

(19)



(11)

EP 3 448 592 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
22.01.2020 Patentblatt 2020/04

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

(21) Anmeldenummer: **17723941.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2017/060193

(22) Anmeldetag: **28.04.2017**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2017/186910 (02.11.2017 Gazette 2017/44)

(54) VERFAHREN ZUM WALZEN EINES WALZGUTES

METHOD FOR ROLLING A PRODUCT TO BE ROLLED

PROCEDE DE LAMINAGE D'UN PRODUIT DE LAMINAGE

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

(30) Priorität: **29.04.2016 EP 16167662**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.03.2019 Patentblatt 2019/10

(73) Patentinhaber: **Primetals Technologies Austria GmbH**
4031 Linz (AT)

(72) Erfinder:
• **HOLZWEBER, Matthias**
3921 Langschlag (AT)
• **KRIMPELSTAETTER, Konrad**
4210 Gallneukirchen (AT)

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

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2005/120739 WO-A1-2007/025682
JP-A- H01 218 710 RU-A- 2008 112 666

EP 3 448 592 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

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 Aufhaspel zum Aufhaspeln des Walzgutes nach einem Walzstich. Dabei wird mittels einer Walzölauftragsvorrichtung, welche zwischen dem zumindest einen Reversierwalzgerüst und der Aufhaspel 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 Schmierungsverlaufferfassungseinrichtung 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] Die JP H01 218710 A offenbart ein gattungsgemäßes Verfahren zum Schmieren und Kühlen eines Walzgutes in einem Walzgerüst, bei dem auslaufseitig Kühlmittel und einlaufseitig ein Schmiermittel auf die Walzen aufgebracht wird und wobei bei Bedarf vor dem Walzgerüst zusätzliches Schmiermittel auf das Walzband aufgedüst werden kann.

[0010] Gemäß der WO2007/025682 A1 wird bei einem Walzgerüst einlaufseitig Schmiermittel auf die Arbeitswalzen bzw. direkt auf die Ober- und Unterseite des Walzbandes aufgebracht, um bessere Bandqualitäten durch einen stabileren Walzprozess, insbesondere durch eine Reibungsanpassung im Walzspalt, zu erzielen. Dabei wird die insgesamt aufzugebene Schmiermittelmenge durch ein Rechenmodell in Abhängigkeit von Prozessdaten gesteuert, sodass nur soviel Schmiermittel aufgetragen wird, wie im Walzprozess benötigt wird.

[0011] 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.

[0012] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0013] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0014] 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.

[0015] 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 Möglichkeit, 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.

[0016] 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.

[0017] Die Erfindung sieht vor, dass die in die Kontaktzone eingebrachte Kühlschmiermittelmenge reduziert wird, wenn Zusatzschmiermittel auf die Kontaktoberfläche aufgebracht wird. Dies 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.

[0018] 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.

[0019] Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die auf die Kontaktoberfläche 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.

[0020] 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 Kontaktoberfläche 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.

[0021] 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.

[0022] Die Relativgeschwindigkeit zwischen der Kontaktoberfläche des Walzgutes und der Oberfläche der Arbeitswalze hängt von dem Ort ab, in dem die Geschwindigkeit der Kontaktoberfläche betrachtet wird, da sich die Dicke des Walzgutes in der Kontaktzone ändert und sich die Kontaktoberfläche daher vor dem Walzspalt langsamer und hinter dem Walzspalt schneller als die Oberfläche der Arbeitswalze bewegt. Daher muss die Relativgeschwindigkeit zwischen der Kontaktoberfläche 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 Kontaktoberfläche 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 Kontaktoberfläche anhaftenden Zusatzschmiermittels, wodurch wiederum die Walzspaltreibung beeinflusst wird. Daher eignet sich auch die Relativgeschwindigkeit zwischen der Kontaktoberfläche des Walzgutes an einen Bezugsort und der Oberfläche der Arbeitswalze als Prozessparameter für die Bestimmung des Schmierungsbedarfes.

[0023] Die Relativgeschwindigkeit zwischen der Kontaktoberfläche des Walzgutes und der Oberfläche der Arbeitswalze an einem Bezugsort lässt sich beispiels-

weise 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 Walzgeschwindigkeit 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 Kontaktoberfläche 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.

[0024] 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 Walzgeschwindigkeit und/oder eine Verringerung von Walzunterbrechungen aufgrund mangelnder Schmierung zu erhöhen.

[0025] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die in die Kontaktzone eingebrachte Kühlschmiermittelmenge 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.

[0026] 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.

[0027] 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.

[0028] 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 Gewerke 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.

