



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 875 304 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.11.1998 Patentblatt 1998/45

(51) Int. Cl.⁶: **B21B 45/02**

(21) Anmeldenummer: **98107703.5**

(22) Anmeldetag: **28.04.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Meyer, Meinert, Dipl.-Ing.
40699 Erkrath (DE)**
• **Plociennik, Uwe, Dipl.-Ing.
40882 Ratingen (DE)**

(30) Priorität: **02.05.1997 DE 19718530**

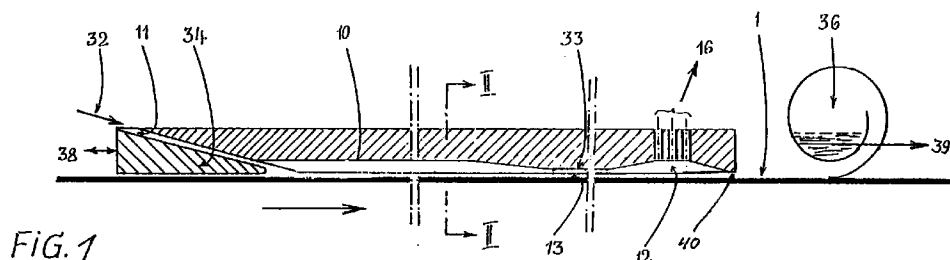
(74) Vertreter:
**Valentin, Ekkehard et al
Patentanwälte,
Müller-Grosse-
Pollmeier-Valentin-Gihske,
Hammerstrasse 2
57072 Siegen (DE)**

(71) Anmelder:
**SMS SCHLOEMANN-SIEMAG
AKTIENGESELLSCHAFT
40237 Düsseldorf (DE)**

(54) **Verfahren und Kühlaggregat zum Kühlen von walzwarmem Walzgut, insbesondere von Warmbreitband**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Kühlen von walzwarmem Walzgut (1), insbesondere zum beidseitigen Kühlen von Warmbreitband, bei dem eine Zwangskonvektion beim Wärmeaustausch zwischen Walzgut (1) und Kühlmedium mit Hilfe einer Druckwasserströmung in einem Druckraum (10) und Konvektionsraum (13) vorgenommen und das Walzgut (1) durch gezieltes Steuern der Intensität der Zwangskonvektion gekühlt wird. Das Verfahren wird dadurch verbessert, daß die Intensität der Zwangskonvektion durch relative

Abstimmung voneinander unabhängig einstellbarer Parameter wie Verweilzeit des Walzgutes (1) beim Durchlauf durch den Druckraum (10) und durch den Konvektionsraum (13) sowie Menge, Druck und Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmediums gesteuert und von diesem Wärme aus dem Walzgut (1) bevorzugt bis zu einem Sicherheitsabstand zum Siedepunkt zur Vermeidung der instabilen Filmverdampfung aufgenommen wird. Die Erfindung beschreibt auch eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.



EP 0 875 304 A2

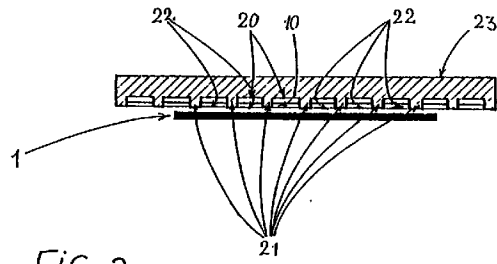
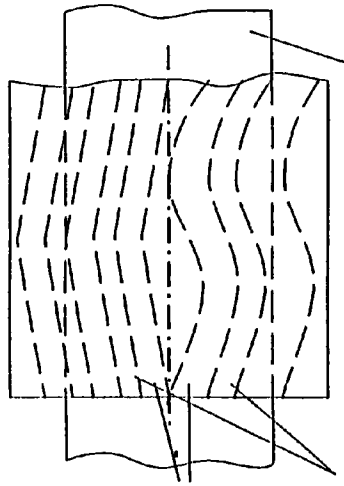


FIG. 2 a



Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Kühlen von walzwarmen Walzgut, insbesondere zum beidseitigen Kühlen von Warmbreitband, bei dem eine Zwangskonvektion beim Wärmeaustausch zwischen Walzgut und Kühlmedium mit Hilfe einer Druckwasserströmung in einem Druckraum und Konvektionsraum vorgenommen und das Walzgut durch gezieltes Steuern der Intensität der Zwangskonvektion gekühlt wird. Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Die Erkenntnisse beim Kühlen von walzwarmem Walzgut beruhen auf langjährigen praktischen Erfahrungen. Diese zeigen, daß bspw. beim Draht und Stabstahl in Wasserkühlstrecken wesentlich höhere Kühlintensitäten erzielt werden, als in Wasserkühlstrecken von Warmbreitbandstraßen. In Kühlstrecken von Draht und Stabstahl betragen die Wärmeübergangszahlen ca. 20.000 bis 40.000 W/m²K, während in einer Laminarkühlstrecke hinter dem Fertigerüst für Warmbreitband Wärmeübergangszahlen von ca. 800 bis 1500 W/m²K, also eine um ca. 10- bis 15fach niedrigere Kühlintensität erzielt werden. Dies hat zur Folge, daß für die gleiche Temperaturabsenkung bei Warmbreitband im Verhältnis zu Draht und Stabstahl eine wesentlich längere Kühlstrecke benötigt wird.

