(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2012 223 848 A1** 2014.06.26

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 223 848.4**
(22) Anmeldetag: **19.12.2012**
(43) Offenlegungstag: **26.06.2014**

(51) Int Cl.: ***B21B 45/02*** (2006.01)

(71) Anmelder:
SMS Siemag AG, 40237, Düsseldorf, DE

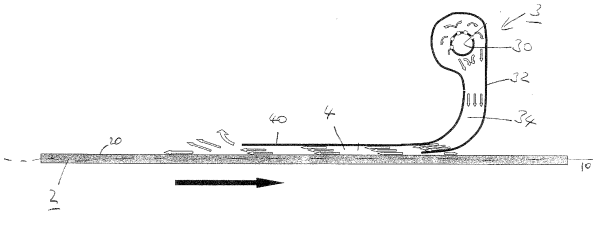
(74) Vertreter:
Hemmerich & Kollegen, 57072, Siegen, DE

(72) Erfinder:
Breuer, Michael, Dr., 57271, Hilchenbach, DE; Gramer, Andreas, 42655, Solingen, DE; Alken, Johannes, Dr., 57076, Siegen, DE; Mathweis, Dietrich, 40479, Düsseldorf, DE; Zetzsche, Heiko, 57271, Hilchenbach, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zum Kühlen von Walzgut**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung (3) zum Kühlen von Walzgut (2), bevorzugt zum Kühlen beim Kaltwalzen, umfassend eine Düse (32) zum Aufbringen eines Kühlmediums (34) auf das Walzgut (2), wobei eine mit der Düse (32) in Fluidkommunikation stehende und sich im Wesentlichen parallel zur Bandlaufebene (10) erstreckende Kühlkammer (4) zum Aufbringen des Kühlmediums (34) auf das Walzgut (2) vorgesehen ist.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zum Kühlen von Walzgut, bevorzugt in einer Walzstraße.

Stand der Technik

[0002] Vorrichtungen und Verfahren zum Kühlen von Walzgut in einer Walzstraße sind wohlbekannt. Bei der Erzeugung von Band und Blech in Walzstraßen ist aus unterschiedlichen Gründen die Kontrolle und Führung der Metalltemperatur von höchster Bedeutung. Beim Warmbandwalzen von Stahl oder beim Grobblechwalzen kann das Walzgut nach dem Fertigwalzen durch gezielte Temperaturführung in verschiedenste Gefügezustände überführt werden, welche zum Beispiel ferritische, perlitische, bainitische oder martensitische Bestandteile aufweisen können. Diese Temperaturführung geschieht durch Kühleinrichtungen hinter den Fertigstraßen, welche in unterschiedlichen Bauformen bekannt sind.

[0003] Auch bei anderen Werkstoffen, wie beispielsweise bei Aluminium, Kupfer und Kupferlegierungen, Magnesium, Titan, Nickel und anderen Metallen sind ebenfalls Kühlstrecken bekannt, um ähnliche Beeinflussungen des Walzgutes durchzuführen.

[0004] In Kaltwalzwerken für Stahl oder andere Metalle erwärmt sich das Walzgut durch die eingebrachte Walzenergie beim Umformen. Auch hier müssen bestimmte schädliche Temperaturbereiche für das Walzgut vermieden werden, wie beispielsweise bei Stahl der Temperaturbereich der Blausprödigkeit. Bestimmte Werkstoffe neigen weiterhin auch bei erhöhten Temperaturen zur Grobkornbildung. Entsprechend finden auch in Kaltwalzwerken Bandkühlungseinrichtungen Anwendung.

[0005] Beim Einsatz von Walzölen, wie beispielsweise Kerosin, welche zur Selbstentzündung neigen und sich sehr schnell entzünden können, muss die Temperatur des Walzgutes ebenfalls kontrolliert werden, um eine solche Entzündung zu verhindern.

[0006] In diesem Zusammenhang sind beispielsweise Spritzkühlungen bekannt, welche ein Kühlmedium mittels Düsen auf das Band leiten. Beispielsweise aus der EP 1 527 829 A1 ist eine solche Kühlvorrichtung bekannt, welche das Kühlmedium mittels Düsen auf das Walzgut aufbringt.

[0007] Weiterhin sind auch Laminarkühlungen bekannt, welche einen Strahl beinahe druckfrei auf das Walzgut leiten. Weiterhin ist eine Kühleinrichtung nach DE 197 18 530 A1 besonders für Warmbreitband im Gleichstrom bekannt, bei der die Intensität der Kühlung durch relative Abstimmung voneinander unabhängig einstellbarer Parameter (Kühlzeit, Volumenstrom, Druck, etc.) gesteuert wird. Dabei wird zur Vermeidung von instabiler Filmverdampfung ein Sicherheitsabstand zum Siedepunkt des Kühlmediums eingehalten.

[0008] Bekannt sind hierbei auch Intensivkühlungen, Mulpic-Systeme, Zwischengerüstkühlungen, Laminarkühlstrecken bei der Warmbanderzeugung sowie Spritzkühlungen. Diese Anlagen werden häufig gekapselt ausgeführt, um das abfließende Kühlmedium kontrollieren zu können.

[0009] Nachteilig an den vorbekannten Lösungen ist, dass das Kühlmedium in einem Strahl auf das Blech oder Band oder anderes Walzmedium geleitet wird und dort mit einiger kinetischer Energie auftrifft. In dem Punkt des Auftreffens des Strahlens auf das Walzgut entsteht ein hoher Wärmeübergang. Dabei zerfällt der Strahl jedoch vollständig und die kinetische Energie des Strahles wird entzogen. Daraus bildet sich dann ein chaotisch abfließendes Kühlmedium, welches dann eine deutlich geringere Kühlwirkung auf das Band hat.

[0010] Der Strahl des Kühlmediums zerfällt dabei unkontrolliert und verteilt sich unterschiedliche Richtungen. Bei langsam laufendem Walzgut fließt das Kühlmedium dann in Richtung des Strahles ab. Bei schnelllaufendem Band hingegen wird das Kühlmedium mit dem Band mitgeschleppt. Ein Vorhandensein von Kühlmedium außerhalb der Kühleinrichtung ist jedoch in der Regel unerwünscht, da ein entsprechend mit Kühlmedium belegtes Band von Umlenkrollen rutschen kann, die Walzhalle selbst verunreinigen kann, das Band verunreinigen kann, unterschiedliche Emissionen ausströmen kann, wie beispielsweise Geruch und Aerosole, Messgeräte stören kann, beispielsweise optische und radiometrische Messgeräte sowie eine nachteilige Wirkung auf das Walzgut um Walzspalt zur Einstellung der tribologisch korrekten Zustände im Walzspalt haben kann.

[0011] Die bekannten Kühleinrichtungen werden entsprechend zur Vermeidung des Eintragens von Kühlmedium in andere Anlagenbereiche berührend mit Rollen und Dichtungen oder ähnlichem abgedichtet, wie beispielsweise auch aus der DE 28 44 434 A1 offenbart.

Darstellung der Erfindung

[0012] Ausgehend von dem genannten Stand der Technik ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zum Kühlen von Walzgut anzugeben, welche eine gleichmäßigere Wärmeübertragung aufweist sowie die Verschmutzung der Umgebung reduziert.

[0013] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung zum Kühlen von Walzgut mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0014] Entsprechend weist die Vorrichtung zum Kühlen von Walzgut, bevorzugt zum Kühlen beim Kaltwalzen, eine Düse zum Aufbringen eines Kühlmediums auf das Walzgut auf. Erfindungsgemäß ist eine mit der Düse in Fluidkommunikation stehende und sich parallel zur Bandlaufebene erstreckende Kühlkammer zum Aufbringen des Kühlmediums auf das Walzgut vorgesehen.

[0015] Durch die Ausbildung einer sich entlang des Walzgutes bzw. entlang der Bandlaufebene erstreckenden Kühlkammer zum Aufbringen des Kühlmediums auf das Walzgut wird eine definierte Führung des Kühlmediums erreicht. Bei einer entsprechenden Ausbildung der Kühlkammer kann auch eine deutlich längere Einwirkzeit des Kühlmediums auf das Walzgut erreicht werden, und die Einwirkung ist geometrisch definiert und kann kontrolliert ausgeführt werden.

[0016] Darüber hinaus wird ein unkontrolliertes Ablaufen des Kühlmediums vom Walzgut unterbunden, so dass ein unerwünschter Eintrag von Kühlmedium in andere Anlagenbereiche reduziert werden kann.

[0017] Im Gegensatz zu Spritzkühlungen kann auch die Oberfläche, auf welche das Kühlmedium einwirkt, deutlich vergrößert werden, da der Kühlkanal die Möglichkeit bereit stellt, einen geometrisch definierten Bereich mit Kühlmedium zu versehen.

[0018] Ein Abspritzen des Kühlmediums nach dem Auftreffen auf das Walzgut wird auf die erfindungsgemäße Weise ebenfalls vermieden. Darüber hinaus kann auch das Druckniveau des Kühlmediums durch die gezielte Führung des Kühlmediums entlang des Walzgutes reduziert werden, wodurch entsprechend eine Energieersparnis erreicht werden kann, da das Kühlmedium nicht unter so starken Druck gesetzt werden muss.

[0019] Bevorzugt wird die Kühlkammer dabei zwischen dem Walzgut und einem Kammerdach ausgebildet. Auf diese Weise wird der direkte Kontakt zwischen dem Kühlfluid und dem Walzgut erreicht und Abstandsvariationen zwischen dem Kammerdach und dem Walzgut können einfach über die Einstellung des Volumenstromes ausgeglichen werden.

[0020] Bevorzugt ist die Düse so ausgebildet, dass das Kühlmedium in einer im Wesentlichen gleichmäßigen Strömung in die Kühlkammer leitbar ist. Durch die Ausbildung einer gleichmäßigen Strömung kann eine gleichmäßige Verteilung des Wärmeüberganges erreicht werden.

[0021] Als besonders geeignete Form der Düse kann dabei eine Schlitzdüse angesehen werden, die über die Breite der Kühlkammer einen äquidistanten Spalt aufweist.

[0022] Bevorzugt ist der Übergang von der Düse in die Kühlkammer mit einer Abrisskante versehen, die sich zum Beispiel in Form eines Höhenversatzes zwischen Düsenspalt und Kühlkammerdach realisieren lässt. Dadurch wird vermieden, dass die zugeführte Fluidströmung beim Austritt aus dem Düsenspalt am Kühlkammerdach haftet bzw. bevorzugt diesem folgt und nicht wie gewünscht den Düsenspalt in Richtung Bandoberfläche verlässt und damit die Kühlkammer füllt.

[0023] Bevorzugt ist die Kühlkammer so ausgebildet, dass das Kühlmedium in einer im Wesentlichen gleichmäßigen Strömung durch die Kühlkammer hindurch fließen kann. Hier ist es von besonderem Vorteil, wenn der Querschnitt der Kühlkammer in Bandlaufrichtung im Wesentlichen konstant ist. So kann durch die gleichmäßige Strömung in der Kühlkammer auch eine gleichmäßige Kühlung über die Kontaktfläche hinweg erreicht werden. Eine solche gleichmäßige Kühlung wäre bei Ausbildung von Wirbeln nicht mehr gegeben.

[0024] In einer weiteren bevorzugten Weiterbildung erstreckt sich die Kühlkammer entgegen der Bandlaufrichtung derart, dass das Kühlmedium entgegen der Bandlaufrichtung geführt wird. Besonders bevorzugt ist in diesem Zusammenhang, wenn die Düse in Bandlaufrichtung hinter der Kühlkammer liegt. Durch die gegenläufige Kühlung wird ein besonders effektiver Einsatz des Kühlmediums erreicht. Insbesondere wird das Kühlmedium am kältesten Bereich des Walzgutes zuerst eingesetzt und fließt dann zu wärmeren Bereichen des Walzgutes, wodurch in allen Bereichen ein optimaler Wärmeübergang stattfindet.

