(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 328 696 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
23.05.2012 Patentblatt 2012/21

(21) Anmeldenummer: **09780693.9**

(22) Anmeldetag: **16.07.2009**

(51) Int Cl.:
B21B 39/08 *(2006.01)* ***B21D 1/05*** *(2006.01)*
B65H 23/188 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2009/059133

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2010/023030 (04.03.2010 Gazette 2010/09)

(54) **VERFAHREN ZUM AUSSTEUERN UND/ODER AUSREGELN EINER RUTSCHBEWEGUNG EINER ROLLE RELATIV ZU EINEM BAND, STEUER- UND/ODER REGELEINRICHTUNG, MASCHINENLESBARER PROGRAMMCODE, SPEICHERMEDIUM UND INDUSTRIEANLAGE**

METHOD FOR CONTROLLING AND/OR REGULATING A SLIPPING MOTION OF A ROLLER RELATIVE TO A STRIP, CONTROLLER AND/OR REGULATOR, MACHINE-READABLE PROGRAM CODE, STORAGE MEDIUM AND INDUSTRIAL PLANT

PROCÉDÉ POUR COMMANDER ET/OU RÉGLER UN MOUVEMENT DE GLISSEMENT D'UN ROULEAU RELATIVEMENT À UNE BANDE, DISPOSITIF DE COMMANDE ET/OU DE RÉGLAGE, CODE DE PROGRAMME LISIBLE PAR MACHINE, SUPPORT D'ENREGISTREMENT ET INSTALLATION INDUSTRIELLE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **27.08.2008 DE 102008040008**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.06.2011 Patentblatt 2011/23

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
- **SMUKALSKI, Ralf**
  03172 Guben (DE)
- **FELKL, Hans-Joachim**
  91301 Forchheim (DE)
- **TAUTZ, Wilfried**
  91301 Forchheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1-102006 048 421
GB-A- 1 577 125
US-A- 3 459 351
US-A- 3 764 050

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).

EP 2 328 696 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aussteuern und/oder Ausregeln einer Rutschbewegung einer Rolle relativ zu einem Band. Ferner betrifft die Erfindung eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung, einen maschinenlesbaren Programmcode, ein Speichermedium und eine Industrieanlage zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Das Problem einer Rutschbewegung einer Rolle relativ zu einem Band ist z.B. in der US 3764050 behandelt.

[0003] Rollenverbunde, auch Spannrollensatz genannt, wie sie für die Erfindung zum Einsatz kommen, werden bspw. beim Walzen von Metallband, insbesondere beim Kaltwalzen, und bei Behandlungslinien, wie z.B. beim Beschichten, Beizen, Erwärmen oder ähnlichen Prozessen von Metallbändern, eingesetzt. Diese Rollenverbunde werden dazu verwendet, um die Bandspannung für ein zu bearbeitendes Metallband einzustellen. Die Bandspannung beeinflusst bspw. wesentlich den Bearbeitungsprozess, etwa die Dickenabnahme beim Walzen eines Walzguts.

[0004] Jedoch können diese Rollenverbunde ebenfalls in der Textilindustrie bspw. für Textilbänder oder in der Kunststoffindustrie oder sonstigen Branchen, in welchen bandförmiges Gut bearbeitet wird, zum Einsatz kommen und damit auch das im Rahmen dieser Anmeldung offenbarte Verfahren.

[0005] Durch Verschmutzung der Rollenoberflächen der Rollen des Rollenverbunds, durch Überlast oder durch ungünstige Lastverteilungen der Antriebe des Rollenverbunds können bspw. einzelne oder mehrere Rollen dieses Rollenverbunds unter dem Band hindurchrutschen. Es kommt somit zu einer unerwünschten Relativbewegung zwischen der Rollenoberfläche einer oder mehrerer Rollen und dem vom Rollenverbund bzw. von den Rollen des Rollenverbunds geführten Band.

[0006] Im Falle von Bandrutschen bei Metallbänder bearbeitenden Anlagen, etwa einer Walzstraße oder Behandlungslinie, sind die Bediener der Walzstraße und Wartungspersonal erfahrungsgemäß nicht in der Lage, ein Bandrutschen anhand entsprechender Meldungen seitens der Anlage zu erkennen und die dadurch auftretenden Effekte, z.B. rückwärts laufende Anlage, Metallbandrissmeldung oder hohe Überzüge im Metallband, in der Walzstraße zu erklären. Auch optisch vor Ort am Rollenverbund ist für das Personal eine rutschende Rolle nur sehr schwer zu erkennen.

[0007] Das Rutschen des Metallbandes bei dessen Bearbeitung bringt jedoch neben den auftretenden Prozessfehlern beim Walzen weitere Nachteile mit sich. Rutscht etwa ein Metallband unentdeckt für einen längeren Zeitraum über eine Rolle, kann es zu einem Abschleifen der in der Regel vorhandenen Spezialbeschichtung der Rolle kommen. Dadurch wird der Reibungskoeffizient der Rollenmantelfläche reduziert und die auftretenden Probleme im Walzprozess werden noch verstärkt. Ferner muss die beschädigte Rolle - nach Entdeckung - ausgetauscht werden. Dies führt zu zusätzlichen Kosten, da ggf. zum Wechsel der beschädigten Rolle ein Anlagenstillstand erforderlich ist.

[0008] Auch können rutschende Rollen zu starken Qualitätseinbußen beim hergestellten oder behandelten bzw. zu behandelnden Metallband führen. Durch das Rutschen des Metallbandes über eine Rolle, kann bspw. dessen Oberfläche beschädigt werden, was ggf. zu Produktionsausschuss führt.

