



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.08.2010 Patentblatt 2010/34

(51) Int Cl.:
B21D 1/08 (2006.01) B21D 3/00 (2006.01)
B21D 3/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09002480.3**

(22) Anmeldetag: **20.02.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(74) Vertreter: **Lang, Friedrich et al**
Lang & Tomerius
Patentanwälte
Landsberger Strasse 300
80687 München (DE)

(71) Anmelder: **Balcke-Dürr GmbH**
40882 Ratingen (DE)

Bemerkungen:
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

(72) Erfinder: **Grobelny, Hans-Günter**
44623 Herne (DE)

(54) **Vorrichtung, System und Verfahren zum Ausbeulen von Rohren in eingebautem Zustand**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Ausbeulen von Rohren in eingebautem Zustand, insbesondere zum Ausbeulen von Rohren von Wärmetauscher-Rohren, auf ein entsprechendes System, in das die Vorrichtung integriert ist, sowie auf ein Verfahren zum Einsatz der Vorrichtung. Die Vorrichtung weist eine Beulendetektionseinheit (3) und eine Ausbeuleinheit (2) auf. Dadurch wird es ermöglicht, in eingebauten Rohren in nur einem Arbeitsgang Beulen sowohl zu detektieren, als auch zu beseitigen. Bevorzugt erfolgt die Beulendetektion mechanisch, und das Ausbeulen erfolgt durch Druckbeaufschlagung der Ausbeuleinheit (2), wobei sich diese in Umfangsrichtung ausdehnt.

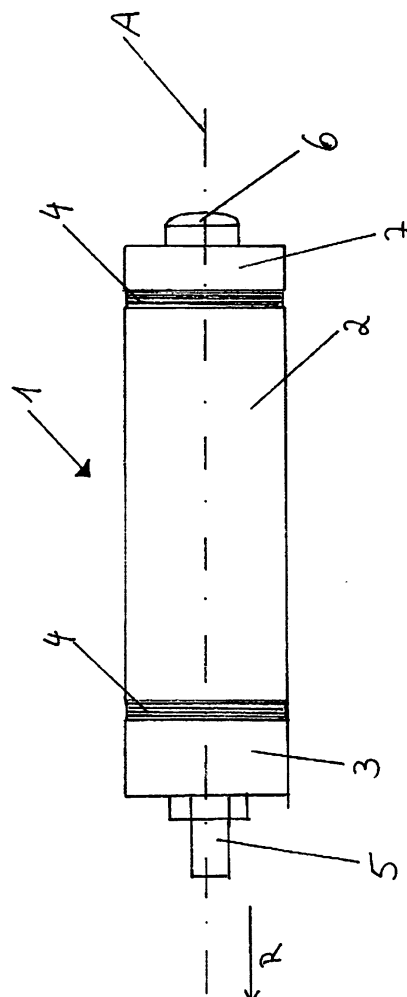


Fig. 1

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Ausbeulen von Rohren in eingebautem Zustand, insbesondere zum Ausbeulen von Rohren von Wärmetauscher-Rohren. Des Weiteren bezieht sich die Erfindung auf ein System zum Ausbeulen von Rohren in eingebautem Zustand sowie auf ein Verfahren zum Ausbeulen von Rohren in eingebautem Zustand.

Stand der Technik

[0002] Das Vorhandensein von Beulen innerhalb von Rohren stellt ein grundsätzliches Problem dar. Zum einen bieten Ausbeulungen im Inneren von Rohren Ansatzpunkte für Ablagerungen in Rohren, die zu einer Rohrverstopfung und gegebenenfalls zu einem Rohrbruch führen können. Des Weiteren bilden Beulen aber auch Ansatzpunkte für Materialabtragungen im Inneren von Rohren, was gegebenenfalls zu einer Rohrleckage führen kann. Oftmals entstehen derartige Beulen bei der Durchführung von Neuberührungen.

[0003] Je nach Einsatzgebiet von Rohren werden unterschiedliche Anforderungen an die Beulenfreiheit von Rohren gestellt. Einige Einsatzgebiete sind für kleine Beulen verhältnismäßig unempfindlich, in anderen hingegen stellen selbst kleine Beulen ein echtes Problem dar. So werden beispielsweise an Rohre von Wärmetauscher-Rohren, z.B. für einen Turbinenkondensator, hohe Anforderungen an eine Beulenfreiheit gestellt. Selbst Beulen von etwa 0,5 mm Größe führen in solchen Rohren zu Problemen, da durch den Einsatz von Reinigungskugeln (Tapprogge) ein Materialabtrag im Inneren des Rohres entsteht, der in weniger als zwei bis drei Jahren zur Rohrleckage führen würde. Alternativ kann es vorkommen, dass Reinigungskugeln im Bereich der Beulen stecken bleiben und dass es zu einem Rohrverschluss kommt. Dann sinkt die Leistung des Kondensators deutlich messbar ab. Im Betrieb einer Anlage z.B. für die Stromerzeugung bedeutet eine solche Rohrleckage oder ein solcher Rohrverschluss, dass es notwendig ist, die Leistung der Anlage z.B. auf 30% herabzusetzen, das VC-Wasser (vollentsalztes Wasser) außer Betrieb zu nehmen, die Wasserkammer muss geöffnet werden, es wird nach der Leckage gesucht, das Rohr wird gestopft, und anschließend kann die Anlage wieder angefahren werden. Dies kann durchaus vier bis fünf Tage dauern, in denen keine Stromabgabe ins Netz möglich ist. Es kommt also aufgrund des Vorhandenseins von minimalen Beulen in Rohren von Wärmetauscher-Rohren für Turbinenkondensatoren zu Ausfallzeiten der gesamten Anlage.

