

(19)



(11)

EP 3 448 592 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
23.04.2025 Patentblatt 2025/17

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
22.01.2020 Patentblatt 2020/04

(21) Anmeldenummer: **17723941.5**

(22) Anmeldetag: **28.04.2017**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B21B 37/44 ^(2006.01) **B21B 45/02** ^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B21B 37/44; B21B 27/10; B21B 37/32;
B21B 45/0251

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2017/060193

(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- 2001 321 809 JP-A- H01 218 710
RU-A- 2008 112 666

EP 3 448 592 B2

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

Düsen/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 sogenannte 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 auf-

gebrachte 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 Kon-

taktoberfläche 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 Walz-
gutgeschwindigkeit vor oder hinter dem Walzspalt er-
rechnen, 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 Relativgeschwin-
digkeit zwischen der Kontaktoberfläche des Walzgutes
und der Oberfläche der Arbeitswalze an einem Bezugs-
ort kann somit aus den genannten Größen, die leicht
durch Messungen ermittelt werden können und meist
ohnehin erfasst werden, zumindest näherungsweise be-
stimmt werden.

[0024] Eine Berücksichtigung der genannten Prozess-
parameter bei der Bestimmung des Schmierungsbedar-
fes ermöglicht es daher insbesondere, durch eine den
Prozessparametern angepasste Zusatzschmierung die
benötigte Antriebsleistung für die Arbeitswalzen zu ver-
ringern, Walzgut mit hoher Kompressionsfestigkeit zu
walzen oder aber auch den Gesamtdurchsatz des Walz-
prozesses durch eine Erhöhung der Walzgutgeschwin-
digkeit und/oder eine Verringerung von Walzunterbre-
chungen aufgrund mangelnder Schmierung zu erhöhen.

[0025] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht
vor, dass die in die Kontaktzone eingebrachte Kühl-
schmiermittelmenge in Abhängigkeit von dem wenigst-
ens einen Prozessparameter des Walzprozesses ein-
gestellt wird. Durch eine Einstellung auch der Kühl-
schmiermittelmenge in Abhängigkeit von dem wenigst-
ens einen Prozessparameter kann insbesondere berück-
sichtigt werden, dass die Zusatzschmierung die
Walzspaltreibung verringert, wodurch auch die Erwär-
mung der Arbeitswalzen und damit der Kühlungsbedarf
sinken und somit die eingesetzte Kühlschmiermittelm-
enge entsprechend verringert werden kann.

[0026] Ferner sieht die Erfindung vor, dass als Zusatz-
schmiermittel ein reiner Schmierstoff, beispielsweise ein
Walzöl, verwendet wird. Dadurch hat das Zusatz-
schmiermittel eine höhere Schmierwirkung als das Kühl-
schmiermittel, so dass bereits eine relativ geringe Zu-
satzschmiermittelmenge die Schmierung der Kontakt-
zone deutlich erhöht.

[0027] Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sehen
vor, dass das Zusatzschmiermittel durch Sprühen auf
das Walzgut aufgebracht wird, und/oder dass das Zu-
satzschmiermittel gleichmäßig über eine gesamte Walz-
gutbreite 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 Zusatz-
schmiervorrichtung 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 Kühl-
schmiermittels und des Zusatzschmiermittels vor. Dies
ermöglicht vorteilhaft eine flexible Konfiguration des ge-
samten Kühl- und Schmierkomplexes für ein Walzgerüst
sowie eine einfache Nachrüstbarkeit bestehender An-
lagen, ohne an deren Kühlschmiervorrichtungen zum
Einbringen eines Kühlschmiermittels Änderungen vor-
nehmen zu müssen.

