



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 211 454.8**
(22) Anmeldetag: **02.07.2012**
(43) Offenlegungstag: **02.01.2014**

(51) Int Cl.: **B22D 30/00 (2012.01)**
B21B 45/02 (2012.01)

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

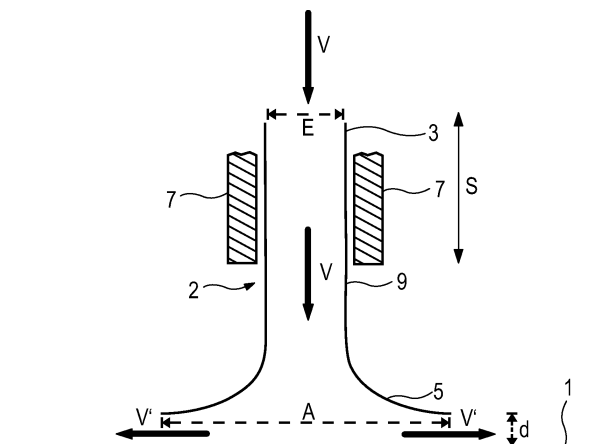
(72) Erfinder:
**Alken, Johannes, Dr., 57076, Siegen, DE; Müller,
Torsten, 57223, Kreuztal, DE; Haschke, Thomas,
Dr., 57319, Bad Berleburg, DE**

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

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Kühlung von Oberflächen in Gießanlagen, Walzanlagen oder sonstigen Bandprozesslinien**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Kühlen einer Oberfläche von Gießgut, Walzgut (1) oder einer Walze. Verfahrensgemäß wird eine Düse bereitgestellt, welche einen Einlass (3) und einen der zu kühlenden Oberfläche gegenüberliegenden Auslass (5) umfasst. Ferner wird ein bevorzugt einphasiger Volumenstroms (V) eines Kühlfluids bereitgestellt, welcher über den Einlass (3) der Düse (2) zugeführt wird und die Düse (2) durch den Auslass (5) verlässt. Erfindungsgemäß wird der Düsenauslass (5) mit einem zu der zu kühlenden Oberfläche variablen Abstand (d) gelagert, wobei der Volumenstrom (V) des dem Einlass (3) der Düse (2) zugeführten Kühlfluids derart eingestellt wird, dass sich die Düse (2) gemäß dem Bernoulli-Prinzip an der zu kühlenden Oberfläche (1) festsaugt. Darüber hinaus ist die Erfindung auf eine Kühlvorrichtung (10) zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens gerichtet sowie auf eine diese Kühlvorrichtung (10) umfassende Walzvorrichtung.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung ist auf ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Kühlung von Oberflächen in Gießanlagen, Walzanlagen oder sonstigen Bandprozesslinien gerichtet. Dabei wird bevorzugt Kühlmedium auf die Oberfläche eines Gieß- oder Walzguts, insbesondere eines Metallbands bzw. Blechs, oder einer Walze aufgebracht.

Stand der Technik

[0002] Aus dem Stand der Technik ist eine Vielzahl von Verfahren zur Kühlung von Metallbändern oder Walzen bekannt.

[0003] Die DE 41 16 019 A1 bezieht sich beispielsweise auf eine Vorrichtung zur Kühlung eines Metallbands mit beidseitig angeordneten Flüssigkeitsdüsen, welche als Vollstrahldüsen ausgebildet sind. Durch diese Düsen werden Prallstrahlen gebildet, wobei sich rings um den Auftreffpunkt der einzelnen Prallstrahlen Bereiche schießender Strömung ausbilden. Bei dieser Vorrichtung treffen die Strahlen frei und ohne jegliche Führung oder Eingrenzung auf die Bandoberfläche. Nachteilig an einer solchen Vorrichtung sind zum Beispiel der relativ hohe Wasserverbrauch sowie eine trotz der vorgenommenen Anstrengungen nur schwer vermeidbare Bildung einer Dampfschicht zwischen der schießenden Strömung und der zu kühlenden Oberfläche.

[0004] Die DE 27 51 013 A1 offenbart eine Kühleinrichtung, bei der ein Wassertropfen enthaltender Sprühstrahl erzeugt und auf eine zu kühlende Metallplatte gerichtet wird. Die dazu erforderlichen Düsen sind als Venturi-Rohre ausgebildet, durch welche eine gezielte Vermischung von Luft und Wasser gefördert wird. Der daraus resultierende mehrphasige Kühlmittelstrom führt zu einer Dampfschichtbildung, welche die Kühlwirkung erheblich beeinträchtigt.

[0005] Die JP 2005118838 A offenbart eine Vorrichtung zur Kühlung durch Spraydüsen. Durch Verwendung der Spraydüsen entsteht ein aus einer Flüssigkeit und gasförmigen Bestandteilen bestehender Strahl. Dadurch bildet sich ebenfalls eine Dampfschicht auf dem zu kühlenden Material, welche einer effektiven Kühlung entgegensteht.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, ein verbessertes Verfahren zur Kühlung von Gießgut, Walzgut oder Walzen bereitzustellen.

[0007] Bevorzugt besteht die Aufgabe darin, mindestens einen der oben genannten Nachteile zu überwinden.

[0008] Insbesondere sollte bevorzugt die benötigte Kühlmittelmenge verringert bzw. die Effizienz, Effektivität und/oder Flexibilität der Kühlung verbessert werden.