[0009] All diese Effekte sind für einen wirtschaftlichen Betrieb einer Anlage zum Bearbeiten von Band, insbesondere Metallband, unerwünscht.

[0010] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Rutschen eines Bandes relativ zu einer Rolle in einer Anlage zu erkennen und dieses, insbesondere während des Betriebs der Anlage, zu verringern bzw. zu beheben.

[0011] Die Aufgabe wird gelöst mittels eines Verfahrens zum Aussteuern und/oder Ausregeln einer Rutschbewegung einer Rolle relativ zu einem Band, insbesondere einem zu bearbeitenden Kaltband in einer Metallbearbeitungseinrichtung, welches mit einer einstellbaren Bandgeschwindigkeit durch einen die Rolle und wenigstens eine weitere Rolle aufweisenden Rollenverbund geführt wird, wobei ein Auftreten der Rutschbewegung durch Erfassen wenigstens einer technischen Betriebsgröße der Rolle überwacht wird, und dass bei auftretender Rutschbewegung der Rolle eine Ist-Umfangsgeschwindigkeit der Rolle und/oder mindestens einer der wenigstens einen weiteren Rolle und/oder die Bandgeschwindigkeit derart geändert werden, dass die Ist-Umfangsgeschwindigkeit der rutschenden Rolle und die Bandgeschwindigkeit einander angenähert werden, wobei wenigstens eine der Rollen des Rollenverbunds als führende Rolle zur Vorgabe eines Betriebsparameters und wenigstens eine der Rollen als eine den vorgegebenen Betriebsparameter verwendende folgende Rolle ausgebildet ist, wobei eine Regelung der Umfangsgeschwindigkeit der wenigstens einen führenden Rolle mittels einer PI-Regelung erfolgt, wobei eine Regelung der Umfangsgeschwindigkeit wenigstens einer der folgenden Rollen mittels einer P-Regelung erfolgt, wobei bei auftretender Rutschbewegung einer der Rollen die Regelung wenigstens einer folgenden Rolle von einer P-Regelung auf eine PI-Regelung umgeschaltet wird.

[0012] Durch dieses Verfahren kann ein auftretendes Bandrutschen verringert bzw. beseitigt werden.

[0013] Insbesondere kann zur Überwachung des Auftretens von Bandrutschen ein Verfahren zur Erfassung einer Rutschbewegung einer Rolle relativ zu einem Band, insbesondere Metallband, genutzt werden. Die Überwachung findet vorzugsweise ständig beim Betrieb des Rollenverbunds statt, auch während ggf. erforderlicher Steuereingriffe zum Beheben von ermitteltem Bandrutschen.

[0014] Für eine Überwachung des Auftretens von Bandrutschen wird bspw. wenigstens eine erste Be-

triebsgröße einer ersten Rolle des Rollenverbunds ermittelt. Ferner wird wenigstens eine zweite Betriebsgröße wenigstens einer der weiteren Rollen des Rollenverbunds ermittelt. Auf Grundlage einer ermittelten Abweichung der ersten von der zweiten Betriebsgröße kann eine Rutschbewegung frühzeitig und sicher erkannt werden. Als Betriebsgröße kann vorteilhaft ein Moment des die überwachte Rollen antreibenden Motors und/oder die Umfangsgeschwindigkeit der Rolle verwendet werden.

[0015] Werden insbesondere Master-Slave-Regelkonzepte für die Rollen des Rollenverbunds verwendet, so kann eine Erfassung einer Rutschbewegung bspw. wie folgt durchgeführt werden:

[0016] Für eine Slave-Rolle eines Rollenverbunds wird eine Rutschbewegung relativ zum Metallband bspw. dann erkannt, wenn die Slave-Rolle bei einem motorischen bzw. generatorischen Drehmoment des die Master-Rolle antreibenden Motors für ein vorgebbares Zeitintervall eine Umfangsgeschwindigkeit aufweist, die höher bzw. niedriger ist, als die Umfangsgeschwindigkeit einer Vergleichsrolle, welche ebenfalls von dem Rollenverbund umfasst wird.

[0017] In Form eines konkreten, nicht beschränkenden Beispiels wird eine Slave-Rolle als rutschend angesehen, wenn diese bei motorischem Moment des die Master-Rolle antreibenden Motors eine Umlaufgeschwindigkeit aufweist, welche um mehr als 0,015 m/s für eine Zeitspanne von mehr als zwei Sekunden höher als die Umlaufgeschwindigkeit der Master-Rolle ist, oder bei generatorischem Moment des die Master-Rolle antreibenden Motors eine Umlaufgeschwindigkeit aufweist, die um mehr als 0,015 m/s für eine Zeitspanne von mehr als 2 Sekunden langsamer läuft, als die Umlaufgeschwindigkeit der Master-Rolle.

[0018] Für eine Master-Rolle eines Rollenverbunds wird eine Rutschbewegung relativ zum Metallband bspw. dann erkannt, wenn die Slave-Rollen bei einem motorischen bzw. generatorischen Drehmoment des die Master-Rolle antreibenden Motors für ein vorgebbares Zeitintervall jeweils eine Umlaufgeschwindigkeit aufweisen, die niedriger bzw. höher ist, als die Umlaufgeschwindigkeit der Master-Rolle.

[0019] In Form eines konkreten, nicht beschränkenden Beispiels wird eine Master-Rolle dann als rutschend erkannt, wenn bspw. bei motorischem Drehmoment des die führende Rolle antreibenden Motors, alle folgenden Rollen eine Umlaufgeschwindigkeit aufweisen, die um mehr als 0,015 m/s für eine Zeitspanne von mehr als zwei Sekunden betragsmäßig geringer als die Umlaufgeschwindigkeit der führenden Rolle ist oder bei generatorischem Drehmoment des die führenden Rolle antreibenden Motors die Umfangsgeschwindigkeiten aller folgenden Rollen um mehr als 0,015 m/s für eine Zeitspanne von mehr als 2 Sekunden betragsmäßig höher als die Umlaufgeschwindigkeit der führenden Rolle ist.