Durch neue Technologien beim ferritischen Walzen von Warmbreitband muß zwischen den letzten Gerüsten intensiv gekühlt werden, um niedrige Endwalztemperaturen bei nicht zu großen Gerüstabständen zu erhalten. Beim Walzen von dünnen Abmessungen, bei welchen der Warmbandhaspel zur Vermeidung von unruhig laufendem Band näher am Fertigerüst angeordnet werden muß, werden gleichfalls Wasserkühlstrecken mit höherer Kühlintensität erforderlich.

Die DE 39 27 276 A1 offenbart ein Verfahren zum Härten von Stahl mit Hilfe flüssiger Kühlmedien. Daraus geht hervor, daß mit den bisher bekannten Verfahren zum Härten von Stahl mit Hilfe von flüssigen Kühlmedien auch bei Stäben mit geringen Stabdurchmessern eine nur geringe, auf die Randzone bezogene Einhärtungstiefe erreicht wird. Demgegenüber wird mit dem Verfahren gemäß DE 39 29 276 A1 nicht nur eine erhebliche Steigerung der Einhärtungstiefe, sondern auch ein vollständiges Durchhärten insbesondere von stabförmigen Walzprodukten bis zu 70 mm Durchmesser in besonders einfacher Weise dadurch ermöglicht, daß das Walzprodukt aus Stahl unmittelbar nach dem Walzprozeß einer mit Kühlmedien versehenen Kühlstrecke zugeführt und darin hohen Strömungsgeschwindigkeiten ausgesetzt wird, wobei zweckmäßigerweise die Strömungsgeschwindigkeiten in der Kühlstrecke so hoch sind, daß Wärmeübergangszahlen größer oder gleich 50.000 W/m²K erzeugt werden und das Walzgut darin so lange gekühlt wird, bis die Durchschnittstemperatur des Walzgutquerschnittes unterhalb der MS-Temperatur liegt, so daß nach Verlassen der Kühlst-

recke durch den Temperatenausgleich über den Querschnitt der im Kern noch vorliegende Austenit in Zwischenstufengefüge Bainit umgewandelt wird, während gleichzeitig in der martensitischen Randzone durch Wiederansteigen der Temperatur bis auf maximal MS-Temperatur ein großer Teil der sich überlagernden Wärme- und Umwandlungsspannungen abgebaut wird.

Die DE 36 33 423 C2 beschreibt ein Wärmeaustauschteil für ein Druckkühlrohr zum Abkühlen von Band- oder Flachmaterial aus der Walzhitze, wobei Kühlwasser am Kühlrohreinlauf eingespeist und am Kühlrohrauslauf wieder vom Walzgut entfernt wird. Das Dokument offenbart, daß derartige Druckkühlrohre z.B. an kontinuierlich arbeitenden Walzstraßen mit hohen Walzgeschwindigkeiten eingesetzt werden können. Unter Flach- bzw. Bandmaterial werden Walzprofile mit einem rechteckigen oder annähernd rechteckigen Querschnitt verstanden, deren Breite mindestens der doppelten Höhe des Walzprofiles entspricht. In diesem Dokument ist zum Stand der Technik u.a. die DE-OS 25 43 75 mit einer Vorrichtung zum Kühlen von Profilstählen und Flachmaterial durch Anordnung von Sprühdüsen erwähnt, womit nur relativ geringe Kühlintensitäten erreichbar sind, und häufige Verstopfung dieser Düsen zu unregelmäßigen Kühlungen über die Länge und Breite des Flachmaterials mit der Folge von Verwerfungen des Materials und Störungen im Walzbetrieb führen. Bei der in diesem Dokument weiter zum Stand der Technik erwähnten DE-AS 22 35 063 wird quer zur Walzrichtung eine Schlitzdüse mit verstellbarem Innenkeil vorgesehen, womit unter Vermeidung von Verstopfungen die Kühlwassermenge und damit die Kühlintensität gesteuert werden kann. Der Vorschlag gemäß DE 36 33 423 C2 besteht nun darin, daß das Wärmeaustauschteil aus einem Rohr mit Reckeckquerschnitt besteht, das mit verschleißfesten Führungselementen ausgekleidet ist, wobei die den Breitseiten des Walzgutes gegenüberliegenden Innenflächen der Führungselemente über die Länge des Wärmeaustauschteils eine veränderliche lichte Höhe aufweisen, während die den Schmalseiten des Walzgutes gegenüberliegenden Innenflächen der Führungselemente über die Länge des Wärmeaustauschteils eine konstante lichte Weite aufweisen.