Beschreibung der Erfindung

[0004] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung,

eine Vorrichtung, ein System und ein Verfahren bereitzustellen, die es ermöglichen, die Ausfallzeiten von Anlagen, die aufgrund von Rohrleckagen oder Rohrverschlüssen hervorgerufen werden, zu verringern. Die Erfindung erlaubt es, die Zahl von tatsächlich auftretenden Rohrleckagen oder Rohrverschlüssen zu verringern und bereits im Vorfeld ihres Auftretens dagegen vorzugehen. Dies kann gemäß der Erfindung schnell und auf einfache Weise erfolgen.

[0005] Die Aufgabe wird gelöst durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung gehen aus den abhängigen Patentansprüchen hervor.

[0006] Erfindungsgemäß wird eine Vorrichtung zum Ausbeulen von Rohren in eingebautem Zustand, insbesondere zum Ausbeulen von Rohren von Wärmetauscher-Rohren bereitgestellt, die eine Beulendetektionseinheit und eine Ausbeuleinheit aufweist. Die erfindungsgemäße Vorrichtung erlaubt es durch die Kombination einer Beulendetektionseinheit mit einer Ausbeuleinheit, in einem einzigen Arbeitsgang Beulen sowohl zu detektieren als auch gleich zu beseitigen. Für die Detektion und die Ausbeulung kommt somit ein und dieselbe Vorrichtung zum Einsatz. Demgegenüber sind aus dem Stand der Technik nur Vorrichtungen bekannt, die zur Beulendetektion eingesetzt werden. Zur Beulendetektion werden im Stand der Technik rotierende Wirbelstromsonden oder aber auch starre passende Sonden eingesetzt. Mittels dieser Sonden ist es aber nicht möglich, im selben Arbeitsschritt auch eine Ausbeulung vorzunehmen. Des Weiteren ist es dadurch erschwert, eine in einem separaten Arbeitsschritt vorgenommene Ausbeulung an der richtigen Stelle vorzunehmen. Die Stärke der herkömmlichen Sonden liegt somit im Grunde genommen darin, bei Rohren eine Beulenfreiheit festzustellen. Wurden durch Sonden Beulen festgestellt, so war es stets notwendig, das gesamte Rohr auszutauschen, was mit einem erheblichen Einsatz an Zeit, Material und Arbeitskraft verbunden war. Die erfindungsgemäße Vorrichtung erlaubt somit durch die Kombination einer Beulendetektionseinheit mit einer Ausbeuleinheit ein schnelleres und auch gezielteres Vorgehen gegen Beulen.

[0007] Bei der Beulendetektionseinheit und der Ausbeuleinheit handelt es sich bevorzugt um separate Bereiche der Vorrichtung, die miteinander verbunden sind. Es ist aber auch möglich, dass dieselben Bereiche der Vorrichtung sowohl zur Detektion als auch zum Ausbeulen eingesetzt werden.

[0008] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die äußeren Abmessungen der Vorrichtung so gewählt, dass die Vorrichtung im Wesentlichen passend in ein auszubeulendes Rohr einführbar ist. Bevorzugt besitzt die Vorrichtung dabei im Wesentlichen eine zylindrische Formgebung, deren Außendurchmesser an den Norminnendurchmesser des auszubeulenden Rohres angepasst ist. Teile der Vorrichtung können beispielsweise auch leicht konisch ausgebildet sein. Bei dem Norminnendurchmesser des auszubeu-

lenden Rohres handelt es sich um den gewünschten spezifizierten Innendurchmesser des Rohres. Der Norminnendurchmesser liegt bei Rohren von Wärmetauscher-Rohren für einen Turbinencondensator typischerweise in der Größenordnung von 24 - 28 mm. Natürlich kann der Norminnendurchmesser auch hiervon abweichen. Beulen führen dazu, dass dieser Norminnendurchmesser reduziert wird. Bevorzugt ist es so, dass der Außendurchmesser der Vorrichtung - insgesamt oder in wesentlichen Teilen wie beispielsweise der Ausbeuleinheit und/oder der Detektionseinheit oder Teilbereichen davon - um höchstens 0,6 mm geringer ist als der Norminnendurchmesser des auszubeulenden Rohres. Diese Abweichung kann auch noch geringer ausfallen, z.B. kann der Norminnendurchmesser des Rohres um höchstens 0,5 mm, um höchstens 0,4 mm, um höchstens 0,3 mm oder um höchstens 0,2 mm größer sein als der Außendurchmesser der Vorrichtung bzw. wesentlicher Teile davon. In jedem Fall sind die äußeren Abmessungen bzw. der Durchmesser der Vorrichtung und der Norminnendurchmesser des auszubeulenden Rohres aufeinander abgestimmt. Dabei sollte der Wirkbereich der Ausbeuleinheit nicht zu viel Spiel zum Norminnendurchmesser des Rohres aufweisen, da sonst die Rohrrinnenwandglättung erschwert wird.

