



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.11.2017 Patentblatt 2017/44

(51) Int Cl.:
B21B 37/44 (2006.01) B21B 45/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16167662.2**

(22) Anmeldetag: **29.04.2016**

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

(71) Anmelder: **Primetals Technologies Austria GmbH**
4031 Linz (AT)

(72) Erfinder:
• **Holzweber, Matthias**
3921 Langschlag (AT)
• **Krimpelstaetter, Konrad**
4223 Katsdorf (AT)

(74) Vertreter: **Metals@Linz**
Primetals Technologies Austria GmbH
Intellectual Property Upstream IP UP
Turmstraße 44
4031 Linz (AT)

(54) **VERFAHREN ZUM WALZEN EINES WALZGUTES**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Walzen eines Walzgutes (3), wobei das Walzgut (3) durch einen Walzspalt (11) zwischen zwei Arbeitswalzen (9, 10) eines Walzgerüsts (1) geführt wird und in eine Kontaktzone (15, 16), in der eine Kontaktoberfläche (17, 18) des Walzgutes (3) an einer Arbeitswalze (9, 10) anliegt, ein Kühlschmiermittel zur Schmierung der Kontaktzone (15, 16) eingebracht wird. Ferner wird ein Schmierungsbedarf der Kontaktzone (15, 16) in Abhängigkeit von wenigstens einem Prozessparameter des Walzprozesses bestimmt und vor dem Walzspalt (11) in einem vorgegebenen Aufbringabstand (D) wird ein Zusatzschmiermittel auf die Kontaktoberfläche (17, 18) des Walzgutes (3) aufgebracht, wenn eine momentan in die Kontaktzone (15, 16) eingebrachte Kühlschmiermittelmenge (C) den Schmierungsbedarf nicht deckt.

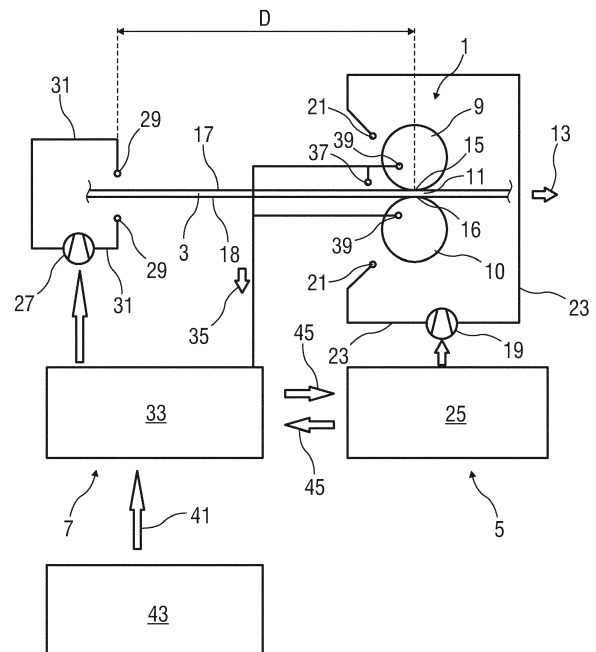


FIG 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Walzen, insbesondere zum Kaltwalzen, eines Walzgutes, bei dem das Walzgut durch einen Walzspalt zwischen zwei Arbeitswalzen eines Walzgerüsts geführt wird und eine Kontaktzone, in der eine Kontaktoberfläche des Walzgutes an einer Arbeitswalze anliegt, geschmiert wird.

[0002] Das Walzgut ist dabei ein metallisches Walzband, das von den rotierenden Arbeitswalzen durch den Walzspalt gezogen wird, um seine Dicke zu reduzieren. Das Schmieren einer Kontaktzone, in der das Walzgut mit einer Arbeitswalze in Kontakt steht, reduziert die Reibung zwischen dem Walzgut und der Arbeitswalze. Um die Temperatur und den Verschleiß der Arbeitswalzen zu reduzieren, werden die Arbeitswalzen in der Regel gekühlt. Es sind verschiedene Verfahren und Vorrichtungen zum Schmieren von Kontaktzonen, in denen ein Walzgut mit Arbeitswalzen in Kontakt steht, bekannt.

[0003] EP 2 651 577 B1 offenbart ein Verfahren zum Aufbringen eines Schmiermittels beim Walzen eines metallischen Walzbandes, das in einem Walzspalt zwischen zwei Arbeitswalzen hindurch geführt wird. Dabei wird in einer Zerstäubungseinrichtung ein Gemisch aus dem Schmiermittel und einem Trägergas erzeugt, und das Gemisch wird mit Sprühdüsen auf die Oberfläche zumindest einer Arbeitswalze und/oder auf die Oberfläche des Walzbandes aufgebracht.

[0004] WO 2013/029886 A1 offenbart ein Betriebsverfahren für ein Reversierwalzwerk mit zumindest einem Reversierwalzgerüst zum Walzen eines Walzgutes und einer Aufhassel zum Aufhaspeln des Walzgutes nach einem Walzstich. Dabei wird mittels einer Walzölauftragsvorrichtung, welche zwischen dem zumindest einen Reversierwalzgerüst und der Aufhassel angeordnet ist, ausschließlich Walzöl ohne Wasser als Trägermedium auf das Walzgut aufgetragen.

[0005] WO 00/64605 A1 offenbart eine Walzanordnung mit mindestens einem Walzgerüst zum Walzen eines Metallbandes und einer dem Walzgerüst zugeordneten Schmiervorrichtung zum Über die Metallbandbreite verteilten Aufbringen einer Menge an Schmiermittel auf das Metallband. Die Schmiervorrichtung weist eine Grundschiervorrichtung und eine Zusatzschmiervorrichtung auf, wobei die Menge und die Verteilung des von der Grundschiervorrichtung aufzubringenden Schmiermittels während eines Stiches konstant und die Menge und/oder die Verteilung des von der Zusatzschmiervorrichtung aufzubringenden Schmiermittels einstellbar ist. Hinter dem Walzgerüst wird mit einer Schmierungsverlauffassungseinrichtung über die Metallbandbreite ein Schmierungsverlauf ermittelt und zur Einstellung der Menge und/oder der Verteilung des Schmiermittels und/oder mindestens eines Walzparameters herangezogen.

[0006] EP 1 750 864 B2 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Kühlung und/oder Schmierung von Walzen und/oder Walzgut. Dabei wird aus mehreren Dü-

sen/Düsenreihen einerseits ein Kühlmedium auf die Walzen und zur Schmierung andererseits ein Grundöl vor dem Walzspalt auf das Walzgut aufgebracht, wobei das Kühlmedium getrennt von dem Grundöl auf die Walzen und ausschließlich das Grundöl ohne Wasser als Trägermedium in einer bezogen auf die übliche Menge sehr kleinen Menge direkt auf das Walzgut über dessen gesamte Breite aufgebracht wird.

[0007] EP 0 794 023 A2 offenbart ein Walzwerk und ein Verfahren zum Kaltwalzen eines Walzgutes, bei dem unmittelbar vor einem Walzspalt Walzöl zwischen das Walzgut und die Arbeitswalzen eingebracht wird und Kühlwasser auf die Arbeitswalzen aufgebracht wird.

[0008] WO 2013/120750 A1 offenbart eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Schmierung der Walzen eines Walzgerüsts, wobei mittels einer Misch- und Sprüheinrichtung ein Gemisch aus Wasser und Öl erzeugt wird und dieses Gemisch auf mindestens eine der Walzen des Walzgerüsts und/oder auf die Oberfläche des Walzgutes gesprüht wird.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Verfahren zum Walzen eines Walzgutes anzugeben, bei dem das Walzgut durch einen Walzspalt zwischen zwei Arbeitswalzen eines Walzgerüsts geführt wird und Kontaktzonen, in denen das Walzgut mit den Arbeitswalzen in Kontakt steht, geschmiert werden.