[0025] Die Kühlkammer kann mindestens ein sich parallel zum Walzgut erstreckendes Kühlkammerdach und bevorzugt mindestens eine sich senkrecht zum Walzgut und in Bandlaufrichtung erstreckende Seitenwand zur seitlichen Begrenzung der Kühlkammer aufweisen. So lässt sich die Kühlkammer auf einfache Weise aufbauen.

[0026] An der Austrittseite der Strömung aus der Kühlkammer kann in einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der Kühlvorrichtung eine Strömungsbremse zum Beispiel in Form einer beabstandeten Dichtleiste oder einer ähnlichen Kühlkammerverengung angebaut werden, die das ungehinderte Ausströmen des Fluids aus der Kühlkammer verhindert.

[0027] Für die Anpassung der Kühlkammer an unterschiedliche Bandbreiten des zu kühlenden Walzgutes verfügt die Vorrichtung in einer bevorzugten

Form über mindestens eine verstellbare Seitenwand, die in einem definierten Abstand zur Bandbreite des zu kühlenden Walzgutes positioniert wird. Dadurch wird eine optimale Führung der Strömung in der Kühlkammer sichergestellt und das Entstehen von Wirbeln wird vermieden.

[0028] Zum erneuten Entfernen des Kühlmediums von dem Walzgut kann sich an die Kühlkammer in Strömungsrichtung eine Ablaufkammer zum Entfernen des Kühlmediums vom Walzgut anschließen. Besonders bevorzugt in diesem Zusammenhang ist es, wenn die Ablaufkammer gegenüber der Kühlkammer erweitert ist, um die Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmediums in der Ablaufkammer gegenüber der Strömungsgeschwindigkeit der Kühlkammer zu reduzieren.

[0029] In einer bevorzugten Weiterbildung ist die Zufuhr an Kühlmedium in die Düse regelbar, bevorzugt über eine regelbare Pumpeinheit, und die Zufuhr des Kühlmediums wird abhängig von unterschiedlichen Parametern des Walzgutes, bevorzugt abhängig von der Temperatur des Walzgutes, des Materials des Walzgutes, und/oder des Restfluids auf dem Walzgut nach dem Durchlaufen der Vorrichtung bestimmt.

[0030] Um die Vorrichtung an unterschiedliche Bandlaufrichtungen oder Betriebsrichtungen anpassen zu können, kann eine Verstellvorrichtung zur Umkehrung der Flussrichtung des Kühlmediums in der Kühlkammer vorgesehen sein, bevorzugt durch Verschieben einer äußeren Hülle der Vorrichtung.

[0031] Um ein Einfädeln des Walzgutes zu ermöglichen, kann die Kühlkammer von der Ebene des Walzguts fortbewegbar sein.

[0032] Um andere Anlagenkomponenten vor Verschmutzung zu bewahren, kann mindestens eine Abströmvorrichtung eine Vorrichtung zur Entfernung von überschüssigem Kühlmedium auf dem Walzgut außerhalb der Kühlkammer vorgesehen sein, bevorzugt in Form einer Abblasvorrichtung, einer Abspritzung, einer Absaugvorrichtung, einer Querabblasung und/oder eines Gebläses.

[0033] Die oben gestellte Aufgabe wird auch durch ein Verfahren zum Kühlen von Walzgut mit den Merkmalen des Anspruchs 15 gelöst.

[0034] Entsprechend umfasst das Verfahren das Aufbringen eines Kühlmediums auf das Walzgut. Erfindungsgemäß wird das Kühlmedium in einer sich parallel zur Bandlaufebene erstreckenden Kühlkammer auf das Walzgut aufgebracht.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0035] Bevorzugte weitere Ausführungsformen und Aspekte der vorliegenden Erfindung werden durch die nachfolgende Beschreibung der Figuren näher erläutert. Dabei zeigen:

[0036] Fig. 1 schematisch eine Walzstraße mit Walzgerüsten und Vorrichtungen zum Kühlen;

[0037] Fig. 2 schematisch ein Reversiergerüst mit einer Vorrichtung zum Kühlen;

[0038] Fig. 3 eine Vorrichtung zum Kühlen von Walzgut mit einer Kühlkammer;

[0039] Fig. 4 die Vorrichtung zum Kühlen gemäß **Fig.** 3 mit detaillierter Darstellung der Strömungsverhältnisse;

[0040] Fig. 5 ein Vergleich der Wärmeübergänge bei einer Vorrichtung zum Kühlen von Walzgut, so wie sie oben vorgeschlagen ist, und einer herkömmlichen Spritzkühlung;

[0041] Fig. 6 eine schematische Darstellung einer besonders vorteilhaften Ausführung des Übergangs zwischen Düse und Kühlkammer;

[0042] Fig. 7 eine schematische Darstellung einer bevorzugten Ausführung der Bandkühlung mit verstellbaren Seitenwänden zur Anpassung an die Bandbreite;

[0043] Fig. 8 eine schematische Darstellung einer bevorzugten Ausführung der Bandkühlung mit Strömungsbremse am Strömungsaustritt der Kühlkammer;

[0044] Fig. 9 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Kühlen von Walzgut in einem weiteren Ausführungsbeispiel;

[0045] Fig. 10 eine Vorrichtung zum Kühlen von Walzgut mitsamt einer Ablaufkammer;

[0046] Fig. 11 eine Vorrichtung zum Kühlen des Walzgutes mit einer Ablaufkammer auf beiden Seiten des Bandes;

[0047] Fig. 12a) + b) eine Darstellung einer Vorrichtung zum Kühlen eines Bandes mit einer Ablaufkammer, welche je nach Bandlaufrichtung einstellbar ist;

[0048] Fig. 13 schematische Darstellung des Öffnens der Vorrichtung zum Kühlen zum Einfädeln des Bandes;

[0049] **Fig.** 14 eine weitere Vorrichtung zum Kühlen von Walzgut mit beidseitigen Abströmeinrichtungen mit Sperrfunktion und Ableitschild

[0050] **Fig.** 15 schematisch eine Steuervorrichtung mitsamt der Vorrichtung zum Kühlen von Walzgut.

Detaillierte Beschreibung
bevorzugter Ausführungsbeispiele

[0051] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele anhand der Figuren beschrieben. Dabei werden gleiche, ähnliche oder gleichwirkende Elemente mit identischen Bezugszeichen bezeichnet und auf eine wiederholte Beschreibung dieser Elemente wird teilweise verzichtet, um Redundanzen in der Beschreibung zu vermeiden.

[0052] **Fig.** 1 zeigt schematisch eine Walzstraße mit mehreren Walzgerüsten **1**, mittels welchen das Walzgut **2** dünner gewalzt wird. Vor dem ersten Gerüst, hinter dem letzten Gerüst, sowie zwischen den Gerüsten sind Kühlvorrichtungen **3** zum Kühlen des Walzgutes **2** schematisch gezeigt.

[0053] **Fig.** 2 zeigt eine weitere Walzstraße, in diesem Fall mit einem ebenfalls schematisch angedeuteten Reversiergerüst **1**, vor und hinter welchem jeweils Kühlvorrichtungen **3** zur Kühlung des Walzgutes **2** vorgesehen sind.

[0054] Aus den **Fig.** 1 und **Fig.** 2 wird unmittelbar klar, dass die Kühlvorrichtung **3** an jeder beliebigen Stelle vor, zwischen bzw. hinter den jeweiligen Walzgerüsten **1** angeordnet werden kann. Es besteht entsprechend Freiheit dahingehend, die Kühlvorrichtungen **3** so anzuordnen, dass sie dem jeweiligen Walzfall am besten dienen.

[0055] **Fig.** 3 zeigt schematisch eine Kühlvorrichtung **3**, welche über einen Zulauf **30** mit Kühlmedium versorgt wird. Der Zulauf **30** ist so mit einem Diffusor versehen, dass das Kühlmedium **34** gleichmäßig in eine den Diffusor umgebende Düse **32** eingebracht wird.

[0056] In der schematisch gezeigten Düse **32** wird das Kühlmedium **34** aufgrund der Geometrie der Düse **32**, insbesondere durch eine entsprechende Verengung, in eine gleichmäßige, beschleunigte Strömung geformt mit der es die Düse **32** verlässt.

[0057] An die Düse **32** schließt sich eine Kühlkammer **4** an, welche sich im Wesentlichen parallel zur durch das Walzgut **2** definierten Ebene **10**, welche auch als Bandlaufebene bezeichnet wird, erstreckt und welche zum Aufbringen des Kühlmediums **34** auf das Walzgut **2** geeignet ist. Die Kühlkammer **4** erstreckt sich entsprechend bei eingefädeltem Walzgut **2** auch im Wesentlichen parallel zum Walzgut **2**. In der Kühlkammer **4** fließt das Kühlmedium **34** aus der Düse **32** entsprechend weiter und kommt mit dem Walzgut **2** in Kontakt. Entsprechend findet ein Wärmeübergang vom Walzgut **2** zum Kühlmedium **34** zumindest im Bereich der Kühlkammer **4** statt. Wie nachfolgend zu **Fig.** 5 beschrieben wird, findet durch die lange und definierte Kontaktzeit des Kühlmediums **34** mit dem Walzgut **2** – verglichen mit einem einfachen Besprühen des Walzgutes **2** – eine effiziente Kühlung des Walzguts **2** statt.

[0058] Die Kühlkammer **4** besteht im Wesentlichen aus einem Kammerdach **40**, welches sich bevorzugt direkt anschließend an die Düse **32** erstreckt. Das Kammerdach **40** ist dabei gegenüberliegend der oberen Oberfläche **20** des Walzgutes **2** so angeordnet, dass das in der Düse **32** fließende Kühlmedium **34** von der Düse **32** in die Kühlkammer **4** geleitet wird, in welcher das Kühlmedium **34** dann in einer im Wesentlichen wirbelfreien Strömung am Walzgut **2** entlangströmt.

[0059] Durch den fetten Pfeil ist die Bandlaufrichtung W des Walzgutes **2** angedeutet. Es ist sofort zu erkennen, dass sich die Kühlkammer **4** ausgehend von der Düse **32** entgegen die Bandlaufrichtung erstreckt. Mit anderen Worten ist die Düse **32** in Bandlaufrichtung W hinter der Kühlkammer **4** angeordnet.

[0060] Der Querschnitt in Bandlaufrichtung W der Kühlkammer **4** ist im Wesentlichen konstant, so dass die Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmediums **34** in der Kühlkammer **4** im Wesentlichen konstant ist und gleichzeitig auch eine im Wesentlichen wirbelfreie Strömung ausgebildet werden kann. Damit kommt das Kühlmedium **34** im Bereich der Kühlkammer **4** so mit dem Walzgut **2** in Kontakt, dass hier eine effiziente und gleichmäßige Strömung ohne Wirbel vorliegt.

[0061] Am Ende der Kühlkammer **4** tritt das Kühlmedium **34** aus und kann auf übliche Weise aufgenommen werden.

[0062] **Fig.** 4 zeigt den in **Fig.** 3 bereits schematisch dargestellten Aufbau der Kühlvorrichtung **3** noch einmal detailliert, besonders bezüglich der Strömungsverhältnisse. Die Bandlaufrichtung W des Walzgutes **2** ist wiederum durch den fetten Pfeil angedeutet.