[0029] 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 Walzgeschwindigkeit, Kompressionsfestigkeit und/oder Rauheit des Walzgutes.

[0030] 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.

[0031] Insbesondere besteht für ein Walzgerüst eine starke Abhängigkeit des Reibungskoeffizienten (und damit der benötigten Antriebsleistung für die Arbeitswalzen) von der Walzgeschwindigkeit 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 Walzgeschwindigkeit und dieser Relativgeschwindigkeit beschrieben werden kann. Dabei hängt die spezifische Form dieser Funktion von den Schmiereigenschaften des Systems ab, insbesondere von den Eigenschaften des Schmierstoffs selbst, dessen Anhaftung an der Walzgutoberfläche

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

[0032] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass das Zusatzschmiermittel auf zwei sich gegenüber liegende Kontaktoberflächen des Walzgutes aufgebracht wird. Dabei können auf die beiden Kontaktoberflächen des Walzgutes voneinander verschiedene Zusatzschmiermittelmengen des Zusatzschmiermittels aufgebracht werden. Das Aufbringen des Zusatzschmiermittels auf beide Kontaktoberflächen 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 Kontaktoberflächen ermöglicht insbesondere, eine Drehmomentenaufteilung zwischen den Arbeitswalzen zu beeinflussen und zu optimieren.

[0033] 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.

[0034] Einander entsprechende Teile sind in den Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0035] 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.

[0036] 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 Kontaktoberfläche 17 des Walzgutes 3 in einer ersten Kontaktzone 15 an der oberen Arbeitswalze 9 anliegt und eine untere Kontaktoberfläche 18 des Walzgutes 3 in einer zweiten Kontaktzone 16 an der unteren Arbeitswalze 10 anliegt.

[0037] 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.

[0038] 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.

[0039] 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.

[0040] Die Zusatzschmiervorrichtung 7 umfasst eine Zusatzschmiermittelpumpe 27, jeweils wenigstens einen

Zusatzschmiermittelsprühbalken 29 für jede Kontakt-
oberfläche 17, 18 des Walzgutes 3, Zusatzschmiermittel-
leitungen 31 und eine Zusatzschmiersteuerung 33. Jeder
Zusatzschmiermittelsprühbalken 29 weist Zusatz-
schmiermitteldüsen zur Ausgabe von Zusatzschmiermit-
tel auf die jeweilige Kontaktfläche 17, 18 auf. Das
Zusatzschmiermittel wird von der Zusatzschmiermittel-
pumpe 27 durch die Zusatzschmiermittelleitungen 31 zu
den Zusatzschmiermittelsprühbalken 29 gepumpt und
durch die Zusatzschmiermittelsprühbalken 29 auf die
Kontaktflächen 17, 18 gesprüht. Die von den Zusatz-
schmiermittelsprühbalken 29 jeweils ausgegebenen Zu-
satzschmiermittelmengen A werden von der Zusatz-
schmiersteuerung 33 durch Ansteuerung der Zusatz-
schmiermittelpumpe 27 eingestellt. Durch die Bewegung
des Walzgutes 3 wird auf die Kontaktflächen 17, 18
gesprühtes Zusatzschmiermittel zu den Kontaktzonen
15, 16 transportiert.

[0041] Die Zusatzschmiermittelsprühbalken 29 sind
dabei in einem vorgegebenen Aufbringabstand D bezüg-
lich der Walzrichtung 13 vor dem Walzspalt 11 angeord-
net, um das Zusatzschmiermittel in diesem Aufbringab-
stand D von dem Walzspalt 11 auf das Walzgut 3 aufzu-
tragen. Dadurch wirkt das Zusatzschmiermittel auf die
Kontaktflächen 17, 18 des Walzgutes 3 ein bis es
den Walzspalt 11 erreicht. Während dieser Einwirkzeit
erhöht sich ein Anhaften des Zusatzschmiermittels an
den Kontaktflächen 17, 18. Dadurch verbessert sich
vorteilhaft die Schmierwirkung (das so genannte Plate-
Out) des Zusatzschmiermittels in den Kontaktzonen 15,
16 gegenüber einem Aufbringen des Zusatzschmiermit-
tels auf die Kontaktflächen 17, 18 unmittelbar vor
dem Walzspalt 11.