Offenbarung der Erfindung

[0009] Die technische Aufgabe wird durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Gemäß dem beanspruchten Verfahren zum Kühlen einer Oberfläche von Gießgut, Walzgut (insbesondere Metallband oder Blech) oder einer Walze wird eine Düse bereitgestellt, welche einen Einlass mit einem ersten lichten bzw. inneren Querschnitt und einen der zu kühlenden Oberfläche gegenüberliegenden Auslass mit einem zweiten lichten bzw. inneren Querschnitt umfasst, welcher vorzugsweise größer als der erste Querschnitt ist. Ferner wird ein vorzugsweise einphasiger Volumenstrom eines Kühlfluids bereitgestellt, welcher über den Einlass der Düse zugeführt wird und die Düse durch den Auslass verlässt. Zumindest der Düsenauslass oder die Düse wird mit variablem (bzw. frei einstellbarem) Abstand zu der zu kühlenden Oberfläche gelagert. Der Volumenstrom des dem Einlass der Düse zugeführten Kühlfluids wird zudem derart eingestellt, dass sich die Düse bzw. der Düsenauslass gemäß dem Bernoulli-Prinzip (bzw. dem hydrodynamischen Paradoxon) an der zu kühlenden Oberfläche (selbstständig) festsaugt.

[0010] Dadurch, dass die Düse mit variablem bzw. frei verstellbarem Abstand zu der zu kühlenden Oberfläche gelagert wird und der Volumenstrom des durch die Düse strömenden Kühlfluids derart eingestellt wird, dass diese sich gemäß dem Bernoulli-Prinzip (Englisch: Bernoulli's principle) selbsttätig an der Oberfläche festsaugt, wird eine effektive Kühlung der Oberfläche ermöglicht. Gemäß dem genannten Prinzip, entsteht beim Ausströmen des Kühlfluids (zum Beispiel Wasser, Luft oder eine Emulsion aus Wasser und Öl) aus dem Düsenauslass, ein relativ zu der Umgebung der Düse niedrigerer Druck (Unterdruck), welcher dazu führt, dass sich die Düse an der zu kühlenden Oberfläche festsaugt oder mit anderen Worten sich der Abstand zwischen dem Auslass und der Oberfläche eigenständig verringert. Dies kann zum Beispiel dadurch hervorgerufen werden, dass die Strömungsgeschwindigkeit des aus dem Auslass ausströmenden Fluids erhöht wird, wodurch sich gemäß dem Bernoulli-Prinzip der Druck der aus der Düse ausströmenden Flüssigkeit erniedrigt. Durch diese Druckerniedrigung im Bereich der Strömung zwischen der zu kühlenden Oberfläche und dem Düsenauslass wird ein Zustand erreicht, in dem sich die Düse an der zu kühlenden Oberfläche aufgrund des Druckunterschieds zum Druck in der Umgebung der Düse festsaugt. Die Düse kollidiert allerdings nicht mit der zu kühlenden Oberfläche, da der Volumenstrom (permanent) durch den Einlass der Düse zugeführt bzw. nachgeführt wird. Somit wird bei vorzugswei-

se konstantem Volumenstrom ein im Wesentlichen gleichbleibender Abstand zwischen dem Düsenauslass und der zu kühlenden Oberfläche gewährleistet. Dieser Abstand ist selbstregulierend oder anders ausgedrückt, der Abstand stellt sich selbst ein.

[0011] Die variable bzw. bewegliche Lagerung der Düse im Abstand zu der Oberfläche kann bevorzugt in einem Bereich zwischen 0,1 mm und 5 mm, vorzugsweise zwischen 0,5 mm und 2 mm liegen.

[0012] Weitere Vorteile der Erfindung umfassen hohe Wärmeübergangskoeffizienten zwischen der zu kühlenden Oberfläche und der Düse sowie eine Wirkungsgradsteigerung gegenüber bekannten Systemen. Zudem kann die Länge einer Kühleinrichtung bei Kühlung eines Bandes in Bandlaufrichtung durch die erhöhte Effizienz reduziert werden. Insbesondere kann Kühlmittel direkt an einer benötigten Stelle aufgebracht werden, sodass einerseits einzelne Bereiche der zu kühlenden Oberfläche gezielt gekühlt und andererseits Verluste von Kühlmittel zur Kühlung vermieden werden. Auf der Oberfläche vagabundierendes Kühlmedium wird durch die Düse von der eigentlichen Kühlzone abgeschirmt. Somit ist die Kühlleistung der Düse weitestgehend unabhängig von dem vagabundierenden Kühlmedium. Sind mehrere Düsen über eine Walzen- oder Bandbreite verteilt, können Teilbereiche der Walze oder des Bandes entweder weniger stark gekühlt werden oder gänzlich ungekühlt bleiben, indem Düsen in diesen Bereichen abgeschaltet werden.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens ist der Abstand des Auslasses (ausschließlich) in einer im Wesentlichen senkrecht zu der zu kühlenden Oberfläche stehenden Richtung variabel. Das bedeutet, dass der Abstand nicht auf ein festes Maß beschränkt ist. Der Abstand ist durch den Volumenstrom einstellbar.