Die EP 0 266 302 B1 offenbart ein Verfahren zum Abkühlen walzwarmen Walzguts, mit/ohne Direktpatentieren, bei dem Druckwasser innerhalb eines Druckraumes zwischen Staurändern auf die walzwarme Walzgutoberfläche gedrückt wird. Das Kühlaggregat wird mit einer Menge Druckwasser beaufschlagt, die vorzugsweise mit der dem Walzgut zu entziehenden Menge Wärme im Gleichgewicht steht, um mit dem Wärmeentzug durch das Erwärmen von Druckwasser im Druckraum eines Konvektionskühlteiles sowie durch Wärmeentzug durch die an ein Druckwasser-Dampf-Gemisch abgegebene Verdampfungswärme, vorzugsweise bis an den Siedepunkt des Druckwassers, die gewünschte Abkühltemperatur des Walzgutes zu errei-

chen und dabei die Abkühlung in Druckwasser sowie in einem Druckwasser-Dampf-Gemisch zu steuern. Dem entsprechend besteht das Kühlaggregat aus dem Druckraum eines Konvektionskühlteiles, dem sogenannten Konvektions-Druckraum zwischen Staurändern, in dem walzwarmen Walzgut, vornehmlich durch Konvektion, von einströmendem und auf die walzwarme Walzgutoberfläche gedrücktem Druckwasser Wärme, vorzugsweise bis an den Siedepunkt des Druckwassers, entzogen wird. Das Kühlaggregat besteht darüber hinaus aus dem Druckraum eines Verdampfungskühlteiles, dem sogenannten Verdampfungs-Druckraum zwischen den Staurändern, in welchem dem Walzgut vornehmlich durch Verdampfungswärme, vom durchströmenden und auf die Walzgutoberfläche gedrückten Druckwasser-Dampf-Gemisch weitere Wärme entzogen wird.

Die EP 0 287 503 B1 betrifft ein Verfahren und ein Druckkühlaggregat zum Kühlen eines durchlaufenden Produktes und enthält Merkmale, durch welche die Vorschläge nach EP 0 266 302 B1 weitergebildet werden, und zwar mit den verfahrenstechnischen Merkmalen, daß der Wärmeentzug im Konvektionskühlteil und im Verdampfungskühlteil des Druckraumes im Druckkühlaggregat außer mit der vorgegebenen einströmenden Kühl Druckwassermenge und der geregelt einströmenden Führungsdruckwassermenge in den Konvektionskühlteil, mit einer zusätzlichen, geregelt einströmenden Führungsdruckwasser-Menge in den Verdampfungskühlteil und weiter mit einer, im Bereich des hohen Dampfanteils in den den Verdampfungskühlteil durchströmenden Heißwasser-Dampf-Gemisch, dosiert einströmenden Kondensationswasser-Mengenanteil, geführt wird.

Die Vorrichtung wird dahingehend beschrieben, daß außer der Kühl- und Führungs-Druckwassereinstromung in den Konvektionskühlteil im Verdampfungskühlteil weitere Führungs-Druckwassereinstromungen und weitere Kondensations-Druckwasser-Einstromungen angeordnet sind.

Gegenüber diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein signifikant vereinfachtes Verfahren zum Kühlen von walzwarmem Walzgut und eine entsprechende Vorrichtung anzugeben, um bei weitgehend reduzierter Kühlstreckenlänge bei Flachmaterial, insbesondere bei Warmbreitband mit dünnen Abmessungen, durch hohe Intensität der Kühlung bessere Kühlsergebnisse zu erzielen.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird bei einem Verfahren entsprechend dem Gattungsbegriff zu Anspruch 1 eine technische Lehre mit den kennzeichnenden Merkmalen von Anspruch 1 vorgeschlagen. Dabei wird beim Wärmeaustausch zwischen Walzgut und Kühlmedium eine Zwangskonvektion in einem Druckraum und anschließend im Konvektionsraum vorgenommen. Das Walzgut wird durch gezieltes Steuern der Intensität der Zwangskonvektion bevorzugt bis an die Umwandlungs-

temperatur gekühlt, wobei die Intensität der Zwangskonvektion durch relative Abstimmung voneinander unabhängig einstellbarer Parameter wie Verweilzeit des Walzgutes beim Durchlauf durch den Druckraum und den anschließenden Konvektionsraum sowie Menge, Druck und Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmediums gesteuert und von diesem Wärme aus dem Walzgut entzogen wird. Zur Vermeidung einer instabilen Filmverdampfung wird ein Sicherheitsabstand zum Siedepunkt des Kühlmediums eingehalten (bspw. $\Delta T > 25^\circ\text{C}$).

