

(19)



(11)

**EP 2 913 435 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**02.09.2015 Patentblatt 2015/36**

(51) Int Cl.:  
**D21G 1/00 (2006.01) D06C 15/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **15160553.2**

(22) Anmeldetag: **12.07.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL 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 RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **28.07.2011 DE 102011052229**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:  
**12734950.4 / 2 737 126**

(71) Anmelder: **Andritz Küsters GmbH**  
**47805 Krefeld (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Kubik, Klaus**  
**47918 Tönisvorst (DE)**

- **Bruder, Helmut**  
**47877 Willich (DE)**
- **Krölls, Udo**  
**41066 Mönchengladbach (DE)**
- **Montag, Karl-Heinz**  
**47918 Tönisvorst (DE)**
- **Walterfang, Johannes**  
**47839 Krefeld (DE)**

(74) Vertreter: **Kluin, Jörg-Eden**  
**Patentanwalt**  
**Benrather Schlossallee 111**  
**40597 Düsseldorf (DE)**

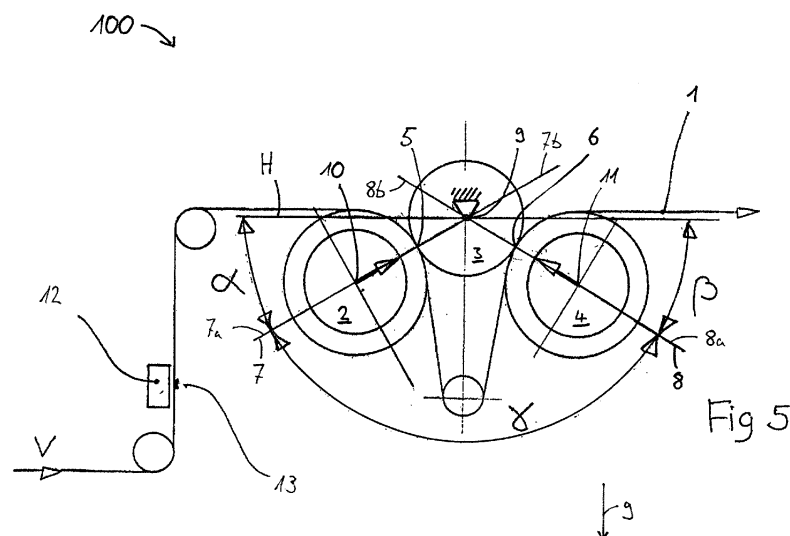
Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 24-03-2015 als  
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten  
Anmeldung eingereicht worden.

(54) **KALANDER**

(57) Kalander (100) zur Behandlung einer Warenbahn (1), mit mehreren Walzen (2, 3, 4), wobei mindestens eine harte Walze (3) vorgesehen ist, die mit zwei weichen Walzen (2, 4) zwei Walzenspalte (5, 6) bildet,

wobei die harte Walze (3) bevorzugt beheizt ist, wobei die Wirkebenen (7, 8) der weichen Walzen (2, 4) mit der harten Walze (3) in einem Winkel  $\gamma$  zueinander liegen, der kleiner als  $180^\circ$  ist.

**EP 2 913 435 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Kalandrier zur Behandlung einer Warenbahn mit mehreren Walzen, wobei mindestens eine harte Walze vorgesehen ist, die mit zwei weichen Walzen zwei Walzenspalte bildet, wobei die harte Walze beheizt ist. Ein derartiger Kalandrier ist beispielsweise aus der DE 196 50 576 A1 bereits bekannt. Derartige Kalandrier dienen der Doppelkalandrierung von Warenbahnen.

**[0002]** Mit einer weichen Walze ist eine Walze bezeichnet, die einen elastischen Bezug bzw. Belag aufweist. Mit einer harten Walze ist eine Walze ohne einen derartigen Bezug gemeint. Die elastischen Bezüge beziehungsweise elastischen Beläge reagieren empfindlich auf hohe Überrollfrequenz und Temperatur. Auch große Linienkräfte beanspruchen die Beläge durch Walken enorm. Deshalb werden bei Hochleistungskalandrier (hohe Linienkraft und Temperatur bei maximaler Geschwindigkeit) zwei weiche Walzen eingesetzt, die, zusammen mit einer weiteren Walze, zwei Walzenspalte bilden, um in einer Passage, also in einem Durchlauf der Warenbahn durch die zwei Walzenspalte, den erwünschten Effekt zu erzielen.

**[0003]** Nachteilig bei bekannten Kalandrier ist, dass die weichen Walzen weiterhin einer großen thermischen Belastung ausgesetzt sind und Ungleichmäßigkeiten in einem Walzenspalt, beispielsweise aufgrund der Passierung einer Dickstelle, beispielsweise einer Naht, große Auswirkungen auf den anderen Walzenspalt haben.

**[0004]** Die Erfindung hat es sich zur Aufgabe gemacht, einen derartigen Kalandrier und ein Verfahren ohne diese Nachteile zu schaffen.

**[0005]** Diese Aufgabe wird in ihrem vorrichtungsseitigen Aspekt durch den in Anspruch 1 wiedergegebenen Kalandrier gelöst. Der erfindungsgemäße Kalandrier zur Behandlung einer Warenbahn weist mehrere Walzen auf, wobei mindestens eine harte Walze vorgesehen ist, die mit zwei weichen Walzen zwei Walzenspalte bildet. Es ist denkbar, dass mehrere harte Walzen vorgesehen sind, die jeweils mit zwei weichen Walzen zwei Walzenspalte bilden. Vorzugsweise ist jedoch genau eine harte Walze vorgesehen, die mit zwei weichen Walzen zwei Walzenspalte bildet. Die mindestens eine harte Walze ist bevorzugt beheizt. Die Wirkebenen der weichen Walzen mit der harten Walze liegen in einem Winkel  $\gamma$  zueinander, der kleiner als  $180^\circ$  ist. Mit Wirkebenen der weichen Walze mit der harten Walze sind die Ebenen gemeint, die durch die Drehachse der harten Walze und die Drehachse der jeweiligen Belagwalze definiert sind.