[0014] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens ist die Düse zumindest teilweise durch eine Führung gleitend gelagert. Eine solche Führung kann zum Beispiel ein Gleitlager umfassen, wobei die Düse gleitend in einer Hülse des Lagers verschiebbar gelagert ist. Die Lagerung kann derart erfolgen, dass lediglich eine Bewegung in einer senkrecht zu der zu kühlenden Oberfläche stehenden Richtung ermöglicht ist. Dies gewährleistet eine möglichst kräftefreie selbstständige Einstellung des Abstands zwischen dem Düsenauslass und der zu kühlenden Oberfläche.

[0015] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens ist die Düse federnd und/oder zusätzlich mit einer Dämpfungsvorrichtung versehen gelagert. Vorzugsweise ist die Düse in einer senkrecht zur Oberfläche stehenden Richtung vorgespannt. Es ist möglich, dass die zu kühlende Ober-

fläche durch ein oder mehrere Düsen getragen wird. In diesem Falle ist die vorgespannte Lagerung der Düsen besonders vorteilhaft, da einerseits die zu kühlende Oberfläche und damit zum Beispiel Walz- oder Gießgut getragen werden kann, jedoch andererseits ein sich selbstständig einstellender Abstand zwischen zu kühlender Oberfläche und dem Band ermöglicht wird. Solche Düsen können sowohl auf der Oberseite eines Metallbandes oder Blechs als auch auf dessen Unterseite angeordnet werden.

[0016] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens ist die Düse im Wesentlichen parallel zu der zu kühlenden Oberfläche, insbesondere durch eine Oszillationsvorrichtung, oszillierbar. Durch ein derartiges Merkmal kann einer ungleichmäßigen Kühlung der Oberfläche entgegengewirkt werden. Insbesondere kann mit einer begrenzten Anzahl von Düsen eine größere Oberfläche abgedeckt werden. Die Oszillation weist bevorzugt zumindest eine Komponente senkrecht zur Bandlaufrichtung auf bzw. parallel zu axialen Richtung einer Walze auf. Vorzugsweise erfolgt die Oszillation dabei in einer parallel zu der zu kühlenden Oberfläche liegenden Ebene. Bei einer Anordnung mit mehreren Düsen, können diese auch in verschiedene Richtungen und mit verschiedenen Frequenzen oszillieren.

[0017] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens weist die Düse zwischen dem Einlass und dem Auslass einen Führungsbereich auf, in dem das Kühlmittel im Wesentlichen in einer senkrecht zu der zu kühlenden Oberfläche stehenden Richtung geführt und seitlich von diesem umschlossen wird. Mit anderen Worten wird der Volumenstrom dem Auslass im Wesentlichen senkrecht zu dessen Querschnitt stehend zugeführt. Dadurch können insbesondere bei Verwendung einer Kühlfüssigkeit unerwünschte Verwirbelungen vermieden werden, welche zu einer Bildung von Luftblasen führen könnte. Denn die Wärmeübertragung zwischen der Kühlfüssigkeit und der zu kühlenden Oberfläche kann durch die Vermeidung von Luftblasen bedeutend verbessert werden.

[0018] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens vergrößert sich der Querschnitt des Auslasses der Düse in Richtung der zu kühlenden Oberfläche. Durch eine sich verbreiternde oder aufweitende Form des Auslasses in Richtung der zu kühlenden Oberfläche können Teile des Kühlmittelstroms in eine horizontale Richtung abgelenkt werden. Eine derartige Form kann den Effekt des Soges weiter verstärken. Vorzugsweise erfolgt die genannte Aufweitung stetig und/oder zum Beispiel trichterförmig oder nach außen gekrümmt.

[0019] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens ist der zweite Querschnitt in einer parallel zu der zu kühlenden Oberfläche liegenden Ebe-

ne im Wesentlichen rotationssymmetrisch ausgebildet. Mit anderen Worten kann der Querschnitt im Wesentlichen kreisförmig ausgebildet sein. Durch eine derartige Ausbildung kann eine homogene Versorgung mit Kühlmittel erreicht werden.

[0020] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens ist die Düse in einer parallel zu der zu kühlenden Oberfläche liegenden Ebene nicht-rotationssymmetrisch ausgebildet. Sie ist bevorzugt länglich, insbesondere elliptisch ausgebildet. Durch ein solches Merkmal kann zum Beispiel einer asymmetrischen Kühlzone bei bewegten Kühlflächen entgegengewirkt werden.

[0021] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens umfasst das Einstellen des Volumenstroms ein Einstellen von dessen Strömungsgeschwindigkeit und/oder von dessen Druck. Die genauen Werte eines solchen Drucks oder Volumenstroms hängen von der jeweils vorliegenden Geometrie und Größe der Düse ab.

[0022] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird der variable Abstand zwischen dem Auslass und der zu kühlenden Oberfläche durch ein Begrenzungselement (unabhängig von dem bereitgestellten Volumenstrom) größer als 0,1 mm und vorzugsweise größer als 0,5 mm gehalten. Durch ein solches Begrenzungselement bzw. durch solch einen Anschlag kann zum Beispiel selbst im Falle eines Ausfalls des Volumenstroms eine Kollision der Düse mit der zu kühlenden Oberfläche vermieden werden.