Weiterhin sieht die Erfindung vor, daß zur Steuerung der Verweilzeit des Walzgutes im Druckraum bei vorgegebener Walzgeschwindigkeit die axiale Länge der im Druckraum ausgebildeten Kühlstrecke veränderbar eingestellt wird. Dabei kann das Kühlmedium im Druckraum in Walzrichtung oder quer dazu geführt werden.

Weiterhin ist mit der Erfindung vorgesehen, daß die Menge des pro Zeiteinheit in den Druckraum einströmenden Kühlmediums durch einen querschnittsveränderlichen Düsenspalt eingestellt wird, der zugleich die Geschwindigkeit und Richtung des einströmenden Kühlmediums bestimmt. Zusätzlich kann die Menge durch Variation des Zulaufdruckes verändert werden.

Dabei weist die Zwangskonvektion durch Strömungskühlung gemäß Erfindung einen an sich bekannten Druck- und Konvektionsraum auf, der jedoch zwischen einem verstellbaren Düsenspalt und einem an den Konvektionsraum anschließenden Diffusor zur Entnahme des Kühlmediums angeordnet ist. Dabei können gezielt die voneinander unabhängig einstellbaren Parameter so aufeinander abgestimmt sein, daß dem Kühlmedium Wärme bis an die Grenze des Siedepunktes entzogen wird, ohne daß jedoch eine Verdampfung eintritt. Anschließend kann das Kühlmedium nach Aufnahme von Wärme aus dem Walzgut im Bereich der Druckerhöhung aus dem Diffusor durch die vorhandenen Öffnungen abgezogen werden.

Ferner ist vorgesehen, daß das Kühlmedium vor dem endständigen Diffusor einen Konvektionsbereich mit erhöhter Geschwindigkeit und erniedrigtem Strömungsdruck durchströmt, der zugleich die Länge des Druckraumes begrenzt und bevorzugt in axialer Richtung veränderlich eingestellt wird. Durch eine entsprechende Längeneinstellung des Druckraumes kann der Punkt schnell durchlaufen werden, bei dem die instabile Filmverdampfung beginnt und der sogenannte Leidenfrostpunkt erreicht wird. Bei Verengung des Strömungsquerschnitts und damit Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit wird dann im Konvektionsraum ein höherer Wärmeübergang durch erhöhte Zwangskonvektion erreicht. Danach wird das Kühlmedium nach Aufnahme von Wärme aus dem Walzgut im Bereich der Druckerhöhung aus dem Diffusor abgezogen und abgeführt.

Weiterhin kann mit Vorteil von der Maßnahme Gebrauch gemacht sein, daß der Strömungsquerschnitt

des Druckraumes durch Ändern des Abstandes zwischen der Oberfläche des Walzgutes und zumindest einer Wandung des Druckraumes eingestellt wird.

In erfindungswesentlicher Ausgestaltung kann weiterhin mit der Erfindung vorgesehen sein, daß der Druckraum quer zur Strömungsrichtung des Kühlmediums unter Verwendung bevorzugt paralleler Führungselemente in einzelne, nebeneinanderliegende Kanäle unterteilt wird. Dies ergibt eine bisher nicht oder nur mit großem Aufwand erreichbare Möglichkeit, durch unterschiedliche Beaufschlagung der einzelnen Strömungskanäle die Kühlung über die Bandbreite bspw. zwecks Planheitsbeeinflussung und insbesondere die Randkühlung bzw. -unterkühlung zu steuern und gleichzeitig damit den Verbrauch an Kühlmedium zu minimieren. Dabei kann im vorliegenden Falle jeder Kühlkanal bezüglich Beaufschlagung mit Druck und Menge des Kühlmediums einzeln gesteuert werden. Die Einstellung der Kühltemperatur erfolgt über eine Verstellung des Düsenpaltres und zusätzlich mit dem Kühlmedium-Druck.

Zusätzlich kann auch noch von der Maßnahme Gebrauch gemacht werden, daß der Strömungsquerschnitt im Druckraum in den darin vorhandenen Kanälen in Strömungsrichtung bereichsweise keilförmig eingestellt wird. Dadurch kann die Strömungsgeschwindigkeit und damit auch die Kühlwirkung örtlich gezielt variiert werden.

Um einen Effekt der Streifenbildung beim Kühlen der Walzgutoberfläche zu vermeiden, ist mit Vorteil eine entweder schräge oder gewundene Anordnung der zwischen den Führungselementen ausgebildeten Kanäle von erheblichem Vorteil.

