigungsanlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß sich das Endlosförderelement (12) durch die Luftaustrittsöffnung (30d) hindurcherstreckt.
8. Reinigungsanlage nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kanal (18) so lang und der Abstand der Schotten (20a - 20e) voneinander so bemessen ist, daß die Schotten im Kanal hintereinander mehrere Kanalsegmente bilden.
9. Reinigungsanlage nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Blasdüse wenigstens eine auf das zu reinigende Werkstück gerichtete Heißdampfstraldüse angeordnet ist.
10. Reinigungsanlage nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine auf das Werkstück gerichtete Korrosionsschutzmittel-Düse vorgesehen ist.
11. Reinigungsanlage nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Blasdüse mit einer Korrosionsschutzmittel-Zufuhr- und Zerstäubungsvorrichtung versehen ist.
12. Reinigungsanlage nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Hochdruckpumpe (34) derart ausgelegt ist, daß sie je Blasdüse (30) mindestens ca. 600 m<sup>3</sup>/h fördert.
13. Reinigungsanlage nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Hochdruckpumpe (34) ein Seitenkanalverdichter ist.
14. Reinigungsanlage nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Filter (44) in einem Schmutzsammelbehälter (36) im Bereich eines Abströmendes des letzteren angeordnet ist, daß der Schmutzsammelbehälter stromabwärts des Filters mit einem Drucklufteinlaß (48) und diesem gegenüber mit einer verschließbaren Schmutzaustragsöffnung (50) versehen ist und daß der Schmutzsammelbehälter zwischen Filter und Schmutzaustragsöffnung einen Einlaß (40) für die von der Kammer (18, 20c, 20d) kommende Abluft aufweist.

15. Verfahren zum Reinigen von Werkstücken mittels wenigstens eines Druckluftstrahles, bei dem das Werkstück in eine Reinigungsstation gebracht, mittels einer Luft-Hochdruckpumpe ein Hochdruck-Luftstrom erzeugt, dieser einer auf das Werkstück gerichteten Blasdüse der Reinigungsstation zugeführt und Abluft über ein Filter zur Saugseite der Pumpe zurückgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Werkstück in einer bis auf einen Lufteinlaß in Form der Blasdüse sowie einen Abluft-Auslaß zumindest im wesentlichen luftdicht verschlossenen Kammer gereinigt und die Luft in einem geschlossenen, die Kammer enthaltenden Luftkreislauflsystem umgewälzt wird und daß vor der Pumpe Feststoffpartikel aus dem Luftstrom ausgefiltert werden.