[0042] Um die auf die Kontaktflächen 17, 18 auf-
zubringenden Zusatzschmiermittelmengen A einzustel-
len, wird für jede Kontaktzone 15, 16 ein Schmierungs-
bedarf in Abhängigkeit von wenigstens einem Prozes-
sparameter des Walzprozesses bestimmt. Als ein Pro-
zessparameter wird dabei eine Walzgutgeschwindigkeit
v des Walzgutes 3 verwendet. Die Walzgutgeschwin-
digkeit v wird dabei beispielsweise von der Zusatzschmier-
steuerung 33 aus ihr zugeführten Messsignalen 35 eines
Bandgeschwindigkeitssensors 37 zur Erfassung einer
Bandgeschwindigkeit des Walzbandes. Optionale weite-
re Prozessparameter für die Bestimmung des Schmie-
rungsbedarfes sind Materialeigenschaften 41 des jewei-
ligen Walzgutes 3, beispielsweise eine Kompressions-
festigkeit und/oder eine Rauheit des Walzgutes 3, die
der Zusatzschmiersteuerung 33 als Materialeigen-
schaftsdaten 41 von einem Produktionssystem 43 zuge-
führt werden.

[0043] Ferner können als Prozessparameter für die
Bestimmung des Schmierungsbedarfes optional Relativ-
geschwindigkeiten zwischen den Kontaktflächen
17, 18 des Walzgutes 3 an festgelegten Bezugsorten und
den Oberflächen der Arbeitswalzen 9, 10 verwendet wer-
den. Diese Relativgeschwindigkeiten können beispiels-
weise aus der Walzgutgeschwindigkeit v an einem Bez-

ugsort 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. Gleich-
ung (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 Kontaktzo-
nen 15, 16 jeweils momentan vorhandenen Kühlschmier-
mittelmengen C und/oder der Schmierstoffanteil des
Kühlschmiermittels erfasst und als Prozessparameter
verwendet werden. Außerdem können zwischen der
Kühlschmiersteuerung 25 und der Zusatzschmier-
steuerung 33 Steuerungsdaten 45 ausgetauscht werden,
um die Einstellungen der Kühlschmiermittelmengen C
und Zusatzschmiermittelmengen A aufeinander abzus-
timmen.

[0044] Das Zusatzschmiermittel wird auf jede Kontak-
toberfläche 17, 18 in Abhängigkeit des für die Kontakt-
zone 15, 16 dieser Kontaktfläche 17, 18 bestimmten
Schmierungsbedarfes aufgebracht, wenn die momentan
in die Kontaktzone 15, 16 eingebrachte Kühlschmiermit-
telmenge 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 Kühlschmier-
mittelmengen C werden dabei entweder konstant gehalten
oder ebenfalls in Abhängigkeit von dem wenigstens
einen Prozessparameter des Walzprozesses und/oder
von den auf die Kontaktflächen 17, 18 aufgetragenen
Zusatzschmiermittelmengen A eingestellt, siehe da-
zu die Beschreibung von Figur 2.

[0045] Figur 2 illustriert ein Verfahren zum Walzen ei-
nes Walzgutes 3 mit einem Walzgerüst 1, einer Kühl-
schmiervorrichtung 5 und einer Zusatzschmiervorrich-
tung 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 Walz-
gutes 3, einer Kühlschmiermittelmenge C, die mit der
Kühlschmiervorrichtung 5 auf eine Arbeitswalze 9, 10
des Walzgerüsts 1 aufgebracht wird, und einer Zusatz-
schmiermittelmenge A, die mit der Zusatzschmiervor-
richtung 7 auf eine in einer Kontaktzone 15, 16 an der
Arbeitswalze 9, 10 anliegenden Kontaktfläche 17,
18 des Walzgutes 3 aufgebracht wird. Die Kühlschmier-
mittelmenge C und die Zusatzschmiermittelmenge A
sind dabei jeweils als pro Zeiteinheit aufgetragenes Vo-
lumen definiert.

[0046] Figur 2 zeigt einen Fall, in dem das Walzgut 3
aus verschiedenen Teilwalzbändern besteht, die mitein-
ander verschweißt werden. Dabei wird zunächst zwi-
schen Zeitpunkten t_0 und t_4 ein erstes Teilwalzband ge-
walzt. Anschließend wird zwischen Zeitpunkten t_4 und t_5
ein erster Übergangsbereich zwischen dem ersten Teil-

walzband 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.

[0047] Die Kühlschmiermittelmenge C und die Zusatzschmiermittelmenge A werden dabei jeweils von der Kühlschmiersteuerung 25 und der Zusatzschmiersteuerung 33 in Abhängigkeit von einem Schmierungsbedarf eingestellt, der für die Kontaktzone 15, 16 in Abhängigkeit von der Walzgeschwindigkeit 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.