Ein weiterer Vorteil dieser Erfindung ist, daß zwischen Flächen des Walzgutes und Wänden des Druckraumes spaltförmige Strömungsbereiche gebildet und durch diese Kühlmedium mit hohem Druck gepreßt werden, derart, daß das Walzgut zwischen vom Kühlmedium ausgebildeten Flüssigkeitsfilmen geführt wird.

Eine Vorrichtung zum Kühlen von walzwarmem Walzgut, insbesondere von Warmbreitband mit einem zum Wärmeaustausch zwischen Walzgut und Kühlmedium bevorzugt durch Zwangskonvektion ausgebildeten Druck- und Konvektionsraum mit Mitteln zur Ausbildung einer Druckmedium-Strömung sowie zum Steuern der Intensität der Zwangskonvektion, wird dadurch verbessert, daß der Druckraum an der Eintrittsseite des Walzgutes eine Einströmung für das Kühlmedium in Form eines mengen- und druckeinstellbaren Düsenpaltres und einen endständigen Diffusor mit Mitteln zum Abziehen des Kühlmediums aufweist und daß in Walzrichtung vor dem Diffusor ein den Druckraum begrenzendes Staulement angeordnet ist, das den Beginn des Konvektionsraumes darstellt.

Weitere Ausgestaltungen der Vorrichtung sind entsprechend den Unteransprüchen vorgesehen.

Dabei kann bspw. das Staulement unter Veränderung der Länge des Druckraumes sowie Konvektions-

raumes in Walzrichtung längsverstellbar ausgebildet sein. Weiterhin ist vorgesehen, daß der Düsenpalt als Stellglied einen Keil aufweist.

Eine Ausgestaltung der Vorrichtung nach der Erfindung sieht vor, daß der Diffusor im Bereich erhöhten Kühlmediumdruckes Auslässe zum Abziehen erwärmten Kühlmediums besitzt. In erfindungswesentlicher Ausgestaltung kann weiterhin die Vorrichtung über oder unter und bevorzugt über sowie unter dem Walzgut unter Bildung eines kastenförmigen Kanals mit Anschlüssen für Kühlmedium angeordnet sein und aus ebenen Platten bestehen, in die auf den zum Walzgut zeigenden Seiten Strömungskanäle eingearbeitet oder mittels aufgesetzter Leisten ausgebildet sind. Und schließlich sieht eine erfindungswesentliche Ausgestaltung vor, daß der Vorrichtung ein Abstreiforgan mit Düsenpaltres bevorzugt in Form einer Schnecke nachgeordnet ist, welche Kühlmedium auffängt.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Erläuterung einiger Ausführungsbeispiele, wobei ein Warmbreitband in einem Druck-Konvektionsraum durch gezieltes Steuern der Intensität der Zwangskonvektion auf die gewünschte Temperatur abgekühlt wird. Dabei sollte zur Vermeidung der instabilen Filmverdampfung ein Sicherheitsabstand zum Siedepunkt des Kühlmediums eingehalten werden. Es zeigen

- | | | |
|----|----------|--|
| 30 | Figur 1 | eine Kühlvorrichtung in Seitenansicht und im Längsschnitt, |
| | Figur 2 | die Vorrichtung im Querschnitt entlang einer Schnittebene II-II in Fig. 1, |
| 35 | Figur 2a | verschiedene Strömungskanäle der Kühlvorrichtung in schematischer Darstellung. |
| | Figur 3 | eine andere Vorrichtung zum Kühlen von Flachprodukten mit Hilfe einer Zwangskonvektion, quer zur Walzrichtung, im Schnitt einer Ebene III-III in Fig. 4, |
| | Figur 4 | die Vorrichtung gemäß Fig. 3 in Draufsicht. |

Die Vorrichtung zum Kühlen von walzwarmem Walzgut 1, insbesondere von Warmbreitband mit einem zum Wärmeaustausch zwischen Walzgut 1 und Kühlmedium bevorzugt zum Anheben der Leidenfrostoperatur ausgebildeten Druckraum 10 sowie dem anschließenden drucklosen Konvektionsraum 13 mit Mitteln zur Ausbildung einer Druckmedium-Strömung sowie zum Steuern der Intensität der Zwangskonvektion ist so ausgebildet, daß der Druckraum 10 an der Eintrittsseite des Walzgutes 1 eine Einströmung 32 für das Kühlmedium in Form eines mengen- und druckeinstellbaren Düsenpaltres 11 und einen endständigen Diffusor 12 mit Mitteln 16 zum Abziehen des Kühlmediums aufweist. Weiterhin ist in Walzrichtung vor dem Dif-

fusor 12 ein den Druckraum 10 begrenzendes Staulement 33 angeordnet, das den Beginn des Konvektionsraumes 13 bildet.