[0020] Unter einem motorischen Drehmoment wird ein Drehmoment verstanden, bei welchem der die Rolle antreibende Motor das Band antreibt. Unter einem generatorischen Motor wird ein Drehmoment verstanden, bei welchem das Band den die Rolle antreibenden Motor antreibt.

[0021] Als Master-Rolle wird eine Rolle eines Rollenverbunds bezeichnet, wenn diese im Normalbetrieb, d.h bei nicht auftretendem Bandrutschen im Rollenverbund, die führende Rolle ist, welche insbesondere PI-geregelt ist. Als Slave-Rolle wird eine Rolle eines Rollenverbunds bezeichnet, wenn diese im Normalbetrieb, eine folgende Rolle ist, welche insbesondere P-geregelt ist. In der Regel ist diejenige Rolle die Master-Rolle in einem Rollenverbund, an welcher die größte Zugübersetzung auftritt bzw. an welcher die aufgrund von Zugspannungsänderungen bewirkte größte Kraft im Rollenverbund wirkt.

[0022] Dem Fachmann steht es jedoch frei beliebige andere Verfahren zum Erfassen einer Rutschbewegung einzusetzen und diese für die Überwachung des Auftretens einer Rutschbewegung erfindungsgemäß heranzuziehen.

[0023] Unter Rollenverbunde werden Spannrollensätze verstanden, welche zur gezielten Einstellung einer Bandspannung, insbesondere Zugspannung, eines Bandes ausgebildet sind und welche wenigstens zwei Rollen aufweisen.

[0024] Durch Änderung der Ist-Umfangsgeschwindigkeit der Rolle und/oder mindestens einer der wenigstens einen weiteren Rolle und/oder die Bandgeschwindigkeit wird erreicht, dass sich die Relativgeschwindigkeit von Band und Umfang der Rolle einander annähern. Durch Verringerung der Relativgeschwindigkeit wird die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass die als rutschend erkannte Rolle das Band wieder greift und somit das Rutschen behoben, jedoch zumindest verringert, wird. Dieser Eingriff erfolgt während des Betriebs der Anlage. Ein Abschalten der Anlage kann dadurch vermieden werden.

[0025] Dieses Verfahren hat insbesondere den Vorteil, dass es während des Betriebs der Anlage automatisiert, d.h. ohne Eingriff von Bedienpersonal, ausgeführt werden kann, wodurch einerseits Ressourcen eingespart werden, die Betriebssicherheit der Anlage durch schnelles Eingreifen erhöht wird und der Betrieb der Anlage als solche, z.B. Hinblick auf Durchsatz, verbessert wird. Ein Abschalten der Anlage zur Behebung des Bandrutschens ist nicht erforderlich.

[0026] Häufig werden folgende Rollen, d.h. Slave-Rollen, im P-Regelbetrieb betrieben, wobei diese einen I-Anteil vom PI-Regler der führenden Rolle, d.h. Master-Rolle, übernehmen. In diesem Falle wäre der Betriebsparameter somit der I-Anteil des PI-Reglers der führenden Rolle. Unter Betriebsparameter können alle Steuer/Regelparameter verstanden werden, welche den Betrieb einer Rolle beeinflussen. Bspw. können dies Regelanteile sein, etwa ein I-Anteil einer PI-geregelten Umfanggeschwindigkeit einer führenden Rolle, welcher für eine P-Regelung der Umfangsgeschwindigkeit einer folgenden Rolle herangezogen wird. Auch kommen als Betriebsparameter Betriebsgrößen, wie etwa Umlaufgeschwindigkeit, Moment, Drehzahl, usw. in Betracht ge-

zogen werden. Darüber hinaus stehen dem Fachmann weitere Betriebsparameter in Form diverser Soll-und Ist-Werte zur Verfügung.

[0027] Die führende Rolle und die folgende Rolle stehen hierbei untereinander in einer Wechselwirkung, wobei Betriebsparameter der führenden Rolle Einfluss auf die Betriebsparameter der folgenden Rolle nehmen. Durch die Änderung der Regelung für eine bestimmte Rolle von P-Regelbetrieb auf PI-Regelbetrieb wird erreicht, dass insbesondere die Regeltotzeit für diese Rolle verringert wird. Dadurch kann besonders schnell nach erkanntem Auftreten von Bandrutschen auf die Situation reagiert werden. Insbesondere wird dadurch die Ist-Umfangsgeschwindigkeit mindestens einer der wenigstens einen folgenden Rolle angepasst, so dass das Rutschen einer der Rollen im Rollenverbund behoben wird. Insbesondere können durch die Änderung von P-Regelbetrieb auf PI-Regelbetrieb, bspw. durch Umstellung eines der bestimmten Rolle zugeordneten Umfangsgeschwindigkeitsreglers, signifikante Einbußen im Durchsatz der Anlage vermieden werden, da die Bandgeschwindigkeit im Rollenverbund vorzugsweise beibehalten werden kann. P-Regler und PI-Regler sind aus der Regelungstechnik hinreichend bekannt und werden an dieser Stelle nicht weiter erläutert.