[0048] Zwischen den Zeitpunkten t_0 und t_1 wird das erste Teilwalzband mit einer ersten Walzgeschwindigkeit v_1 gewalzt. Zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_2 wird die Walzgeschwindigkeit v auf eine zweite Walzgeschwindigkeit v_2 erhöht. Die zweite Walzgeschwindigkeit 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 Walzgeschwindigkeit v von der ersten Walzgeschwindigkeit v_1 auf die zweite Walzgeschwindigkeit v_2 erhöht den Schmierungsbedarf. Der erhöhte Schmierungsbedarf wird durch eine entsprechende Erhöhung der Kühlschmiermittelmenge C gedeckt.

[0049] Zwischen den Zeitpunkten t_3 und t_4 wird die Walzgeschwindigkeit v von der zweiten Walzgeschwindigkeit v_2 auf eine dritte Walzgeschwindigkeit 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 Walzgeschwindigkeit v_3 gewalzt. Anschließend wird die Walzgeschwindigkeit v zwischen den Zeitpunkten t_5 und t_6 auf eine vierte Walzgeschwindigkeit v_4 erhöht, mit der das zweite Teilwalzband zwischen den Zeitpunkten t_6 und t_7 gewalzt wird.

[0050] 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 Walzgeschwindigkeit 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.

[0051] Zwischen den Zeitpunkten t_7 und t_8 wird die Walzgeschwindigkeit v von der vierten Walzgeschwindigkeit v_4 wieder auf die dritte Walzgeschwindigkeit 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 Walzgeschwindigkeit v_3 gewalzt. Anschließend wird die Walzgeschwindigkeit v zwischen den Zeitpunkten t_9 und t_{10} auf die zweite Walzgeschwindigkeit v_2 erhöht, mit der das dritte Teilwalzband zwischen den Zeitpunkten t_{10} und t_{11} gewalzt wird.

[0052] Entsprechend wird die aufgebrachte Zusatzschmiermittelmenge A zunächst für das Walzen des zweiten Übergangsbereiches verringert, und für das Walzen des dritten Teilwalzbandes mit der zweiten Walzgeschwindigkeit v_2 wird gar kein Zusatzschmiermittel aufgebracht. Gleichzeitig wird die aufgebrachte Kühlschmiermittelmenge C wieder erhöht.

[0053] Zwischen den Zeitpunkten t_{11} und t_{12} wird die Walzgeschwindigkeit v von der zweiten Walzgeschwindigkeit v_2 auf eine fünfte Walzgeschwindigkeit v_5 verringert, mit der das dritte Teilwalzband ab dem Zeitpunkt t_{12} gewalzt wird.

[0054] Das Walzen des dritten Teilwalzbandes mit der fünften Walzgeschwindigkeit 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 Walzgeschwindigkeit 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.

[0055] 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 Walzrichtung 13 vor dem Walzspalt 11 des zugehörigen Walzgerüsts 1 angeordnet sind.

[0056] 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.

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, wobei der Aufbringabstand (D) so bemessen ist, dass sich ein Anhaften des Zusatzschmiermittels an die Kontaktoberfläche (17, 18) erhöht und sich die Schmierwirkung des Zusatzschmiermittels in der Kontaktzone (15, 16) gegenüber einem Aufbringen des Zusatzschmiermittels auf die Kontaktoberfläche (17, 18) unmittelbar vor dem

Walzspalt (11) verbessert,

dadurch gekennzeichnet, dass

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

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 Walzgutgeschwindigkeit (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 als Zusatzschmiermittel ein reiner Schmierstoff verwendet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet, dass als Zusatzschmiermittel eine Schmieremulsion verwendet wird, die einen höheren Schmierstoffanteil als das Kühlschmiermittel hat.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass das Zusatzschmiermittel durch Sprühen auf das Walzgut (3) aufgebracht wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass das Zusatz-

schmiermittel gleichmäßig über eine gesamte Walzgutbreite des Walzgutes (3) auf die Kontaktoberfläche (17, 18) des Walzgutes (3) aufgebracht wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 5
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. 10
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 15
dadurch gekennzeichnet, dass der Schmierungsbedarf der Kontaktzone (15, 16) vor Beginn des Walzprozesses und/oder während des Walzprozesses bestimmt wird. 20
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 25
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. 30
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 35
dadurch gekennzeichnet, dass das Zusatzschmiermittel auf zwei sich gegenüber liegende Kontaktoberflächen (17, 18) des Walzgutes (3) aufgebracht wird. 40
13. Verfahren nach Anspruch 12, 45
dadurch gekennzeichnet, dass auf die beiden Kontaktoberflächen (17, 18) des Walzgutes (3) voneinander verschiedene Zusatzschmiermittelmengen (A) des Zusatzschmiermittels aufgebracht werden.