[0063] Schematisch ist die Geschwindigkeitsverteilung der Strömung innerhalb der Kühlkammer **4** gezeigt. In der linken unteren Darstellung ist das weitgehend symmetrische Geschwindigkeitsprofil der Strömung ohne Bandlauf dargestellt. Mit Bandlauf stellt sich wie in der linken unteren Darstellung skizziert ein unsymmetrisches Geschwindigkeitsprofil ein. Durch den Bandlauf wird die Relativgeschwindigkeit zwischen Strömung und Bandoberfläche vergrößert, was die Kühlwirkung, d. h. den Wärmeübergang von der Bandoberfläche zum Kühlmedium verstärkt.

[0064] Die Düse **32** ist entsprechend ausgebildet, um eine gleichmäßige Strömungsgeschwindigkeit über die Kühlkammer **4** hinweg zu erreichen.

[0065] **Fig.** 5 zeigt in einem Vergleich die Kühlvorrichtung **3**, so wie sie in den **Fig.** 2 und **Fig.** 3 gezeigt ist, gegenüber einer herkömmlichen Sprühvorrichtung **3'**. Bei der Kühlvorrichtung **3** gemäß den **Fig.** 2 und **Fig.** 3 wird eine im Wesentlichen gleichmäßige Strömung ausgebildet, welche durch die Kühlkammer **4** hindurch geleitet wird. Entsprechend kann im Bereich der Kühlkammer **4** ein Wärmeübergang, so wie er schematisch unterhalb dieser Vorrichtung gezeigt ist, erreicht werden. Entsprechend ergibt sich auf der Oberfläche **20** des Walzgutes **2** ein konstanter Wärmeübergang, wie sich aus dem darunter angeordneten schematischen Diagramm ergibt.

[0066] Hingegen hat die Sprüheinrichtung **3'** wie durch die Pfeile angedeutet, im Auftreffpunkt des Strahles eine hohe Verwirbelung und ein starkes Abspritzen des Kühlmediums zur Folge. Die resultierende Kühlwirkung ist entsprechend nur punktuell zu sehen, wie sich aus dem schematisch angedeuteten Diagramm ergibt.

[0067] In **Fig.** 6 ist eine bevorzugte Form der Kühlvorrichtung **3** schematisch dargestellt, bei der im Übergang von der Düse **32** in die Kühlkammer **4** eine Abrisskante erkennbar ist. Diese hat die Aufgabe, ein Anhaften der Fluidströmung am Kühlkammerdach zu vermeiden und somit die Fluidströmung an die Bandoberfläche zu leiten und die Kühlkammer besser zu füllen. Die Abrisskante ist in diesem Beispiel durch einen Höhenversatz zwischen Düsenspalt und Kammerdach dergestalt realisiert worden, dass der Abstand des Kammerdachs zur Bandoberfläche größer als die Höhe H des Düsenspalte gegenüber der Bandoberfläche.

[0068] Die **Fig.** 7 zeigt eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Kühleinrichtung, bei der die Breite der Kühlkammer **4** an die Breite des aktuellen Bandmaterials angepasst wird. Dies geschieht in dem dargestellten Beispiel durch das Verschieben der beiden Seitenwände der Kühlkammer **4**, die sich im Wesentlich parallel zur Bandbreite orientieren. Durch diese Anpassung der Kanalbreite wird eine optimale Führung der Strömung entlang des Walzgutes sichergestellt und der Bildung von Wirbeln entgegengewirkt. Der Abstand zwischen Bandkante und der Seitenwand der Kühlkammer liegt dabei im Bereich 2mm bis 100mm, bevorzugt im Bereich 10mm bis 50mm, wobei die Kanalbreite weniger als 10% größer als die Bandbreite des Walzgutes sein darf.

[0069] Die **Fig.** 8 stellt eine weiter bevorzugte Ausführungsform der Kühleinrichtung da, bei der am Strömungsaustritt eine Strömungsbremse in Form z.B. einer zur Bandoberfläche beabstandeten Dichtleiste oder einer ähnlichen Kühlkammerverengung das ungehinderte Ausströmen des Kühlfluids aus der Kühlkammer verhindert.

[0070] In **Fig.** 9 ist eine weitere Kühlvorrichtung **3** in einer weiteren Ausführungsform gezeigt, wobei hier die beispielsweise bereits in den **Fig.** 2 und **Fig.** 3 gezeigten Kühlvorrichtungen **3** nun auf beiden Seiten des Walzguts **2** angeordnet sind. Entsprechend kann hier sowohl die Oberseite als auch die Unterseite des Walzgutes **2** gekühlt werden.

[0071] **Fig.** 10 zeigt eine weitere Ausführungsform einer Kühlvorrichtung **3**, wobei wieder die bereits aus den vorhergehenden Ausführungsbeispielen bekannte Anordnung von Düse **32** und Kühlkammer **4** vorgesehen ist. An die Kühlkammer **4** schließt sich nun in Strömungsrichtung eine Ablaufkammer **5** an, welche dazu ausgebildet ist, das in der Kühlkammer **4** fließende Kühlmedium **34** wieder aufzunehmen und abzuführen.

[0072] Die Ablaufkammer **5** ist so ausgebildet, dass sie sich an das Kammerdach **40** der Kühlkammer **4** anschließt und ein Aufnahmevolumen **50** bereitstellt, in welchem eine schematisch angeordnete seitliche Ablauföffnung **52** vorgesehen ist. Das Kühlmedium **34** fließt in die Ablauföffnung **52** hinein und kontaminiert entsprechend die Umgebung und das Walzgut **2** nicht weiter. Weiterhin ist es auf diese Weise einfach, das Kühlmedium **34** in einem Kreislauf zu führen, da es über den Zulauf **30** und die Düse **32** in Kontakt mit dem Walzgut **2** gebracht wird und über die Ablaufkammer **5** dann wieder vom Walzgut **2** abgenommen wird.

[0073] **Fig.** 11 zeigt eine entsprechende Ausbildung, bei welcher wiederum auf der Oberseite als auch der Unterseite des Walzgutes **2** eine entsprechende Vorrichtung mit Ablauf gezeigt ist.

[0074] In **Fig.** 12 ist eine weitere Vorrichtung zum Kühlen von Walzgut **2** vorgesehen, wobei wiederum die Vorrichtung zum Kühlen mit der Düse **32**, der Kühlkammer **4** und der Ablaufkammer **5** vorgesehen ist. Mittels Stellzylindern **6** kann die äußere Hülle **7** der Vorrichtung entsprechend so manipuliert werden, dass die Flussrichtung des Kühlmediums **34** geändert werden kann. Dies ist beispielsweise bei einer Umkehr der Bandlaufrichtung von Bedeutung – beispielsweise in einem Reversiergerüst.

[0075] Hierzu wird die äußere Hülle **7** von einer ersten Position, welche oben unter a) ist, in eine zweite Position, welche unten unter b) gezeigt ist, verschoben. Entsprechend sind zwei Zuführungen **30** und zwei Abläufe **52** vorgesehen, die je nach Stellung der äußeren Hülle **7** miteinander verbunden werden, um einen entsprechenden Fluss des Kühlmediums **34** zu erreichen.

[0076] **Fig.** 13 zeigt allgemein, wie die gesamte Vorrichtung vom Walzgut **2** bzw. von der Walzgutebene **100** weggeklappt werden kann, um hier ein flexibles Einfädeln oder eine flexible Wartung zu ermöglichen.

[0077] **Fig.** 14 entspricht im Prinzip dem in den **Fig.** 7 und **Fig.** 8 gezeigten Ausführungsbeispiel. In Bandlaufrichtung W vor und hinter der Kühlkammer ist jeweils eine Abblasung, welche schematisch über die Blasdüsen **7** angedeutet ist, vorgesehen. In Bandlaufrichtung W vor und hinter der Kühlkammer **4** mit Düse **32** und Ablaufkammer **5** ist jeweils eine Abströmeinrichtung mit Sperrfunktion und Ableitschild schematisch dargestellt. Mit der Abströmeinrichtung wird die Verschmutzung der angrenzenden Aggregate vermieden. Dabei können von der Abströmeinrichtung abgegebene Abblasungen bzw. Abspritzungen zusätzlich eine Sperrfunktion ausüben und das Abströmen des austretenden Fluids kann über Ableitschilde optimiert werden. Mit den Abblasungen oder Abspritzungen wird das Kühlmedium **34** in der Kühlkammer **4** gehalten bzw. wird austretendes Kühlmedium **34** wieder zurück in die Kühlkammer getrieben. Über das Ableitschild wird austretendes Kühlmedium aufgefangen und gezielt abgeleitet.

[0078] Auf diese Weise kann eine Kontaminierung anderer Anlagenbereiche mit Kühlmedium **34** verhindert werden.

[0079] **Fig.** 15 zeigt schematisch den Regelmechanismus für die vorliegende Vorrichtung zum Kühlen von Walzgut. Insbesondere wird das Walzgut **2** durch ein Walzgerüst **1** hindurch geführt und dann in einer Kühlungsvorrichtung **3** mit Kühlmedium **34** beaufschlagt. Die Vorrichtung zum Kühlen des Walzgutes **2** wird über einen Pumpkreislauf **8** mit dem Kühlmedium beaufschlagt. Der Pumpkreislauf **8** umfasst eine Ansaugleitung **80**, eine regelbare Pumpe **82**, einen Kühlmedienablauf **84** sowie ein Auffangbecken/Reservoir **86**.

[0080] Das Kühlmedium wird entsprechend aus dem Auffangbecken/Reservoir **86** mittels der Ansaugleitung **80** und der regelbaren Pumpe **82** in die Vorrichtung **3** zum Kühlen von Walzgut **2** gepumpt. Dort wird das Kühlmedium **34** mit dem Walzgut **2** in Kontakt gebracht. Danach wird das Kühlmedium beispielsweise über die in den vorhergehenden Figuren gezeigte Ablaufkammer **5** wieder aufgenommen und über die Ablaufleitung **84** dem Reservoir/Auffangbecken **86** wieder zugeführt.

[0081] Die regelbare Pumpe **82** wird über eine Regeleinheit **100** angesteuert. Die Regeleinheit **100** umfasst einen Regler **110**, welcher die eigentliche Regelung der regelbaren Pumpe **82** beispielsweise über eine Leistungssteuerung **820** übernimmt. Der Regler **110** wird dabei mit Parametern **120** versorgt, welche beispielsweise eine Pumpkennlinie der regelbaren Pumpe **82** umfassen, oder andere Parameter bezüglich der geometrischen Ausbildung der Kühlkammer **4**, bezüglich unterschiedlicher Materialien des Walzgutes **2**, bezüglich unterschiedlicher Stichpläne, bezüglich unterschiedlicher Geschwindigkeiten des Walzgutes **2** etc. angeben.

[0082] Über eine Auswerteeinheit **130** werden unterschiedliche, über Sensoren gemessene Parameter des Walzprozesses ausgewertet und entsprechend der Regler **110** angesteuert.

[0083] In der Auswerteeinheit **130** werden beispielsweise Sensoren **140**, **150**, welche als Restfluid- oder Temperatursensoren ausgebildet sind, in die Auswertung des tatsächlichen Zustandes des Walzgutes **2** einbezogen. Weiterhin können Restfluidsensoren **140** dazu verwendet werden, die korrekte Funktionsweise der Vorrichtung zum Kühlen von Walzgut dahingehend zu überwachen, dass ein Restfluid nicht oder nur innerhalb von eng gesetzten Grenzen auf dem Walzgut **2** weiter transportiert wird. Die Temperatursensoren können dazu verwendet werden, entsprechend die Kühlleistung der Vorrichtung zum Kühlen so einzustellen, dass die gewünschten Gefügestrukturen erreicht werden.