[0028] Vorteilhaft ist es, dass bei auftretender Rutschbewegung mindestens einer der wenigstens einen folgenden Rolle die Regelung der wenigstens einen folgenden Rolle von einer P-Regelung auf eine PI-Regelung umgeschaltet bzw. geändert wird. Dadurch wird bewirkt, dass die rutschende(n) folgende(n) Rolle(n), d.h. Slave-Rolle (n,) wieder der Bandgeschwindigkeit folgt bzw. folgen. Solange die Master-Rolle das Band greift, tritt kein bzw. ein vernachlässigbarer Poliereffekt an wenigstens einen rutschenden folgenden Rolle, d.h. Slave-Rolle, auf.

[0029] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird bei auftretender Rutschbewegung der führenden Rolle die Regelung aller folgenden Rollen von einer P-Regelung auf eine PI-Regelung geändert bzw. umgeschaltet. In anderen Worten bedeutet dies, dass vorzugsweise alle im Normalbetrieb, d.h. einem für alle Rollen des Rollenverbunds rutschfreien Betrieb, als Slave-Rollen betriebenen Rollen des Rollenverbunds bei rutschender Master-Rolle als Master-Rollen betrieben werden. Dadurch kann sichergestellt werden, dass bei rutschender führender Rolle kein Anlagenstopp erforderlich ist, um die vorliegende Rutschbewegung zu beheben. Das Umschalten des Regelbetriebs erfolgt vorzugsweise in einem Zeitraum nach Eintritt der Rutschbewegung, in welchem die folgenden Rollen noch festen Bandkontakt haben, d.h. ein Moment der die folgenden Rollen antreibenden Motoren einen vorgebbaren Schwellwert noch nicht unterschritten hat, so dass der Bandzug des geführten Bandes erhalten bleibt.

[0030] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung erfolgt ein Zurückschalten der Regelung von einer PI-Regelung auf eine P-Regelung mindestens einer der wenigstens einen folgenden Rolle in Abhängigkeit von einem Maß für einen Momentenbetrag des diese Rolle antreibenden Motors und/oder in Abhängigkeit von der Soll-Umfangsgeschwindigkeit der führenden Rolle und/oder in Abhängigkeit von der Bandgeschwindigkeit. Ein Zurückschalten des Reglers erfolgt dann, wenn die als rutschend erkannte Rolle das Band wieder greift. Dann wird der Regler der jeweiligen Rolle wieder von einem PI-Regelbetrieb in einen P-Regelbetrieb umgeschaltet. Als Kriterium, unter welchen Umständen eine derartige Umschaltung bzw. ein Zurückschalten des Regelbetriebs des Reglers erfolgt, kann bspw. ein Schwellwert für einen Betrag eines durch den die als rutschend erkannte Rolle antreibenden Motor erreichten relativen Ist-Motormoments genutzt werden. Dieses bestimmt sich aus dem erforderlichen Moment für die Rolle, an welcher eine bestimmte Kraft aufgrund des Abfalls der Zugspannung über der Rolle angreift. Ggf. ist hier zusätzlich ein Getriebefaktor zu berücksichtigen. Dieses erforderliche Moment wird in Bezug gesetzt, bspw. in Form eines Quotienten, mit einem Normierungsmoment, welches bspw. das an der Motorwelle maximal zulässige Drehmoment ist. Daraus wird das relative Soll-Moment des Motors gebildet. Überschreitet das relative Ist-Moment einen bestimmten Teilbetrag des relativen Soll-Moments, etwa 50 Prozent, so wird die Rolle wieder als greifend erkannt und es erfolgt ein Zurückschalten des Reglers von PI-Regelbetrieb in den P-Regelbetrieb.

[0031] Alternativ kann eine Grenz-Soll-Umlaufgeschwindigkeit der führenden Rolle, d.h. Master-Rolle, und/oder eine Grenz-Bandgeschwindigkeit vorgesehen werden, bei deren Unterschreiten ein Umschalten bzw. Zurückschalten des Reglers erfolgt. Bei niedriger Bandgeschwindigkeit und somit auch bei niedriger Soll-Umlaufgeschwindigkeit der Master-Rolle bzw. führenden Rolle und damit auch bei niedriger Soll-Umlaufgeschwindigkeit der wenigstens einen Slave-Rolle bzw. folgenden Rolle ist die Wahrscheinlichkeit eines Auftretens von Bandrutschen signifikant verringert, so dass in der Regel kein Bedarf vorhanden ist, den Regelbetrieb des Reglers von einem P-Regelbetrieb in einem PI-Regelbetrieb zu ändern und damit auch kein Bedarf von einem PI-Regelbetrieb in einen P-Regelbetrieb zu ändern. Dies hat jedoch den Nachteil, dass der Durchsatz durch die Band bearbeitende Anlage aufgrund der verringerten Bandgeschwindigkeit verringert wird.

[0032] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird bei einem Umschalten und/oder Zurückschalten der Regelung ein Moment des die Rolle antreibenden Motors im Wesentlichen sprungfrei geändert. Dadurch wird erreicht, dass die Umlaufgeschwindigkeit der aus dem rutschenden Zustand in den greifenden Zustand überführten Rolle nicht abrupt geändert wird. Eine abrupte Änderung der Umlaufgeschwindigkeit der Rolle kann dazu führen, dass erneut ein dadurch verursachtes Bandrutschen auftritt. Dies wird vermieden, indem ein Moment des die Rolle antreibenden Motors im Wesentlichen sprungfrei geändert wird.

[0033] Die Aufgabe wird ebenfalls gelöst durch eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung für einen Rollenverbund einer Anlage zum Bearbeiten von Metallband, insbesondere Kaltwalzwerk und/oder Behandlungslinie, mit einem maschinenlesbaren Programmcode, welcher Steuerbefehle aufweist, die bei deren Ausführung die Steuer- und/oder Regeleinrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 veranlassen.