[0009] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Beulendetektionseinheit bezogen auf eine Rohreinführrihtung vor der Ausbeuleinheit angeordnet. Wird die Vorrichtung also in ein Rohr eingeführt, so wird die Vorrichtung mit der Beulendetektionseinheit voran in das Rohr eingeführt, erst danach erfolgt ein Einführen der Ausbeuleinheit. Dies hat den Vorteil, dass beim Einführen zuerst mithilfe der Beulendetektionseinheit eine Beule detektiert werden kann, woraufhin bei einem weiteren Einführen mithilfe der Ausbeuleinheit ein Ausbeulen des Rohres erfolgen kann. So wird das Detektieren einer Beule und das Ausbeulen derselben in einem Arbeitsgang möglich. Bevorzugt sind dabei sowohl die Beulendetektionseinheit als auch die Ausbeuleinheit zylindrisch ausgebildet. Sie weisen bevorzugt einen ähnlichen Außendurchmesser auf und bilden einander benachbarte Bereiche der Vorrichtung. Sie können dabei direkt oder indirekt miteinander verbunden sein.

[0010] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Beulendetektionseinheit so ausgebildet, dass sie eine Beule basierend auf einer Feststellung eines mechanischen Widerstandes beim Einschieben der Vorrichtung in ein Rohr detektiert. Dabei kommt die Beulendetektionseinheit mit einer Beule in Kontakt, wobei das Einschieben der Vorrichtung durch diesen Kontakt erschwert wird. Das ohnehin geringe Spiel um die Beulendetektionseinheit herum wird durch das Vorhandensein der Beule im Rohr weiter eingeschränkt, so dass ein Zusammenstoßen mit der Beule beim Einschieben der Vorrichtung bzw. beim Einschieben der Beulendetektionseinheit wahrscheinlich wird. Bevorzugt sind die Abmessungen so gewählt, dass Beulen erkannt werden können, die größer als 0,2 mm sind. Alternativ kön-

nen Beulen von mehr als 0,3 mm, 0,4 mm, 0,5 mm oder 0,6 mm detektiert werden.

[0011] Im Prinzip ist es auch denkbar, dass die Beulen nicht basierend auf einer Feststellung eines mechanischen Widerstandes, sondern auf andere Art und Weise detektiert werden. Beispielsweise können die an sich bekannten Sonden für eine Wirbelstromprüfung als Beulendetektionseinheiten verwendet werden und mit der Ausbeuleinheit der Vorrichtung kombiniert werden.

[0012] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Beulendetektionseinheit einen Kalibrierring auf, dessen Außendurchmesser geringfügig kleiner ist als der Norminnendurchmesser eines auszubeulenden Rohres. Ein solcher Kalibrierring ist im Wesentlichen zylindrisch, und seine äußeren Abmessungen sind sehr genau bekannt. Er kann auch leicht konisch ausgebildet sein. Bevorzugt ist es so, dass die Differenz zwischen dem Norminnendurchmesser eines auszubeulenden Rohres und dem Außendurchmesser des Kalibrierrings kleiner oder gleich 0,6 mm, kleiner oder gleich 0,5 mm, kleiner oder gleich 0,4 mm und/oder kleiner oder gleich 0,2 mm ist.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Ausbeuleinheit eingerichtet, um mittels Druckbeaufschlagung zu arbeiten. Bei Druckbeaufschlagung der Ausbeuleinheit verändert diese ihren äußeren Durchmesser. Bevorzugt erreicht der Außendurchmesser der Ausbeuleinheit bei Druckbeaufschlagung exakt den Norminnendurchmesser des auszubeulenden Rohres. Dadurch wird die Beule aus dem Rohr gedrückt und beseitigt. Bevorzugt ist wenigstens die Ausbeuleinheit der Vorrichtung aus Edelstahl.

[0014] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Ausbeuleinheit einen im Wesentlichen zylindrischen Körper mit einem Hohlraum auf, wobei in dem Hohlraum ein mit Druck beaufschlagbares Druckmittel einleitbar ist. Um sich in Umfangsrichtung ausdehnen zu können, ist die Ausbeuleinheit mehrteilig, bevorzugt dreiteilig, ausgebildet. Bevorzugt verfügt die Ausbeuleinheit dabei über im Wesentlichen zylindrische Außenschalen, an die sich der Hohlraum anschließt. Bei Druckbeaufschlagung wird ein Druck auf die Außenschalen der Ausbeuleinheit ausgeübt, die diesen nach außen weitergeben und dadurch die Beule aus dem Rohr herausdrücken, ohne dass weitere, ungewollte Verformungen des umgebenden Rohrkörpers auftreten. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung befindet sich im Innern des Hohlraumes ein dehnbarer Schlauch, der auf ein Rohr-ähnliches Gebilde, das sich im Inneren des Hohlraumes befindet, aufgeschoben ist. Bei Druckbeaufschlagung dehnt sich dieser Schlauch in Umfangsrichtung kreisförmig aus und drückt gleichmäßig gegen die Wände des Hohlraumes, wodurch der Druck an die Außenschalen weitergegeben wird. Dabei dienen die Außenschalen als Widerlager. Bei dem Druckmittel handelt es sich bevorzugt um Wasser.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Ausbeuleinheit an ihrer einen Sei-