[0029] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht
vor, dass der Schmierungsbedarf der Kontaktzone vor
Beginn des Walzprozesses und/oder während des Walz-
prozesses bestimmt wird. Eine Bestimmung des
Schmierungsbedarfs vor Beginn des Walzprozesses er-
möglicht eine dem wenigstens einen Prozessparameter
angepasste Schmierung der Kontaktzone bereits zu Be-
ginn des Walzprozesses. Eine Bestimmung des
Schmierungsbedarfs während des Walzprozesses er-
möglicht eine Anpassung der Schmierung an während
des Walzprozesses auftretende Änderungen des we-
nigstens einen Prozessparameters, beispielsweise an
Änderungen der Walzgutgeschwindigkeit, Kompres-
sionsfestigkeit 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 Rei-
bungskoeffizienten der Reibung zwischen der Kontakt-
oberfläche und der Arbeitswalze in der Kontaktzone in
Abhängigkeit von wenigstens einem Prozessparameter
bestimmt wird. Derartige Stribeck-Diagramme sind bei-
spielsweise 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 zwi-
schen der Kontaktoberfläche und der Arbeitswalze in der
Kontaktzone ermöglicht vorteilhaft eine quantitative Be-
stimmung des Schmierungsbedarfs in Abhängigkeit von
dem ermittelten Reibungskoeffizienten.

[0031] Insbesondere besteht für ein Walzgerüst eine
starke Abhängigkeit des Reibungskoeffizienten (und da-
mit der benötigten Antriebsleistung für die Arbeitswal-
zen) von der Walzgutgeschwindigkeit und der Relativ-
geschwindigkeit zwischen der Kontaktoberfläche des
Walzgutes und der Oberfläche der Arbeitswalze, die
durch ein dreidimensionales Stribeck-Diagramm für
den Reibungskoeffizienten als Funktion der Walzgutge-
schwindigkeit und dieser Relativgeschwindigkeit be-
schrieben 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 Walz-
gutoberfläche und der Rauigkeit des Walzgutes. Dem
Walzgerüst kann anhand dieser Funktion ein Arbeit-
spunkt zugeordnet werden, der den Reibungskoeffizien-
ten des Walzgerüsts für die jeweiligen Werte der Walz-
gutgeschwindigkeit und der Relativgeschwindigkeit zwi-
schen 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 an-

geordnete 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.

[0040] Die Zusatzschmiervorrichtung 7 umfasst eine Zusatzschmiermittelpumpe 27, jeweils wenigstens einen Zusatzschmiermittelsprühbalken 29 für jede Kontaktoberfläche 17, 18 des Walzgutes 3, Zusatzschmiermittelleitungen 31 und eine Zusatzschmiersteuerung 33. Jeder Zusatzschmiermittelsprühbalken 29 weist Zusatzschmiermitteldüsen zur Ausgabe von Zusatzschmiermittel auf die jeweilige Kontaktoberfläche 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 Kontaktoberflächen 17, 18 gesprüht. Die von den Zusatz-

schmiermittelsprühbalken 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 Kontaktoberflächen 17, 18 gesprühtes Zusatzschmiermittel zu den Kontaktzonen 15, 16 transportiert.

[0041] 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.

[0042] 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.

[0043] 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 Zusatzschmiersteuerung 33 Steuerungsdaten 45 ausgetauscht werden, um die Einstellungen der Kühlschmiermittelmengen C und Zusatzschmiermittelmengen A aufeinander abzustimmen.

[0044] 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.

[0045] 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.

[0046] 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 die-

selbe 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 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 Kontaktoberfläche 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 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.

[0049] 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.

[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 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 Zusatzschmiermittel-

menge 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 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.

[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 Walzgutgeschwindigkeit 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 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.

[0054] 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.

[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 Zusatzschmiervorrichtung

gen 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,
 - 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,
 - und die in die Kontaktzone (15, 16) eingebrachte Kühlschmiermittelmenge (C) reduziert wird, wenn Zusatzschmiermittel auf die Kontaktoberfläche (17, 18) aufgebracht wird,
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- als Zusatzschmiermittel ein reiner Schmierstoff verwendet 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** das Zusatzschmiermittel durch Sprühen auf das Walzgut (3) aufgebracht wird.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zusatzschmiermittel auf zwei sich gegenüber liegende Kontaktoberflächen (17, 18) des Walzgutes (3) aufgebracht wird. 5
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf die beiden Kontaktoberflächen (17, 18) des Walzgutes (3) voneinander verschiedene Zusatzschmiermittelmengen (A) des Zusatzschmiermittels aufgebracht werden. 10 15

Claims

1. Method for rolling a rolled material (3), wherein 20

- the rolled material (3) is guided in a rolling direction (13) through a rolling gap (11) between two working rollers (9, 10) of a roll stand (1), 25
- 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), 30
- a lubrication requirement of the contact zone (15, 16) is determined depending on at least one process parameter of the rolling process, 35
- 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), 40 45
- and 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), 50

characterized in that 55

- a pure lubricant is used as an additive lubricant.