[0084] Ein Sensor zur Geschwindigkeitsmessung **160** ist ebenfalls vorgesehen, welcher die Aufwickelgeschwindigkeit des Walzgutes **2** bestimmt.

[0085] Die unterschiedlichen Parameter werden in der Auswerteeinheit **130** zu einem einheitlichen Regelbefehl ausgewertet, welcher dann an den Regler **110** übergeben wird.

[0086] Soweit anwendbar, können alle einzelnen Merkmale, die in den einzelnen Ausführungsbeispielen dargestellt sind, miteinander kombiniert und/oder ausgetauscht werden, ohne den Bereich der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

1	Walzgerüst
10	Bandlaufebene
100	Regeleinheit
110	Regler
120	Parameter
130	Auswerteeinheit
140	Temperatursensor
150	Restfluidsensor
160	Geschwindigkeitssensor
2	Walzgut
20	Oberfläche des Walzgutes
3	Kühlvorrichtung
3'	Düse
30	Zulauf (mit Diffusor)
32	Düse
34	Kühlmedium

4	Kühlkammer
40	Kühlkammerdach
5	Ablaufkammer
50	Volumen der Ablaufkammer
52	Ablauf
6	Verstellzylinder
7	äußere Hülle
8	Fluidkreislauf
80	Ansaugleitung
82	regelbare Pumpe
84	Kühlmedienablauf
86	Reservoir
W	Bandlaufrichtung

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 1527829 A1 [0006]
- DE 19718530 A1 [0007]
- DE 2844434 A1 [0011]

Patentansprüche

1. Vorrichtung (**3**) zum Kühlen von Walzgut (**2**), bevorzugt zum Kühlen beim Kaltwalzen, umfassend eine Düse (**32**) zum Aufbringen eines Kühlmediums (**34**) auf das Walzgut (**2**), gekennzeichnet durch eine mit der Düse (**32**) in Fluidkommunikation stehende und sich im Wesentlichen parallel zur Bandlaufebene (**10**) erstreckende Kühlkammer (**4**) zum Aufbringen des Kühlmediums (**34**) auf das Walzgut (**2**).

2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Kühlkammer (**4**) zwischen dem Walzgut (**2**) und einem Kammerdach (**40**) ausgebildet ist.

3. Vorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Düse (**32**) so ausgebildet ist, dass das Kühlmedium (**34**) in einer im Wesentlichen gleichmäßigen Strömung in die Kühlkammer (**4**) leitbar ist.

4. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Kühlkammer (**4**) so ausgebildet ist, dass das Kühlmedium (**34**) in einer im Wesentlichen gleichmäßigen Strömung durch die Kühlkammer (**4**) fließen kann.

5. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Querschnitt der Kühlkammer (**4**) in Bandlaufrichtung (W) im Wesentlichen konstant ist.

6. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei sich die Kühlkammer (**4**) entgegen der Bandlaufrichtung derart erstreckt, dass das Kühlmedium (**34**) entgegen der Bandlaufrichtung (W) geführt wird.

7. Vorrichtung gemäß Anspruch 6, wobei die Düse (**32**) bevorzugt in Bandlaufrichtung (W) hinter der Kühlkammer (**4**) liegt.

8. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Düse (**32**) die Form einer Schlitzdüse hat.

9. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Kühlkammer (**4**) mindestens ein sich parallel zum Walzgut (**2**) erstreckendes Kühlkammerdach (**40**) aufweist und bevorzugt mindestens eine sich senkrecht zum Walzgut (**2**) und in Bandlaufrichtung (W) erstreckende Seitenwand zur seitlichen Begrenzung der Kühlkammer (**4**) aufweist.

10. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Übergang von der Düse (**32**) zur Kühlkammer (**4**) eine Abrisskante für die Strömung des Kühlfluids in die Kühlkammer ausweist.

11. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Seitenwände der Kühlkammer (**4**) einen Abstand zur Bandbreite zwischen 2mm und 100mm, bevorzugt zwischen 10mm und 50mm, bezogen auf die Bandbreite aber nie größer als 10% aufweisen.

12. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Austrittsseite der Strömung an der Kühlkammer eine Strömungsbremse aufweist.

13. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei sich an die Kühlkammer (**4**) eine Ablaufkammer (**5**) zum Entfernen des Kühlmediums (**34**) vom Walzgut (**2**) anschließt.

14. Vorrichtung gemäß Anspruch 13, wobei die Ablaufkammer (**5**) gegenüber der Kühlkammer (**4**) erweitert ist, um die Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmediums (**34**) in der Ablaufkammer (**5**) gegenüber der Strömungsgeschwindigkeit der Kühlkammer (**4**) zu reduzieren.

15. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Zufuhr an Kühlmedium (**34**) in die Düse (**32**) regelbar ist, bevorzugt über eine regelbare Pumpeinheit (**82**), und die Zufuhr des Kühlmediums (**34**) abhängig von unterschiedlichen Parametern des Walzgutes (**2**), bevorzugt abhängig von der Temperatur des Walzgutes, des Materials des Walzgutes, und/oder des Restfluids auf dem Walzgut (**2**) nach dem Durchlaufen der Vorrichtung bestimmt wird.

16. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei eine Verstellvorrichtung (**6**) zur Umkehrung der Flussrichtung des Kühlmediums (**34**) in der Kühlkammer (**4**) vorgesehen ist, bevorzugt durch Verschieben einer äußeren Hülle (**7**) der Vorrichtung.

17. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei zumindest die Kühlkammer (**4**) von der Ebene des Walzguts (**2**) fortbewegbar ist, um ein Einfädeln des Walzgutes zu ermöglichen.

18. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei mindestens eine Vorrichtung (**7**) zur Entfernung von überschüssigem Kühlmedium (**34**) auf dem Walzgut (**2**) außerhalb der Kühlkammer (**4**) vorgesehen ist, bevorzugt in Form einer Abblasvorrichtung, einer Abspritzung, einer Absaugvorrichtung, einer Querabblasung und/oder eines Gebläses.

19. Vorrichtung gemäß einer der vorstehenden Ansprüche, wobei mindestens eine Vorrichtung (**7**) zur Entfernung von überschüssigem Kühlmedium (**34**) auf dem Walzgut (**2**) außerhalb der Kühlkammer (**4**) vorgesehen ist, bei der ein Ableitschild das von der Abblasung oder Abspritzung entfernte Kühlmedium (**34**) auffängt und von der Bandoberfläche ableitet.

20. Verfahren zum Kühlen von Walzgut, bevorzugt zum Kühlen beim Kaltwalzen, umfassend das Aufbringen eines Kühlmediums (**34**) auf das Walzgut (**2**), **dadurch gekennzeichnet,** dass das Kühlmedium (**34**) in einer sich im Wesentlichen parallel zur Bandlaufebene (**10**) erstreckenden Kühlkammer (**4**) auf das Walzgut (**2**) aufgebracht wird.