[0034] Die Aufgabe wird ebenfalls gelöst durch maschinenlesbaren Programmcode für eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung für einen Rollenverbund einer Anlage zum Bearbeiten von Metallband, insbesondere Kaltwalzwerk und/oder einer Behandlungslinie, wobei der Programmcode Steuerbefehle aufweist, die die Steuer- und/oder Regeleinrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 veranlassen.

[0035] Ferner wird die Aufgabe gelöst durch ein Speichermedium mit einem darauf gespeicherten maschinenlesbaren Programmcode gemäß Anspruch 8.

[0036] Schließlich wird die Aufgabe gelöst durch eine Industrieanlage, insbesondere Kaltwalzwerk und/oder Behandlungslinie, zum Bearbeiten von Band, insbesondere Metallband, mit wenigstens einem wenigstens zwei Rollen umfassenden Rollenverbund zur Einstellung einer Bandspannung des Metallbands und mit einer Steuer- und/oder Regeleinrichtung nach Anspruch 7, welche mit wenigstens einer Einrichtung zum Betrieb der Rollen wirkverbunden ist.

[0037] Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Ausführungsbeispielen, welche anhand der nachfolgenden schematischen Zeichnungen nachfolgend genauer erläutert werden. Es zeigen:

FIG 1 eine schematische Darstellung eines Ausschnitts einer Industrieanlage umfassend einen Rollenverbund,

FIG 2 ein schematisches Ablaufdiagramm zur Darstellung eines beispielhaften Ablaufs des erfindungsgemäßen Verfahrens,

FIG 3 ein schematisches Ablaufdiagramm zur Darstellung einer alternativen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0038] Die in FIG 1 dargestellte Industrieanlage ist als Behandlungslinie 1 zur Behandlung von metallischen Bändern B, insbesondere Kaltband, ausgebildet. Die Behandlungslinie 1 kann mehrere Bereiche zum Bearbeiten des Metallbandes B umfassen, beispielsweise einen Walzbereich, einen Bereich zur Beschichtung des Metallbands, einen Bereich zum Reinigen des Metallbands, einen Bereich zur thermischen Konditionierung des Kaltbands, und weitere. Diese sind in FIG 1 nicht dargestellt.

[0039] Insbesondere weist die Behandlungslinie 1 wenigstens einen Rollenverbund 2 auf. Der Rollenverbund 2 umfasst im Ausführungsbeispiel vier Rollen 3, welche das Kaltband führen. Der Rollenverbund 2 dient zur Einstellung der Bandspannung des Metallbands B in der Behandlungslinie 1. Insbesondere ist der Rollenverbund 2 zwischen Bereichen der Behandlungslinie 1 angeordnet, in welchen unterschiedliche Bandspannungen zum Zwecke des Bearbeitens des Metallbands B einzustellen sind.

[0040] Es können auch Rollenverbunde mit mehr oder weniger Rollen als vier in einer Industrieanlage, insbesondere für die oben erwähnte Behandlungslinie 1, verwendet werden. Ein Rollenverbund weist jedoch wenigstens zwei Rollen auf.

[0041] Der Rollenverbund 2 umfasst im Ausführungsbeispiel eine führende Rolle 3-1, welche einer vorgebbaren Soll-Umfangsgeschwindigkeit folgt. Ferner umfasst der Rollenverbund 2 drei folgende Rollen 3-2. Die folgenden Rollen 3-2 und die führende Rolle 3-1 weisen dieselbe Soll-Umfangsgeschwindigkeit auf. Jedoch werden die folgenden Rollen 3-2 mit einer P-Regelung betrieben, während die führende Rolle 3-1 mit einer PI-Regelung betrieben wird. Es müssen nicht alle Rollen 3-1 bzw. 3-2 ständig angetrieben sein, jedoch zumindest die führende Rolle 3-1.

[0042] In der Regel ist diejenige Rolle die führende Rolle 3-1, bei welcher die größte absolute Zugübersetzung innerhalb des Rollenverbunds 2 auftritt. Unter absoluter Zugübersetzung wird der Quotient aus höherer an der Rolle anliegender Ist- bzw. Soll-Zugspannung und niedrigerer an der Rolle anliegender Ist- bzw. Soll-Zugspannung verstanden. Ggf. kann die Master-Funktion einer Rolle während eines rutschfreien Normalbetriebs von einer ersten Rolle zu einer weiteren Rolle gewechselt werden.

[0043] In einem Rollenverbund 2 für eine Industrieanlage 1 ist vorzugweise somit wenigstens eine Rolle 3 des Rollenverbunds 2 als führende Rolle 3-1 ausgebildet.

[0044] Den jeweiligen Rollen 3 des Rollenverbunds 2 sind jeweils Antriebe 4 zugeordnet, welche die jeweilige Rolle 3 antreiben. Die jeweilige Antriebseinheit 4 umfasst zumindest einen Motor, sowie gegebenenfalls ein Getriebe zur Übertragung mechanischer Energie auf die jeweilige Rolle 3 des Rollenverbundes 2. Insbesondere wird mit den Antriebseinheiten 4 die Umfangsgeschwindigkeit der Rollen 3 eingestellt.

[0045] Die Antriebseinheiten 4 sowie gegebenenfalls die von den Antriebseinheiten 4 angetriebenen Rollen 3 sind jeweils mit einer Steuer- und/oder Regeleinrichtung 5 ansteuerbar wirkverbunden.