[0023] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens werden mehrere Düsen rasterartig in einer der zu kühlenden Oberfläche gegenüberliegenden Ebene angeordnet. Durch diese rasterartige Anordnung von Düsen kann ein großer Bereich der zu kühlenden Oberfläche abgedeckt werden. Mit anderen Worten wird eine Vielzahl von Düsen nebeneinanderliegend gegenüber der zu kühlenden Oberfläche angeordnet. Anders beschrieben, können mehrere Düsen in einer Reihe angeordnet werden, zum Beispiel mehr als vier Düsen. Im Falle der Kühlung einer Walze können vorzugsweise mehrere Düsen in eine parallel zur Walzenachse liegenden Richtung angeordnet sein. Es können im Allgemeinen auch mehrere solcher Reihen vorgesehen werden. Im Falle der Kühlung von Walz- oder Gießgut, wie einem Metallband, können solche Reihen sich quer zur Bandlaufrichtung erstrecken. Zudem können mehrere Reihen hintereinander in Bandlaufrichtung angeordnet werden. Es ist ebenfalls möglich, dass die Reihen relativ zueinander quer zur Bandlaufrichtung versetzt sind, sodass in Bandlaufrichtung betrachtet, in den Zwischenräumen zweier benachbarter Düsen einer Reihe, Düsen einer in Bandlaufrichtung benachbarten Reihe liegen. Ebenfalls ist

es möglich, dass einzelne Düsen oder Düsenreihen gleich- oder verschiedensinnig, parallel zur Kühlfläche oszillieren, um ein möglichst gleichmäßiges Kühlergebnis zu erhalten.

[0024] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird der Auslass der Düse gegenüberliegend der Oberfläche einer Walze angeordnet oder gegenüberliegend der Oberfläche eines Metallbandes, insbesondere zwischen zwei Walzgerüsten einer Walzstraße angeordnet. Besonders an solchen Positionen ist das erfindungsgemäße Verfahren von besonderem Vorteil.

[0025] Darüber hinaus ist die Erfindung auf eine Kühlvorrichtung zum Kühlen einer Oberfläche eines Metallbandes, eines Blechs oder einer Walze und vorzugsweise zur Durchführung des Verfahrens gemäß einer der vorhergehenden Ausführungsformen gerichtet. Dabei umfasst die Vorrichtung mindestens eine Düse, umfassend einen Einlass mit einem ersten Querschnitt zur Leitung eines Volumenstroms und einen der zu kühlenden Oberfläche gegenüberliegenden Auslass mit einem zweiten Querschnitt zur Leitung des Volumenstroms, welcher größer als der erste Querschnitt ist, und wobei die Kühlvorrichtung ferner bevorzugt derart ausgebildet ist, dass der Abstand des Auslasses der Düse senkrecht zu der zu kühlenden Oberfläche zwischen 0,1 mm und 10 mm, vorzugsweise zwischen 0,5 mm und 5 mm oder zwischen 0,5 mm und 2 mm variabel bzw. frei verstellbar ist. Insbesondere kann die Düse gleitend durch eine Führung geführt sein.

[0026] Ferner ist die Erfindung auf eine Walzvorrichtung zum Walzen von Walzgut, gerichtet, welche die genannte Kühlvorrichtung umfasst. Die Walzvorrichtung umfasst mindestens eine Walze mit einer zu kühlenden Walzenoberfläche auf die der Düsenauslass zur Kühlung der Walzenoberfläche gerichtet ist. Alternativ oder zusätzlich umfasst die Walzvorrichtung mindestens zwei Walzgerüste zum Walzen eines Metallbandes, wobei eine erfindungsgemäße Kühlvorrichtung zwischen den beiden Walzgerüsten zur Kühlung der Oberfläche des sich zwischen den beiden Walzgerüsten befindlichen Metallbandes angeordnet ist.

[0027] Ferner wird die Düse bevorzugt eingesetzt, um lokal, das heißt am Ort der Düse, gezielte Gefügeprozesse im zu kühlenden Körper (insbesondere dem Walzgut) hervorzurufen.

[0028] Sämtliche Merkmale der oben beschriebenen Ausführungsformen können miteinander kombiniert oder gegeneinander ausgetauscht werden.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0029] Im Folgenden werden kurz die Figuren der Ausführungsbeispiele beschrieben. Weitere Details sind der detaillierten Beschreibung der Ausführungsbeispiele zu entnehmen. Es zeigen:

[0030] Fig. 1 eine schematische Querschnittsansicht eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Düse;

[0031] Fig. 2 eine schematische Querschnittsansicht eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung; und

[0032] Fig. 3 eine teiltransparente, schematische Draufsicht auf ein weiteres erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel einer Kühlvorrichtung.