**[0006]** Hierdurch werden mehrere Vorteile erreicht: Zum einen verringert sich die thermische Belastung der weichen Walzen durch die harte Walze aufgrund von Konvektion. Wenn die Wirkebenen der beiden weichen Walzen mit der harten Walze in einem Winkel zueinander liegen, der kleiner als  $180^\circ$  ist, wenn also mit anderen Worten die beiden Wirkebenen der beiden weichen Walzen nicht zu einer einzigen Ebene zusammenfallen, dann

wirken sich zudem Ungleichmäßigkeiten in einem Walzenspalt weniger stark auf den anderen Walzenspalt aus.

**[0007]** Vorzugsweise liegt die Drehachse der harten Walze höher, als die Drehachse mindestens einer der weichen Walzen, bevorzugt als die Drehachsen der beiden weichen Walzen. Hierdurch kann die thermische Belastung der weichen Walzen durch die harte Walze aufgrund von Konvektion verringert werden.

**[0008]** Wenn die Drehachsen der beiden weichen Walzen auf einer Höhe liegen, dann ergibt sich, insbesondere wenn, wie bevorzugt der Durchmesser der beiden weichen Walzen übereinstimmt, eine besonders gleichmäßige geringe thermische Belastung der weichen Walzen.

**[0009]** Unabhängig von einem Übereinstimmen der Durchmesser der beiden weichen Walzen ergibt sich eine gleichmäßige thermische Belastung der weichen Walzen, wenn, wie bevorzugt, die harte Walze gleichmäßig über beiden weichen Walzen angeordnet ist, wenn also beide Wirkebenen betragsmäßig um den gleichen Winkel aus der Horizontalen gedreht sind.

**[0010]** Die Walzenspalte sind bevorzugt unabhängig voneinander steuerbar. Es kann also die Linienkraft in dem einen Walzenspalt bevorzugt unabhängig von der Linienkraft in dem anderen Walzenspalt angesteuert bzw. geregelt werden.

**[0011]** Vorzugsweise liegt der Winkel  $\gamma$  zwischen  $110^\circ$  und  $70^\circ$  und weiter bevorzugt beträgt er etwa  $90^\circ$ . Bei einem Winkel  $\gamma$  von  $90^\circ$  stehen die beiden Wirkebenen senkrecht zueinander. Ungleichmäßigkeiten bzw. eine veränderte Linienkraft in einem Walzenspalt wirken sich daher geringstmöglich auf den anderen Walzenspalt aus. Durch die  $90^\circ$ -Anordnung können die Walzenspalte (fast) unabhängig voneinander variiert werden, ohne sich zu beeinflussen. Dies hat insbesondere beim Nahtdurchgang große Vorteile. Denn es ist eine Voraussetzung für folgenden Ablauf geschaffen: Der erste Walzenspalt öffnet sich, lässt die Dickstelle durch und schließt sofort wieder. Während dieses Vorgangs kalandriert der zweite Walzenspalt weiter, bis auch dieser kurz vor Nahtdurchlauf öffnet, die Verdickung passieren lässt und sich danach ebenfalls wieder schließt. So ist zu erreichen, dass nur ein Minimum an nicht-kalandrierter Ware verloren geht. Bei diesen Vorgängen muss immer nur ein Druck (also der Druck genau einer Walze) gesteuert werden, weil die  $90^\circ$ -Anordnung verhindert, dass sich die Linienkräfte gegenseitig beeinflussen. Im anderen Fall ( $\gamma$  ungleich  $90^\circ$ ) muss bei Nahtdurchgang die jeweils andere Linienkraft mit verstellt werden. Es müssen also die Drücke zweier Walzen gleichzeitig verstellt werden. Dies ist ein steuerungstechnisch komplexer Vorgang, der zumindest viel Zeit in Anspruch nimmt und oft mehr Ausschuss produziert.

**[0012]** Vorzugsweise ist ein Dickstellensensor vorgesehen, der Dickstellen der Warenbahn detektiert. Bei den Dickstellen kann es sich um senkrecht oder schräg zur Vorlaufrichtung über die gesamte Breite der Warenbahn erstreckende Dickstellen, wie beispielsweise Nähte han-

deln oder um lediglich in einem Bereich der Warenbahn auftretende Verdickungen. Die Warenbahngeschwindigkeit ist regelmäßig durch die Drehgeschwindigkeit der Walzen bekannt oder kann durch einen Geschwindigkeitssensor ermittelt werden.

**[0013]** Vorzugsweise ist eine Steuerungsvorrichtung vorgesehen, die aus den Werten des Dickstellensensors und der Warenbahngeschwindigkeit den Zeitpunkt errechnet, zu dem die Dickstelle die Walzenspalte passiert und kurz vor diesem Zeitpunkt jeweils die Linienkraft des jeweiligen Walzenspalts so reduziert, dass die Walzenspalte durchlaufen werden können, ohne dass Beschädigungen hervorgerufen werden. Vorzugsweise wird die Linienkraft lediglich für einen kurzen Zeitraum reduziert. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass beispielsweise die Passage von Nähten durch die Walzenspalte keine Beschädigungen am Kalandar hervorruft und andererseits die Strecke der Warenbahn, die nicht in wünschenswertem Maße mit Druck beaufschlagt wurde, möglichst klein ist.

**[0014]** Die Veränderung der Linienkraft im Walzenspalt erfolgt bevorzugt durch Druckveränderung von einer weichen Walze.

**[0015]** Insbesondere in der Ausführungsform, in der die Wirkebenen der weichen Walzen mit der harten Walze in einem Winkel von 90° zueinander liegen, reduziert die Steuerungsvorrichtung die Linienkräfte der Walzenspalte vorzugsweise derart, dass sich die Zeiten, in denen die Linienkräfte der beiden Walzenspalte reduziert sind, nicht überschneiden. Dies ist möglich, weil die 90°-Anordnung verhindert, dass sich die Linienkräfte gegenseitig beeinflussen.