Es folgen 14 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

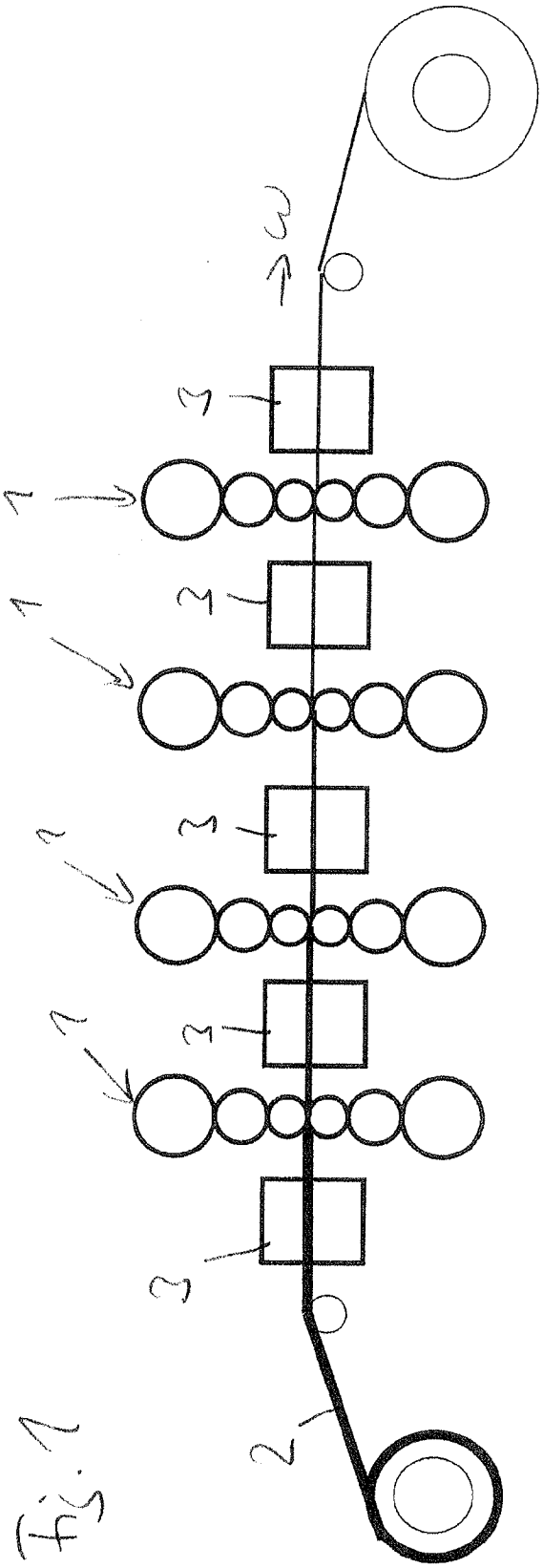


Fig. 1

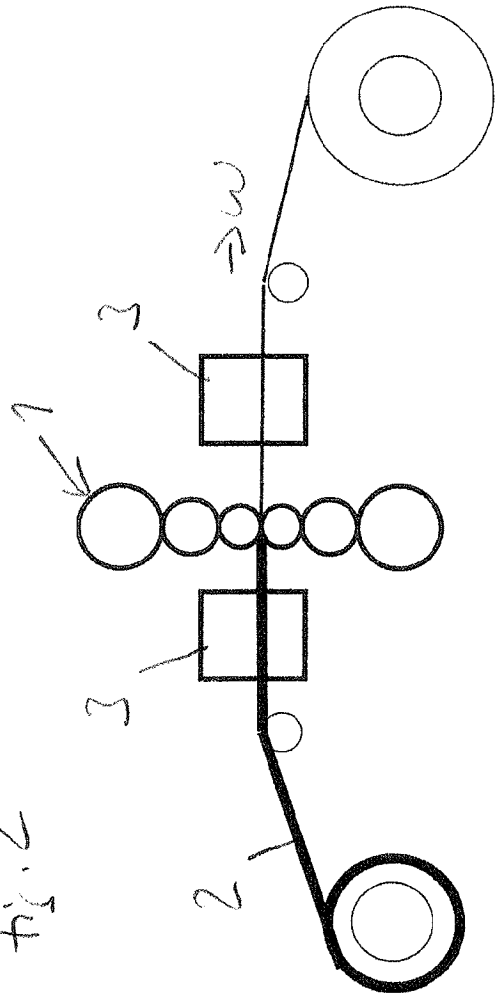


Fig. 2

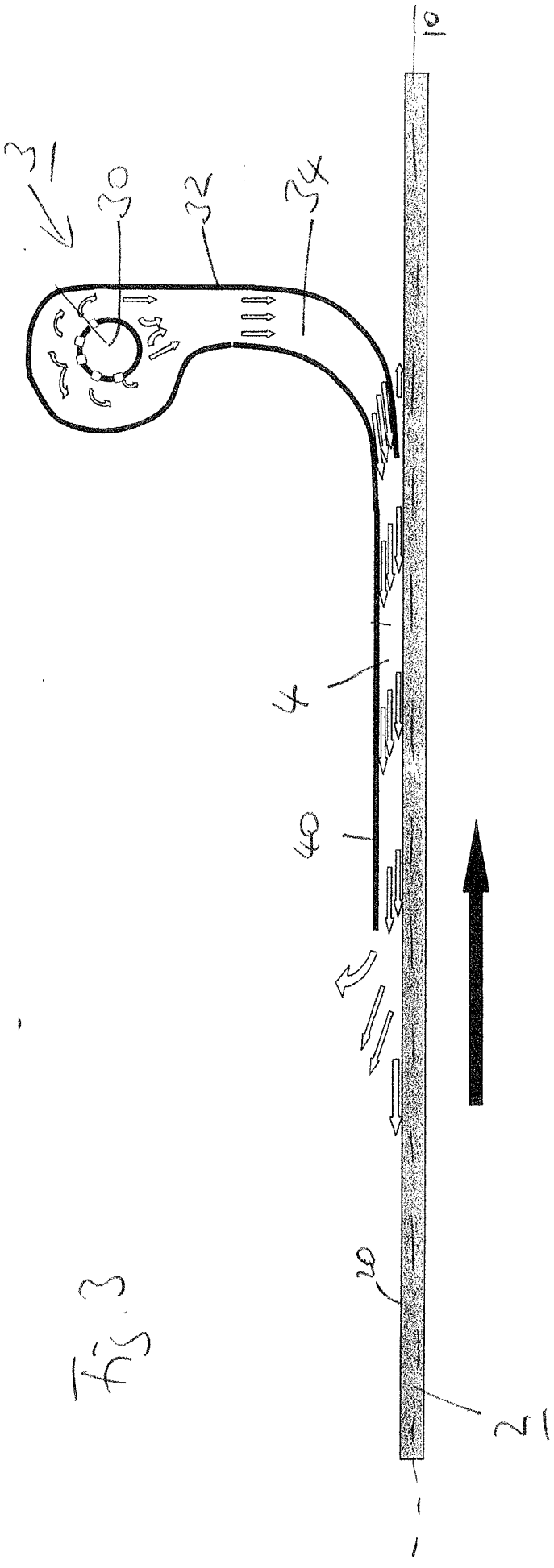


Fig. 3

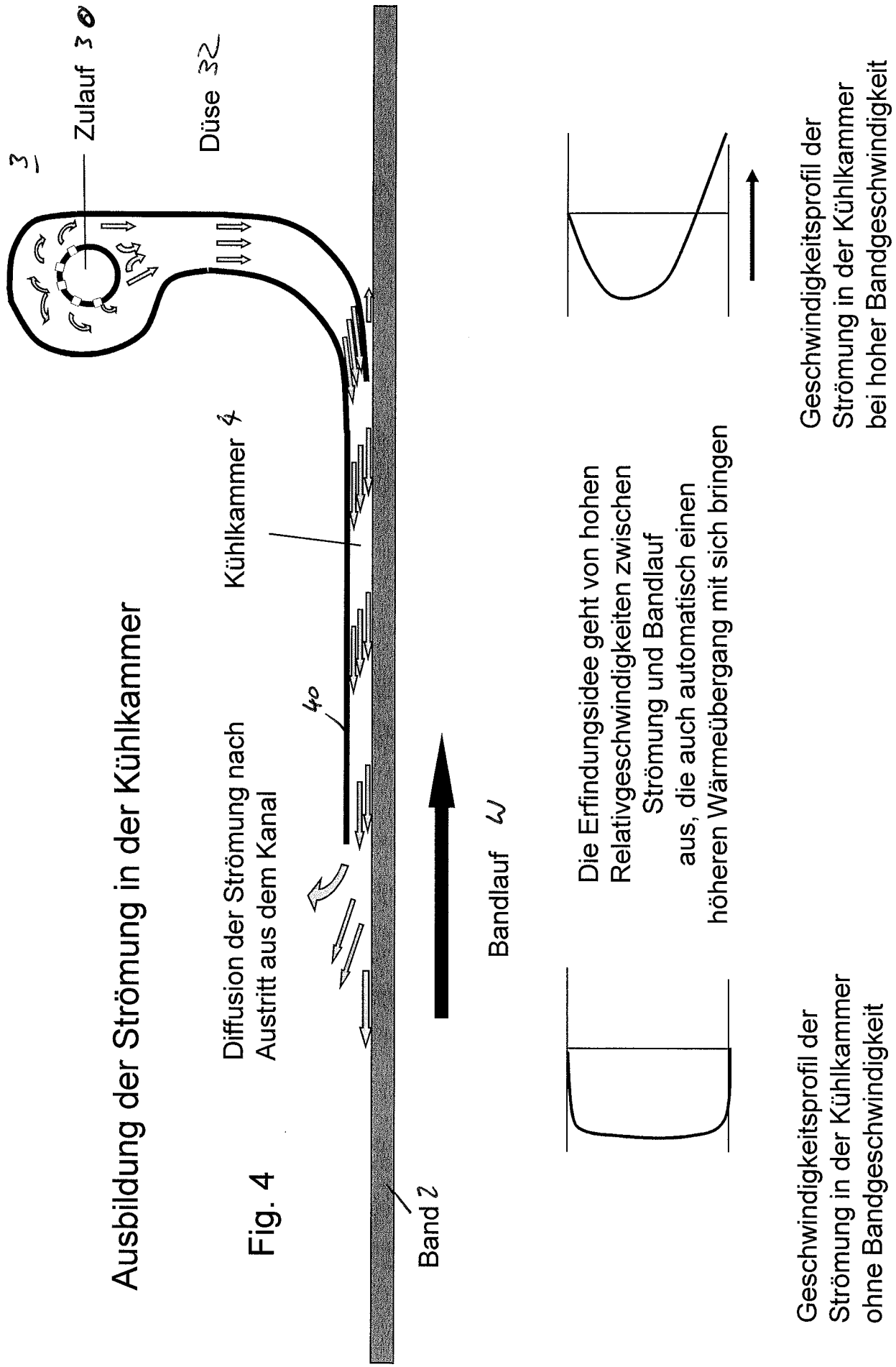

Ausbildung der Strömung in der Kühlkammer
Zulauf 30
Düse 32
3
Kühlkammer 4
Diffusion der Strömung nach Austritt aus dem Kanal
40
Bandlauf W
Band 2
Die Erfindungsidee geht von hohen Relativgeschwindigkeiten zwischen Strömung und Bandlauf aus, die auch automatisch einen höheren Wärmeübergang mit sich bringen
Geschwindigkeitsprofil der Strömung in der Kühlkammer ohne Bandgeschwindigkeit
Geschwindigkeitsprofil der Strömung in der Kühlkammer bei hoher Bandgeschwindigkeit

Fig. 4

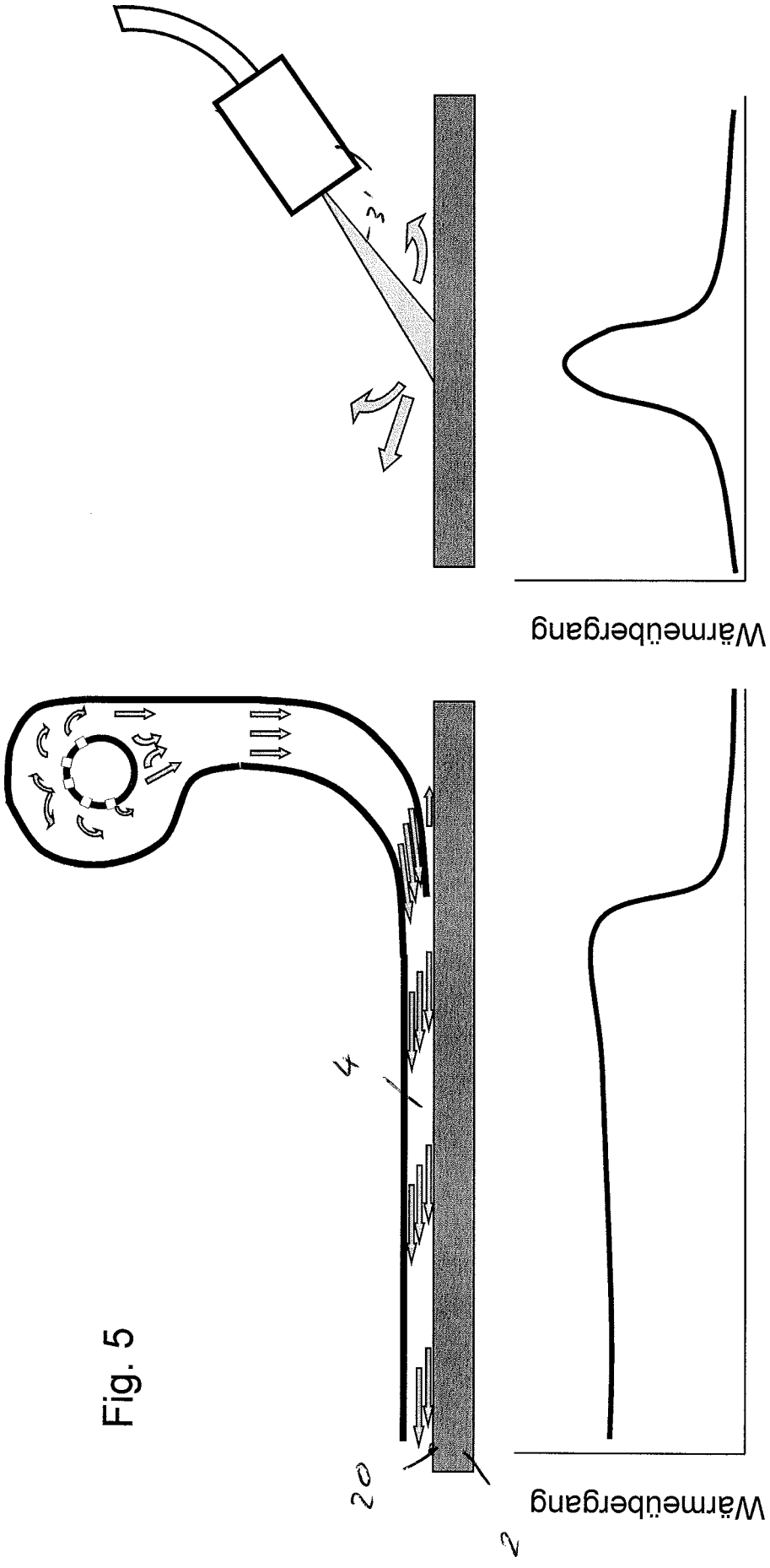
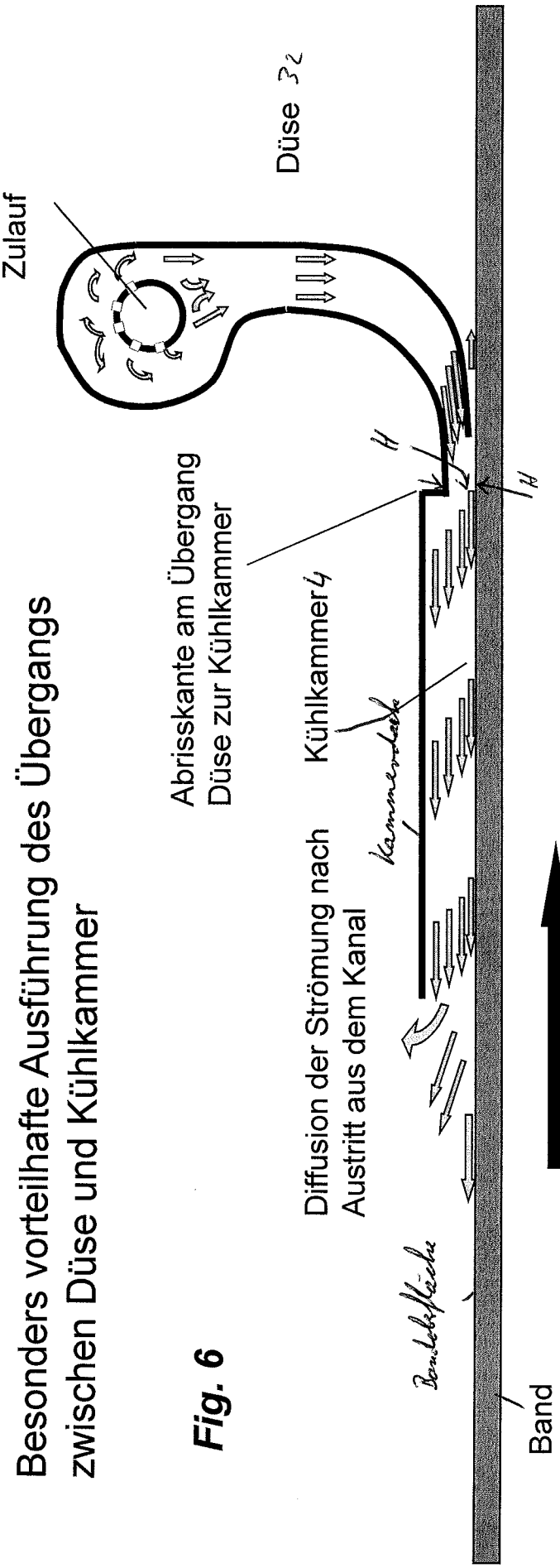