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 according to 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 according to 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 according to one of the preceding claims, **characterized in that** the additive lubricant is applied to the rolled material (3) by spraying.
6. Method according to 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).
7. Method according to 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).
8. Method according to 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.
9. Method according to 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).
10. Method according to 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).

11. Method according to Claim 10,
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).

5

Revendications

1. Procédé de laminage d'une matière à laminier (3),
 dans lequel

10

- 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 la-
 quelle 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,
- 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'appli-
 cation (D) prédéfinie de l'emprise (11), lors-
 qu'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 lubrifica-
 tion 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),
- et 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),
caractérisé en ce que
- l'on utilise, en tant que lubrifiant supplémen-
 taire, un lubrifiant pur.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce qu'une quantité de lubrifiant sup-
 plémentaire (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 précéden-

tes, **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 précéden-
 tes, **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 précéden-
 tes, **caractérisé en ce que** le lubrifiant supplémen-
 taire est appliqué par aspersion sur la matière à
 laminier (3).

6. Procédé selon l'une des revendications précéden-
 tes, **caractérisé en ce que** le lubrifiant supplémen-
 taire 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).

7. Procédé selon l'une des revendications précéden-
 tes, **caractérisé en ce que** le lubrifiant supplémen-
 taire 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 lubri-
 fiant de refroidissement dans la zone de contact (15,
 16).

8. Procédé selon l'une des revendications précéden-
 tes, **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.

9. Procédé selon l'une des revendications précéden-
 tes, **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 coeffi-
 cient de frottement relatif au frottement entre la sur-
 face 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.

10. Procédé selon l'une des revendications précéden-
 tes, **caractérisé en ce que** le lubrifiant supplémen-
 taire est appliqué sur deux surfaces de contact (17,
 18) de la matière à laminier (3) opposées l'une à
 l'autre.

11. Procédé selon la revendication 10, **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).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