te ein Abschlussstück und an der gegenüberliegenden Seite einen Druckanschluss auf. Der Druckanschluss dient zur Einleitung bzw. Bereitstellung eines Druckmittels in die Ausbeuleinheit. Wird das Abschlussstück mit der Ausbeuleinheit verschraubt, so kann das Abschlussstück z.B. eine Hutmutter aufweisen, die das Schraubenende vor Rost und vor Verschmutzung schützt sowie durch ein Verdecken des Schraubenendes Verletzungsgefahren minimiert. Die beiden Seiten werden Bezug nehmend auf eine Achse (z.B. Zylindersymmetrieachse) der Vorrichtung definiert, sie können z.B. hinsichtlich einer Rohreinführrihtung vorne und hinten liegen.

[0016] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist zwischen der Ausbeuleinheit und dem Abschlussstück und/oder zwischen der Ausbeuleinheit und dem Druckanschluss ein Dichtelement vorgesehen. Dabei kann es sich z.B. um einen O-Ring oder um eine Flachdichtung handeln.

[0017] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Außendurchmesser der Detektionseinheit größer als der Außendurchmesser der Ausbeuleinheit. Dadurch kann gewährleistet werden, dass bei einem Einführen der Vorrichtung in ein eingebautes Rohr die Detektionseinheit mit Beulen kollidiert und diese dadurch detektiert bzw. diese detektierbar werden, andererseits aber die Ausbeuleinheit selbst ungehindert über Beulen hinweggleitet bzw. auch zum Zwecke der Ausbeulung über diesen platziert werden kann. Bevorzugt beträgt ein solcher Unterschied der (maximalen) Durchmesser höchstens 0,3 mm, höchstens 0,2 mm oder/und höchstens 0,1 mm.

[0018] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung bezieht sich diese auf ein System zum Ausbeulen von Rohren, das folgende Elemente aufweist: Zum einen weist das System eine Vorrichtung zum Ausbeulen von Rohren in eingebautem Zustand auf, wie die Vorrichtung vorab bereits in verschiedensten Ausführungsformen beschrieben worden ist. Dabei ist die Ausbeuleinheit eingerichtet, um mittels Druckbeaufschlagung zu arbeiten. Des Weiteren weist das erfindungsgemäße System eine Pumpe auf, die mit der Vorrichtung zum Ausbeulen von Rohren zwecks Druckbeaufschlagung verbunden oder verbindbar ist. Bei einer solchen Pumpe kann es sich z.B. um eine elektrisch angetriebene Wasserpumpe handeln, die bevorzugt für den beschriebenen Einsatz speziell umgebaut worden ist.

[0019] Bevorzugt weist diese Pumpe eine Einstelleinrichtung auf für eine Höhe von bereitstellbarem Druck für die Ausbeuleinheit und/oder für eine Druckbereitstellungsdauer. Diese beiden Parameter können basierend auf dem Rohrmaterial und der Wanddicke des Rohres, das ausgebeult werden soll, eingestellt werden. Die Druckbereitstellungsdauer und die Höhe des Druckes sind ausreichend, um dauerhaft ein Ausbeulen des Rohres zu erreichen. Der Druck kann dabei beispielsweise mehr als 110 bar betragen. Der Wasserdruk ist im Prinzip von den Abmessungen des Rohres und von dem ver-

wendeten Werkstoff abhängig. Durch das Einstellen eines bestimmten Druckwertes über eine bestimmte Dauer kann situationsangepasst ein optimales Ausbeulen des Rohres erfolgen.

[0020] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung bezieht sich diese auf ein Verfahren zum Ausbeulen von Rohren in eingebautem Zustand, das die folgenden Schritte aufweist: Zunächst erfolgt ein Einführen der Vorrichtung zum Ausbeulen von Rohren in ein bereits eingebautes Rohr, z.B. in ein Rohr von Wärmetauscher-Rohren für einen Turbinenkondensator. Die eingeführte Vorrichtung weist dabei eine Beulendetektionseinheit und eine Ausbeuleinheit auf, wobei die Detektionseinheit vor der Ausbeuleinheit in das Rohr eingeführt wird. Bei der Vorrichtung kann es sich z.B. um die bereits oben beschriebene Vorrichtung zum Ausbeulen von Rohren handeln.

[0021] In einem nächsten Verfahrensschritt wird eine Beule durch Detektieren eines Widerstandes beim Einführen der Vorrichtung in das Rohr detektiert. Beispielsweise können die Außenabmessungen der Detektionseinheit so gewählt sein, dass sie nur sehr geringfügig kleiner sind als der Norminnendurchmesser des auszu-beulenden Rohres, so dass beim Einführen der Vorrichtung in das Rohr eine Kollision mit einer Beule wahrscheinlich wird, selbst wenn diese nur eine sehr geringe Ausdehnung besitzt bzw. nur sehr geringfügig nach innen vorspringt, z.B. nur um etwa 0,2 mm, etwa 0,4 mm oder etwa 0,5 mm.