Claims

1. Method for rolling a rolled material (3), wherein 50
 - the rolled material (3) is guided in a rolling direction (13) through a rolling gap (11) between two worker rollers (9, 10) of a roll stand (1),
 - a cooling lubricant for lubricating the contact zone (15, 16) is introduced into a contact zone (15, 16) in which a contact surface (17, 18) of the rolled material (3) contacts a working roller (9, 10),
 - a lubrication requirement of the contact zone 55

(15, 16) is determined depending on at least one process parameter of the rolling process,

- and, with respect to the rolling direction (13), an additive lubricant is applied to the contact surface (17, 18) of the rolled material (3) ahead of the rolling gap (11) at a predefined application spacing (D) from the rolling gap (11) when a cooling lubricant quantity (C) currently introduced into the contact zone (15, 16) does not cover the lubrication requirement, wherein the application spacing (D) is dimensioned such that an adhesion of the additive lubricant to the contact surface (17, 18) is increased, and the lubricating effect of the additive lubricant in the contact zone (15, 16) is improved as compared to an application of the additive lubricant to the contact surface (17, 18) directly ahead of the rolling gap (11), **characterized in that**

the cooling lubricant quantity (C) introduced into the contact zone (15, 16) is reduced when additive lubricant is applied to the contact surface (17, 18).

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** an additive lubricant quantity (A) applied to the contact surface (17, 18) of the rolled material (3) is set depending on the lubrication requirement determined for the contact zone (15, 16) .

3. Method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** a rolled material speed (v) of the rolled material (3), and/or a compressive strength of the rolled material (3), and/or a roughness of the rolled material (3), and/or a relative speed between the contact surface (17, 18) of the rolled material (3) at a reference location and the surface of the working roller (9, 10), and/or a thickness of the rolled material (3), and/or a viscosity of the cooling lubricant are/is used as process parameters for determining the lubrication requirement.

4. Method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the cooling lubricant quantity (C) introduced into the contact zone (15, 16) is set depending on the at least one process parameter of the rolling process.

5. Method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** a pure lubricant is used as the additive lubricant.

6. Method as claimed in one of Claims 1 to 4, **characterized in that** a lubricant emulsion which has a higher lubricant proportion than the cooling lubricant is used as the additive lubricant.

7. Method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the additive lubricant is ap-

plied to the rolled material (3) by spraying.

8. Method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the additive lubricant is applied to the contact surface (17, 18) of the rolled material (3) uniformly across an entire rolled material width of the rolled material (3) .
9. Method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the additive lubricant is applied to the rolled material (3) by way of an additional lubricating device (7) which is independent of a cooling lubricating device (5) for introducing the cooling lubricant into the contact zone (15, 16) .
10. Method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the lubrication requirement of the contact zone (15, 16) is determined prior to the start of the rolling process and/or during the rolling process.
11. Method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the lubrication requirement of the contact zone (15, 16) is determined depending on at least one process parameter by using a Stribeck diagram for a coefficient of friction of the friction between the contact surface (17, 18) and the working roller (9, 10) in the contact zone (15, 16).
12. Method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the additive lubricant is applied to two mutually opposite contact surfaces (17, 18) of the rolled material (3).
13. Method as claimed in Claim 12, **characterized in that** mutually dissimilar additive lubricant quantities (A) of the additive lubricant are applied to the two contact surfaces (17, 18) of the rolled material (3).

Revendications

1. Procédé de laminage d'une matière à laminier (3), dans lequel
 - la matière à laminier (3) est guidée, dans un sens de laminage (13), à travers une emprise (11) entre deux cylindres de travail (9, 10) d'une cage de laminoir (1),
 - dans une zone de contact (15, 16) dans laquelle une surface de contact (17, 18) de la matière à laminier (3) s'appuie contre un cylindre de travail (9, 10), un lubrifiant de refroidissement est introduit pour la lubrification de la zone de contact (15, 16),
 - un besoin en lubrification de la zone de contact (15, 16) est déterminé en fonction d'au moins un paramètre du processus de laminage,