**[0016]** Vorzugsweise ist mindestens eine der weichen Walzen durchbiegungssteuerbar. Besonders bevorzugt handelt es sich bei mindestens einer der beiden weichen Walzen, bevorzugt bei beiden der weichen Walzen um eine schwimmende Walze. Mit einer schwimmenden Walze ist eine Walze gemeint, mit einer den arbeitenden Walzenumfang bildenden umlaufenden Hohlwalze und einem diese der Länge nach durchgreifenden, ringsum Abstand zum Innenumfang der Hohlwalze belassenen undrehbaren Querhaupt. In dem Zwischenraum zwischen der Hohlwalze und dem Querhaupt ist mindestens eine mit Druckflüssigkeit füllbare Druckkammer gebildet, die durch eine Dichtungsanordnung abgeteilt ist. Die Dichtungsanordnung weist an den einander gegenüberliegenden Enden der Druckkammer Endquerdichtungen sowie längs des Querhauptes und der Hohlwalze auf beiden Seiten der Wirkebene der Walze sich erstreckende Längsdichtungen in Gestalt von Dichtleisten auf. Eine derartige Walze ist aus der DE 38 32 405 C1 bekannt.

**[0017]** Die Vorzüge der Erfindung kommen hierbei besonders zur Geltung. Denn eine schwimmende Walze weist ein Stahlrohr (Hohlwalze) auf, das konstruktionsbedingt eine gewisse Härte beziehungsweise Steifigkeit aufweisen muss. Hieraus folgt, dass sich bei der Passage einer Dickstelle durch den Walzenspalt eine relativ große Ungleichmäßigkeit in diesem Walzenspalt ergibt.

Denn die schwimmende Walze kann beispielsweise nicht "punktuell" auf die zu erwartende Dickstelle eingestellt werden. Aufgrund ihrer Steifigkeit ergeben sich über die komplette Länge des Walzenspalts nicht unerhebliche Ungleichmäßigkeiten. Um die Linienkraft im Walzenspalt für die Dickstelle zu reduzieren, ist im Falle einer schwimmenden Walze zudem die Änderung mehrerer Druckparameter notwendig. Dies kostet Zeit. Die 90°-Anordnung der Wirkebenen zueinander in der bevorzugten Ausführungsform führt dazu, dass hierbei der zweite Walzenspalt nur geringfügig beeinflusst wird und die Ausschussstrecke der Warenbahn kurz bleibt.

**[0018]** In einer Ausführungsform ist mindestens eine der weichen Walzen, bevorzugt beide der weichen Walzen, eine stempelgestützte Walze, mit bevorzugt innerem Hub, bei der das Walzenrohr bevorzugt gleichzeitig den Belag beziehungsweise den Bezug darstellt. Mit einer derartigen Walze kann eine zu erwartende Dickstelle mit insgesamt geringerer bzw. zeitlich kürzerer Ungleichmäßigkeit im Walzenspalt passieren. Auch bei derartigen weichen Walzen wirkt es sich jedoch äußerst vorteilhaft aus, dass die thermische Belastung der weichen Walzen durch die harte Walze aufgrund Konvektion bei dem erfindungsgemäßen Kalandar verringert ist.

**[0019]** Die Aufgabe wird in ihrem Verfahrensaspekt auch durch das in Anspruch 10 wiedergegebene Verfahren gelöst. Dieses enthält folgende Verfahrensschritte:

- Führen der Warenbahn durch einen von einer harten und einer weichen Walze gebildeten Walzenspalt,
- Vorzugsweise Umlenken der Warenbahn um eine Umlenkwalze,
- Führen der Warenbahn durch einen zweiten Walzenspalt, der von einer zweiten weichen Walze und derselben harten Walze gebildet wird, wobei die Wirkebenen der weichen Walzen mit der harten Walze in einem Winkel  $\gamma$  zueinander liegen, der kleiner als 180° ist und bevorzugt etwa 90° beträgt.

**[0020]** Bevorzugt sind folgende weitere Verfahrensschritte vorgesehen:

- Detektieren einer in der Warenbahn befindlichen Dickstelle, bevor diese die Walzenspalte erreicht hat.
- Ermittlung des Zeitpunktes, zu dem die Dickstelle die Walzenspalte passieren wird,
- Kurz vor diesem Zeitpunkten jeweils reduzieren der Linienkraft in den Walzenspalten derart, dass die Walzenspalte ohne Beschädigung des Belags der weichen Walzen von der Dickstelle durchlaufen werden können,
- Erhöhung der Linienkräfte auf den ursprünglichen Wert.

**[0021]** Insbesondere in der Ausführungsform des Verfahrens, in der der Winkel  $\gamma$  etwa 90° beträgt, wird bei Nahtdurchgang bevorzugt wie folgt verfahren: Der erste

Walzenspalt wird geöffnet, lässt die Dickstelle durch und schließt bevorzugt sofort wieder. Während dieses Vorgangs kalandriert der zweite Walzenspalt bevorzugt weiter, bis auch dieser kurz vor Nahtdurchlauf öffnet, die Verdickung passieren lässt und sich danach ebenfalls wieder schließt. So ist zu erreichen, dass nur ein Minimum an nicht-kalandrierter Ware verloren geht. Bei diesen Vorgängen wird bevorzugt immer nur ein Druck (also der Druck genau einer Walze) gesteuert. Die 90° - Anordnung verhindert dabei, dass sich die Linienkräfte gegenseitig beeinflussen.

**[0022]** Die Linienkräfte der beiden Walzenspalte werden also bevorzugt nicht gleichzeitig, sondern zeitversetzt reduziert. Die Zeiten, in denen die Linienkräfte der beiden Walzenspalte reduziert werden, überschneiden sich bevorzugt nicht. Die Linienkräfte der Walzenspalte werden bevorzugt unabhängig oder fast unabhängig voneinander variiert. Die Steuerung der Linienkraft eines Walzenspalts berücksichtigt bevorzugt also nicht den Verlauf der Linienkraft des anderen Walzenspalts.