[0022] Anschließend erfolgt ein Ausbeulen des Rohres im Bereich der detektierten Beule durch eine Beaufschlagung mit Druck, und anschließend wird die Vorrichtung aus dem Rohr entnommen.

[0023] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird nach einem Detektieren einer ersten Beule die Vorrichtung über diese Beule teilweise hinweggeführt, so dass die Ausbeuleinheit über der Beule bzw. an dieser Beule zu liegen kommt, wobei dann in letztgenannter Lage das Ausbeulen erfolgt. Das Ausbeulen der ersten Beule erfolgt also beim weiteren Vorschieben der Vorrichtung in dem auszu-beulenden Rohr. Die Ausbeuleinheit wird dazu in eine optimale Position relativ zu der Beule gebracht. Verfügt z.B. die Ausbeuleinheit über eine Gesamtlänge von ca. 120 mm gemessen in Rohreinführrihtung, so kann nach einem Detektieren der Beule die gesamte Vorrichtung um ca. 60 mm, d.h. etwa die Hälfte der Längsausdehnung der Ausbeuleinheit, weiter vorgeschoben werden. Dies ermöglicht es, dass die Beule mittig über der Ausbeuleinheit zu liegen kommt und ein Ausbeulen besonders gut erfolgen kann.

[0024] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Vorrichtung nach dem Ausbeulen der ersten Beule wieder in rückwärtiger Richtung bewegt und anschließend wieder in Vorwärtsrichtung bewegt, wobei in der Vorwärtsbewegung dann erneut geprüft wird, ob in dem ausgebeulten Bereich noch eine Beule vorliegt. Dies ermöglicht es zum einen, zu überprüfen, ob eine detektierte Beule auch ord-

nungsgemäß beseitigt worden ist. Des Weiteren kann Vorsorge dafür getroffen werden, dass nahe beieinander eventuell mehrere Beulen gelegen haben, von denen jedoch nur eine einzige detektiert und beseitigt worden ist. Auf die beschriebene Art und Weise können alle Beulen innerhalb eines Rohres bei einem kompletten Durchführvorgang der Vorrichtung durch das auszubeulende Rohr beseitigt werden. Entsprechend werden gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung in einem Rohr mehrere Beulen vor dem Entnehmen der Vorrichtung aus dem Rohr entfernt.

[0025] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung erfolgt die Druckbeaufschlagung über einen vorbestimmten Zeitraum und mit einem vorbestimmten Druck mittels einer Pumpe, an die die Vorrichtung zum Ausbeulen von Rohren angeschlossen ist. Dabei kann der Zeitraum sowie der Druck fest voreingestellt sein, die Werte können jedoch auch in Reaktion auf die Detektion einer Beule flexibel festgelegt werden.

[0026] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Vorrichtung durch ein offenes Rohr eines Wärmetauscher-Rohres von einer Rohrscheibe bis zur gegenüberliegenden Rohrscheibe hindurchgeführt. Bevorzugt wird die Vorrichtung durch das Rohr hindurchgezogen oder hindurchgeschoben. Dies kann beispielsweise über den zwecks Druckbeaufschlagung der Vorrichtung angeschlossenen Schlauch erfolgen.

[0027] Die Erfindung wird noch besser verstanden werden unter Bezugnahme auf die beigefügte Figur. Dabei ist zu beachten, dass es sich bei der Figur nur um eine beispielhafte Ausführungsform der Erfindung handelt, die in keinerlei Weise einschränkend für den Schutzbereich der Erfindung auszulegen ist.

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Ausbeulen von Rohren in eingebautem Zustand.

[0028] Die gezeigte Vorrichtung 1 weist eine im Wesentlichen zylindrische Außenform auf. Die Vorrichtung 1 umfasst einen Kalibrierring 3 sowie eine mit Druck beaufschlagbare Hülse 2, die als Ausbeuleinheit dient. Dabei sind sowohl die Hülse 2 als auch der Kalibrierring 3 mehrteilig, z.B. dreiteilig ausgebildet (nicht im Detail dargestellt). Der Kalibrierring 3 ist auf die Ausbeuleinheit 2 aufgeschraubt, wobei sich zwischen den beiden Einheiten als Dichtelement ein O-Ring 4 befindet. Im Hinblick auf die Rohreinschubrichtung R im hinteren Bereich der Vorrichtung 1 befindet sich ein Abschlusstück 7, das ebenfalls auf die Vorrichtung, genauer auf die Ausbeuleinheit 2, aufgeschraubt ist, wobei wiederum zu Dichtzwecken ein O-Ring 4 eingesetzt wird. Das Abschlusstück 7 weist eine Hutmutter 6 auf. In Richtung auf die Rohreinführrichtung R vorne befindet sich ein Druckanschluss 5, an den eine Leitung zu einer Pumpe (nicht gezeigt), die ein Druckmittel bereitstellen kann, an-

schließbar ist. Die gezeigte Vorrichtung 1 ist rotations-symmetrisch um die Achse A der Vorrichtung 1 ausgebildet.