Durch das Zusammenwirken des verstellbaren Düsenpaltes 11 mit dem in der Länge einstellbaren Druckraum 10 und dem anschließenden drucklosen Konvektionsraum 13 und dem abschließenden Diffusor 12 sowie mit Entnahme 16 des Kühlmediums kann durch Abstimmung von Verweilzeit des Walzgutes 1 beim Durchlauf durch den Druckraum 10 und Konvektionsraum 13, (z.B. durch Veränderung der Kühlstreckenlänge) sowie Menge, Druck und Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmediums die Intensität der Zwangskonvektion reproduzierbar gesteuert werden und dem Kühlmedium Wärme aus dem Walzgut bevorzugt mit einem genügenden Abstand zur Grenze des Siedepunktes zur Vermeidung der instabilen Filmverdampfung übertragen werden. Der Wärmetransport ist somit exakt einstellbar. Zur Steuerung der Verweilzeit des Walzgutes 1 im Druckraum 10 bei vorgegebener Walzgeschwindigkeit kann die axiale Länge der im Druckraum 10 ausgebildeten Kühlstrecke veränderbar eingestellt werden, bspw. durch ein längeneinstellbares Staulement 33, das gleichzeitig den Beginn des Konvektionsraumes 13 darstellt.

Die Kühlvorrichtung, die in Fig. 1 nur einmal oberhalb des Warmbreitbandes 1 gezeigt ist, kann mit Vorteil spiegelsymmetrisch auch von der Unterseite des Walzgutes 1 in identischer Weise angeordnet sein.

Der Düsenpalt 11 weist als Stellglied einen Keil 34 auf. Durch dessen Einstellung entsprechend dem Pfeil 38 kann Menge und/oder Druck des durch die Einströmung 32 geförderten Kühlmediums eingestellt werden. Dabei werden die bekannten Nachteile von zu Verstopfungen neigenden Sprühdüsen vollständig vermieden.

Wie Fig. 2 zeigt, besteht die Kühlvorrichtung aus einer ebenen Platte 23, die auf der zum Walzgut 1 zeigenden Seite Strömungskanäle 22 besitzt. Die Größe und Anzahl dieser Kanäle 22 variiert entsprechend der Walzgutbreite. Entsprechend der Darstellung sind die Strömungskanäle 22 zwischen rechteckigen Bandführungsschienen 21 mit ebener Fläche zum Walzgut 1 angeordnet. Damit kann bei einer Kühlung zwischen diesen Kanälen 22 und dem Walzgut 1 gleichzeitig eine Führung des Walzgutes 1 erfolgen.

Um den Effekt der Streifenbildung beim Kühlen zu vermeiden, kann vorteilhaft eine schräge oder gewundene Anordnung der Kanäle 22 in Längsrichtung vorgesehen sein. (Fig. 2a)

Eine weitere vorteilhafte Gestaltung sieht die Verstellbarkeit der Strömungskanäle in Längsrichtung in der Höhe vor, wobei auch diese keilförmig sein kann. Dadurch kann die Strömungsgeschwindigkeit und in deren Folge auch die Kühlwirkung gezielt variiert bzw. eingestellt werden.

Die gezeigte und beschriebene Kühlvorrichtung kann oberhalb oder auch unterhalb bzw. zu beiden Seiten des Walzgutes 1 und bei kurzer Führung bspw. zwi-

schen zwei Walzgerüsten eingesetzt werden.

Fig. 1 zeigt weiterhin noch die Anordnung eines Abstreiforgans 36 für Kühlmedium und dessen Abzug entsprechend dem Pfeil 39. Dieses Abstreiforgan 36 besitzt einen Auffangraum bevorzugt in Form einer Schnecke, die überschüssiges Kühlmedium sicher aufängt.

Eine andere Gestaltung einer erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung mit Führung des Kühlmediums quer zur Walzrichtung zeigen die Figuren 3 und 4. Die Vorrichtung besteht aus einer Anzahl von Wasserkästen 35, die über bzw. unter dem Flachprodukt 1 angeordnet sind. Sie besitzen Einströmungen 32 für unter hohem Druck einzuführendes Kühlmedium und weisen pilzförmige bzw. keilförmige Austritts-Regelorgane 34 auf. Sie bilden an ihrer Peripherie ebenfalls kreisförmige, bzw. in einer anderen Variante gerade Düsenpalte 11, aus denen das Kühlmedium unter hohem Druck in die Konvektions-Druckräume 10 austritt.

Wenn auch die Austritte des Kühlmediums in Fig. 4 mit zu beiden Seiten gerichteten Pfeilen angedeutet ist, so darf doch nicht übersehen werden, daß das Kühlmedium aus den kreisförmigen Düsenpalten 11 radial nach allen Richtungen austritt. Lediglich der Übersicht halber wurde dies durch die geraden Pfeile symbolisch angedeutet.