[0010] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0011] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0012] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Walzen eines Walzgutes wird das Walzgut in einer Walzrichtung durch einen Walzspalt zwischen zwei Arbeitswalzen eines Walzgerüsts geführt und in eine Kontaktzone, in der eine Kontaktoberfläche des Walzgutes an einer Arbeitswalze anliegt, wird ein Kühlschmiermittel zur Schmierung der Kontaktzone eingebracht. Ferner wird ein Schmierungsbedarf der Kontaktzone in Abhängigkeit von wenigstens einem Prozessparameter des Walzprozesses bestimmt, und bezüglich der Walzrichtung vor dem Walzspalt in einem vorgegebenen Aufbringabstand von dem Walzspalt wird ein Zusatzschmiermittel auf die Kontaktoberfläche des Walzgutes aufgebracht, wenn die momentan in die Kontaktzone eingebrachte Kühlschmiermittelmenge den Schmierungsbedarf nicht deckt.

[0013] Das Verfahren ermöglicht also vorteilhaft, bedarfsweise zusätzlich zu einem Kühlschmiermittel ein Zusatzschmiermittel zur Schmierung einer Kontaktzone zwischen dem Walzgut und einer Arbeitswalze einzusetzen, wenn die eingebrachte Kühlschmiermittelmenge keine ausreichende Schmierung ermöglicht. Die Zusatzschmierung verringert die Walzspaltreibung zwischen dem Walzgut und der Arbeitswalze in der Kontaktzone und ermöglicht dadurch vorteilhaft eine Energieersparnis durch eine geringere benötigte Antriebsleistung für die Arbeitswalze. Durch eine mittels des Zusatzschmiermittels verbesserte Schmierung entsteht ferner die Möglich-

keit, auch höherfestes Walzgut bei akzeptabler Stichabnahme zu walzen, da beim Walzen höherfesten Walzgutes erhöhte Walzkräfte entstehen und daher ein erhöhter Schmierungsbedarf entsteht. Dadurch wird die mit dem Walzgerüst erzeugbare Produktpalette vorteilhaft erweitert. Durch eine produkt- und/oder prozessabhängige Wahl des verwendeten Zusatzschmiermittels kann die Produktionsflexibilität weiter gesteigert werden. Durch das bedarfsweise Aufbringen des Zusatzschmiermittels wird außerdem eine von der Kühlung unabhängige Schmierung ermöglicht.

[0014] Dadurch, dass das Zusatzschmiermittel in einem vorgegebenen Aufbringabstand vor dem Walzspalt auf das Walzgut aufgebracht wird, wirkt das Zusatzschmiermittel außerdem solange auf das Walzgut ein bis es den Walzspalt erreicht. Durch diese lange Einwirkzeit verbessert sich vorteilhaft die Schmierwirkung (das so genannte Plate-Out) des Zusatzschmiermittels in der Kontaktzone gegenüber einem Aufbringen des Zusatzschmiermittels auf das Walzgut unmittelbar vor dem Walzspalt.

[0015] Der Einsatz der Zusatzschmierung erhöht zudem die Walzgutoberflächensauberkeit, d. h. verringert den auf dem Walzgut nach dem Walzen verbleibenden Eisenabrieb. Daher kann die Zusatzschmierung auch vorteilhaft zur Produktion von Walzgut mit erhöhten Anforderungen an die Walzgutoberflächensauberkeit eingesetzt werden.

[0016] Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die auf die Kontaktfläche des Walzgutes aufgebrachte Zusatzschmiermittelmenge in Abhängigkeit von dem für die Kontaktzone bestimmten Schmierungsbedarf eingestellt wird. Dadurch kann die eingesetzte Zusatzschmiermittelmenge vorteilhaft dem Schmierungsbedarf angepasst werden, so dass einerseits eine jederzeit ausreichende Schmierung der Kontaktzone erreicht wird und andererseits eine überhöhte Zusatzschmiermittelmenge, die ein Rutschen der Arbeitswalze auf dem Walzgut hervorrufen würde, vermieden wird.

[0017] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass als Prozessparameter für die Bestimmung des Schmierungsbedarfes eine Walzgutgeschwindigkeit des Walzgutes und/oder eine Kompressionsfestigkeit des Walzgutes und/oder eine Rauheit des Walzgutes und/oder eine Relativgeschwindigkeit zwischen der Kontaktfläche des Walzgutes an einem Bezugsort und der Oberfläche der Arbeitswalze und/oder eine Dicke des Walzgutes und/oder eine Viskosität des Kühlschmiermittels verwendet wird oder werden.

[0018] Die Verwendung der Walzgutgeschwindigkeit als Prozessparameter für die Bestimmung des Schmierungsbedarfes ist besonders vorteilhaft, weil die Walzspaltreibung zwischen dem Walzgut und den Arbeitswalzen und damit der Schmierungsbedarf stark von der Walzgutgeschwindigkeit abhängen. Die Walzspaltreibung hängt außerdem wesentlich von der Kompressionsfestigkeit und Rauheit des Walzgutes ab, weshalb sich auch diese Materialeigenschaften des Walzgutes

vorteilhaft als Prozessparameter für die Bestimmung des Schmierungsbedarfes eignen. Außerdem ermöglicht die Berücksichtigung dieser Materialeigenschaften des Walzgutes insbesondere vorteilhaft eine produktspezifische Schmierung der Kontaktzone.

[0019] Die Relativgeschwindigkeit zwischen der Kontaktfläche des Walzgutes und der Oberfläche der Arbeitswalze hängt von dem Ort ab, in dem die Geschwindigkeit der Kontaktfläche betrachtet wird, da sich die Dicke des Walzgutes in der Kontaktzone ändert und sich die Kontaktfläche daher vor dem Walzspalt langsamer und hinter dem Walzspalt schneller als die Oberfläche der Arbeitswalze bewegt. Daher muss die Relativgeschwindigkeit zwischen der Kontaktfläche des Walzgutes und der Oberfläche der Arbeitswalze auf einen Bezugsort bezogen werden, der gegenüber dem Walzspalt fest ist. Diese Relativgeschwindigkeit ist ein Maß für die Relativbewegung der Kontaktfläche zu der Arbeitswalze in der Kontaktzone. Diese Relativbewegung führt zu plastischen Verformungen der Oberflächenmikrostruktur des Walzgutes und beeinflusst dadurch die Verteilung des in Vertiefungen der Kontaktfläche anhaftenden Zusatzschmiermittels, wodurch wiederum die Walzspaltreibung beeinflusst wird. Daher eignet sich auch die Relativgeschwindigkeit zwischen der Kontaktfläche des Walzgutes an einen Bezugsort und der Oberfläche der Arbeitswalze als Prozessparameter für die Bestimmung des Schmierungsbedarfes.

[0020] Die Relativgeschwindigkeit zwischen der Kontaktfläche des Walzgutes und der Oberfläche der Arbeitswalze an einem Bezugsort lässt sich beispielsweise aus einer momentanen Winkelgeschwindigkeit und einem Radius der Arbeitswalze, einem Abstand des Bezugsortes von dem Walzspalt, den Dicken des Walzgutes vor und hinter dem Walzspalt und einer Walzgutgeschwindigkeit vor oder hinter dem Walzspalt errechnen, siehe dazu z. B. Gleichung (3.13) auf Seite 113 in H. Hoffmann, R. Neugebauer und G. Spur (Hrsg.), "Handbuch Umformen", 2. Auflage, Carl Hanser Verlag, 2012, ISBN 978-3-446-42778-5. Die Relativgeschwindigkeit zwischen der Kontaktfläche des Walzgutes und der Oberfläche der Arbeitswalze an einem Bezugsort kann somit aus den genannten Größen, die leicht durch Messungen ermittelt werden können und meist ohnehin erfasst werden, zumindest näherungsweise bestimmt werden.

[0021] Eine Berücksichtigung der genannten Prozessparameter bei der Bestimmung des Schmierungsbedarfes ermöglicht es daher insbesondere, durch eine den Prozessparametern angepasste Zusatzschmierung die benötigte Antriebsleistung für die Arbeitswalzen zu verringern, Walzgut mit hoher Kompressionsfestigkeit zu walzen oder aber auch den Gesamtdurchsatz des Walzprozesses durch eine Erhöhung der Walzgutgeschwindigkeit und/oder eine Verringerung von Walzunterbrechungen aufgrund mangelnder Schmierung zu erhöhen.