[0029] Im Betrieb wird die Vorrichtung 1 mit dem Kalibrierring 3 voran in ein auszubeulendes Rohr eingeschoben. Dabei kollidiert der Kalibrierring 3 mit eventuell vorhandenen Beulen aufgrund der Verengung des Norminnendurchmessers des Rohres. Wird ein solcher Widerstand bei der Kollision mit einer Beule detektiert, so wird die Vorrichtung 1 noch ein Stück weiter in das Rohr eingeschoben, bis die detektierte Beule möglichst zentral an bzw. über der Ausbeuleinheit 2 zu liegen kommt. Dann wird mit dem Einschieben innegehalten, und es erfolgt eine Druckbeaufschlagung der Ausbeuleinheit 2 mit einem Druck vorbestimmter Höhe über einen vorbestimmten Zeitraum. Anschließend wird die Vorrichtung 1 wieder ein Stück aus dem Rohr herausgezogen (d.h. entgegen der Richtung R bewegt). Es erfolgt ein erneuter Vorschub in Rohreinschubrichtung R, wobei überprüft wird, ob die Beule auch korrekt beseitigt worden ist und/oder ob in dem behandelten Bereich angrenzend noch eine weitere Beule existiert. Gegebenenfalls wird der Ausbeulprozess wiederholt. Auf diese Weise wird die gesamte Vorrichtung 1 von einem Rohrende zum anderen Rohrende bewegt. Es können mehrere Beulen in einem einzigen Arbeitsgang detektiert und beseitigt werden. Bei einer Rohrlänge von ca. 13 m und ca. drei bis vier Beulen im Rohr kann eine Detektion der Beulen sowie die Beseitigung der Beulen innerhalb von ca. 15 bis 20 Minuten erfolgen. Außerdem werden für die Bedienung der Vorrichtung höchstens zwei Mitarbeiter benötigt, von denen einer die Pumpe bedient und ein anderer das Werkzeug durch das Rohr hindurchführt. Im Gegensatz dazu würde das Auswechseln eines Rohres ca. 60 Minuten dauern, wobei mindestens drei, wenn nicht mehr Mitarbeiter erforderlich wären. Hinzu kämen in letzterem Fall zusätzliche Materialkosten.

[0030] Die erfindungsgemäße Vorrichtung, das erfindungsgemäße System sowie das erfindungsgemäße Verfahren stellen somit eine sehr einfache, Zeit sparende und Kosten sparende Lösung dar. Eine Vielzahl von potentiellen Rohrleckagen oder Rohrverschlüssen kann somit bereits im Vorfeld erkannt und verhindert werden, was Ausfallzeiten von Anlagen z.B. für die Stromerzeugung signifikant reduziert.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zum Ausbeulen von Rohren in eingebautem Zustand, insbesondere zum Ausbeulen von Rohren von Wärmetauscher-Rohren, mit
 - einer Beulendetektionseinheit (3); und
 - einer Ausbeuleinheit (2).
2. Vorrichtung (1) gemäß dem vorangehenden Anspruch, deren äußere Abmessungen so gewählt

sind, dass die Vorrichtung (1) im Wesentlichen passend in ein auszubeulendes Rohr einführbar ist.

3. Vorrichtung (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Beulendetektionseinheit (3) bezogen auf eine Rohreinführrichtung (R) vor der Ausbeuleinheit (2) angeordnet ist. 5
4. Vorrichtung (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Beulendetektionseinheit (3) eine Beule basierend auf einer Feststellung eines mechanischen Widerstandes beim Einschieben der Vorrichtung (1) in ein Rohr detektiert. 10
5. Vorrichtung (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Beulendetektionseinheit (3) einen Kalibrierring (3) aufweist, dessen Außendurchmesser geringfügig kleiner ist als der Norminnendurchmesser eines auszubeulenden Rohres. 15
6. Vorrichtung (1) gemäß dem vorangehenden Anspruch, wobei die Differenz zwischen dem Norminnendurchmesser eines auszubeulenden Rohres und dem Außendurchmesser des Kalibrierrings (3) kleiner oder gleich 0,6 mm, kleiner oder gleich 0,5 mm, kleiner oder gleich 0,4 mm und/oder kleiner oder gleich 0,2 mm ist. 20
7. Vorrichtung (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Ausbeuleinheit (2) eingerichtet ist, um mittels Druckbeaufschlagung zu arbeiten. 30
8. Vorrichtung (1) gemäß dem vorangehenden Anspruch, wobei die Ausbeuleinheit mehrteilig, insbesondere dreiteilig ausgebildet ist, um sich in Umfangsrichtung ausdehnen zu können. 35
9. Vorrichtung (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Ausbeuleinheit (2) einen im Wesentlichen zylindrischen Körper mit einem Hohlraum aufweist, wobei in den Hohlraum ein mit Druck beaufschlagbares Druckmittel einleitbar ist. 40
10. Vorrichtung (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Ausbeuleinheit (2) an ihrer einen Seite ein Abschlusstück (7) und an der gegenüberliegenden Seite einen Druckanschluss (5) aufweist. 45
11. Vorrichtung (1) gemäß dem vorangehenden Anspruch, wobei zwischen der Ausbeuleinheit (2) und dem Abschlusstück (7) und/oder zwischen der Ausbeuleinheit (2) und dem Druckanschluss (5) ein Dichtelement (4), insbesondere ein O-Ring (4), vorgesehen ist. 50
12. Vorrichtung (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Außendurchmesser der De-

tektionseinheit (3) größer als der Außendurchmesser der Ausbeuleinheit (2) ist.