Damit auch unterhalb der keilförmigen Austritts-Regelorgane 34 eine Kühlung stattfindet, sind die Schäfte mit kurzen zentralen Bohrungen versehen und besitzen quer dazu eine Eintrittsbohrung, so daß Druckwasser aus den Bohrungen unterhalb der Keile 34 austritt und in den Druckräumen 10 unter Zwangskonvektion eine Kühlwirkung ausübt.

Erfindungswesentlich ist weiterhin, wie dies aus den Fig. 3 und 4 deutlich hervorgeht, zwischen den oberen und den unteren Wasserkästen 35 ein seitlicher Versatz vorgesehen, um eine Überkühlung des Walzgutes 1 in der Mitte der Vorrichtung zu vermeiden.

Weiterhin ist darauf hinzuweisen, daß beim Anschluß zweier Wasserkästen 35 jeweils der sich ergebende Spalt in Walzrichtung durch ein entsprechend auszubildendes Anschlußorgan 37 überbrückt ist. Damit wird vermieden, daß Kühlmedium auf kürzestem Wege zwischen jeweils zwei Wasserkästen nach oben oder unten ohne volle Nutzung seiner Wärmeaufnahme kapazität entweichen und damit eine ungleichförmige Kühlung des Walzgutes verursachen kann.

Wie auch bei dieser Ausführungsform der Erfindung erkennbar ist, strömt das im Wasserkasten unter einem bestimmten Druck stehende Kühlmedium durch die einstellbaren Düsenpalte 11 je nach Einstellung der rotationssymmetrischen Keile 34 bzw. des geraden Keiles in den jeweils aus dem Flachprodukt 1 und der Kastenwand gebildeten Kanal 10 mit hoher Geschwindigkeit quer zur Walzrichtung und nimmt dabei durch Zwangskonvektion je nach Einstellung der Kühlparameter eine große Wärmemenge auf, die bis an die Grenze des Siedepunktes eingestellt werden kann. Damit sich

zwischen dem Walzprodukt 1 und der Kastenwand ein hoher Druck ausbilden kann, sind im Bereich der Walzgutenden an den gegen das Walzgut 1 gerichteten Wänden der Wasserkästen 35 angedeutete ggfs. verstellbare Labyrinthdichtungen 40 angebracht.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Kühlen von walzwarmem Walzgut (1), insbesondere zum beidseitigen Kühlen von Warmbreitband, bei dem eine Zwangskonvektion beim Wärmeaustausch zwischen Walzgut (1) und Kühlmedium mit Hilfe einer Druckwasserströmung in einem Druckraum (10) und Konvektionsraum (13) vorgenommen und das Walzgut (1) durch gezieltes Steuern der Intensität der Zwangskonvektion gekühlt wird,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Intensität der Zwangskonvektion durch relative Abstimmung voneinander unabhängig einstellbarer Parameter wie Verweilzeit des Walzgutes (1) beim Durchlauf durch den Druckraum (10) und den anschließenden Konvektionsraum (13) sowie Menge, Druck und Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmediums gesteuert und von diesem Wärme aus dem Walzgut (1) bevorzugt bis zu einem gewissen Sicherheitsabstand zum Siedepunkt zwecks Vermeidung der instabilen Filmverdampfung aufgenommen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß zur Steuerung der Verweilzeit des Walzgutes (1) im Druckraum (10) bei vorgegebener Walzgeschwindigkeit die axiale Länge der im Druckraum (10) ausgebildeten Kühlstrecke veränderbar eingestellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und/oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** daß zur Steuerung der Verweilzeit des Walzgutes (1) im Konvektionsraum (13) bei vorgegebener Walzgeschwindigkeit die axiale Länge der im Konvektionsraum (13) ausgebildeten Kühlstrecke veränderbar eingestellt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,** daß das Kühlmedium im Druckraum (10) bzw. im Konvektionsraum (13) in Walzrichtung oder quer dazu geführt wird.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Menge des pro Zeiteinheit in den Druckraum (10) einströmenden Kühlmediums durch einen querschnittsveränderlichen Düsenspalt (11)

eingestellt wird, der zugleich die Geschwindigkeit und Richtung des einströmenden Kühlmediums bestimmt.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,** daß im Bereich des Druckraumendes der Entstehung von Dampf oder eines Dampf-Wasser-Gemisches durch Druckerhöhung des Kühlmediums durch ein Staulement (33) entgegengewirkt wird.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet,** daß das Kühlmedium nach Aufnahme von Wärme aus dem Walzgut (1) im Bereich der Druckerhöhung aus einem Diffusor (12) abgezogen wird.

8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet,** daß das Kühlmedium vor dem endständigen Diffusor (12) einen Konvektionsraum (13) mit erhöhter Geschwindigkeit und erniedrigtem Strömungsdruck durchströmt, der zugleich die Länge des Druckraumes (10) begrenzt und bevorzugt in axialer Richtung veränderlich eingestellt wird.