**[0023]** In einer anderen Ausführungsform des Verfahrens ist der Winkel  $\gamma$  ungleich 90° und es wird bei Nahtdurchgang die jeweils andere Linienkraft mit verstellt. Es werden also bevorzugt die Drücke zweier Walzen gleichzeitig und weiter bevorzugt in Abhängigkeit voneinander verstellt. Dies ist ein steuerungstechnisch komplexer Vorgang, der zumindest viel Zeit in Anspruch nimmt und oft mehr Ausschuss produziert.

**[0024]** Die Erfindung soll nun anhand von in den Zeichnungen gezeigten Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. Es zeigen schematisch und ausschnittsweise:

Fig. 1 einen aus dem Stand der Technik bekannten Kalandrierer, bei dem die Wirkebenen der beiden weichen Walzen mit der harten Walze zu einer einzigen Ebene zusammenfallen und diese Ebene senkrecht steht;

Fig. 2 einen Kalandrierer, bei dem die beiden Wirkebenen der beiden weichen Walzen mit der harten Walze zu einer einzigen Ebene zusammenfallen und diese Ebene waagerecht verläuft;

Fig. 3 einen Kalandrierer, bei dem die beiden Wirkebenen der beiden weichen Walzen mit der harten Walze in einem 90° Winkel zueinander liegen und die Drehachse der harten Walze höher als genau eine der Drehachsen der weichen Walzen liegt und die Drehachsen der beiden weichen Walzen nicht auf einer Höhe liegen, sondern die Drehachse einer weichen Walze auf einer Höhe mit der Drehachse der harten Walze liegt;

Fig. 4 einen Kalandrierer, bei dem die beiden Wirkebenen der beiden weichen Walzen mit der harten Walze in einem 90° Winkel zueinander liegen

und die Drehachse der harten Walze höher liegt als beide Drehachsen der weichen Walzen und die Drehachsen der weichen Walzen auf einer Höhe liegen;

Fig. 5 einen Kalandrierer, bei dem die Wirkebenen der beiden weichen Walzen mit der harten Walze in einem Winkel  $\gamma$  von etwa 120° zueinander liegen und die Drehachse der harten Walze höher als beide Drehachsen der weichen Walzen liegt und die Drehachsen der weichen Walzen auf einer Höhe liegen.

**[0025]** Der als Ganzes mit 100 bezeichnete Kalandrierer ist ein Drei-Walzen-Kalandrierer mit zwei voneinander unabhängig steuerbaren Walzenspalten für die Doppelkalandrierung von Warenbahnen, bestehend aus einer beheizten harten Tragwalze 3 und zwei durchbiegungssteuerbaren beziehungsweise biegegesteuerten Walzen 2, 4 mit elastischen Belägen. Bei der harten Walze 3 handelt es sich in den gezeigten Ausführungsbeispielen um eine beheizte Stahlwalze. Bei den weichen Walzen 2, 4 handelt es sich in den gezeigten Ausführungsbeispielen um schwimmende Walzen mit übereinstimmendem Durchmesser. Diese können auch temperiert sein.

**[0026]** Fig. 1 zeigt einen aus dem Stand der Technik bekannten Kalandrierer, bei dem alle drei Walzenachsen senkrecht übereinander in einer senkrechten Ebene liegen. Nachteilig hierbei ist, dass die thermische Belastung der oberen weichen Walze 2 durch die beheizte harte Walze 3 aufgrund von Konvektion, in Fig. 1 durch gewellte Pfeile dargestellt, groß ist.

**[0027]** Fig. 2 zeigt einen Kalandrierer, bei dem alle drei Walzendrehachsen in einer waagerechten Ebene liegen. Die erneut durch gewellte Pfeile symbolisierte Konvektion führt zu einer geringeren thermischen Belastung der weichen Walzen, verglichen mit der Anordnung in Fig. 1.

**[0028]** Bei dem in Fig. 5 gezeigten erfindungsgemäßen Kalandrierer liegen die Wirkebenen der beiden weichen Walzen 2, 4 mit der harten Walze 3 in einem Winkel  $\gamma$  von etwa 120° zueinander. Die Wirkebenen der beiden weichen Walzen 2, 4 mit der harten Walze 3 schneiden sich an der Drehachse 9 der harten Walze. Ausgehend von dieser Schnittachse kann jede Wirkebene in einen Bereich 7a bzw. 8a, in dem auch die Drehachse der jeweiligen weichen Walze liegt und in einen Bereich, 7b bzw. 8b, in dem keine weitere Drehachse liegt, unterteilt werden. Im Rahmen dieser Druckschrift ist mit dem Winkel  $\gamma$ , in dem die Wirkebenen zueinander liegen, stets der Winkel der Bereiche 7a, 8a der Wirkebenen zueinander gemeint, in denen auch die Drehachsen der weichen Walzen liegen. Die gegenseitige Beeinflussung der Walzenspalte 5, 6 ist bei dem Kalandrierer der Fig. 5 kleiner als bei den in

**[0029]** Fig. 1 und 2 gezeigten Kalandriern. Die harte Walze 3 ist gleichmäßig über beiden weichen Walzen 2, 4 angeordnet. Die beiden Drehachsen 10, 11 der beiden

weichen Walzen 2, 4 liegen auf einer Höhe und beide weiche Walzen haben den gleichen Durchmesser, so dass die Wirkebenen 7, 8 der beiden weichen Walzen 2, 4 jeweils in einem Winkel  $\alpha$ ,  $\beta$  von  $30^\circ$  zur Horizontalen liegen. Mit anderen Worten sind beide Wirkebenen 7, 8 betragsmäßig um den gleichen Winkel  $\alpha$  bzw.  $\beta$  aus der Horizontalen H gedreht. Die thermische Belastung der weichen Walzen ist geringer, als bei den in den Fig. 1 und 2 gezeigten Kalandern.