[0022] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die in die Kontaktzone eingebrachte Kühl-

schmiermittelmenge in Abhängigkeit von dem wenigstens einen Prozessparameter des Walzprozesses eingestellt wird. Durch eine Einstellung auch der Kühlschmiermittelmenge in Abhängigkeit von dem wenigstens einen Prozessparameter kann insbesondere berücksichtigt werden, dass die Zusatzschmierung die Walzspaltreibung verringert, wodurch auch die Erwärmung der Arbeitswalzen und damit der Kühlungsbedarf sinken und somit die eingesetzte Kühlschmiermittelmenge entsprechend verringert werden kann.

[0023] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die in die Kontaktzone eingebrachte Kühlschmiermittelmenge reduziert wird, wenn Zusatzschmiermittel auf die Kontaktoberfläche aufgebracht wird. Diese Ausgestaltung der Erfindung berücksichtigt, dass Zusatzschmiermittel durch das Kühlschmiermittel wieder abgewaschen werden kann. Daher ist es sinnvoll, die Kühlschmiermittelmenge zu reduzieren, wenn Zusatzschmiermittel aufgebracht wird, um diese Abwaschwirkung des Kühlschmiermittels zu verhindern bzw. zu reduzieren.

[0024] Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sehen vor, dass als Zusatzschmiermittel ein reiner Schmierstoff, beispielsweise ein Walzöl, oder eine Schmieremulsion, die einen höheren Schmierstoffanteil als das Kühlschmiermittel hat, verwendet wird. Gemäß diesen Ausgestaltungen hat das Zusatzschmiermittel eine höhere Schmierwirkung als das Kühlschmiermittel, so dass bereits eine relativ geringe Zusatzschmiermittelmenge die Schmierung der Kontaktzone deutlich erhöht. Die Verwendung einer Schmieremulsion statt eines reinen Schmierstoffes als Zusatzschmiermittel kann vorteilhaft sein, wenn das Zusatzschmiermittel zusätzlich zur Schmierwirkung auch eine Kühlfunktion zur Kühlung des Walzgutes haben soll.

[0025] Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sehen vor, dass das Zusatzschmiermittel durch Sprühen auf das Walzgut aufgebracht wird, und/oder dass das Zusatzschmiermittel gleichmäßig über eine gesamte Walzgutbreite des Walzgutes auf die Kontaktoberfläche des Walzgutes aufgebracht wird. Diese Ausgestaltungen der Erfindung ermöglichen vorteilhaft eine gleichmäßige Verteilung des Zusatzschmiermittels in der Kontaktzone.

[0026] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass das Zusatzschmiermittel mit einer Zusatzschmiervorrichtung auf das Walzgut aufgebracht wird, die unabhängig von einer Kühlschmiervorrichtung zum Einbringen des Kühlschmiermittels in die Kontaktzone ist. Diese Ausgestaltung der Erfindung sieht also eine Trennung der Werke für die Aufbringung des Kühlschmiermittels und des Zusatzschmiermittels vor. Dies ermöglicht vorteilhaft eine flexible Konfiguration des gesamten Kühl- und Schmierkomplexes für ein Walzgerüst sowie eine einfache Nachrüstbarkeit bestehender Anlagen, ohne an deren Kühlschmiervorrichtungen zum Einbringen eines Kühlschmiermittels Änderungen vornehmen zu müssen.

[0027] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht

vor, dass der Schmierungsbedarf der Kontaktzone vor Beginn des Walzprozesses und/oder während des Walzprozesses bestimmt wird. Eine Bestimmung des Schmierungsbedarfs vor Beginn des Walzprozesses ermöglicht eine dem wenigstens einen Prozessparameter angepasste Schmierung der Kontaktzone bereits zu Beginn des Walzprozesses. Eine Bestimmung des Schmierungsbedarfs während des Walzprozesses ermöglicht eine Anpassung der Schmierung an während des Walzprozesses auftretende Änderungen des wenigstens einen Prozessparameters, beispielsweise an Änderungen der Walzgutgeschwindigkeit, Kompressionsfestigkeit und/oder Rauheit des Walzgutes.

[0028] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Schmierungsbedarf der Kontaktzone unter Verwendung eines Stribeck-Diagramms für einen Reibungskoeffizienten der Reibung zwischen der Kontaktoberfläche und der Arbeitswalze in der Kontaktzone in Abhängigkeit von wenigstens einem Prozessparameter bestimmt wird. Derartige Stribeck-Diagramme sind beispielsweise aus J.B.A.F. Smeulders, "Lubrication in the Cold Rolling Process Described by a 3D Stribeck Curve", AISTech 2013 Proceedings, S. 1681-1689 bekannt. Die Ermittlung eines Reibungskoeffizienten der Reibung zwischen der Kontaktoberfläche und der Arbeitswalze in der Kontaktzone ermöglicht vorteilhaft eine quantitative Bestimmung des Schmierungsbedarfs in Abhängigkeit von dem ermittelten Reibungskoeffizienten.

[0029] Insbesondere besteht für ein Walzgerüst eine starke Abhängigkeit des Reibungskoeffizienten (und damit der benötigten Antriebsleistung für die Arbeitswalzen) von der Walzgutgeschwindigkeit und der Relativgeschwindigkeit zwischen der Kontaktoberfläche des Walzgutes und der Oberfläche der Arbeitswalze, die durch ein dreidimensionales Stribeck-Diagramm für den Reibungskoeffizienten als Funktion der Walzgutgeschwindigkeit und dieser Relativgeschwindigkeit beschrieben werden kann. Dabei hängt die spezifische Form dieser Funktion von den Schmiereigenschaften des Systems ab, insbesondere von den Eigenschaften des Schmierstoffes selbst, dessen Anhaftung an der Walzgutoberfläche und der Rauigkeit des Walzgutes. Dem Walzgerüst kann anhand dieser Funktion ein Arbeitspunkt zugeordnet werden, der den Reibungskoeffizienten des Walzgerüsts für die jeweiligen Werte der Walzgutgeschwindigkeit und der Relativgeschwindigkeit zwischen der Kontaktoberfläche des Walzgutes und der Oberfläche der Arbeitswalze unter Berücksichtigung der Schmiereigenschaften des Systems bestimmt. Dies ermöglicht eine sehr differenzierte und den spezifischen Schmiereigenschaften des Systems angepasste Bestimmung des Schmierungsbedarfs der Kontaktzone in Abhängigkeit von der Walzgutgeschwindigkeit und der Relativgeschwindigkeit zwischen der Kontaktoberfläche des Walzgutes und der Oberfläche der Arbeitswalze, wodurch eine gezieltere Schmierung eingestellt werden kann, um den Walzprozess beispielsweise hinsichtlich der Durch-

satzmenge des Walzgutes, des Verschleißes der Arbeitswalzen, des Schmiermittel- und Kühlmittelverbrauchs und/oder der benötigten Antriebsleistung für die Arbeitswalzen zu optimieren.

[0030] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass das Zusatzschmiermittel auf zwei sich gegenüber liegende Kontaktflächen des Walzgutes aufgebracht wird. Dabei können auf die beiden Kontaktflächen des Walzgutes voneinander verschiedene Zusatzschmiermittelmengen des Zusatzschmiermittels aufgebracht werden. Das Aufbringen des Zusatzschmiermittels auf beide Kontaktflächen des Walzgutes ermöglicht vorteilhaft eine aufeinander abgestimmte Schmierung beider Kontaktzonen des Walzgutes mit den Arbeitswalzen. Das Aufbringen voneinander verschiedener Zusatzschmiermittelmengen des Zusatzschmiermittels auf die beiden Kontaktflächen ermöglicht insbesondere, eine Drehmomentenaufteilung zwischen den Arbeitswalzen zu beeinflussen und zu optimieren.

[0031] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Dabei zeigen:

FIG 1 ein Blockdiagramm eines Walzgerüsts, einer Kühlschmiervorrichtung und einer Zusatzschmiervorrichtung,

FIG 2 zeitliche Verläufe einer Walzgutgeschwindigkeit, einer Kühlschmiermittelmenge und einer Zusatzschmiermittelmenge, und

FIG 3 schematisch eine Walzstraße eines Walzwerkes.