Detaillierte Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0033] Die Fig. 1 zeigt einen schematischen Querschnitt eines Ausführungsbeispiels einer für das erfindungsgemäße Verfahren verwendbaren Düse 2. Die dargestellte Düse 2 umfasst einen Einlass 3 sowie einen gegenüberliegend der zu kühlenden Oberfläche eines Körpers bzw. Bandes 1 angeordneten Auslass 5. Zwischen dem Einlass 3 und dem Auslass 5 weist die Düse 2 bevorzugt einen Bereich zum Führen 9 eines in den Einlass 3 geleiteten Volumenstroms V zu dem Auslass 5 auf. Der Volumenstrom V wird bevorzugt senkrecht zu der zu kühlenden Oberfläche stehend dem Auslass 5 zugeführt. Der Einlass 3 weist bevorzugt einen geringeren lichten Durchmesser bzw. Querschnitt E als der Auslass 5 auf. Mit anderen Worten weist der Auslass 5 einen größeren lichten Durchmesser bzw. Querschnitt A auf als der Einlassbereich 3 und/oder der Führungsbereich 9. Die Düse 2 bzw. deren Auslass 5 weitet sich in Richtung der zu kühlenden Oberfläche auf und ist vorzugsweise im Führungsbereich 9 durch ein Führungselement 7 verschiebbar gelagert bzw. relativ zur Oberfläche des zu kühlenden Bandes 1 derart gelagert, dass der Abstand d zwischen dem zu kühlenden Band 1 und dem Auslass 5 der Düse 2 variabel ist. Dabei gleitet die Düse 2 bevorzugt in der Führung 7. Diese Bewegung findet vorzugsweise in einer senkrecht zu der zu kühlenden Oberfläche stehenden Richtung S statt. Durch die Führung 7 ist die Düse 2 insbesondere gegen Kippmomente gesichert. Aus bzw. in Richtung S wird bevorzugt der Düsenauslass 5 durch den Volumenstrom V des Kühlfluids angeströmt. Als Fluide können im Allgemeinen Flüssigkeiten, insbesondere Wasser oder Öl-Wasser-Gemische in Frage kommen. Alternativ ist ebenso eine Kühlung durch Gase, wie zum Beispiel Luft oder Inertgase, möglich. Bevorzugt wird als Kühlmittel im Allgemeinen allerdings eine Flüssigkeit verwendet, da so höhere Wärmeübergangskoeffizienten als bei Gasen realisiert werden können. Bevorzugt soll al-

lerdings nur ein einphasiges Kühlfluid Verwendung finden. Wird der Volumenstrom V entsprechend eingestellt, kann sich die Düse 2 an der zu kühlenden Oberfläche festsaugen. Dies geschieht wie bereits zuvor beschrieben gemäß dem Bernoulli-Prinzip oder anders ausgedrückt gemäß dem hydrodynamischen Paradoxon. Die Einstellung kann durch eine Anpassung des Drucks oder der Geschwindigkeit des der Düse 2 zugeführten Volumenstroms V erfolgen.

[0034] Das Bernoulli-Prinzip an sich ist dem Fachmann bekannt. Ein entsprechender Effekt tritt beispielsweise ebenfalls bei einer Vorbeifahrt eines PKW an einem LKW auf, wobei, während sich beide Fahrzeuge auf gleicher Höhe befinden, der PKW relativ zum LKW hingezogen wird. Nach Passage des LKW bewegt sich der PKW quer zu seiner Fahrtrichtung wieder zurück. Der während des Passierens entstehende Sog wird durch den eingeeengten und beschleunigten Luftstrom zwischen beiden Fahrzeugen verursacht. Gemäß dem Prinzip von Bernoulli resultiert dieser eingeeengte, beschleunigte Luftstrom in einem Unterdruck zwischen beiden Fahrzeugen relativ zum Luftdruck in der verbleibenden Umgebung der Fahrzeuge. Diese Erläuterung soll allerdings lediglich der Veranschaulichung dienen und sollte nicht einschränkend verstanden werden.

[0035] In Bezug auf die Erfindung bzw. das beschriebene Ausführungsbeispiel tritt ein Sogeffekt ein, wenn der aus dem Auslass 5 austretende Volumenstrom V' zwischen dem Auslass 5 und der zu kühlenden Oberfläche 1 eine hinreichend hohe Relativgeschwindigkeit erreicht hat, sodass der Druck innerhalb des zwischen dem Auslass 5 und der zu kühlenden Oberfläche 1 strömenden Volumenstroms V' unter den die Düse 2 umgebenden Druck abfällt. Dieser Druck kann dem Atmosphärendruck entsprechen. Wird der Volumenstrom V konstant gehalten, wenn sich der Sogeffekt eingestellt hat, besteht gemäß dem Bernoulli-Prinzip ein sich selbst erhaltendes Kräftegleichgewicht. Wird nun der Abstand d zwischen der zu kühlenden Oberfläche und dem Düsenauslass 5 verändert, stellt die Düse automatisch den Abstand im Kräftegleichgewicht wieder her. Solche Abstandsveränderungen können zum Beispiel durch eine unregelmäßige zu kühlende Oberfläche hervorgerufen werden oder zum Beispiel durch eine verformte Walzenoberfläche oder eine ungenaue Führung eines Metallbandes 1. Gleiches kann bei der Kühlung von Walzen für unregelmäßige Walzenoberflächen gelten.

[0036] Im Allgemeinen kann die Düse 2 bzw. das erfindungsgemäße Verfahren auf einer Bandoberseite Anwendung finden, jedoch ebenfalls auf einer Bandunterseite.