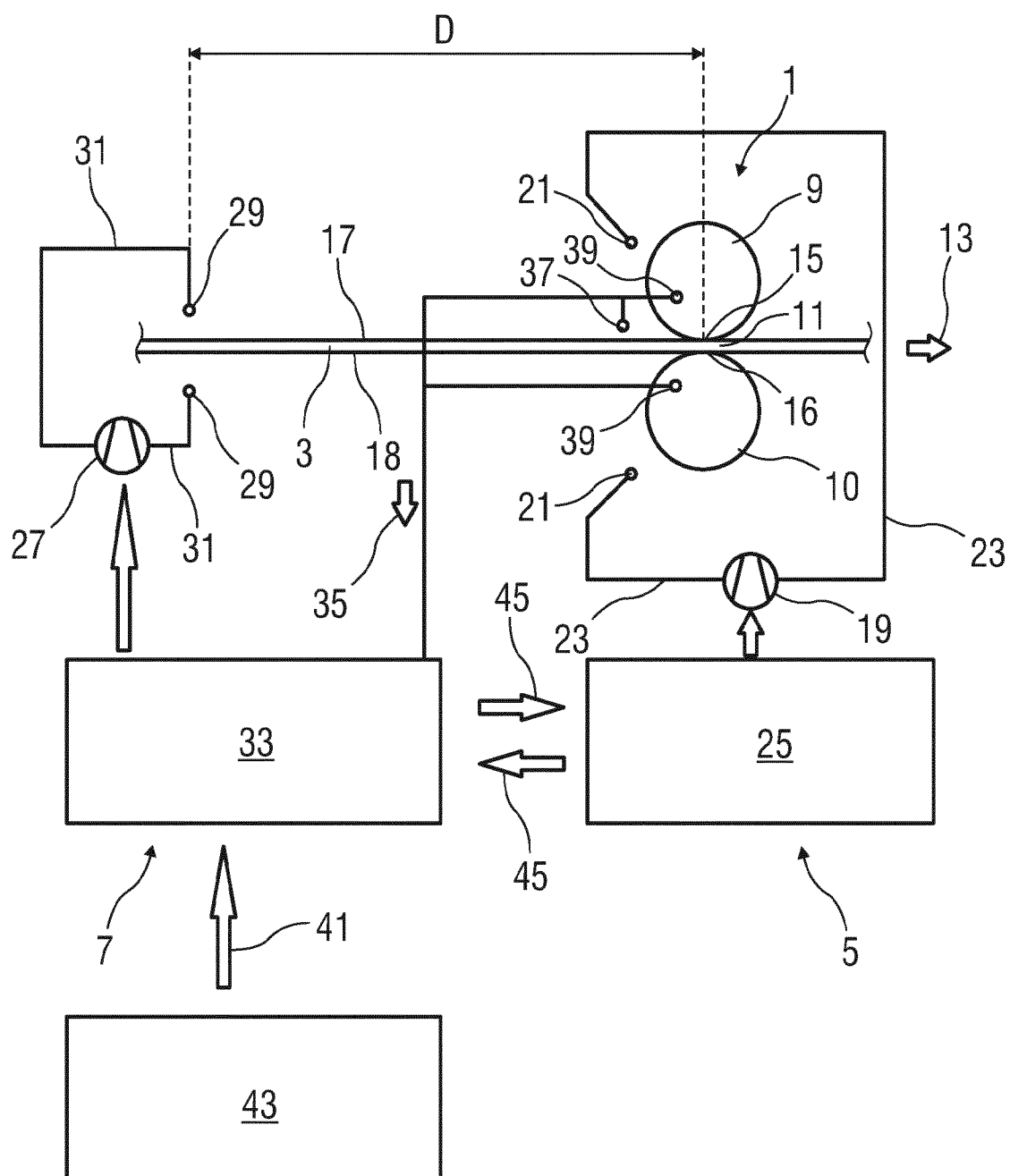


FIG 1

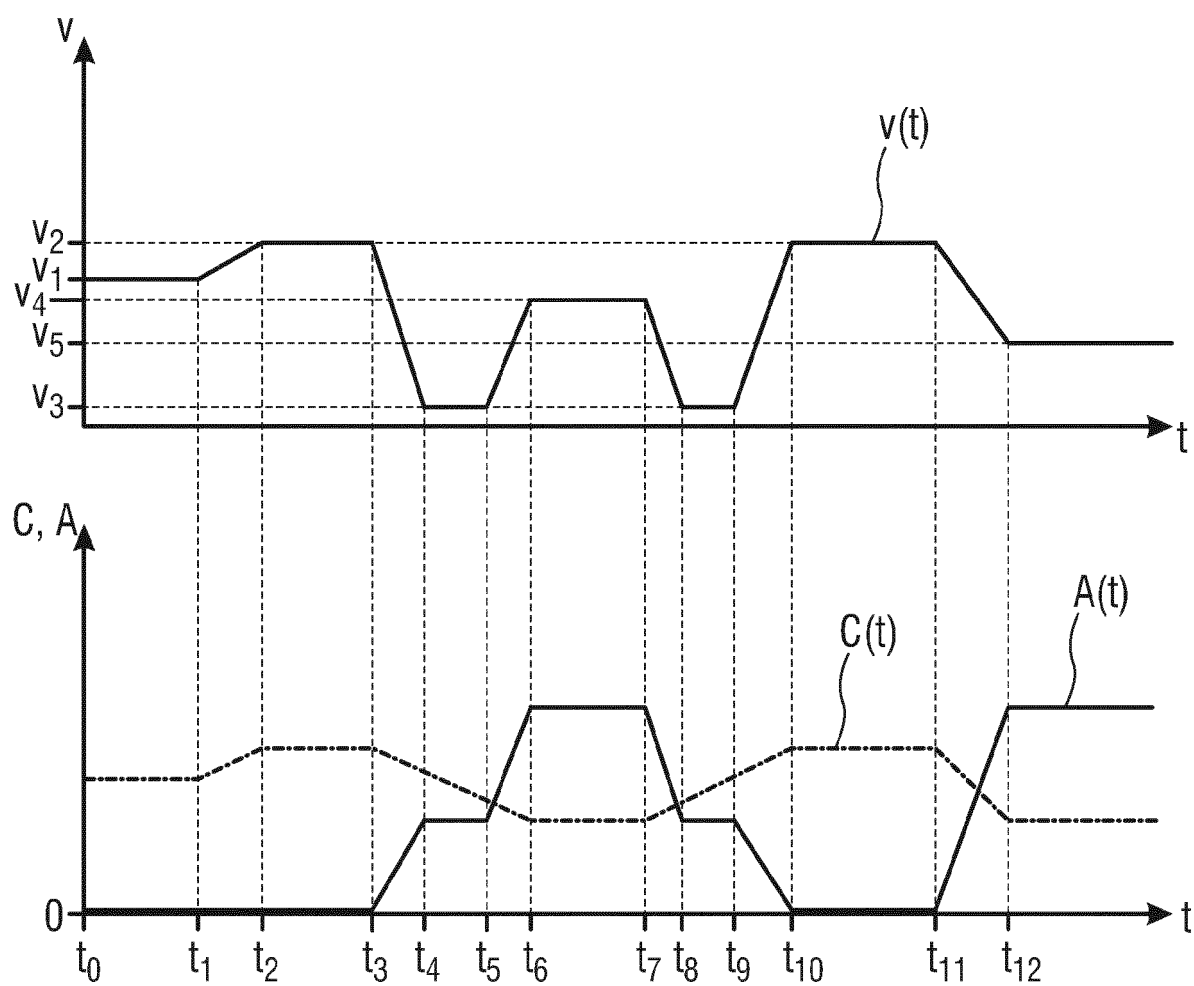


FIG 2