[0032] Einander entsprechende Teile sind in den Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0033] Figur 1 zeigt ein Blockdiagramm eines Walzgerüsts 1 zum Walzen eines Walzgutes 3, einer Kühlschmiervorrichtung 5 und einer Zusatzschmiervorrichtung 7. Das Walzgut 3 ist ein metallisches Walzband, beispielsweise ein Stahlband, dessen Dicke durch das Walzen reduziert wird.

[0034] Das Walzgerüst 1 weist zwei übereinander angeordnete Arbeitswalzen 9, 10 auf, die voneinander durch einen Walzspalt 11 beabstandet sind. Zum Walzen des Walzgutes 3 werden die Arbeitswalzen 9, 10 in Rotation versetzt und das Walzgut 3 wird durch die rotierenden Arbeitswalzen 9, 10 in einer Walzrichtung 13 durch den Walzspalt 11 gezogen. Dabei steht das Walzgut 3 in zwei Kontaktzonen 15, 16 im Bereich des Walzspaltes 11 mit den Arbeitswalzen 9, 10 in Kontakt, wobei eine obere Kontaktfläche 17 des Walzgutes 3 in einer ersten Kontaktzone 15 an der oberen Arbeitswalze

9 anliegt und eine untere Kontaktfläche 18 des Walzgutes 3 in einer zweiten Kontaktzone 16 an der unteren Arbeitswalze 10 anliegt.

[0035] Mit der Kühlschmiervorrichtung 5 wird ein Kühlschmiermittel in die Kontaktzonen 15, 16 eingebracht. Das Kühlschmiermittel ist eine Kühlschmieremulsion, die aus einer Kühlflüssigkeit und Schmierstoff, beispielsweise aus Wasser als Kühlflüssigkeit und Öl als Schmierstoff, sowie eventuell aus Emulgatoren besteht. Die Hauptkomponente der Kühlschmieremulsion ist dabei die Kühlflüssigkeit, während der Schmierstoffanteil des Kühlschmiermittels nur wenige Prozent, beispielsweise zwei bis drei Prozent, beträgt.

[0036] Die Kühlschmiervorrichtung 5 umfasst eine Kühlschmiermittelpumpe 19, wenigstens einen Kühlschmiermittelsprühbalken 21 für jede Arbeitswalze 9, 10, Kühlschmiermittelleitungen 23 und eine Kühlschmiersteuerung 25. Jeder Kühlschmiermittelsprühbalken 21 umfasst Kühlschmiermitteldüsen zur Ausgabe von Kühlschmiermittel auf die jeweilige Arbeitswalze 9, 10. Das Kühlschmiermittel wird von der Kühlschmiermittelpumpe 19 durch die Kühlschmiermittelleitungen 23 zu den Kühlschmiersprühbalken 21 gepumpt und durch die Kühlschmiermittelsprühbalken 21 auf die Arbeitswalzen 9, 10 gesprüht. Die von den Kühlschmiermittelsprühbalken 21 jeweils ausgegebenen Kühlschmiermittelmengen C werden von der Kühlschmiersteuerung 25 durch Ansteuerung der Kühlschmiermittelpumpe 19 eingestellt. Durch die Rotation der Arbeitswalzen 9, 10 wird auf die Arbeitswalzen 9, 10 gesprühtes Kühlschmiermittel zu den Kontaktzonen 15, 16 transportiert.

[0037] Mit der Zusatzschmiervorrichtung 7 ist ein Zusatzschmiermittel auf das Walzgut 3 aufbringbar. Das Zusatzschmiermittel ist ein reiner Schmierstoff, beispielsweise ein Walzöl, oder eine Schmieremulsion aus einer Trägerflüssigkeit und Schmierstoff, beispielsweise aus Wasser als Trägerflüssigkeit und Walzöl als Schmierstoff, wobei der Schmierstoffanteil des Zusatzschmiermittels höher als der Schmierstoffanteil des Kühlschmiermittels ist und beispielsweise etwa 20 % beträgt.

[0038] Die Zusatzschmiervorrichtung 7 umfasst eine Zusatzschmiermittelpumpe 27, jeweils wenigstens einen Zusatzschmiermittelsprühbalken 29 für jede Kontaktfläche 17, 18 des Walzgutes 3, Zusatzschmiermittelleitungen 31 und eine Zusatzschmiersteuerung 33. Jeder Zusatzschmiermittelsprühbalken 29 weist Zusatzschmiermitteldüsen zur Ausgabe von Zusatzschmiermittel auf die jeweilige Kontaktfläche 17, 18 auf. Das Zusatzschmiermittel wird von der Zusatzschmiermittelpumpe 27 durch die Zusatzschmiermittelleitungen 31 zu den Zusatzschmiermittelsprühbalken 29 gepumpt und durch die Zusatzschmiermittelsprühbalken 29 auf die Kontaktflächen 17, 18 gesprüht. Die von den Zusatzschmiermittelsprühbalken 29 jeweils ausgegebenen Zusatzschmiermittelmengen A werden von der Zusatzschmiersteuerung 33 durch Ansteuerung der Zusatzschmiermittelpumpe 27 eingestellt. Durch die Bewegung des Walzgutes 3 wird auf die Kontaktflächen 17, 18

gesprühtes Zusatzschmiermittel zu den Kontaktzonen 15, 16 transportiert.

[0039] Die Zusatzschmiermittelsprühbalken 29 sind dabei in einem vorgegebenen Aufbringabstand D bezüglich der Walzrichtung 13 vor dem Walzspalt 11 angeordnet, um das Zusatzschmiermittel in diesem Aufbringabstand D von dem Walzspalt 11 auf das Walzgut 3 aufzutragen. Dadurch wirkt das Zusatzschmiermittel auf die Kontaktoberflächen 17, 18 des Walzgutes 3 ein bis es den Walzspalt 11 erreicht. Während dieser Einwirkzeit erhöht sich ein Anhaften des Zusatzschmiermittels an den Kontaktoberflächen 17, 18. Dadurch verbessert sich vorteilhaft die Schmierwirkung (das so genannte Plate-Out) des Zusatzschmiermittels in den Kontaktzonen 15, 16 gegenüber einem Aufbringen des Zusatzschmiermittels auf die Kontaktoberflächen 17, 18 unmittelbar vor dem Walzspalt 11.

[0040] Um die auf die Kontaktoberflächen 17, 18 aufzubringenden Zusatzschmiermittelmengen A einzustellen, wird für jede Kontaktzone 15, 16 ein Schmierungsbedarf in Abhängigkeit von wenigstens einem Prozessparameter des Walzprozesses bestimmt. Als ein Prozessparameter wird dabei eine Walzgutgeschwindigkeit v des Walzgutes 3 verwendet. Die Walzgutgeschwindigkeit v wird dabei beispielsweise von der Zusatzschmiersteuerung 33 aus ihr zugeführten Messsignalen 35 eines Bandgeschwindigkeitssensors 37 zur Erfassung einer Bandgeschwindigkeit des Walzbandes. Optionale weitere Prozessparameter für die Bestimmung des Schmierungsbedarfes sind Materialeigenschaften 41 des jeweiligen Walzgutes 3, beispielsweise eine Kompressionsfestigkeit und/oder eine Rauheit des Walzgutes 3, die der Zusatzschmiersteuerung 33 als Materialeigenschaftsdaten 41 von einem Produktionssystem 43 zugeführt werden.