Wärmeübergang
Wärmeübergang
Vergleich der Wärmeübergänge bei erzwungener Konvektion und bei Spritzkühlung
3
4
1
20
2

Fig. 5



Besonders vorteilhafte Ausführung des Übergangs zwischen Düse und Kühlkammer

Fig. 6

Ausführungsbeispiel der Bandkühlung

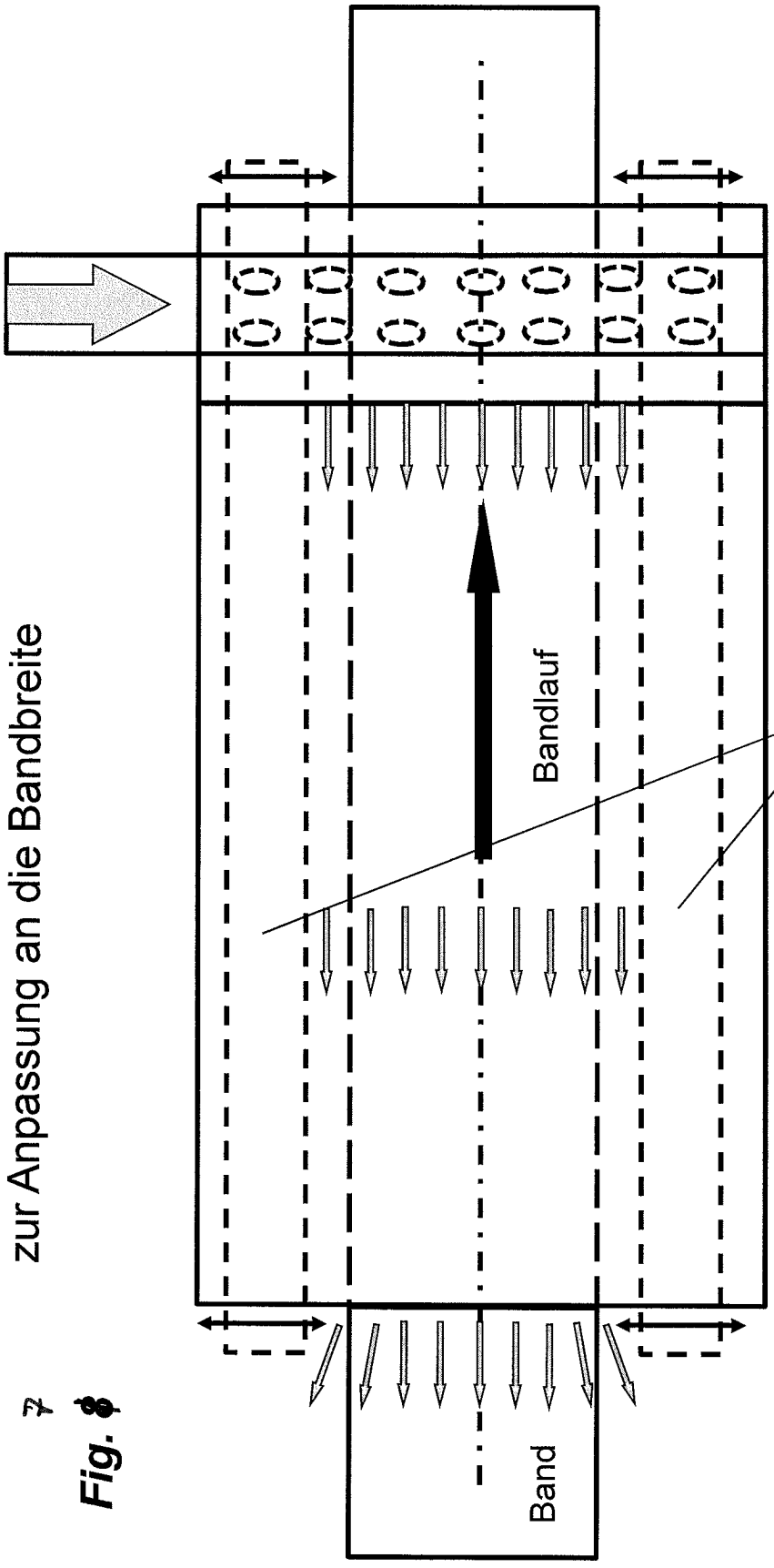
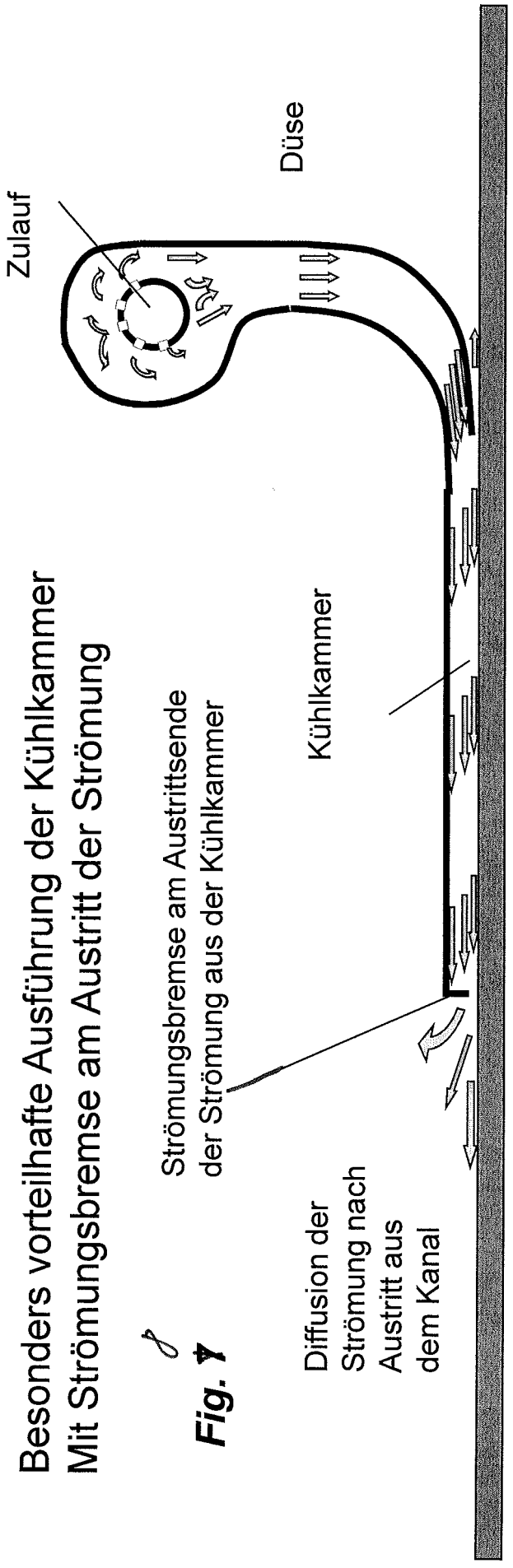


Fig. 8

Bevorzugte Ausführung der Bandkühlung
mit verstellbaren Seitenwänden
zur Anpassung an die Bandbreite

Ausführungsbeispiel der Bandkühlung



Besonders vorteilhafte Ausführung der Kühlkammer
Mit Strömungsbremse am Austritt der Strömung