**[0030]** Fig. 3 zeigt einen Kalanders 100, bei dem die Wirkebene 7 der einen weichen Walze 2 mit der harten Walze 3 in einem  $90^\circ$  Winkel zu der Wirkebene 8 der anderen weichen Walze 4 mit der harten Walze 3 liegt. Die Drehachse 10 der einen weichen Walze 2 ist auf einer Höhe mit der Drehachse 9 der harten Walze 3 angeordnet. Da keine der weichen Walzen 2, 4 oberhalb der beheizten harten Walze 3 angeordnet ist, ist die thermische Belastung der weichen Walzen durch die harte Walze aufgrund von Konvektion (erneut durch wellige Pfeile angedeutet) besser als bei dem in Fig. 1 gezeigten Kalanders. Die auf gleicher Höhe mit der harten Walze 3 angeordnete weiche Walze 2 wird in einem vergleichbarem Maße thermisch belastet wie die weichen Walzen des in Fig. 2 gezeigten Kalanders. Die unter der harten Walze 3 angeordnete weiche Walze 4 wird in einem sehr geringen Maße thermisch belastet. Da die beiden Wirkebenen in einem  $90^\circ$  Winkel zueinander liegen, beeinflussen sich die Walzenspalte 5, 6 untereinander am geringstmöglichen, also auch noch geringer, als bei dem in Fig. 5 gezeigten Kalanders. Wird in den Fugen beziehungsweise den Walzenspalten 5, 6 mit unterschiedlichen Linienkräften kalandriert, dann verläuft die Durchbiegung der beheizten Walze 3, hervorgerufen durch den Walzenspalt 5 genau senkrecht auf der Druckwirklinie des Walzenspalts 6 (gleiches gilt umgekehrt). Der dann auftretende Biegelinienfehler ist gering und kann vernachlässigt werden (es wird nur jeweils die Linienkraft reduziert).

**[0031]** Fig. 4 zeigt einen Kalanders 100, bei dem die Wirkebenen 7, 8 der beiden weichen Walzen 2, 4 mit der harten Walze 3 ebenfalls in einem Winkel  $\gamma$  von  $90^\circ$  zueinander liegen. Im Unterschied zu dem Kalanders in Fig. 3 sind die Drehachsen 10, 11 der beiden weichen Walzen 2, 4 auf gleicher Höhe angeordnet. Die harte Walze 3 ist gleichmäßig über beiden weichen Walzen 2, 4 angeordnet. Beide Wirkebenen sind betragsmäßig um den gleichen Winkel aus der Horizontalen gedreht. Beide weichen Walzen 2, 4 werden daher in gleichem geringem Maße durch die Konvektion thermisch belastet. Wie bei Fig. 3 beeinflussen sich die beiden Walzenspalte 5, 6 untereinander am geringstmöglichen. Der in Fig. 4 gezeigte Kalanders weist die besten Eigenschaften aller gezeigten Kalanders auf.

**[0032]** Bei den in den Fig. 3, 4 und 5 gezeigten Kalandern wird die Warenbahn 1 durch einen von einer harten 3 und einer weichen Walze gebildeten Walzenspalt geführt, anschließend um eine Umlenkwalze umgelenkt, anschließend durch einen zweiten Walzenspalt geführt,

der von einer zweiten weichen Walze und derselben harten Walze 3 gebildet wird, wobei die Wirkebenen 7, 8 der weichen Walzen 2, 4 mit der harten Walze 3 in einem Winkel  $\gamma$  zueinander liegen, der kleiner als  $180^\circ$  ist. Bei den Kalandern der Fig. 3 und 4 beträgt der Winkel  $\gamma$  etwa  $90^\circ$ .

**[0033]** Wie am besten Fig. 5 zeigt, ist besonders wichtig, sollte eine Dickstelle 13, wie beispielsweise eine Naht den Kalanders 100 passieren, dass der Ausschuss (an nicht geglätteter Ware in Laufrichtung) minimal ist. Dies wird durch eine "schnelle" Ermittlung der Einstellparameter, deren Auf- und Abbau (also Realisierung und Rückgängigmachung) sowie der Unabhängigkeit der beiden Walzenspalte 5, 6 voneinander erreicht. Je geringer die Verstellparameter und die Anpassung an eine neue Linienkraft, umso rascher kann der Nahtdurchgang, mit minimalem Ausschuss erfolgen. Wenn eine Dickstelle 13, beispielsweise eine Naht gemeldet wird, dann ermittelt eine in den Figuren nicht gezeigte Steuerungsvorrichtung unter Berücksichtigung der Warenbahngeschwindigkeit, wann diese den Walzenspalt 5 und den Walzenspalt 6 durchlaufen wird. Kurz bevor der erste Walzenspalt 5 durch die Dickstelle 13 erreicht wird, wird die Linienkraft in diesem Walzenspalt so reduziert, dass dieser Walzenspalt 5, ohne den Kunststoffbelag der weichen Walze zu beschädigen, durchlaufen werden kann. Nach dieser ersten Passage, also dem ersten Durchgang der Dickstelle durch einen Walzenspalt, wird die Linienkraft dieses Walzenspalts wieder auf den ursprünglichen Wert erhöht. Kurz vor Ankunft der Dickstelle am zweiten Walzenspalt 6 wird auch hier die Linienkraft in diesem Walzenspalt 6 abgesenkt, um den stoßreduzierten Dickstellendurchlauf zu ermöglichen. Hiernach wird die Anpressung wieder auf den vorherigen Wert gesteigert.