[0046] Durch Hinterlegung eines maschinenlesbaren Programmcodes 7, welcher mittels eins Speichermediums 6, auf welchem dieser maschinenlesbare Programmcode 7 gespeichert ist, der Steuer-und/oder Regeleinrichtung 5 zugeführt wird, wird die Steuer-und/oder Regeleinrichtung 5 derart ausgebildet, dass diese bei Ausführung des hinterlegten Programmcodes 7 die Durchführung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens veranlassen kann. Vorzugsweise wird der Programmcode 7 auf der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 5 speicherprogrammiert hinterlegt.

[0047] Der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 5 wer-

den Betriebsgrößen der Rollen 3 des Rollenverbundes 2 zugeführt, anhand welcher die Steuer- und/oder Regeleinrichtung 5 ein Auftreten von Bandrutschen im Rollenverbund 2 für eine jeweilige Rolle 3 überwacht. Tritt Bandrutschen für eine Rolle 3 auf, so wird durch Ausführen des in der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 5 hinterlegten Programmcodes 7 das Bandrutschen für die jeweilig als rutschend erkannte Rolle 3 verringert bzw. behoben.

[0048] FIG 2 zeigt ein schematisches, beispielhaftes Ablaufdiagramm zur Durchführung eines Verfahrens zum Aussteuern und/oder Ausregeln einer Rutschbewegung einer Rolle, welches in Form eines maschinenlesbaren Programmcodes beispielhaft auf der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 5 der FIG 1 hinterlegt sein kann.

[0049] Das Ablaufdiagramm in FIG 2 geht davon aus, dass beim Start des Verfahrens das Band bereits in den Rollenverbund eingefädelt ist.

[0050] In einem ersten Verfahrensschritt 20 wird das Band durch den Rollenverbund geführt, wie dies üblicherweise bei Betrieb einer Behandlungslinie 1 aus FIG 1 der Fall ist.

[0051] In einem Verfahrensschritt 21 erfolgt eine kontinuierliche Überwachung der Rollen des Rollenverbundes auf einer Rutschbewegung. Die Überwachung findet vorzugsweise permanent statt, solange der Rollenverbund betrieben wird. Zum Zweck der Überwachung des Auftretens von Rutschbewegungen werden Betriebsgrößen der Rollen, vorzugweise aller Rollen, beispielsweise deren Umfangsgeschwindigkeit und/oder deren Ist-Drehmomente einer Steuer- und/oder Regeleinrichtung zugeführt. Ferner kann ebenfalls die Bandgeschwindigkeit des Metallbandes erfasst werden und der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 5 zugeführt werden.

[0052] Durch die entsprechende Verarbeitung derartiger Betriebsgrößen der Rollen des Rollenverbunds kann eine Rutschbewegung einer Rolle relativ zum Band des Rollenverbunds zuverlässig erkannt werden.

[0053] So wird etwa für eine folgende Rolle eines Rollenverbunds eine Rutschbewegung relativ zum Metallband bspw. dann erkannt, wenn die Rolle bei einem motorischen bzw. generatorischen Drehmoment des die führende Rolle antreibenden Motors für ein vorgebbares Zeitintervall eine Umfangsgeschwindigkeit aufweist, die höher bzw. niedriger ist, als die Umfangsgeschwindigkeit einer Vergleichsrolle, welche ebenfalls von dem Rollenverbund umfasst wird.

[0054] Eine folgende Rolle 3-2 aus FIG 1 wird bspw. als rutschend angesehen, wenn diese bei motorischem Moment des die folgende Rolle antreibenden Motors eine Umlaufgeschwindigkeit aufweist, welche um mehr als 0,015 m/s für eine Zeitspanne von mehr als zwei Sekunden höher als die Umlaufgeschwindigkeit der führenden Rolle ist, oder bei generatorischem Moment des die führende Rolle antreibenden Motors eine Umlaufgeschwindigkeit aufweist, die um mehr als 0,015 m/s für eine Zeitspanne von mehr als 2 Sekunden langsamer läuft, als die Umlaufgeschwindigkeit der führenden Rolle.

[0055] Bspw. wird die führende Rolle 3-1 aus FIG 1 als rutschend erkannt, wenn bspw. bei motorischem Drehmoment des die führende Rolle antreibenden Motors, alle folgenden Rollen eine Umlaufgeschwindigkeit aufweisen, die um mehr als 0,015 m/s für eine Zeitspanne von mehr als zwei Sekunden betragsmäßig geringer als die Umlaufgeschwindigkeit der führenden Rolle ist oder bei generatorischem Drehmoment des die führenden Rolle antreibenden Motors die Umfangsgeschwindigkeiten aller folgenden Rollen um mehr als 0,015 m/s für eine Zeitspanne von mehr als 2 Sekunden betragsmäßig höher als die Umlaufgeschwindigkeit der führenden Rolle sind.

[0056] Unter einem motorischen Drehmoment wird ein Drehmoment verstanden, bei welchem der die Rolle antreibende Motor das Band antreibt. Unter einem generatorischen Motor wird ein Drehmoment verstanden, bei welchem das Band den die Rolle antreibenden Motor antreibt.

[0057] Tritt eine Relativbewegung des Bandes zu einem Umfang einer Rolle des Rollenverbundes auf, so wird gemäß FIG 2 in einem Verfahrensschritt 22 abgefragt, ob die Rutschbewegung bei einer führenden Rolle vorliegt.

[0058] Unter einer führenden Rolle wird im Rahmen dieses Ausführungsbeispiels eine Rolle verstanden, deren Umfangsgeschwindigkeitsregelung mittels einer PI-Regelung erfolgt und deren Soll-Umfangsgeschwindigkeit beliebig vorgebbar ist. Häufig wird eine derartige führende Rolle auch als Master-Rolle bzw. Speedmaster bezeichnet.