Fig. 1

Ausführungsbeispiel der Bandkühlung

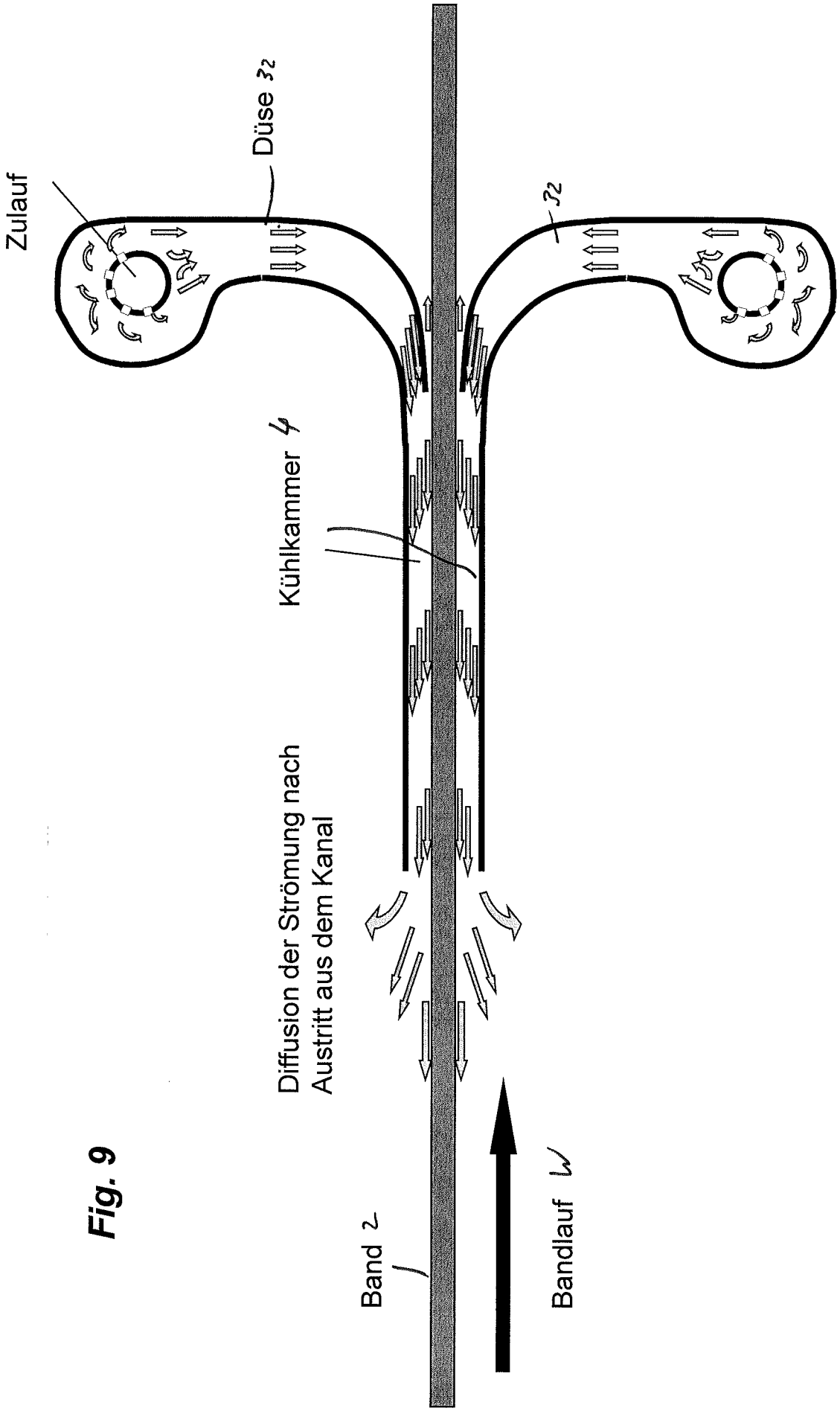


Fig. 9

Ausführungsbeispiel der Bandkühlung

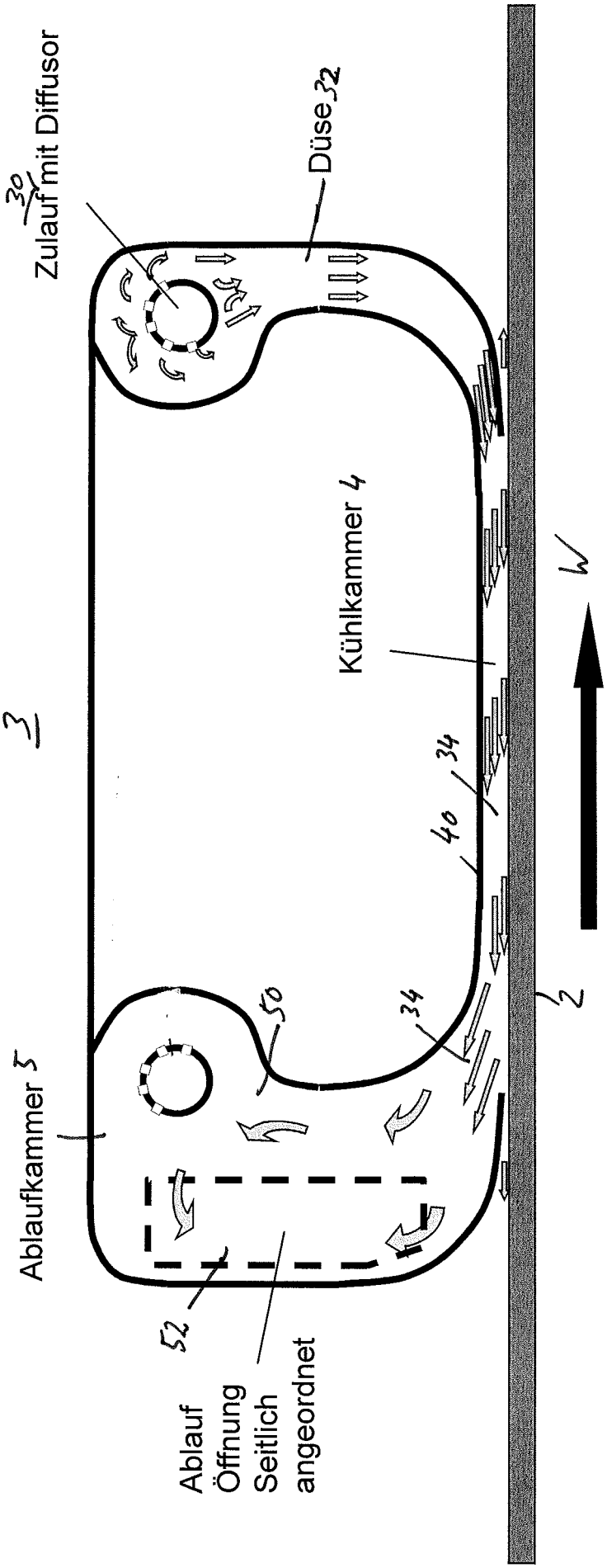


Fig. 10

Ausführungsbeispiel der Bandkühlung mit Ablaufkammer

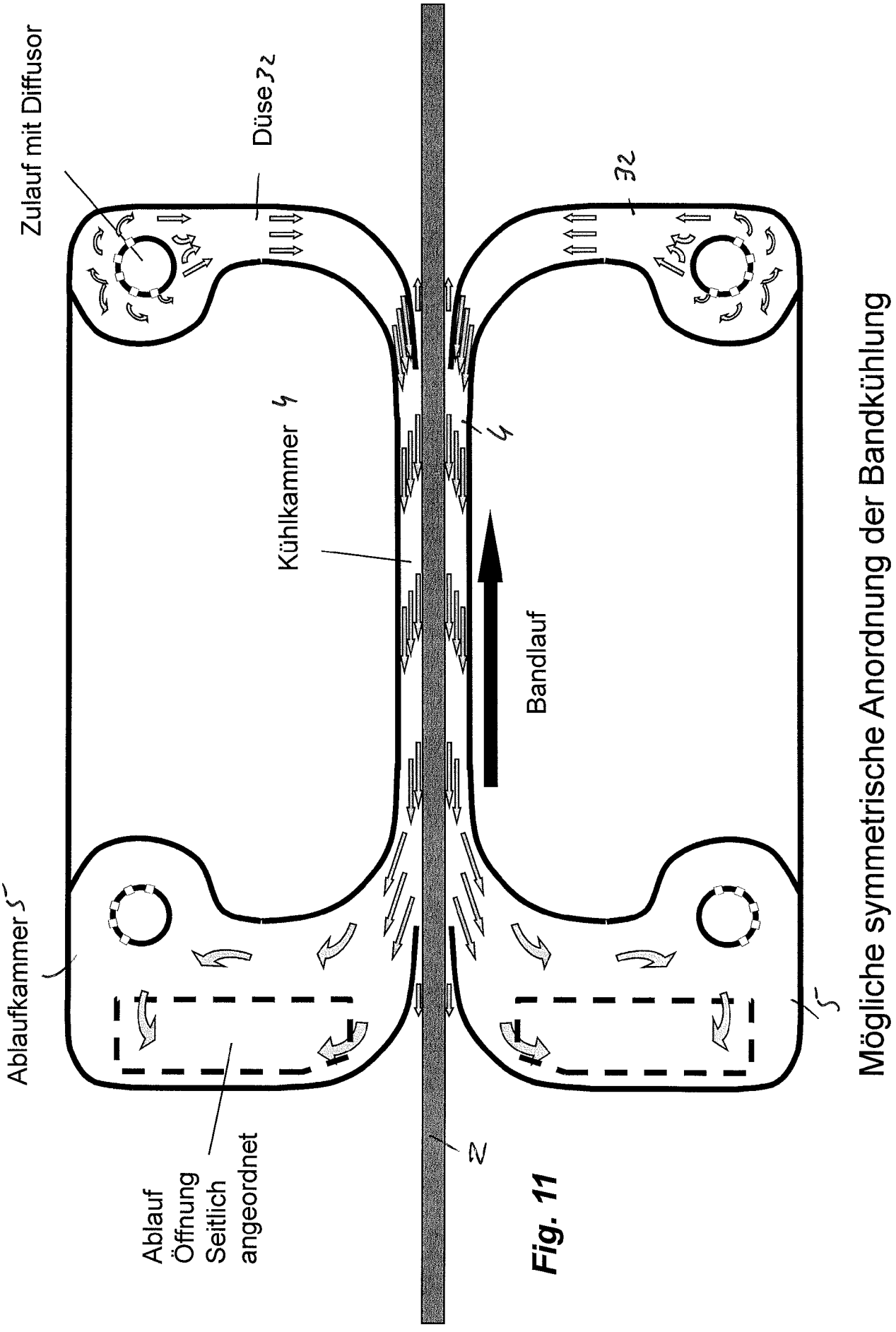


Fig. 11

Mögliche symmetrische Anordnung der Bandkühlung

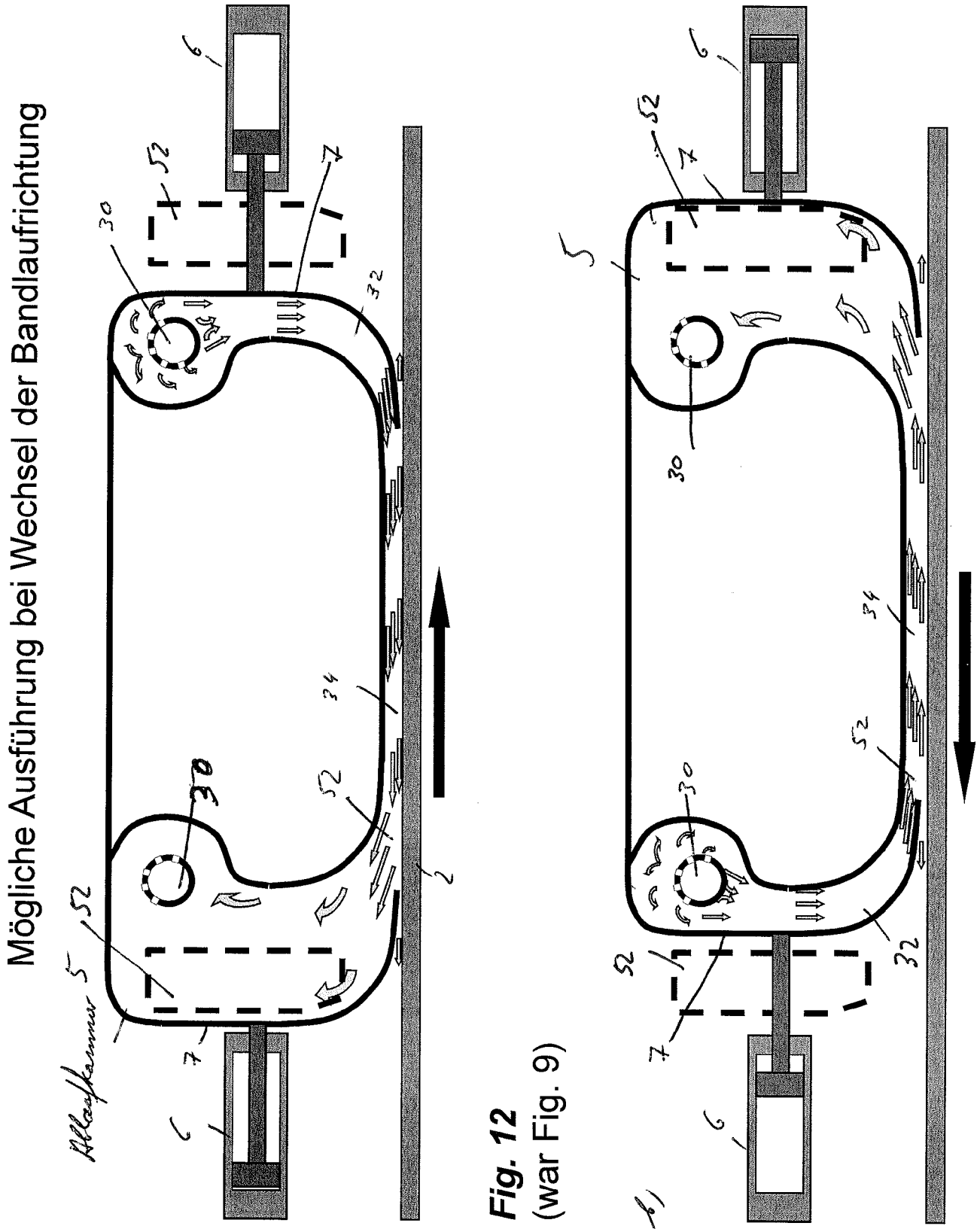


Fig. 12
(war Fig. 9)