[0041] Ferner können als Prozessparameter für die Bestimmung des Schmierungsbedarfes optional Relativgeschwindigkeiten zwischen den Kontaktoberflächen 17, 18 des Walzgutes 3 an festgelegten Bezugsorten und den Oberflächen der Arbeitswalzen 9, 10 verwendet werden. Diese Relativgeschwindigkeiten können beispielsweise aus der Walzgutgeschwindigkeit v an einem Bezugsort und Messsignalen 35 von Drehzahlsensoren 39 zur Erfassung der Drehzahlen der Arbeitswalzen 9, 10 sowie den Dicken des Walzgutes 3 vor und hinter dem Walzspalt 11 ermittelt werden, siehe dazu z. B. Gleichung (3.13) auf Seite 113 in H. Hoffmann, R. Neugebauer und G. Spur (Hrsg.), "Handbuch Umformen", 2. Auflage, Carl Hanser Verlag, 2012, ISBN 978-3-446-42778-5. Weitere optionale Prozessparameter für die Bestimmung des Schmierungsbedarfes sind eine Viskosität des Kühlschmiermittels und/oder eine Dicke des Walzgutes 3. Falls erforderlich können ferner die in den Kontaktzonen 15, 16 jeweils momentan vorhandenen Kühlschmiermittelmengen C und/oder der Schmierstoffanteil des Kühlschmiermittels erfasst und als Prozessparameter verwendet werden. Außerdem können zwischen der Kühlschmiersteuerung 25 und der Zusatzschmiers-

steuerung 33 Steuerungsdaten 45 ausgetauscht werden, um die Einstellungen der Kühlschmiermittelmengen C und Zusatzschmiermittelmengen A aufeinander abzustimmen.

[0042] Das Zusatzschmiermittel wird auf jede Kontaktoberfläche 17, 18 in Abhängigkeit des für die Kontaktzone 15, 16 dieser Kontaktoberfläche 17, 18 bestimmten Schmierungsbedarfes aufgebracht, wenn die momentan in die Kontaktzone 15, 16 eingebrachte Kühlschmiermittelmenge C den für die Kontaktzone 15, 16 bestimmten Schmierungsbedarf nicht deckt, beispielsweise weil sich Walzgutgeschwindigkeit v ändert oder ein Walzgut 3 mit einer erhöhten Kompressionsfestigkeit gewalzt wird. Die auf die Arbeitswalzen 9, 10 aufgetragenen Kühlschmiermittelmengen C werden dabei entweder konstant gehalten oder ebenfalls in Abhängigkeit von dem wenigstens einen Prozessparameter des Walzprozesses und/oder von den auf die Kontaktoberflächen 17, 18 aufgetragenen Zusatzschmiermittelmengen A eingestellt, siehe dazu die Beschreibung von Figur 2.

[0043] Figur 2 illustriert ein Verfahren zum Walzen eines Walzgutes 3 mit einem Walzgerüst 1, einer Kühlschmiervorrichtung 5 und einer Zusatzschmiervorrichtung 7, die jeweils gemäß Figur 1 ausgebildet sind. Dazu zeigt Figur 2 in Abhängigkeit von einer Zeit t Verläufe $v(t)$, $C(t)$, $A(t)$ einer Walzgutgeschwindigkeit v des Walzgutes 3, einer Kühlschmiermittelmenge C, die mit der Kühlschmiervorrichtung 5 auf eine Arbeitswalze 9, 10 des Walzgerüsts 1 aufgebracht wird, und einer Zusatzschmiermittelmenge A, die mit der Zusatzschmiervorrichtung 7 auf eine in einer Kontaktzone 15, 16 an der Arbeitswalze 9, 10 anliegenden Kontaktoberfläche 17, 18 des Walzgutes 3 aufgebracht wird. Die Kühlschmiermittelmenge C und die Zusatzschmiermittelmenge A sind dabei jeweils als pro Zeiteinheit aufgetragenes Volumen definiert.

[0044] Figur 2 zeigt einen Fall, in dem das Walzgut 3 aus verschiedenen Teilwalzbändern besteht, die miteinander verschweißt werden. Dabei wird zunächst zwischen Zeitpunkten t_0 und t_4 ein erstes Teilwalzband gewalzt. Anschließend wird zwischen Zeitpunkten t_4 und t_5 ein erster Übergangsbereich zwischen dem ersten Teilwalzband und einem zweiten Teilwalzband mit einer diese beiden Teilwalzbänder verbindenden ersten Schweißnaht gewalzt. Anschließend wird zwischen Zeitpunkten t_5 und t_8 das zweite Teilwalzband gewalzt. Anschließend wird zwischen Zeitpunkten t_8 und t_9 ein zweiter Übergangsbereich zwischen dem zweiten Teilwalzband und einem dritten Teilwalzband mit einer diese beiden Teilwalzbänder verbindenden zweiten Schweißnaht gewalzt. Anschließend wird ab dem Zeitpunkt t_9 das dritte Teilwalzband gewalzt. Das zweite Teilwalzband hat dabei eine höhere Kompressionsfestigkeit als das erste Teilwalzband und das dritte Teilwalzband, welche dieselbe Kompressionsfestigkeit aufweisen.

[0045] Die Kühlschmiermittelmenge C und die Zusatzschmiermittelmenge A werden dabei jeweils von der Kühlschmiersteuerung 25 und der Zusatzschmiers-

teuerung 33 in Abhängigkeit von einem Schmierungsbedarf eingestellt, der für die Kontaktzone 15, 16 in Abhängigkeit von der Walzgutgeschwindigkeit v und von der Kompressionsfestigkeit des jeweiligen Teilbandes sowie optional von weiteren oben genannten Prozessparametern bestimmt wird. Zur Bestimmung des Schmierungsbedarfs wird beispielsweise ein so genanntes Stribeck-Diagramm für einen Reibungskoeffizienten der Reibung zwischen der Kontaktfläche 17, 18 und der Arbeitswalze 9, 10 in der Kontaktzone 15, 16 in Abhängigkeit von den Prozessparametern verwendet wie es beispielsweise aus J.B.A.F. Smeulders, "Lubrication in the Cold Rolling Process Described by a 3D Stribeck Curve", AISTech 2013 Proceedings, S. 1681-1689 bekannt ist.

[0046] Zwischen den Zeitpunkten t_0 und t_1 wird das erste Teilwalzband mit einer ersten Walzgutgeschwindigkeit v_1 gewalzt. Zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_2 wird die Walzgutgeschwindigkeit v auf eine zweite Walzgutgeschwindigkeit v_2 erhöht. Die zweite Walzgutgeschwindigkeit v_2 wird bis zu dem Zeitpunkt t_3 beibehalten. Der Schmierungsbedarf kann zwischen den Zeitpunkten t_0 und t_3 durch Kühlschmiermittel allein gedeckt werden, so dass kein Zusatzschmiermittel aufgebracht wird. Die Erhöhung der Walzgutgeschwindigkeit v von der ersten Walzgutgeschwindigkeit v_1 auf die zweite Walzgutgeschwindigkeit v_2 erhöht den Schmierungsbedarf. Der erhöhte Schmierungsbedarf wird durch eine entsprechende Erhöhung der Kühlschmiermittelmenge C gedeckt.

[0047] Zwischen den Zeitpunkten t_3 und t_4 wird die Walzgutgeschwindigkeit v von der zweiten Walzgutgeschwindigkeit v_2 auf eine dritte Walzgutgeschwindigkeit v_3 stark reduziert, um das Walzen des ersten Übergangsbereiches zwischen dem ersten Teilwalzband und dem zweiten Teilwalzband mit der ersten Schweißnaht vorzubereiten. Der erste Übergangsbereich wird danach zwischen den Zeitpunkten t_4 und t_5 mit der dritten Walzgutgeschwindigkeit v_3 gewalzt. Anschließend wird die Walzgutgeschwindigkeit v zwischen den Zeitpunkten t_5 und t_6 auf eine vierte Walzgutgeschwindigkeit v_4 erhöht, mit der das zweite Teilwalzband zwischen den Zeitpunkten t_6 und t_7 gewalzt wird.