[0037] Die Fig. 2 zeigt einen schematischen Querschnitt eines Ausführungsbeispiels einer Kühlvorrich-

tung **10** zur Kühlung eines Metallbandes **1**. Zur Vereinfachung wurden für gleiche oder analoge Elemente dieselben Bezugszeichen wie in der **Fig. 1** verwendet. Die in der **Fig. 2** dargestellte Vorrichtung **10** weist eine Vielzahl von Düsen **2** auf, die gemeinsam durch einen Kühlfluidbehälter **14** gespeist werden. Die Kühlvorrichtung **10** ist jeweils auf der Bandoberseite und auf der Bandunterseite zur Kühlung des Metallbandes **1** angeordnet. Die einzelnen Düsen **2** sind in Bandlaufrichtung B in hintereinanderliegenden Reihen angeordnet. Jede Reihe erstreckt sich vorzugsweise quer zur Bandlaufrichtung B. Diese Reihen können senkrecht zur Bandlaufrichtung B versetzt sein, sodass in Bandlaufrichtung B betrachtet, ein größerer Teil der Breite des Bandes **1** durch die Düsen **2** abgedeckt ist als durch eine der Reihen. Die Düsen **2** werden ähnlich wie in der **Fig. 1** gezeigt jeweils mit einem Volumenstrom V über ihren Einlass **3** gespeist. Dabei kann der Behälter **14** entsprechend unter Druck stehen, um das Kühlfluid in die Einlässe **3** der Düsen **2** zu pressen. Die Düsen **2** sind senkrecht zu der zu kühlenden Oberfläche durch Führungselemente **7** (zum Beispiel Gleitlager) gleitend geführt, sodass der Abstand d zwischen dem Düsenauslass **5** und der zu kühlenden Oberfläche variabel ist. Dennoch kann der Abstand d, zum Beispiel mechanisch, begrenzt sein. Um eine Kollision mit der zu kühlenden Oberfläche zu verhindern, weist die Vorrichtung **10**, insbesondere die Düsen **2** und/oder die Führungselemente **3**, vorzugsweise Anschläge **11** auf, welche die Bewegung der Düsen **2** in Richtung der zu kühlenden Oberfläche begrenzen. Zusätzlich können die Düsen **2** durch elastische Mittel und/oder Federelemente **13** im Wesentlichen in der senkrecht zu der zu kühlenden Oberfläche vorgespannt sein.

[0038] Ferner ist es im Allgemeinen möglich, dass die Kühlvorrichtung **10** eine oder mehrere Oszillationsvorrichtungen (nicht dargestellt) umfasst, welche entweder zur Oszillation jeder einzelnen Düse **2** parallel zu der zu kühlenden Oberfläche ausgebildet ist oder sämtliche Düsen **2** der Vorrichtung **10** gemeinsam oszillieren kann. Bevorzugt wäre eine Oszillation des gesamten Behälters **14** samt der an diesem montierten Düsen **2** möglich.

[0039] Die **Fig. 3** zeigt eine teilweise transparente Draufsicht auf ein Ausführungsbeispiel einer Kühlvorrichtung **10'**. Diese Vorrichtung **10'** entspricht im Wesentlichen jener gemäß der **Fig. 2**, jedoch sind sechs in Bandlaufrichtung B hintereinander angeordnete Düsenreihen vorgesehen. Die Vorrichtung gemäß **Fig. 2** weist lediglich vier solcher Reihen auf. Die Düsen **2** werden durch den Fluidbehälter **14'** mit Kühlfluid versorgt. Das Fluid tritt in Form des Volumenstroms V' jeweils aus den Auslässen **5** der Düsen **2** aus, sodass eine Wärmeübertragung zwischen dem Band **1** und dem Kühlfluid bzw. dem Volumenstrom V' erfolgen kann. Wie in der **Fig. 3** dargestellt, verlässt der Volumenstrom V' den Auslass **5** der Düse

bevorzugt und im Allgemeinen in einer zu der zu kühlenden Oberfläche im Wesentlichen parallel stehenden Richtung. Weist der Düsenauslass **5** die dargestellte rotationssymmetrische bzw. kreisförmige Form auf, so bewegt sich der den Auslass verlassende Volumenstrom V' im Wesentlichen konzentrisch von der Düse **2** weg.

[0040] Generell kann eine erfindungsgemäße Düse **2** verschiedene Formen aufweisen, wie zum Beispiel schlitzartige oder runde Formen. Bei einer schlitzartigen Ausbildung kann sich die Düse **2** zumindest über einen Teil der Breite der zu kühlenden Oberfläche erstrecken, wie etwa über die Breite einer Walze oder eines Metallbandes.

[0041] Im Allgemeinen kann der Querschnitt der Düsen **2** bzw. des Düsenauslasses **5** allerdings ebenfalls an einen sich aufgrund einer Bewegung der zu kühlenden Oberfläche einstellenden asymmetrischen Wirkungsbereich angepasst werden.

[0042] Der lichte Durchmesser des Düsenauslasses kann ferner bevorzugt zwischen 0,5 cm und 10 cm oder bevorzugt zwischen 1 cm und 5 cm liegen.

[0043] Im Falle einer Kühlung mit einem Gas, wie zum Beispiel Luft oder einem Inertgas, kann der Abstand zwischen dem Auslass **5** der Düse **2** und der zu kühlenden Oberfläche zum Beispiel zwischen 0, 1 mm und 5 mm liegen oder bevorzugt zwischen 0, 1 mm und 3 mm liegen.

[0044] Im Falle einer Kühlung mit einer Flüssigkeit, wie zum Beispiel mit Wasser, einem Wassergemisch oder einer Emulsion kann der Abstand zwischen dem Auslass **5** der Düse **2** und der zu kühlenden Oberfläche beispielsweise zwischen 0,5 mm und 5 mm liegen oder bevorzugt zwischen 1 mm und 5 mm oder sogar zwischen 1 mm und 2 mm liegen.