5  
10  
15  
20

25

30

35

40

45

50

55



FIG. 1

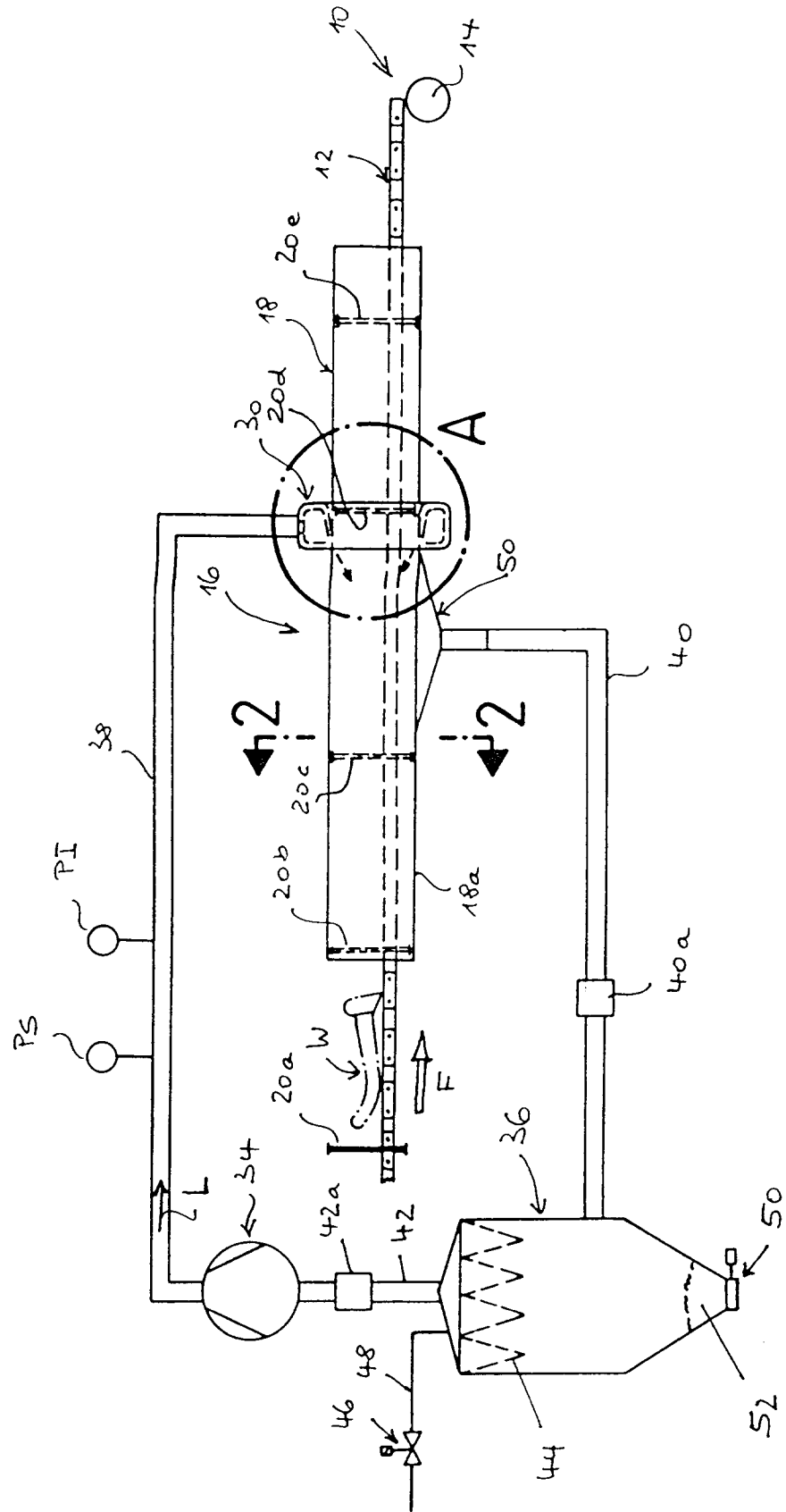


FIG. 2

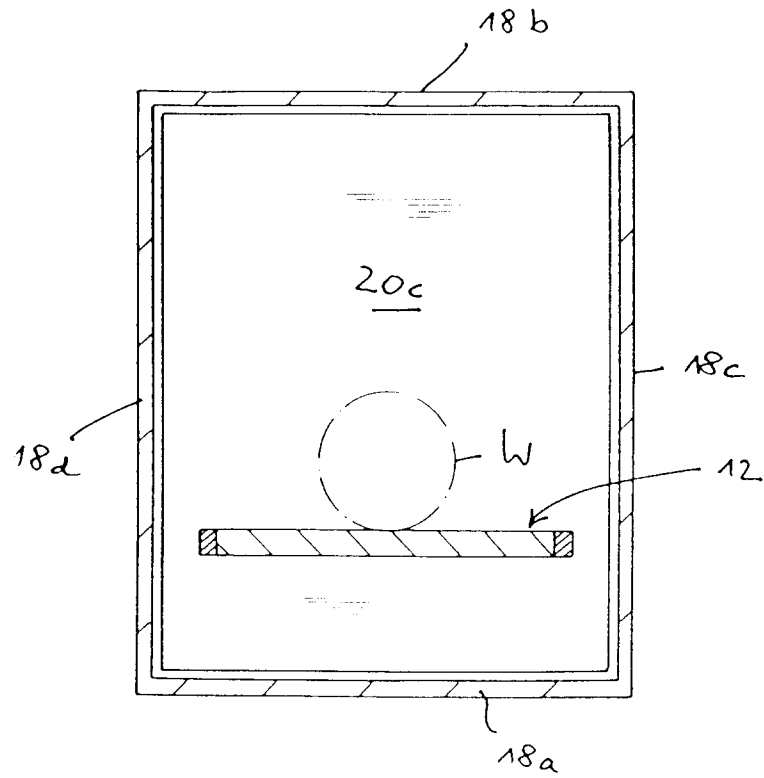


FIG. 3