9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet,** daß der Strömungsquerschnitt des Druckraumes (10) durch Ändern des Abstandes zwischen der Oberfläche des Walzgutes (1) und zumindest einer Wandung (20) des Druckraumes (10) eingestellt wird.

10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet,** daß der Druckraum (10) quer zur Strömungsrichtung des Kühlmediums unter Verwendung bevorzugt paralleler Führungselemente (21) in einzelne nebeneinanderliegende Kanäle (22) unterteilt wird.

11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet,** daß der Strömungsquerschnitt im Druckraum (10) bzw. in den darin vorhandenen Kanälen (22) in Strömungsrichtung bereichsweise keilförmig eingestellt wird.

12. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet,** daß zwischen Flächen des Walzgutes (1) und Wän-

den des Druckraumes (10) spaltförmige Strömungsbereiche gebildet werden und durch diese Kühlmedium mit hohem Druck gepreßt wird, derart, daß das Walzgut (1) zwischen vom Kühlmedium ausgebildeten Flüssigkeitsfilmen geführt wird.

5

13. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß durch unterschiedliche Beaufschlagung der einzelnen Kanäle (22) die Kühlung über die Bandbreite, insbesondere zur Planheitsbeeinflussung, sowie die Randkühlung bzw. -unterkühlung gesteuert und zugleich der Verbrauch an Kühlmedium auf ein Minimum eingestellt wird.
14. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,
gekennzeichnet durch,
dessen Anwendung beim Auswalzen von Dünnbrammen nach dem Endloswalzkonzept.
15. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,
gekennzeichnet durch
dessen Anwendung als Zwischengerüstkühlung, wobei die Walzguttemperatur so gesteuert wird, daß ein ferritisches Walzen möglich wird.
16. Vorrichtung zum Kühlen von walzwarmem Walzgut (1), insbesondere zum beidseitigem Kühlen von Warmbreitband, mit einem zum Wärmeaustausch zwischen Walzgut (1) und Kühlmedium bevorzugt durch Zwangskonvektion ausgebildeten Druckraum (10) und Konvektionsraum (13) mit Mitteln zur Ausbildung einer Kühlmedium-Strömung sowie zum Steuern der Intensität der Zwangskonvektion,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Druckraum (10) an der Eintrittsseite des Walzgutes (1) eine Einströmung (32) für das Kühlmedium in Form eines mengen- und druckeinstellbaren Düsenspaltes (11) und einen endständigen Diffusor (12) mit Mitteln (16) zum Abziehen des Kühlmediums aufweist und daß in Walzrichtung vor dem Diffusor (12) ein den Druckraum (10) begrenzendes Stauelement (33) angeordnet ist, das den Beginn des Konvektionsraumes (13) darstellt.
17. Vorrichtung nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Stauelement (33) unter Veränderung der Länge des Druckraumes (10) und des Konvektionsraumes (13) in Walzrichtung längsverstellbar ausgebildet ist.
18. Vorrichtung nach Anspruch 16 oder 17,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Düsenpalt (11) als Stellglied einen Keil (34) aufweist.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

19. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 16 bis 18,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Diffusor (12) im Bereich erhöhten Kühlmediumdruckes Auslässe (16) zum Abziehen erwärmten Kühlmediums besitzt.

20. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 16 bis 19,
dadurch gekennzeichnet,
daß sie über oder unter und bevorzugt über und unter dem Walzgut (1) unter Bildung eines kastenförmigen Kanals (35) mit Anschlüssen für Kühlmedium angeordnet ist und aus ebenen Platten (23) besteht, in die auf den zum Walzgut (1) zeigenden Seiten Strömungskanäle (22) eingearbeitet oder mittels aufgesetzter Leisten ausgebildet sind.

21. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 16 bis 20,
dadurch gekennzeichnet,
daß ihr ein Abstreiforgan (36) mit Düsenpalt bevorzugt in Form einer Schnecke nachgeordnet ist, die Kühlmedium auffängt.

22. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 16 bis 21,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Diffusor (12) endständig ein weiteres Stauelement (40) aufweist.

23. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 16 bis 22,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Kühlvorrichtung und/oder deren Staulemente (23, 40) und/oder deren Strömungskanäle (22) bzw. deren Strömungsleisten in Richtung der Walzgutoberfläche (1) einstellbar sind.

24. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 16 bis 23,
gekennzeichnet durch,
entweder schräge oder auch gewundene Anordnung der zwischen den Führungselementen (21) ausgebildeten Strömungskanäle (22).

25. Anwendung der Kühlvorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 16 bis 24 auf Warmbreitband-Walzstraßen zum endlosen Auswalzen von Dünnbrammen zu coilfähigem Walzband.

26. Anwendung der Kühlvorrichtung als Zwischengerüstkühlung und zum ferritischen Walzen.