- et un lubrifiant supplémentaire est appliqué sur la surface de contact (17, 18) de la matière à laminier (3), avant l'emprise (11) par rapport au sens de laminage (13), à une distance d'application (D) prédéfinie de l'emprise (11), lorsqu'une quantité de lubrifiant de refroidissement (C) introduite instantanément dans la zone de contact (15, 16) ne répond pas au besoin en lubrification, la distance d'application (D) étant dimensionnée de sorte qu'une adhérence du lubrifiant supplémentaire à la surface de contact (17, 18) est augmentée et que l'effet de lubrification du lubrifiant supplémentaire dans la zone de contact (15, 16) est amélioré par rapport à une application du lubrifiant supplémentaire sur la zone de contact (17, 18) directement avant l'emprise (11),

caractérisé en ce que

la quantité de lubrifiant de refroidissement (C) introduite dans la zone de contact (15, 16) est réduite lorsque le lubrifiant supplémentaire est appliqué sur la surface de contact (17, 18).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**une quantité de lubrifiant supplémentaire (A) appliquée sur la surface de contact (17, 18) de la matière à laminier (3) est ajustée en fonction du besoin en lubrification déterminé pour la zone de contact (15, 16).
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on utilise, en tant que paramètre de processus pour la détermination du besoin en lubrification, une vitesse (v) de la matière à laminier (3) et/ou une résistance à la compression de la matière à laminier (3) et/ou une rugosité de la matière à laminier (3) et/ou une vitesse relative entre la surface de contact (17, 18) de la matière à laminier (3) en un endroit de référence et la surface du cylindre de travail (9, 10) et/ou une épaisseur de la matière à laminier (3) et/ou une viscosité du lubrifiant de refroidissement.
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la quantité de lubrifiant de refroidissement (C) introduite dans la zone de contact (15, 16) est ajustée en fonction de l'au moins un paramètre du processus de laminage.
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on utilise, en tant que lubrifiant supplémentaire, un lubrifiant pur.
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'on utilise, en tant que lubrifiant supplémentaire, une émulsion lubrifiante qui contient une proportion de lubrifiant plus élevée que le

lubrifiant de refroidissement.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le lubrifiant supplémentaire est appliqué par aspersion sur la matière à laminier (3). 5

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le lubrifiant supplémentaire est appliqué uniformément sur la totalité de la largeur de la matière à laminier (3) sur la surface de contact (17, 18) de la matière à laminier (3). 10

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le lubrifiant supplémentaire est appliqué sur la matière à laminier (3) à l'aide d'un dispositif pour lubrifiant supplémentaire (7) qui est indépendant d'un dispositif pour lubrifiant de refroidissement (5) destiné à l'introduction du lubrifiant de refroidissement dans la zone de contact (15, 16). 15
20

10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le besoin en lubrification de la zone de contact (15, 16) est déterminé avant le début du processus de laminage et/ou pendant le processus de laminage. 25

11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le besoin en lubrification de la zone de contact (15, 16) est déterminé en utilisant un diagramme de Stribeck pour un coefficient de frottement relatif au frottement entre la surface de contact (17, 18) et le cylindre de travail (9, 10) dans la zone de contact (15, 16) en fonction d'au moins un paramètre de processus. 30
35

12. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le lubrifiant supplémentaire est appliqué sur deux surfaces de contact (17, 18) de la matière à laminier (3) opposées l'une à l'autre. 40

13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** des quantités de lubrifiant supplémentaire (A) différentes l'une de l'autre sont appliquées sur les deux surfaces de contact (17, 18) de la matière à laminier (3). 45