[0045] Noch kleinere Abstände als die genannten sind in der Regel nicht von Vorteil, da in einem solchen Fall eine erhöhte Gefahr einer Kollision zwischen der zu kühlenden Oberfläche und der Düse **2** bestünde. Eine derartige Kollision kann zur Beschädigung der Düse **2** und oder der zu kühlenden Oberfläche führen.

[0046] Werden mehrere Düsen gegenüberliegend der zu kühlenden Oberfläche angeordnet, können diese vorzugsweise untereinander Abstände aufweisen, welche dem 0,5-fachen bis 5-fachen oder vorzugsweise dem 1-fachen bis 2-fachen des lichten Durchmessers des Auslasses **5** entsprechen.

[0047] Die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele dienen vor allem dem besseren Verständnis der Erfindung und sollten nicht einschränkend verstanden werden. Der Schutzzumfang der vorliegen-

den Patentanmeldung ergibt sich aus den Patentansprüchen.

[0048] Die Merkmale der beschriebenen Ausführungsbeispiele können miteinander kombiniert oder gegeneinander ausgetauscht werden.

[0049] Ferner können die beschriebenen Merkmale durch den Fachmann an vorhandene Gegebenheiten oder vorliegende Anforderungen angepasst werden.

Bezugszeichenliste

1	Walzgut, Gießgut, Metallband oder Blech
2	Düse
3	Einlass
5	Auslass
7	Führungselement
9	Führungsbereich
10	Kühlvorrichtung
10'	Kühlvorrichtung
11	Begrenzungselement
13	Vorspannelement / Federelement / Dämpfungselement
14	Fluidbehälter
14'	Fluidbehälter
A	Querschnitt des Auslasses
B	Bandlaufrichtung
E	Querschnitt des Einlasses
S	zur zu kühlenden Oberfläche senkrechte Richtung
V	Volumenstrom des Kühlmittels
V'	aus dem Auslass der Düse austretender Volumenstrom
d	Abstand der Düse zur zu kühlenden Oberfläche

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

- DE 4116019 A1 [0003]
- DE 2751013 A1 [0004]
- JP 2005118838 A [0005]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Kühlen einer Oberfläche von Gießgut, Walzgut (1) oder einer Walze, umfassend die folgenden Schritte:

Bereitstellen einer Düse (2), umfassend einen Einlass (3) und einen der zu kühlenden Oberfläche gegenüberliegenden Auslass (5),

Bereitstellen eines bevorzugt einphasigen Volumenstroms (V) eines Kühlfluids, welcher der Düse (2) über den Einlass (3) zugeführt wird und die Düse (2) durch den Auslass (5) verlässt,

dadurch gekennzeichnet, dass

zumindest der Düsenauslass (5) mit einem zu der zu kühlenden Oberfläche variablen Abstand (d) gelagert wird und

der Volumenstrom (V) des dem Einlass (3) der Düse (2) zugeführten Kühlfluids derart eingestellt wird, dass sich die Düse (2) gemäß dem Bernoulli-Prinzip an der zu kühlenden Oberfläche (1) festsaugt.

2. Das Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei der Abstand (d) des Auslasses (5) von der zu kühlenden Oberfläche im Wesentlichen in einer senkrecht zu der zu kühlenden Oberfläche stehenden Richtung (S) variabel ist.

3. Das Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Düse (2) zumindest teilweise in einer Führung (7) gleitend gelagert wird.

4. Das Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Düse (2) im Wesentlichen senkrecht zu der zu kühlenden Oberfläche vorgepannt gelagert wird.

5. Das Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Querschnitt (A) des Auslasses (5) in einer parallel zu der zu kühlenden Oberfläche liegenden Ebene im Wesentlichen rotationssymmetrisch ausgebildet ist oder, alternativ, zum Entgegenwirken des Einflusses einer bewegten zu kühlenden Oberfläche länglich, insbesondere im Wesentlichen elliptisch, ausgebildet ist.

6. Das Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Düse (2) im Wesentlichen parallel zu der zu kühlenden Oberfläche (1) oszillierend bewegt wird.

7. Das Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mehrere Düsen (2) oder Reihen von Düsen (2) im Wesentlichen parallel zu der zu kühlenden Oberfläche (1) oszillierend bewegt werden und die Oszillation benachbarter Düsen (2) oder Düsenreihen (2) zumindest teilweise gleichsinnig oder gegensinnig erfolgt.

8. Das Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Düse (2) zwischen dem

Einlass (3) und dem Auslass (5) einen Führungsbereich (9) aufweist, in dem das Kühlmittel im Wesentlichen in einer senkrecht zu der zu kühlenden Oberfläche (1) stehenden Richtung (S) von dem Einlass (3) zu dem Auslass (5) geführt und seitlich von diesem umschlossen wird.

9. Das Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sich der Querschnitt (A) des Auslasses (5) stromabwärtsgerichtet, vorzugsweise stetig, aufweitet.

10. Das Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Einstellen des Volumenstroms ein Einstellen von dessen Strömungsgeschwindigkeit und/oder von dessen Druck umfasst.

11. Das Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der variable Abstand (d) zwischen dem Auslass (5) und der zu kühlenden Oberfläche (1) durch ein Begrenzungselement (11) unabhängig von dem bereitgestellten Volumenstrom (V) größer als 0,09 mm und vorzugsweise größer als 0,5 mm gehalten wird.