**[0034]** Es ist wünschenswert, wenn die Walzenspalte 5, 6 dabei so gesteuert werden, dass sie sich gegenseitig möglichst wenig beeinflussen. Auch die Verschiebung des Druckpunktes am Walzenlager der beheizten Walze 3 durch die wechselnde Belastung soll sich hierbei nicht als Unstetigkeit im Prozess auswirken. Die  $90^\circ$  Anordnung, wie in den Figuren 3 und 4 gezeigt ist hierfür bestens geeignet, insbesondere dann, wenn wie bevorzugt, es sich bei den weichen Walzen 2, 4 um schwimmende Walzen handelt. Denn deren Durchbiegung ist durch die konstruktiv erforderliche Härte beziehungsweise Steifigkeit des systemimmanenten Stahlrohres (Hohlwalze) limitiert. Um die Linienkraft im Walzenspalt für die Dickstelle zu reduzieren, ist im Falle einer schwimmenden Walze also die Änderung mehrerer Druckparameter notwendig. Dies kostet Zeit. Daher wirkt es sich besonders vorteilhaft aus, wenn diese Veränderung der Linienkraft in einem Walzenspalt sich möglichst wenig auf den anderen Walzenspalt auswirkt.

**[0035]** Bei stempelgestützten Walzen mit innerem Hub, bei denen das Walzenrohr auch gleichzeitig den Belag repräsentiert und, da das Walzenrohr nur einen geringen E-Modul besitzt, keine zusätzlichen Biegekräfte eingesteuert werden müssen (in den Zeichnungen nicht

gezeigt), ist das Steuern bei Dickstellendurchgang einfacher, weil nur ein hydraulischer (Stempel-) Druck verändert werden muss. Die Unabhängigkeit der beiden Walzenspalte ist hier nicht in gleichem Maße vonnöten, wie bei schwimmenden Walzen. Nachteilig ist, dass aufgrund des weichen Walzenrohrs (beziehungsweise dem Walzenrohr mit einem geringeren E-Modul) eine hohe Präzision der Walze (Zylinderform, Rundlauf, gleiche Wanddicke) schwerer oder gar nicht zu erreichen ist. Obwohl also bei derartigen weichen Walzen nur geringe Bombagekräfte (Rohrbiegekräfte) benötigt werden, ist die erfindungsgemäße Anordnung auch derartiger Walzen vorteilhaft, da auch hier zur Verringerung der thermischen Belastung der weichen Walzen diese mit Vorteil möglichst weit unterhalb der beheizten Walze 3 platziert sind.

#### Bezugszeichenliste:

#### [0036]

100	Kalender
1	Warenbahn
2, 4	weiche Walzen
3	harte Walze
5, 6	Walzenspalte
7, 8	Wirkebenen
7a, 8a	Bereiche der Wirkebenen
9	Drehachse der harten Walze
10, 11	Drehachsen der weichen Walzen
12	Dickstellensensor
13	Dickstelle, z. B. Naht
$\alpha, \beta, \gamma$	Winkel
g	Gewichtskraft
H	Horizontale

#### Patentansprüche

1. Kalender (100) zur Behandlung einer Warenbahn (1), mit mehreren Walzen (2, 3, 4), wobei mindestens eine harte Walze (3) vorgesehen ist, die mit zwei weichen Walzen (2, 4) zwei Walzenspalte (5, 6) bildet, wobei die harte Walze (3) bevorzugt beheizt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wirkebenen (7, 8) der weichen Walzen (2, 4) mit der harten Walze (3) in einem Winkel  $\gamma$  zueinander liegen, der kleiner als  $180^\circ$  ist.
2. Kalender nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehachse (9) der harten Walze (3) höher liegt, als die Drehachse (10, 11) mindestens einer der weichen Walzen (2, 4).
3. Kalender nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehachse (9) der harten Walze (3) höher liegt, als die Drehachsen (10, 11) der beiden weichen Walzen (2, 4).

4. Kalender nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehachsen (10, 11) der weichen Walzen (2, 4) auf einer Höhe liegen.
5. Kalender nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Winkel  $\gamma$  zwischen  $110^\circ$  und  $70^\circ$  liegt und bevorzugt etwa  $90^\circ$  beträgt.
6. Kalender nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Dickstellensensor (12) vorgesehen ist, der Dickstellen (13) der Warenbahn (1) detektiert, Mittel zur Erfassung der Warenbahngeschwindigkeit und eine Steuerungsvorrichtung vorgesehen sind, die aus den Werten des Dickstellensensors (12) und der Warenbahngeschwindigkeit den Zeitpunkt errechnet, zu dem die Dickstelle (13) die Walzenspalte (5, 6) passiert und kurz vor diesem Zeitpunkt die Linienkraft des jeweiligen Walzenspalts (5, 6) so reduziert, dass die Walzenspalte (5, 6) durchlaufen werden können, ohne dass es zu Beschädigungen kommt.
7. Kalender nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungsvorrichtung die Linienkräfte der Walzenspalte (5, 6) derart reduziert, dass sich die Zeiten, in denen die Linienkräfte der beiden Walzenspalte (5, 6) reduziert sind, nicht überschneiden.
8. Kalender nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine der weichen Walzen (2, 4) durchbiegungssteuerbar und bevorzugt eine schwimmende Walze ist.
9. Kalender nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine der weichen Walzen (2, 4) eine durchbiegungssteuerbare stempelgestützte Walze mit gegebenenfalls innerem Hub ist, bei der das Walzenrohr gleichzeitig den Belag darstellt.
10. Verfahren zur Kalandrierung einer Warenbahn, mit den folgenden Verfahrensschritten:
  - Führen der Warenbahn (1) durch einen von einer harten (3) und einer weichen Walze gebildeten Walzenspalt,
  - Umlenken der Warenbahn 1 um eine Umlenkwalze,
  - Führen der Warenbahn 1 durch einen zweiten Walzenspalt, der von einer zweiten weichen Walze und derselben harten Walze 3 gebildet wird, wobei die Wirkebenen 7, 8 der weichen Walzen 2, 4 mit der harten Walze 3 in einem Winkel  $\gamma$  zueinander liegen, der kleiner als  $180^\circ$  ist und bevorzugt etwa  $90^\circ$  beträgt.
11. Verfahren nach Anspruch 10 mit den weiteren Ver-

fahrensschritten:

- Detektieren einer in der Warenbahn 1 befindlichen Dickstelle 13,
- Ermittlung des Zeitpunktes, zu dem die Dickstelle die Walzenspalte 5, 6 passieren wird, 5
- Kurz vor diesem Zeitpunkten jeweils reduzieren der Linienkraft in den Walzenspalten 5 bzw. 6 derart, dass die Walzenspalte 5, 6 ohne Beschädigung des Belags der weichen Walzen 2, 4 von der Dickstelle 13 durchlaufen werden können, 10
- Erhöhung der Linienkräfte auf den ursprünglichen Wert. 15

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Zeiten, in denen die Linienkräfte der beiden Walzenspalte reduziert werden, nicht überschneiden. 20

15

20

25

30

35

40

45

50

55

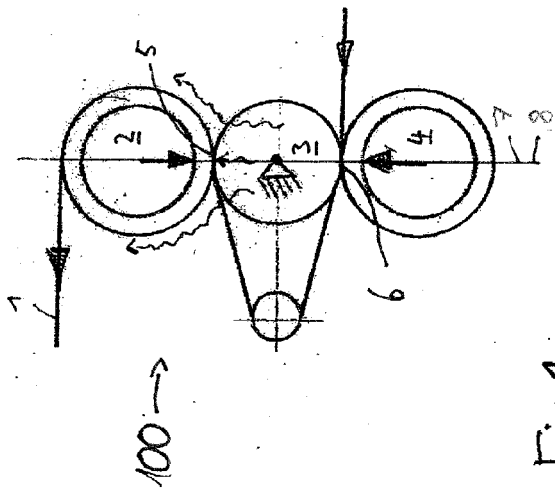


Fig 1 Stand der Technik

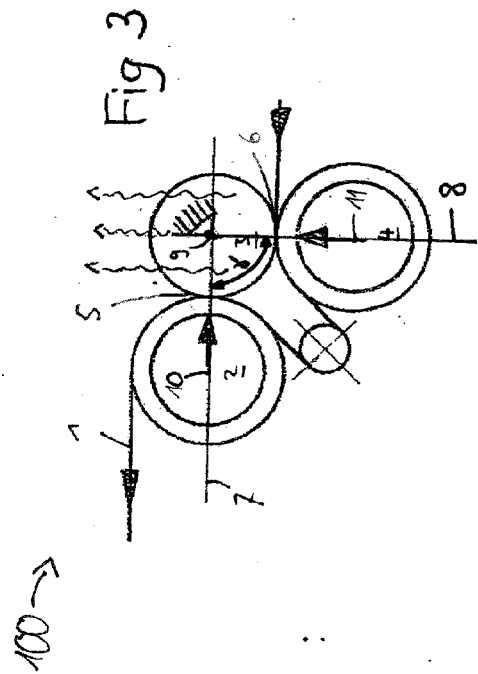


Fig 3

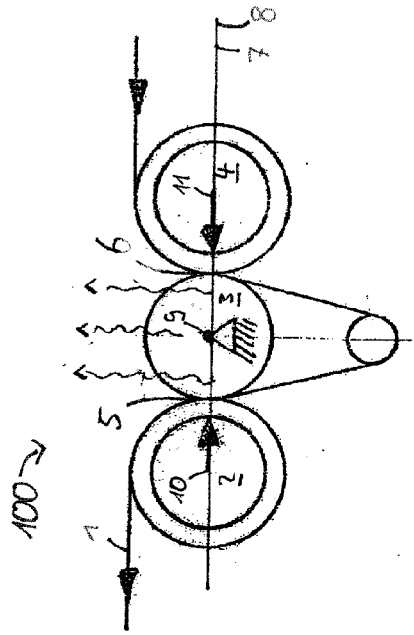


Fig 2

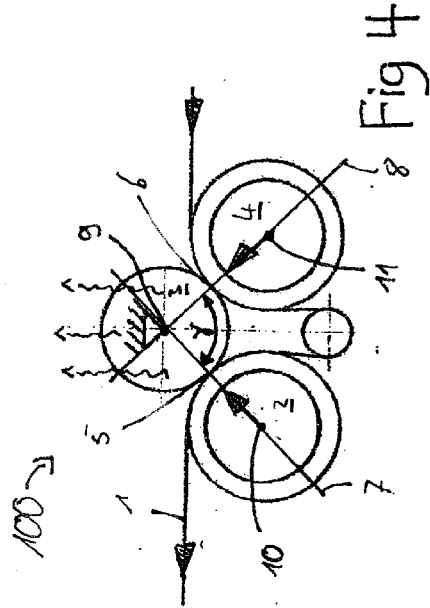
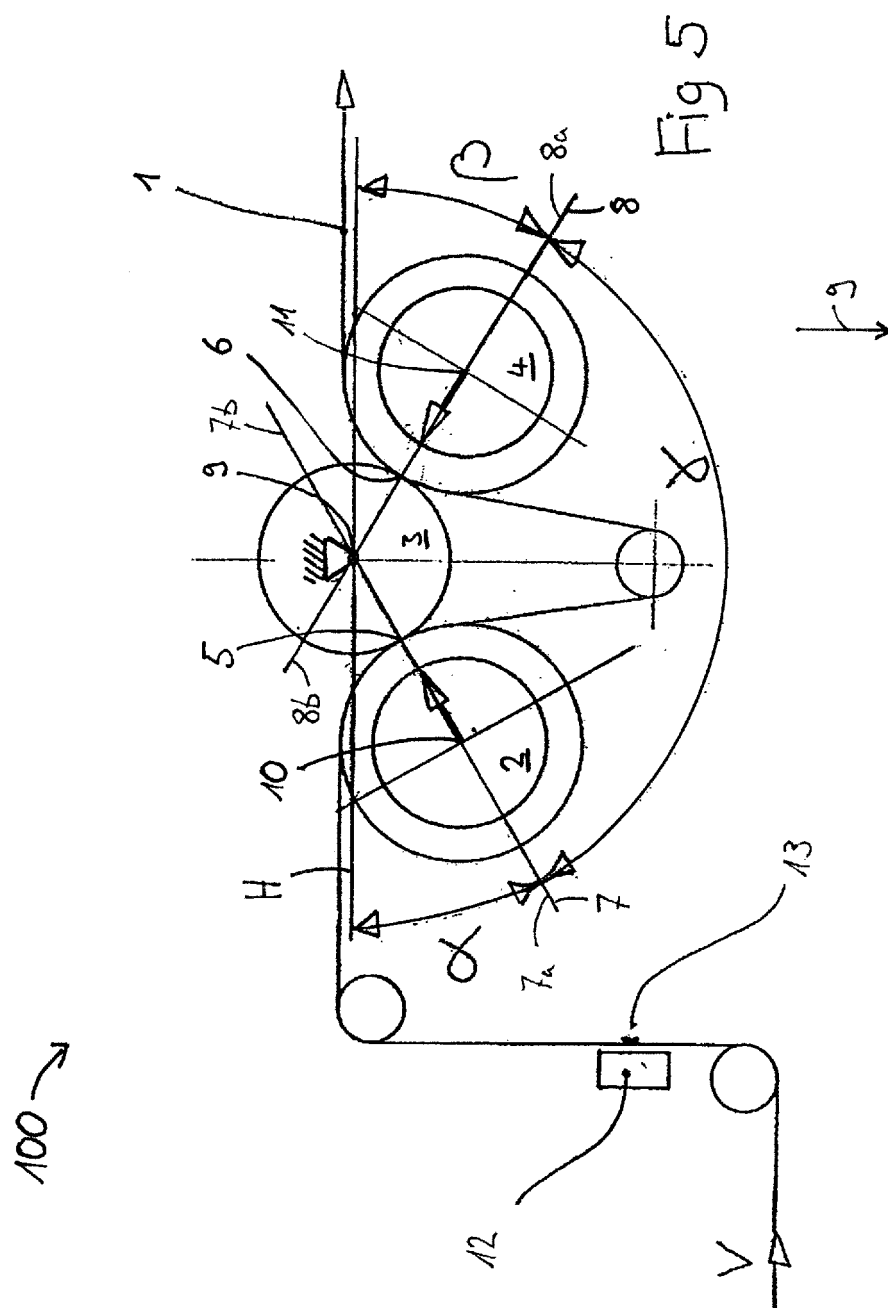


Fig 4







## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 15 16 0553

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 4 194 446 A (PALOVAARA JAAKKO [FI]) 25. März 1980 (1980-03-25)	1-5,8-10	INV. D21G1/00 D06C15/02
Y	* Spalte 2, Zeile 40 - Spalte 6, Zeile 1; Abbildungen *	6,11	
X	EP 1 516 955 A1 (KUESTERS EDUARD MASCHF [DE]) 23. März 2005 (2005-03-23) * Absätze [0011] - [0026]; Abbildung 1 *	1-5,8-10	
X	US 4 128 053 A (KANKAANPAA MATTI) 5. Dezember 1978 (1978-12-05) * Spalte 5, Zeile 12 - Spalte 9, Zeile 61; Abbildung 2 *	1-5,8,10	
X	US 3 610 137 A (BRAFFORD DONALD A) 5. Oktober 1971 (1971-10-05) * Spalte 2, Zeile 34 - Spalte 3, Zeile 42; Abbildung 1 *	1-4,8-10	