13. System zum Ausbeulen von Rohren, das folgendes aufweist:
 - eine Vorrichtung (1) zum Ausbeulen von Rohren in eingebautem Zustand gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Ausbeuleinheit (2) eingerichtet ist, um mittels Druckbeaufschlagung zu arbeiten; und
 - eine Pumpe, die mit der Vorrichtung (1) zum Ausbeulen von Rohren zwecks Druckbeaufschlagung verbunden oder verbindbar ist.
14. System gemäß dem vorangehenden Anspruch, wobei die Pumpe eine Einstelleinrichtung aufweist für:
 - eine Höhe von bereitstellbarem Druck für die Ausbeuleinheit (2); und/oder
 - eine Druckbereitstellungsdauer.
15. Verfahren zum Ausbeulen von Rohren in eingebautem Zustand, das die folgenden Schritte aufweist:
 - Einführen einer Vorrichtung (1) zum Ausbeulen von Rohren in ein eingebautes Rohr, wobei die Vorrichtung eine Beulendetektionseinheit (3) und eine Ausbeuleinheit (2) aufweist, wobei die Detektionseinheit (3) vor der Ausbeuleinheit (2) in das Rohr eingeführt wird;
 - Detektieren einer Beule durch Detektieren eines Widerstandes beim Einführen der Vorrichtung (1);
 - Ausbeulen des Rohres im Bereich der detektierten Beule durch Beaufschlagen mit Druck;
 - Entnehmen der Vorrichtung (1) aus dem Rohr.
16. Verfahren gemäß dem vorangehenden Anspruch, wobei nach einem Detektieren einer ersten Beule die Vorrichtung (1) über diese Beule teilweise hinweggeführt wird, so dass die Ausbeuleinheit (2) über der Beule zu liegen kommt, und wobei dann in letztgenannter Lage das Ausbeulen erfolgt.
17. Verfahren gemäß dem vorangehenden Anspruch, wobei die Vorrichtung (1) nach dem Ausbeulen der ersten Beule in rückwärtiger Richtung bewegt wird und anschließend wieder in Vorwärtsrichtung bewegt wird, wobei in der Vorwärtsbewegung dann erneut geprüft wird, ob in dem ausgebeulten Bereich noch eine Beule vorliegt.
18. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 15 bis 17, wobei in einem Rohr mehrere Beulen vor dem Entnehmen der Vorrichtung (1) aus dem Rohr entfernt werden.

19. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 15 bis 18, wobei die Druckbeaufschlagung über einen vorbestimmten Zeitraum und mit einem vorbestimmten Druck mittels einer Pumpe erfolgt, an die die Vorrichtung (1) zum Ausbeulen von Rohren angeschlossen ist. 5
20. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 15 bis 19, wobei die Vorrichtung (1) durch ein offenes Rohr eines Wärmetauscher-Rohres von einer Rohrscheibe bis zur gegenüberliegenden Rohrscheibe hindurchgeführt wird. 10

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ. 15

1. Vorrichtung (1) zum Ausbeulen von Rohren in eingebautem Zustand, insbesondere zum Ausbeulen von Rohren von Wärmetauscher-Rohren, wobei diese Vorrichtung (1) in ein auszubeulendes Rohr einführbar ist, 20

dadurch gekennzeichnet

dass diese Vorrichtung (1)

- eine Beulendetektionseinheit (3) für die Detektion von Beulen und
- eine Ausbeuleinheit (2) für die Ausbeulung des Rohres im Bereich einer detektierten Beule aufweist, wobei es die Kombination der Beulendetektionseinheit (3) und der Ausbeuleinheit (2) erlaubt, in einem einzigen Arbeitsgang Beulen sowohl zu detektieren als auch gleich eine Ausbeulung an der richtigen Stelle vorzunehmen, indem die Ausbeuleinheit (2) nach dem Detektieren einer Beule in eine optimale Position relativ zu dieser Beule gebracht werden kann. 25 30 35

15. Verfahren zum Ausbeulen von Rohren in eingebautem Zustand, das die folgenden Schritte aufweist: 40

- Einführen einer Vorrichtung (1) zum Ausbeulen von Rohren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 in ein eingebautes Rohr, wobei die Vorrichtung eine Beulendetektionseinheit (3) und eine Ausbeuleinheit (2) aufweist und wobei die Beulendetektionseinheit (3) vor der Ausbeuleinheit (2) in das Rohr eingeführt wird; 45
- Detektieren einer Beule durch Detektieren eines Widerstandes beim Einführen der Vorrichtung (1); 50
- Ausbeulen des Rohres im Bereich der detektieren Beule durch Beaufschlagen mit Druck; und 55
- Entnehmen der Vorrichtung (1) aus dem Rohr.