[0059] Unabhängig davon ob eine führende Rolle als rutschend erkannt wird, wird gemäß FIG 2 in einem Verfahrensschritt 23 abgefragt, ob gegebenenfalls zusätzlich eine folgende Rolle des Rollenverbundes rutscht.

[0060] Unter folgender Rolle wird im Rahmen dieses Ausführungsbeispiels eine Rolle verstanden, deren Umlaufgeschwindigkeitsregelung im Normalbetrieb, d.h. in einem das Metallband greifenden Betriebszustand, über eine P-Regelung erfolgt, wobei ein I-Anteil des PI-Reglers der führenden Rolle für den P-Regler der folgenden Rolle übernommen wird. Dieser für die folgende Rolle übernommene I-Anteil kann ggf. mit einem Wichtungsfaktor beaufschlagt werden. Die Soll-Umfangsgeschwindigkeit einer folgenden Rolle und die Soll-Umfangsgeschwindigkeit der führenden Rolle sind in der Regel identisch.

[0061] Tritt weder ein Rutschen der führenden noch der folgenden Rolle auf, so wird die Überwachung des Auftretens von Bandrutschen fortgesetzt. Ein Eingreifen in den Betrieb wenigstens einer Rolle aufgrund einer Rutschbewegung ist nicht erforderlich.

[0062] Wird die führende Rolle im Verfahrensschritt 22 als rutschend erkannt, erfolgt in einem Verfahrensschritt 25 ein Umschalten des Regelbetriebs des Umfangsgeschwindigkeitsreglers aller folgenden Rollen von einem P-Regelbetrieb auf einen PI-Regelbetrieb. Dadurch wird eine möglichst schnelle Anpassung der Umfangsge-

schwindigkeiten der folgenden Rollen an die Bandgeschwindigkeit sichergestellt, wodurch in der Folge ein Abschalten der Anlage, hier etwa einer Behandlungslinie, bei rutschender führender Rolle vermieden werden kann. Ein Kontrollverlust über die Bandspannung des Bandes kann ebenfalls vermieden werden.

[0063] In einem Verfahrensschritt 26 werden zur Überwachung des Bandrutschens der führenden Rolle erneut entsprechende Betriebsgrößen von dieser erfasst. Aus diesen wird ermittelt, ob weiterhin, d.h. nach Änderung des Regelbetriebs von P-Regelung auf PI-Regelung, für alle folgenden Rollen, weiterhin ein Rutschen vorliegt.

[0064] In einem Verfahrensschritt 27 wird abgefragt, ob das Rutschen der führenden Rolle behoben ist. Ist dies nicht der Fall, so wird der entsprechende PI-Regelbetrieb für alle folgenden Rollen beibehalten. Diese vorgenommenen Änderungen werden solange beibehalten, bis das Rutschen der führenden Rolle behoben ist.

[0065] Erfolgt im Verfahrensschritt 27 eine Abfrage mit dem Ergebnis, dass das Rutschen der führenden Rolle behoben ist, so wird im Verfahrensschritt 30 der Regelbetrieb für alle folgenden Rollen von einem PI-Regelbetrieb in einen P-Regelbetrieb zurückgeschaltet.

[0066] Das Zurückschalten des Betriebs eines Umfangsgeschwindigkeitsreglers von einem PI-Regelbetrieb in einen P-Regelbetrieb für die erfolgt im Ausführungsbeispiel in Abhängigkeit von einem Maß für einen Momentenbetrag des die führenden Rolle antreibenden Motors.

[0067] Dazu ist bspw. ein Momentengrenzwert vorgegeben, welcher durch den die Rolle antreibenden Motor erreicht oder überschritten werden muss, damit die Rolle wieder als greifend und damit als nicht mehr rutschend erkannt wird. Dies ist bspw. bei 50% des relativen Motormoments der Fall. Das relative Motormoment wird bspw. gebildet aus dem Soll-Moment, gebildet aus der an einer Rolle anliegenden Kraft und dem Radius der Rolle, sowie ggf. einem Getriebefaktor, und dem maximal zulässigen Drehmoment der Motorwelle. Es kann hierzu auch ein variierter Prozentsatz herangenommen werden, sofern dieser im Hinblick auf die jeweilige Anlage geeignet erscheint.

[0068] Es ist nicht zwangsläufig die Verwendung des hier geschilderten relativen Motormoments erforderlich. Alternativ kann auch ein anderes Maß für ein zu überschreitenden bzw. ggf. zu unterschreitenden Grenzmoment genutzt werden, anhand dessen eine Rolle als rutschend oder greifend erkannt wird.

[0069] Ebenfalls kann das Vorliegen einer Rutschbewegung dann erkannt bzw. als behoben gelten, wenn bspw. die Abweichung einer Bandgeschwindigkeit von einer Ist-Umfangsgeschwindigkeit einer Rolle einen definierbaren, ggf. aus Versuchen anlagenspezifisch ermittelbaren Grenzwert überschreitet bzw. unterschreitet.

[0070] Das Zurückschalten des Regelbetriebs des Umfangsgeschwindigkeitsreglers vom PI-Regelbetrieb in den P-Regelbetrieb erfolgt dabei derart, dass die Momente der die folgenden Rollen antreibenden Motoren nicht sprunghaft geändert werden. Dadurch wird vermieden, dass durch eine hierdurch verursachte abrupte Änderung der Umfangsgeschwindigkeit der folgenden Rollen erneut ein Bandrutschen für eine der Rollen des Rollenverbunds initiiert wird.