X	DE 40 35 986 A1 (VALMET PAPER MACHINERY INC [FI]) 29. Mai 1991 (1991-05-29) * Spalte 3, Zeile 8 - Spalte 4, Zeile 56; Abbildung 1A *	1-4,8,10	
Y	FR 2 061 929 A5 (GALL JEAN PAUL) 25. Juni 1971 (1971-06-25) * Seite 1, Zeile 1 - Seite 2, Zeile 24; Abbildung 1 *	6,11	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)  D21G D06C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>19. Mai 2015</b>	Prüfer <b>Maisonnier, Claire</b>
KATEGORIE DER GENANTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 15 16 0553

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.

19-05-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4194446 A	25-03-1980	KEINE	
EP 1516955 A1	23-03-2005	CN 1598135 A	23-03-2005
		DE 10343980 A1	09-06-2005
		EP 1516955 A1	23-03-2005
		US 2005061166 A1	24-03-2005
US 4128053 A	05-12-1978	AT 356507 B	12-05-1980
		BR 7703922 A	04-04-1978
		CA 1059807 A1	07-08-1979
		DE 2727083 A1	29-12-1977
		FI 761764 A	18-12-1977
		FR 2355120 A1	13-01-1978
		IT 1083847 B	25-05-1985
		JP S52155206 A	23-12-1977
		SE 427055 B	28-02-1983
		SU 757123 A3	15-08-1980
		US 4128053 A	05-12-1978
US 3610137 A	05-10-1971	DE 1954524 A1	11-06-1970
		DE 6942129 U	02-12-1971
		FR 2023872 A1	21-08-1970
		GB 1294358 A	25-10-1972
		SE 363520 B	21-01-1974
		US 3610137 A	05-10-1971
DE 4035986 A1	29-05-1991	CA 2030697 A1	28-05-1991
		DE 4035986 A1	29-05-1991
		FI 895673 A	28-05-1991
		FR 2655069 A1	31-05-1991
		GB 2238556 A	05-06-1991
		US 5131324 A	21-07-1992
FR 2061929 A5	25-06-1971	DE 2047584 A1	18-11-1971
		FR 2061929 A5	25-06-1971

EPO FORM P0461

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

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 19650576 A1 [0001]
- DE 3832405 C1 [0016]