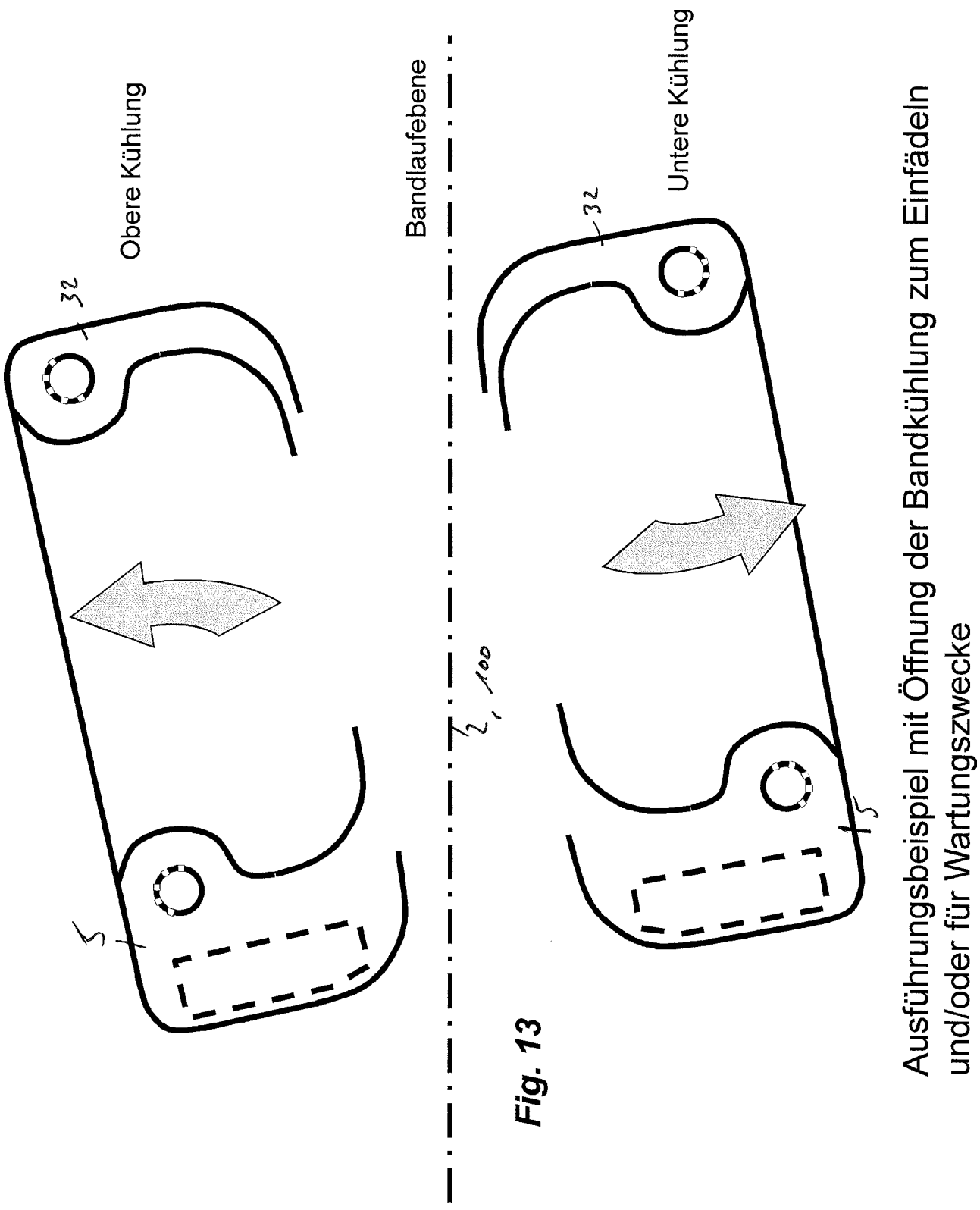


Fig. 13

Ausführungsbeispiel mit Öffnung der Bandkühlung zum Einfädeln und/oder für Wartungszwecke

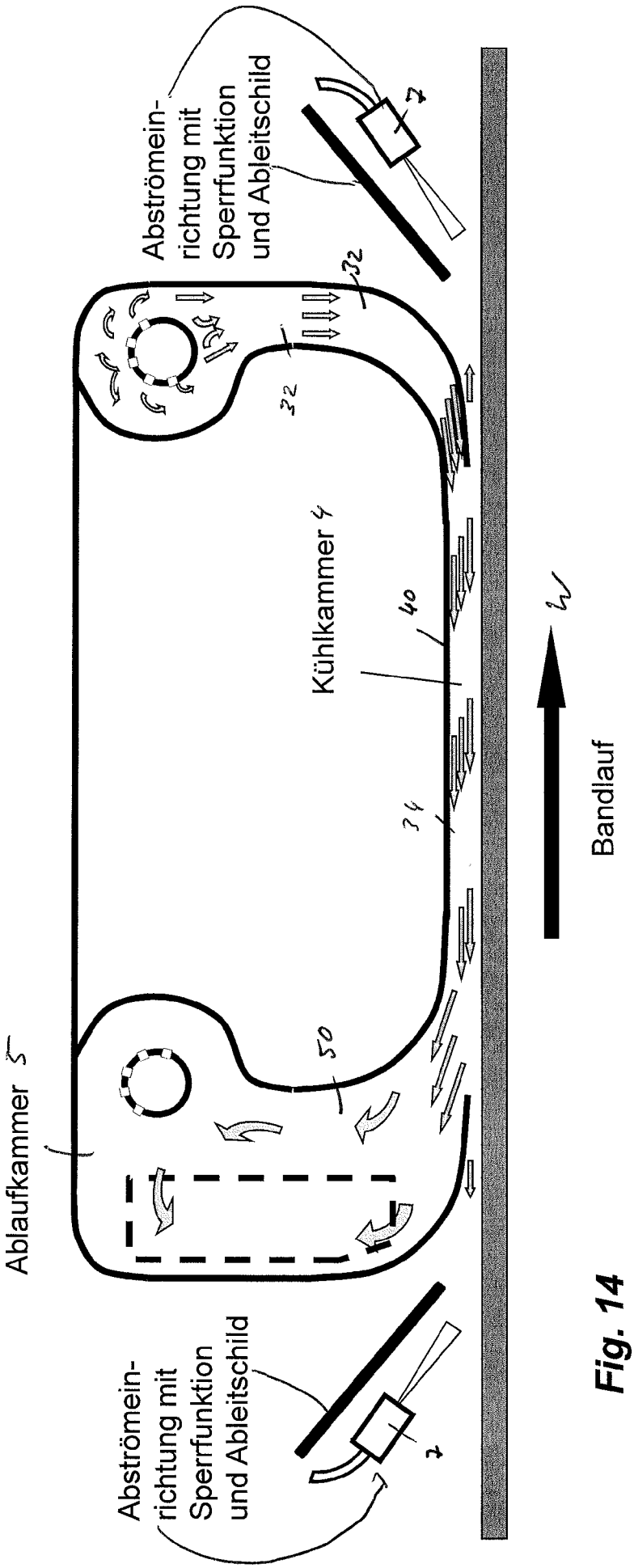


Fig. 14

Ausführungsbeispiel mit beidseitigen Abströmeinrichtungen mit Sperrfunktion und Ableitschild

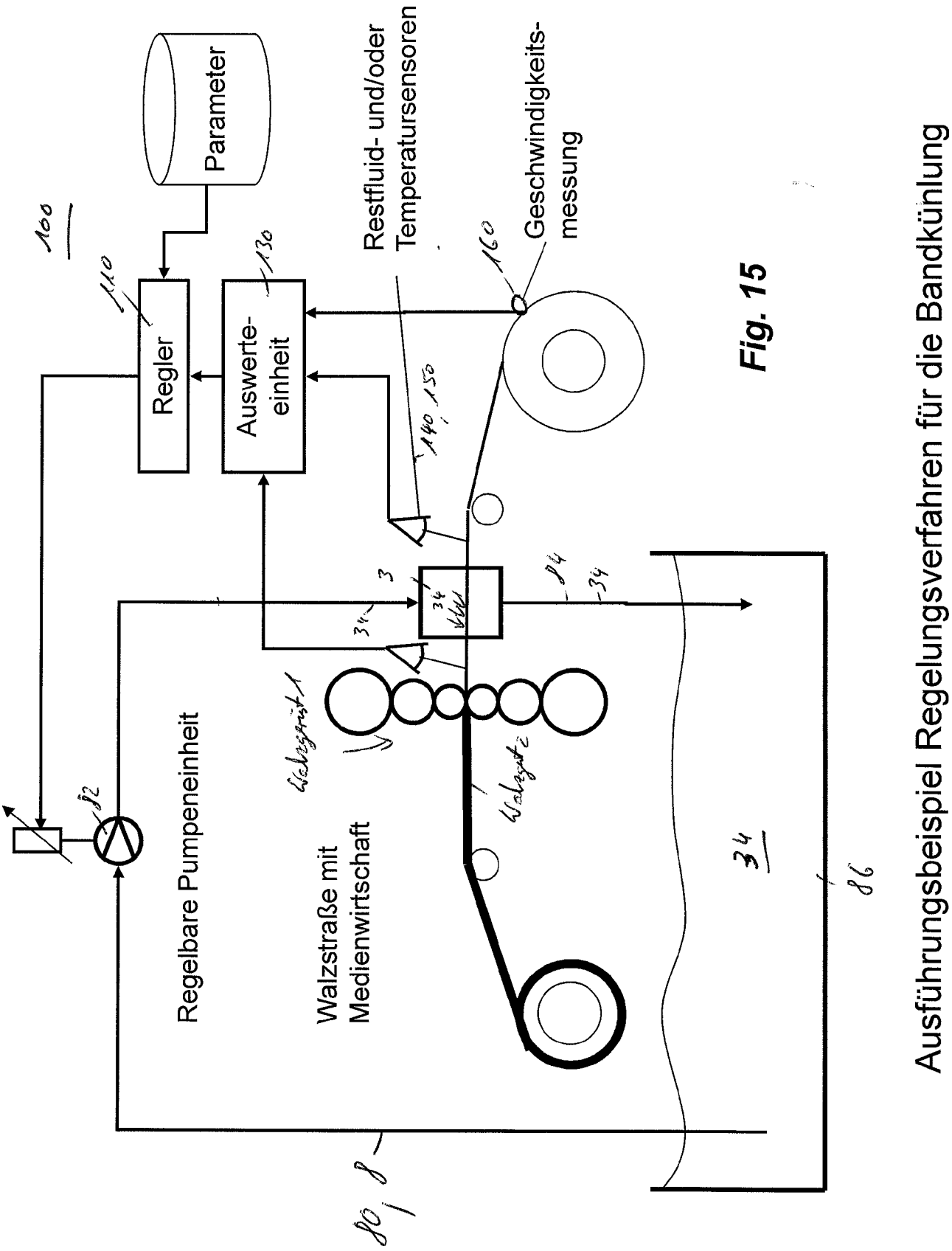


Fig. 15

Ausführungsbeispiel Regelungsverfahren für die Bandkünlung