50

55

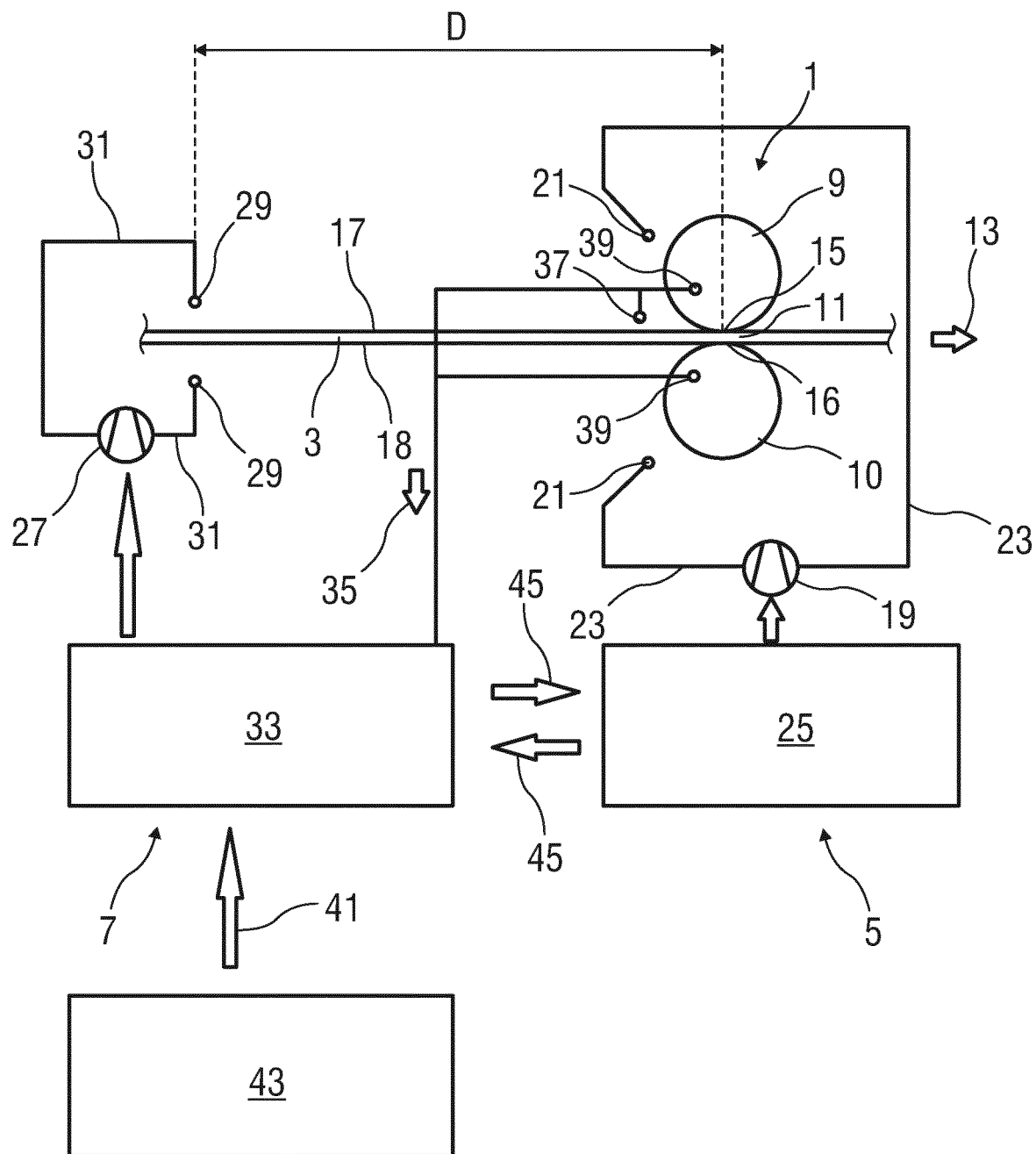


FIG 1

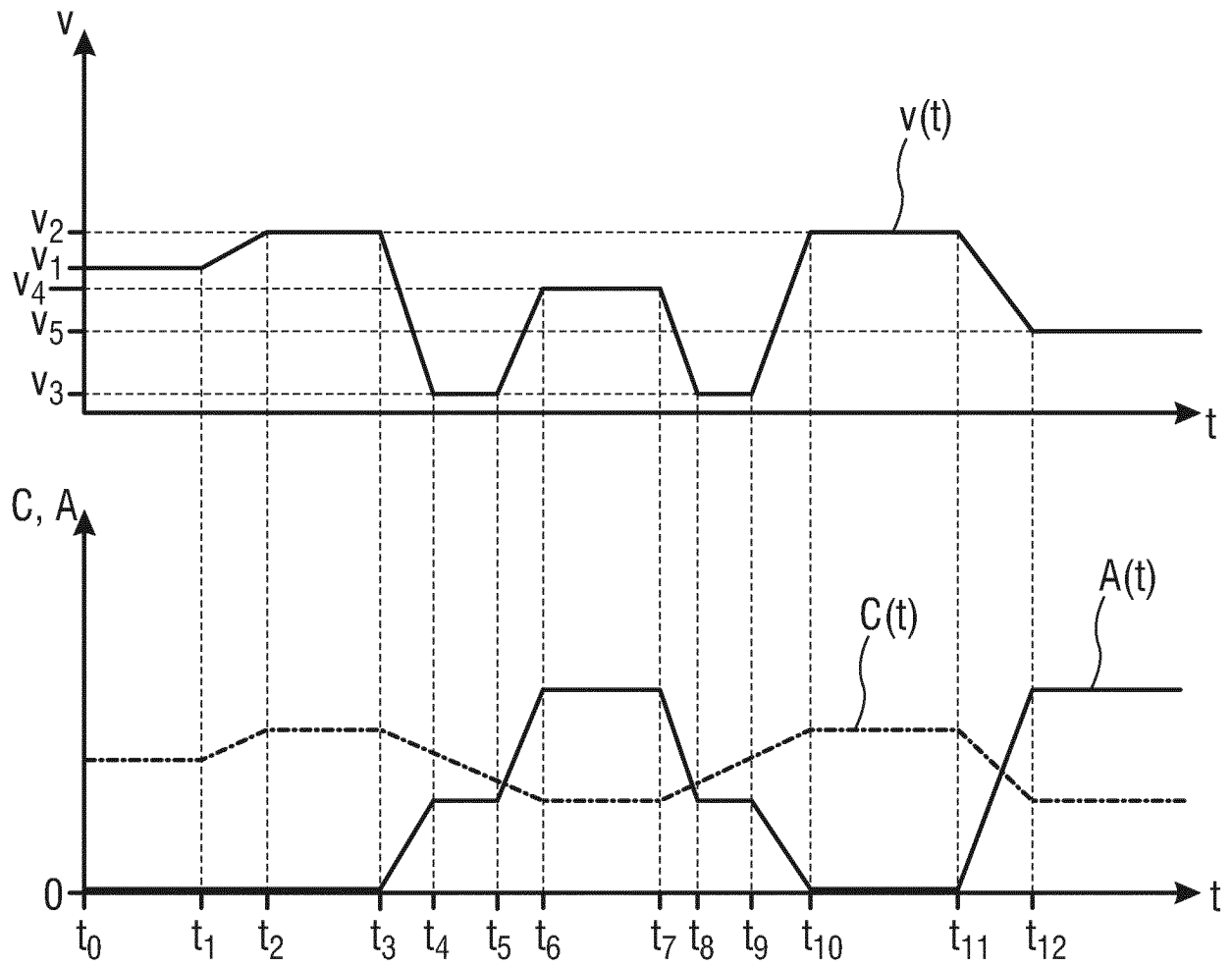


FIG 2

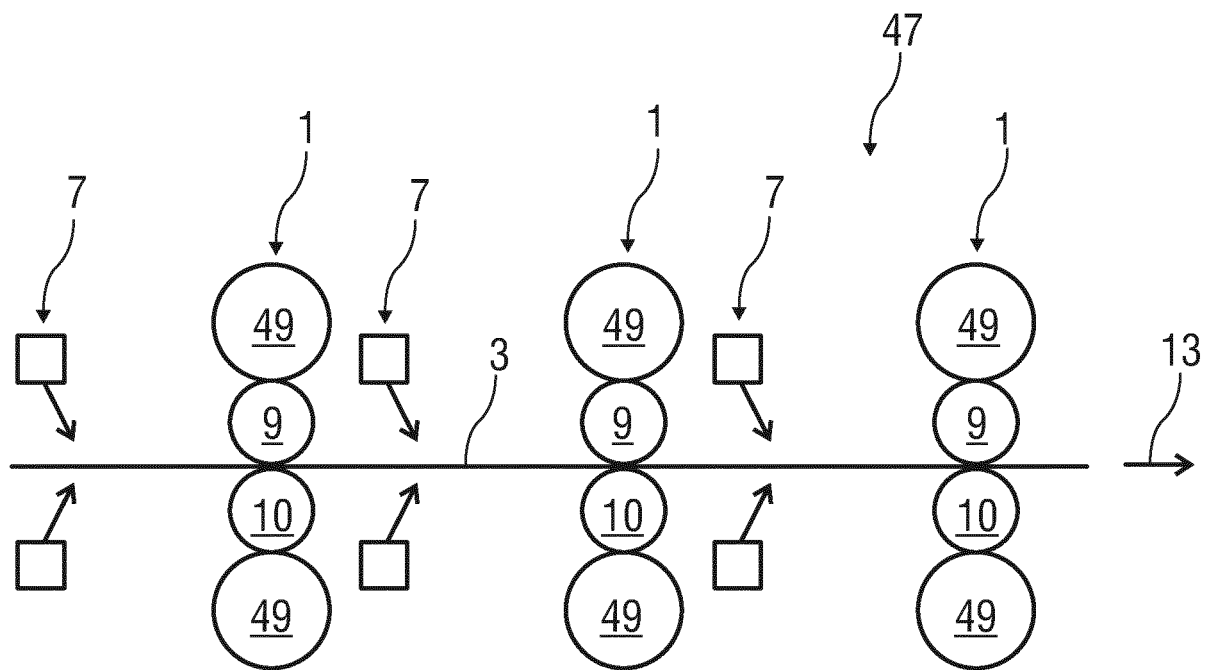


FIG 3

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]**
- JP H01218710 A **[0009]**
- WO 2007025682 A1 **[0010]**

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Handbuch Umformen. Carl Hanser Verlag, 2012, 113 **[0023]**
- **J.B.A.F. SMEULDERS.** Lubrication in the Cold Rolling Process Described by a 3D Stribeck Curve. *AISTech 2013 Proceedings*, 1681-1689 **[0030] [0047]**
- Handbuch Umformen. Carl Hanser Verlag, 2012 **[0043]**