[0048] Der Schmierungsbedarf für das Walzen des ersten Übergangsbereiches erhöht sich dabei gegenüber dem Schmierungsbedarf für das Walzen des ersten Teilwalzbandes aufgrund der sehr geringen dritten Walzgutgeschwindigkeit v_3 . Der Schmierungsbedarf für das Walzen des zweiten Teilwalzbandes ist aufgrund der hohen Kompressionsfestigkeit des zweiten Teilwalzbandes noch höher als der Schmierungsbedarf für das Walzen des ersten Übergangsbereiches. Daher wird ab dem Zeitpunkt t_3 Zusatzschmiermittel aufgebracht, wobei für das Walzen des zweiten Teilwalzbandes zwischen den Zeitpunkten t_6 und t_7 eine größere Zusatzschmiermittelmenge A als für das Walzen des ersten Übergangsbereiches zwischen den Zeitpunkten t_4 und t_5 aufgebracht wird. Gleichzeitig wird die aufgebrachte Kühlschmiermittelmenge C zwischen den Zeitpunkten t_3 und t_6 verringert

und zwischen den Zeitpunkten t_6 und t_7 konstant gehalten, um ein Abwaschen von aufgebrachtem Zusatzschmiermittel durch das Kühlschmiermittel zu verhindern bzw. zu reduzieren.

[0049] Zwischen den Zeitpunkten t_7 und t_8 wird die Walzgutgeschwindigkeit v von der vierten Walzgutgeschwindigkeit v_4 wieder auf die dritte Walzgutgeschwindigkeit v_3 reduziert, um das Walzen des zweiten Übergangsbereiches zwischen dem zweiten Teilwalzband und dem dritten Teilwalzband mit der zweiten Schweißnaht vorzubereiten. Der zweite Übergangsbereich wird danach zwischen den Zeitpunkten t_8 und t_9 mit der dritten Walzgutgeschwindigkeit v_3 gewalzt. Anschließend wird die Walzgutgeschwindigkeit v zwischen den Zeitpunkten t_9 und t_{10} auf die zweite Walzgutgeschwindigkeit v_2 erhöht, mit der das dritte Teilwalzband zwischen den Zeitpunkten t_{10} und t_{11} gewalzt wird.

[0050] Entsprechend wird die aufgebrachte Zusatzschmiermittelmenge A zunächst für das Walzen des zweiten Übergangsbereiches verringert, und für das Walzen des dritten Teilwalzbandes mit der zweiten Walzgutgeschwindigkeit v_2 wird gar kein Zusatzschmiermittel aufgebracht. Gleichzeitig wird die aufgebrachte Kühlschmiermittelmenge C wieder erhöht.

[0051] Zwischen den Zeitpunkten t_{11} und t_{12} wird die Walzgutgeschwindigkeit v von der zweiten Walzgutgeschwindigkeit v_2 auf eine fünfte Walzgutgeschwindigkeit v_5 verringert, mit der das dritte Teilwalzband ab dem Zeitpunkt t_{12} gewalzt wird.

[0052] Das Walzen des dritten Teilwalzbandes mit der fünften Walzgutgeschwindigkeit v_5 bedingt einen Schmierungsbedarf, der mit dem Kühlschmiermittel allein nicht gedeckt werden kann. Daher wird für das Walzen des dritten Teilwalzbandes mit der fünften Walzgutgeschwindigkeit v_5 wieder Zusatzschmiermittel aufgebracht und gleichzeitig die aufgebrachte Kühlschmiermittelmenge C verringert, wobei die aufgebrachte Zusatzschmiermittelmenge A und die aufgebrachte Kühlschmiermittelmenge C aufeinander abgestimmt werden, so dass der Schmierungsbedarf gedeckt wird und ein Abwaschen von aufgebrachtem Zusatzschmiermittel durch das Kühlschmiermittel verhindert bzw. reduziert wird.

[0053] Figur 3 zeigt schematisch eine Walzstraße 47 eines Walzwerkes mit mehreren hintereinander angeordneten Walzgerüsten 1 zum Walzen eines Walzgutes 3. Die Walzgerüste 1 weisen jeweils zwei übereinander angeordnete Arbeitswalzen 9, 10 und für jede Arbeitswalze eine Stützwalze 49 auf. Die Walzstraße 47 weist für jedes Walzgerüst 1 eine in Figur 3 nicht dargestellte Kühlschmiervorrichtung 5 und eine Zusatzschmiervorrichtung 7 auf. Die Kühlschmiervorrichtungen 5 sind jeweils wie die in Figur 1 dargestellte Kühlschmiervorrichtung 5 ausgebildet und die Zusatzschmiervorrichtungen 7 sind jeweils wie die in Figur 1 dargestellte Zusatzschmiervorrichtung 7 ausgebildet, wobei die Zusatzschmiermittelsprühbalken 29 jeder Zusatzschmiervorrichtung 7 in dem Aufbringabstand D bezüglich der Walz-

richtung 13 vor dem Walzspalt 11 des zugehörigen Walzgerüsts 1 angeordnet sind.

[0054] Obwohl die Erfindung im Detail durch bevorzugte Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0055]

1	Walzgerüst
3	Walzgut 3
5	Kühlschmiervorrichtung 5
7	Zusatzschmiervorrichtung 7
9, 10	Arbeitswalze 9, 10
11	Walzspalt 11
13	Walzrichtung 13
15, 16	Kontaktzone 15, 16
17, 18	Kontaktoberfläche 17, 18
19	Kühlschmiermittelpumpe 19
21	Kühlschmiermittelsprühbalken 21
23	Kühlschmiermittelleitung 23
25	Kühlschmiersteuerung 25
27	Zusatzschmiermittelpumpe 27
29	Zusatzschmiermittelsprühbalken 29
31	Zusatzschmiermittelleitung 31
33	Zusatzschmiersteuerung 33
35	Messsignal 35
37	Bandgeschwindigkeitssensor 37
39	Drehzahlsensor 39
41	Materialeigenschaftsdaten 41
43	Produktionssystem 43
45	Steuerungsdaten 45
47	Walzstraße 47
A	Zusatzschmiermittelmenge A
C	Kühlschmiermittelmenge C
D	Aufbringabstand
t	Zeit
t_0 bis t_{12}	Zeitpunkt
v, v_1 bis v_5	Walzgeschwindigkeit

Patentansprüche

1. Verfahren zum Walzen eines Walzgutes (3), wobei

- das Walzgut (3) in einer Walzrichtung (13) durch einen Walzspalt (11) zwischen zwei Arbeitswalzen (9, 10) eines Walzgerüsts (1) geführt wird,
- in eine Kontaktzone (15, 16), in der eine Kontaktoberfläche (17, 18) des Walzgutes (3) an einer Arbeitswalze (9, 10) anliegt, ein Kühlschmiermittel zur Schmierung der Kontaktzone (15, 16) eingebracht wird,

- ein Schmierungsbedarf der Kontaktzone (15, 16) in Abhängigkeit von wenigstens einem Prozessparameter des Walzprozesses bestimmt wird

- und bezüglich der Walzrichtung (13) vor dem Walzspalt (11) in einem vorgegebenen Aufbringabstand (D) von dem Walzspalt (11) ein Zusatzschmiermittel auf die Kontaktoberfläche (17, 18) des Walzgutes (3) aufgebracht wird, wenn eine momentan in die Kontaktzone (15, 16) eingebrachte Kühlschmiermittelmenge (C) den Schmierungsbedarf nicht deckt.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass eine auf die Kontaktoberfläche (17, 18) des Walzgutes (3) aufgebrachte Zusatzschmiermittelmenge (A) in Abhängigkeit von dem für die Kontaktzone (15, 16) bestimmten Schmierungsbedarf eingestellt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass als Prozessparameter für die Bestimmung des Schmierungsbedarfes eine Walzgeschwindigkeit (v) des Walzgutes (3) und/oder eine Kompressionsfestigkeit des Walzgutes (3) und/oder eine Rauheit des Walzgutes (3) und/oder eine Relativgeschwindigkeit zwischen der Kontaktoberfläche (17, 18) des Walzgutes (3) an einem Bezugsort und der Oberfläche der Arbeitswalze (9, 10) und/oder eine Dicke des Walzgutes (3) und/oder eine Viskosität des Kühlschmiermittels verwendet wird oder werden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass die in die Kontaktzone (15, 16) eingebrachte Kühlschmiermittelmenge (C) in Abhängigkeit von dem wenigstens einen Prozessparameter des Walzprozesses eingestellt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass die in die Kontaktzone (15, 16) eingebrachte Kühlschmiermittelmenge (C) reduziert wird, wenn Zusatzschmiermittel auf die Kontaktoberfläche (17, 18) aufgebracht wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Zusatzschmiermittel ein reiner Schmierstoff verwendet wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Zusatzschmiermittel eine Schmieremulsion verwendet wird, die einen höheren Schmierstoffanteil als das