12. Das Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der zugeführte Volumenstrom (V) durch eine Kühlflüssigkeit gebildet wird.

13. Das Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Auslass (5) der Düse (2) gegenüberliegend der Oberfläche einer Walze oder gegenüberliegend der Oberfläche eines Metallbands (1) zwischen zwei Walzgerüsten einer Walzstraße angeordnet wird.

14. Das Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mehrere Düsen (2) rasterartig in einer der zu kühlenden Oberfläche (1) gegenüberliegenden Ebene angeordnet werden oder jeweils mehrere Düsen (2) in mehreren nebeneinanderliegenden und der zu kühlenden Oberfläche gegenüberliegenden Reihen angeordnet werden.

15. Eine Kühlvorrichtung (10) zum Kühlen einer Oberfläche von Gießgut, Walzgut (1) oder einer Walze, vorzugsweise zur Durchführung des Verfahrens gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend:

mindestens eine Düse (2), umfassend einen Einlass (3) mit einem ersten lichten Querschnitt (E) und einen der zu kühlenden Oberfläche (1) gegenüberliegenden Auslass (5) mit einem zweiten lichten Querschnitt (A), welcher größer als der erste Querschnitt (E) ist, und wobei die Kühlvorrichtung (10) ferner derart ausgebildet ist, dass

der senkrecht zu der zu kühlenden Oberfläche liegende Abstand (d) zwischen dem Auslass (5) und der Düse (2) zwischen 0,1 mm und 5 mm, vorzugsweise zwischen 0,5 mm und 2 mm, variabel bewegbar ist.

16. Eine Walzvorrichtung zum Walzen von Walz-
gut, umfassend mindestens eine Kühlvorrichtung
(**10**) gemäß Anspruch 15,
wobei die Walzvorrichtung mindestens eine Walze
mit einer zu kühlenden Walzenoberfläche umfasst
und der Auslass (**5**) der Düse (**2**) zur Kühlung auf die
Walzenoberfläche gerichtet ist;
oder, wobei die Walzvorrichtung mindestens zwei ne-
beneinanderliegende Walzgerüste zum Walzen ei-
nes Metallbandes (**1**) umfasst und die Kühlvorrich-
tung (**10**) zwischen den beiden Walzgerüsten zur
Kühlung der Oberfläche des sich zwischen den bei-
den Walzgerüsten befindlichen Metallbandes (**1**) an-
geordnet ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

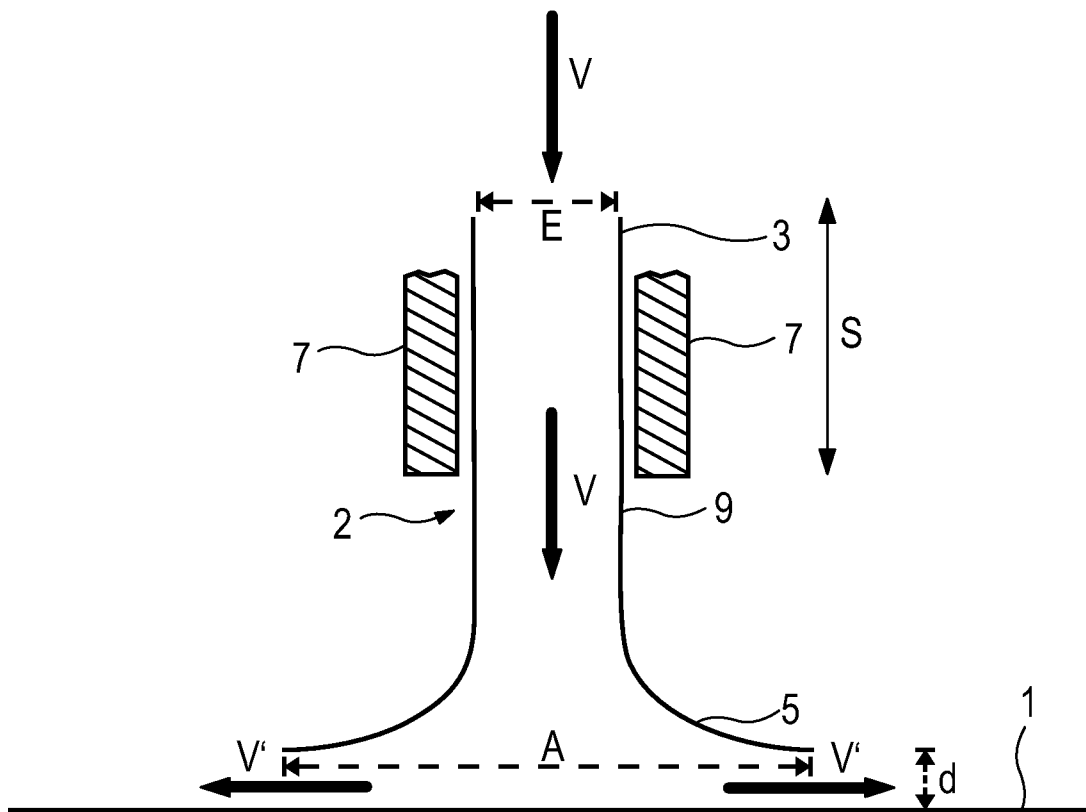


FIG 3