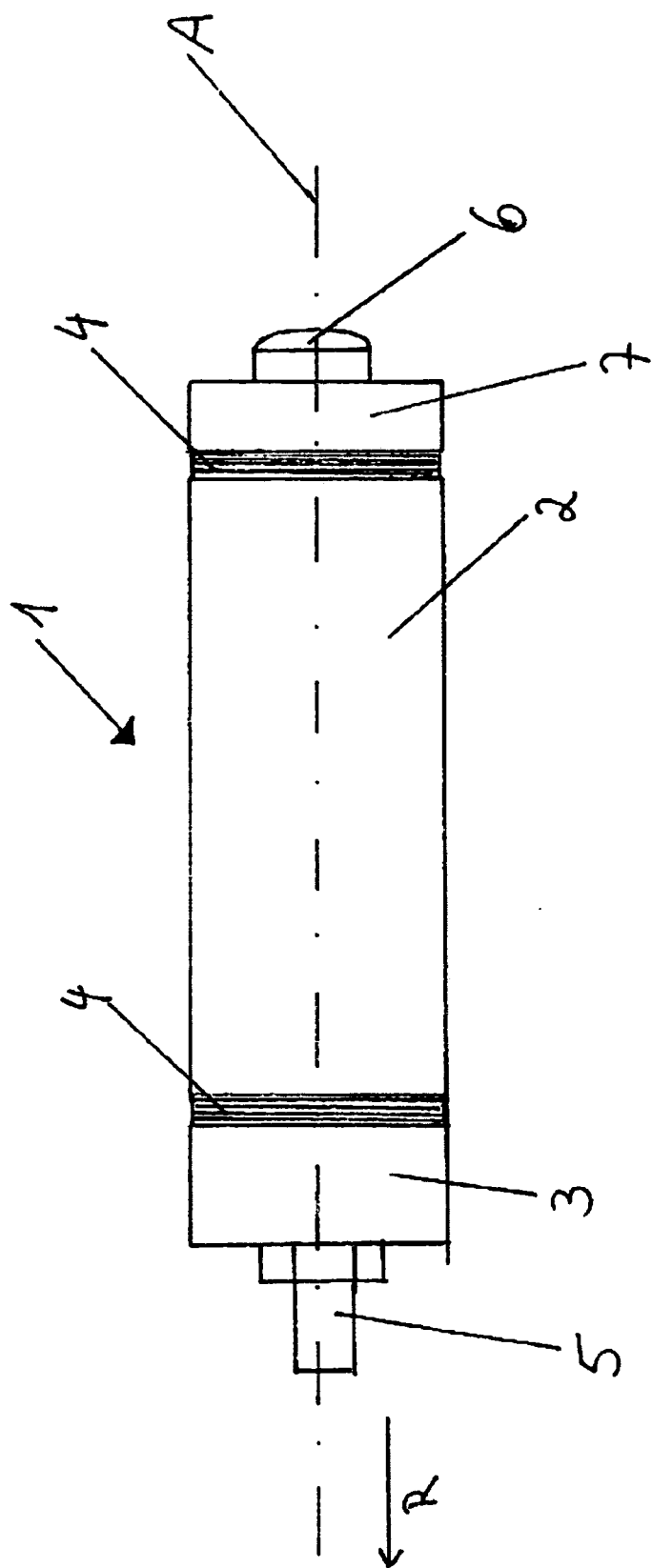


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 09 00 2480

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 5 485 739 A (GRIMMETT JAMES G [US]) 23. Januar 1996 (1996-01-23) * Spalte 1, Zeile 6 - Zeile 9 * * Spalte 3, Zeile 52 - Zeile 56 * * Spalte 4, Zeile 3 - Zeile 13 * * Spalte 4, Zeile 57 - Zeile 64; Abbildung *	1-20	INV. B21D1/08 B21D3/00 B21D3/16
X	DE 198 04 619 C1 (ROOS RAINER [DE]; GATYS DARIUS PETER [DE]; EDENBERGER WOLFGANG [DE]; M) 5. August 1999 (1999-08-05) * Spalte 4, Zeile 12 - Zeile 13 * * Spalte 4, Zeile 30 - Zeile 38; Abbildung *	1-14	
X	DE 24 11 842 A1 (KOZLOFF ZAKARIA VASEELY) 19. September 1974 (1974-09-19) * Seite 5, Absatz 2 - Absatz 3 * * Seite 7, Absatz 2; Abbildung *	1-14	
X	US 3 422 659 A (WARRICK ROBERT K) 21. Januar 1969 (1969-01-21) * das ganze Dokument *	1-7,12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 1. Oktober 2009	Prüfer Pieracci, Andrea
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 09 00 2480

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.

01-10-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5485739	A	23-01-1996	KEINE		
DE 19804619	C1	05-08-1999	KEINE		
DE 2411842	A1	19-09-1974	JP	50026116 A	19-03-1975
US 3422659	A	21-01-1969	KEINE		

EPO FORM P0461

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