Kühlschmiermittel hat.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Zusatzschmiermittel durch Sprühen auf das Walzgut (3) aufgebracht wird. 5

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Zusatzschmiermittel gleichmäßig über eine gesamte Walzgutbreite des Walzgutes (3) auf die Kontaktoberfläche (17, 18) des Walzgutes (3) aufgebracht wird. 10
15

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Zusatzschmiermittel mit einer Zusatzschmiervorrichtung (7) auf das Walzgut (3) aufgebracht wird, die unabhängig von einer Kühlschmiervorrichtung (5) zum Einbringen des Kühlschmiermittels in die Kontaktzone (15, 16) ist. 20

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Schmierungsbedarf der Kontaktzone (15, 16) vor Beginn des Walzprozesses und/oder während des Walzprozesses bestimmt wird. 25
30

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Schmierungsbedarf der Kontaktzone (15, 16) unter Verwendung eines Stribeck-Diagramms für einen Reibungskoeffizienten der Reibung zwischen der Kontaktoberfläche (17, 18) und der Arbeitswalze (9, 10) in der Kontaktzone (15, 16) in Abhängigkeit von wenigstens einem Prozessparameter bestimmt wird. 35
40

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Zusatzschmiermittel auf zwei sich gegenüber liegende Kontaktoberflächen (17, 18) des Walzgutes (3) aufgebracht wird. 45

14. Verfahren nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass auf die beiden Kontaktoberflächen (17, 18) des Walzgutes (3) voneinander verschiedene Zusatzschmiermittelmengen (A) des Zusatzschmiermittels aufgebracht werden. 50
55