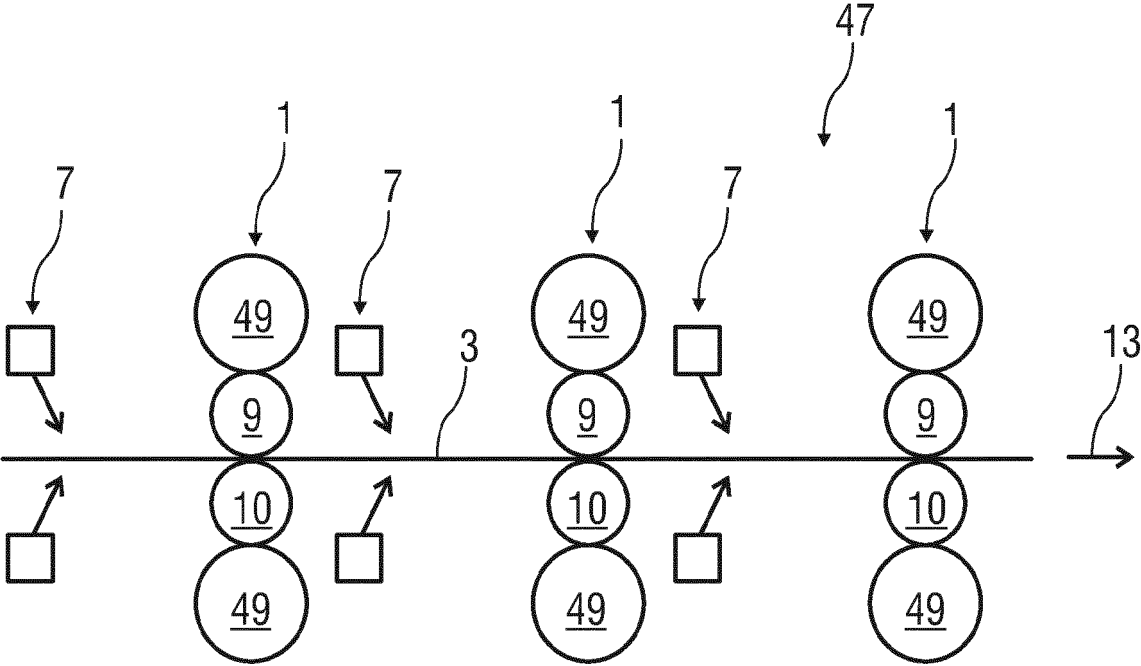


FIG 3

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*, 2013, 1681-1689 [0030] [0047]