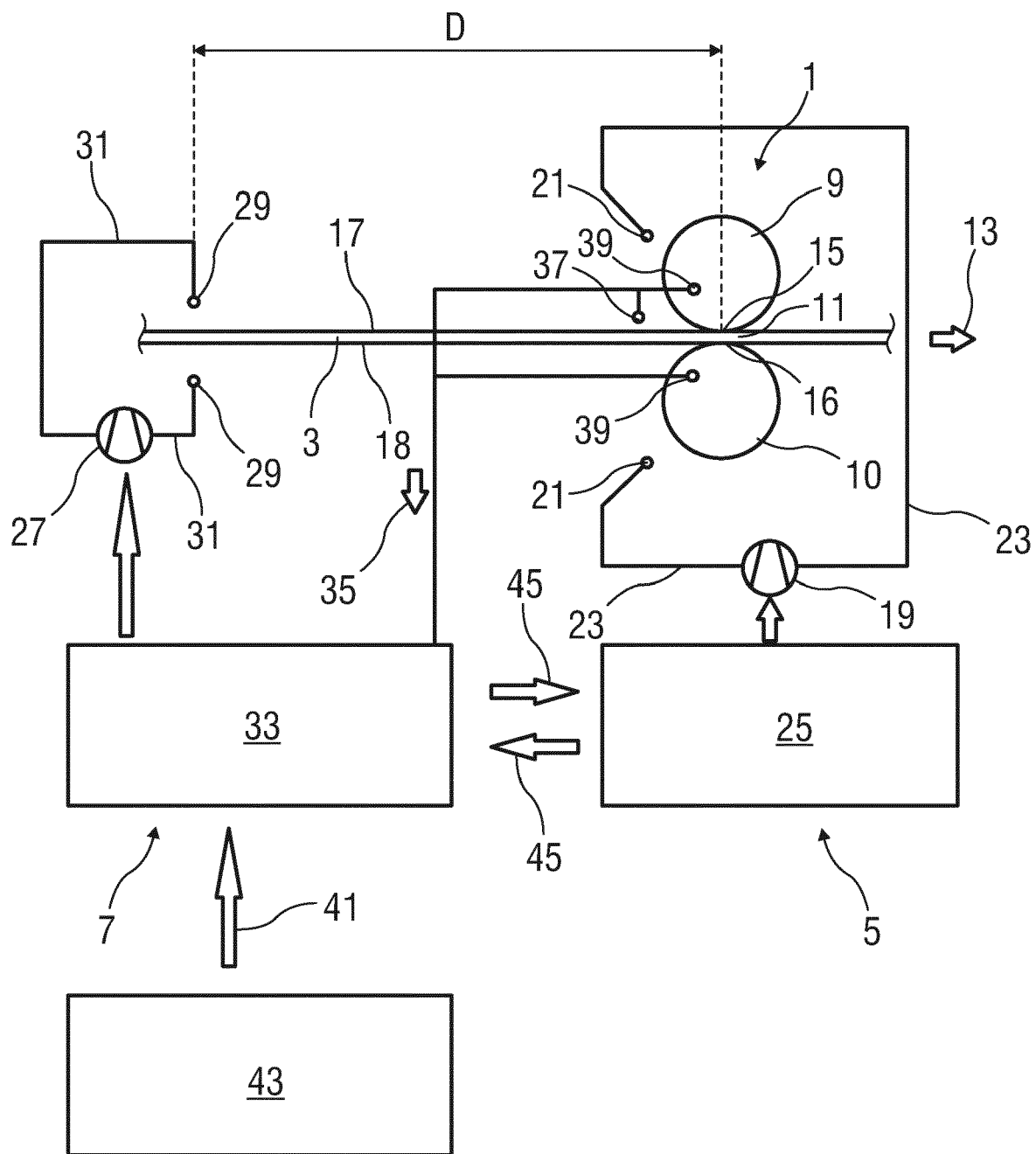


FIG 1

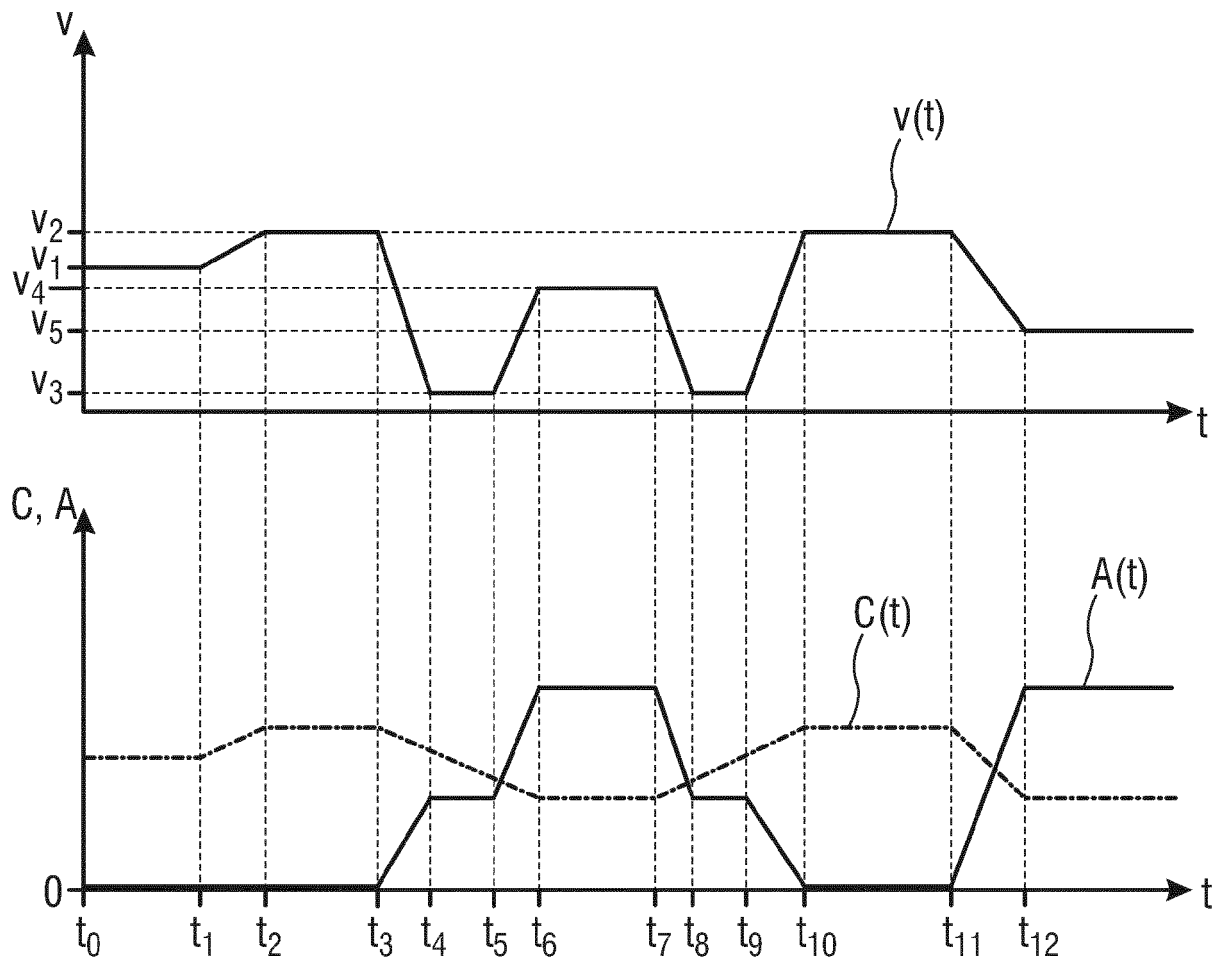


FIG 2

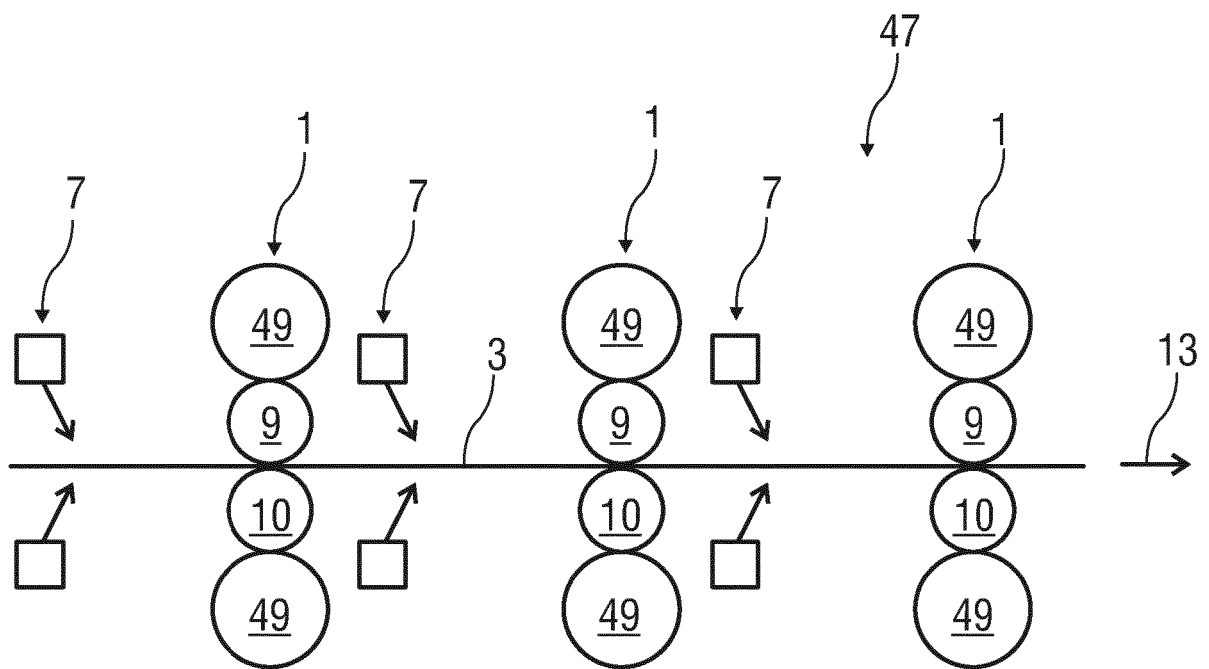


FIG 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 16 16 7662

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP H01 218710 A (NIPPON STEEL CORP) 31. August 1989 (1989-08-31)	1,2,4-14	INV. B21B37/44 B21B45/02
Y	* Zusammenfassung; Abbildungen 1-2 *	3	
Y	RU 2008 112666 A (SMS ZIMAG AG [DE]) 10. Oktober 2009 (2009-10-10) * Zusammenfassung *	3	
X	WO 2007/025682 A1 (SMS DEMAG AG [DE]; PAWELSKI HARTMUT [DE]; WEINGARTEN LUDWIG [DE]; GIES) 8. März 2007 (2007-03-08) * Ansprüche 1-10; Abbildungen 1-3 *	1	
A	WO 2005/120739 A1 (SMS DEMAG AG [DE]; PAWELSKI HARTMUT [DE]; RICHTER HANS-PETER [DE]; WEI) 22. Dezember 2005 (2005-12-22) * Ansprüche 1-3; Abbildung 1 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 26. Juli 2016	Prüfer Forciniti, Marco
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 16 16 7662

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

26-07-2016

10

15

20

25

30

35

40

45

50

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP H01218710 A	31-08-1989	KEINE	
RU 2008112666 A	10-10-2009	AT 458560 T	15-03-2010
		AU 2006286797 A1	08-03-2007
		BR P10614932 A2	26-04-2011
		CA 2618836 A1	08-03-2007
		CN 101253007 A	27-08-2008
		DE 102005042020 A1	08-03-2007
		EG 24894 A	13-12-2010
		EP 1924369 A1	28-05-2008
		ES 2340320 T3	01-06-2010
		JP 5164844 B2	21-03-2013
		JP 2009506891 A	19-02-2009
		KR 20080039339 A	07-05-2008
		MY 145255 A	13-01-2012
		TW 1359704 B	11-03-2012
		US 2009282884 A1	19-11-2009
		WO 2007025682 A1	08-03-2007
		ZA 200709988 B	27-08-2008
WO 2007025682 A1	08-03-2007	AT 458560 T	15-03-2010
		AU 2006286797 A1	08-03-2007
		BR P10614932 A2	26-04-2011
		CA 2618836 A1	08-03-2007
		CN 101253007 A	27-08-2008
		DE 102005042020 A1	08-03-2007
		EG 24894 A	13-12-2010
		EP 1924369 A1	28-05-2008
		ES 2340320 T3	01-06-2010
		JP 5164844 B2	21-03-2013
		JP 2009506891 A	19-02-2009
		KR 20080039339 A	07-05-2008
		MY 145255 A	13-01-2012
		TW 1359704 B	11-03-2012
		US 2009282884 A1	19-11-2009
		WO 2007025682 A1	08-03-2007
		ZA 200709988 B	27-08-2008
WO 2005120739 A1	22-12-2005	AT 442212 T	15-09-2009
		DE 102004040375 A1	29-12-2005
		EP 1753556 A1	21-02-2007
		JP 4468988 B2	26-05-2010
		JP 2008501533 A	24-01-2008
		RU 2372162 C2	10-11-2009
		US 2007175255 A1	02-08-2007
		WO 2005120739 A1	22-12-2005

EPO FORM P0461

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

55

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

EP 16 16 7662

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

26-07-2016

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung

15

20

25

30

35

40

45

50

EPO FORM P0461

55

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2651577 B1 [0003]
- WO 2013029886 A1 [0004]
- WO 0064605 A1 [0005]
- EP 1750864 B2 [0006]
- EP 0794023 A2 [0007]
- WO 2013120750 A1 [0008]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Handbuch Umformen. Carl Hanser Verlag, 2012, 113 [0020] [0041]
- **J.B.A.F. SMEULDERS.** Lubrication in the Cold Rolling Process Described by a 3D Stribeck Curve. *AISTech 2013 Proceedings*, 2013, 1681-1689 [0028]
- **J.B.A.F. SMEULDERS.** Lubrication in the Cold Rolling Process Described by a 3D Stribeck Curve. *AISTech 2013 Proceedings*, 1681-1689 [0045]