[0071] In einem Verfahrensschritt 32 wird abgefragt, ob das Verfahren beendet werden soll. Ist dies nicht der Fall, so wird das Überwachen aller Rollen des Rollenverbunds auf Vorliegen einer Rutschbewegung für eine Rolle relativ zum Band fortgesetzt.

[0072] Wird im Verfahrensschritt 23 wenigstens eine folgende Rolle als rutschend erkannt, so erfolgen ähnliche Maßnahmen zum Verringern bzw. Beheben des Rutschens der wenigstens einen folgenden Rolle wie bei der führenden Rolle.

[0073] In einem Verfahrensschritt 25 erfolgt ein Umschalten des Regelbetriebs des Umfangsgeschwindigkeitsreglers der rutschenden folgenden Rolle von einem P-Regelbetrieb in einen PI-Regelbetrieb. Dadurch wird erreicht, dass sich die Umfangsgeschwindigkeit der folgenden Rolle wieder möglichst schnell der Bandgeschwindigkeit annähert.

[0074] In einem Verfahrensschritt 28 werden Betriebsgrößen der im Verfahrensschritt 23 als rutschend erkannten folgenden Rolle erfasst. Aus diesen Betriebsgrößen wird ermittelt, ob die entsprechende folgende Rolle auch nach Umschalten des Regelbetriebs des Umfangsgeschwindigkeitsreglers weiterhin rutscht. Dies erfolgt bspw. gemäß dem eingangs der Figurenbeschreibung geschilderten Verfahren zum Erfassen von Bandrutschen von folgenden Rollen.

[0075] Die im Verfahrensschritt 28 ermittelten Betriebsgrößen werden vorzugsweise mittels vorgebbarer, gegebenenfalls anlagenspezifischer Schwellwerte verglichen, deren Über- bzw. Unterschreiten Aufschluss darüber gibt, ob eine Rutschbewegung vorliegt oder nicht.

[0076] Im Verfahrensschritt 29 wird abgefragt, ob das Rutschen der Rolle behoben ist. Ist dies nicht der Fall, so erfolgt weiterhin eine Erfassung der Betriebsgrößen der entsprechenden Rolle zur Überwachung der Rutschbewegung. Ferner wird die folgende Rolle weiterhin mit geändertem Regelbetrieb des Umfangsgeschwindigkeitsreglers betrieben.

[0077] Wird in dem Verfahrensschritt 29 abgefragt, ob das Rutschen behoben ist und dieses als behoben erkannt, so wird einerseits der Regelbetrieb der folgenden Rolle von einem PI-Regelbetrieb in einen P-Regelbetrieb geändert.

[0078] Hierzu ist - wie etwa bei der führenden Roll auch - bspw. ein Momentengrenzwert vorgegeben, welcher durch den die folgende Rolle antreibenden Motor erreicht oder überschritten werden muss, damit die folgende Rolle wieder als greifend und damit als nicht mehr rutschend erkannt wird.

[0079] Dies ist bspw. bei 50% des relativen Motormoments der Fall. Das relative Motormoment wird bspw. gebildet aus dem Soll-Moment, gebildet aus der an einer

Rolle anliegenden Kraft und dem Radius der Rolle, sowie ggf. einem Getriebefaktor, und dem maximal zulässigen Drehmoment der Motorwelle. Es kann hierzu auch ein variierter Prozentsatz herangenommen werden, sofern dieser im Hinblick auf die jeweilige Anlage geeignet erscheint. Auch ist nicht zwangsläufig die Verwendung des hier geschilderten relativen Motormoments des die folgende Rolle antreibenden Motors erforderlich.

[0080] Das Zurückschalten des Regelbetriebs des Umfanggeschwindigkeitsreglers für die folgende Rolle von PI-Regelbetrieb auf P-Regelbetrieb erfolgt im Verfahrensschritt 31 dabei derart, dass das Moment des die folgende Rolle antreibenden Motors nicht sprunghaft geändert wird. Dadurch wird vermieden, dass durch eine hierdurch verursachte abrupte Änderung der Umfangsgeschwindigkeit der folgenden Rolle erneut ein Bandrutschen initiiert wird.

[0081] Anschließend erfolgt in einem Verfahrensschritt 32 eine Abfrage, ob das Verfahren beendet werden soll. Ist dies nicht der Fall, so wird das Verfahren weiterhin durchgeführt, um Bandrutschen innerhalb des Rollenverbundes zu identifizieren sowie zu beheben.

[0082] FIG 3 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm für eine alternative Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens. Bei diesem Verfahren wird ebenfalls in einem Verfahrensschritt 20 zunächst das Band durch den Rollenverbund geführt.

[0083] In einem Verfahrensschritt 21 erfolgt ein Erfassen von Betriebsgrößen der jeweiligen Rollen des Rollenverbundes, um diese im Hinblick auf eine Rutschbewegung von Band relativ zu einer Rolle des Rollenverbunds zu überwachen.

[0084] In einem Verfahrensschritt 33 wird abgefragt, ob eine Rolle als rutschend erkannt wird. Ist dies nicht der Fall, so wird das Rutschen weiterhin überwacht bis eine Rutschbewegung erfasst wird.

[0085] Wird im Verfahrensschritt 33 das Vorliegen einer Rutschbewegung bejaht, so erfolgt in einem Verfahrensschritt 34 eine durch eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung bewirkte Verringerung der Bandgeschwindigkeit des durch den Rollenverbund geführten Bandes. Durch die Verringerung der Bandgeschwindigkeit wird die Wahrscheinlichkeit eines Auftretens von Rutschbewegungen verringert, so dass davon auszugehen ist, dass ab einer gewissen Grenzbandgeschwindigkeit die rutschende Rolle von selbst wieder greift. Die Verringerung der Bandgeschwindigkeit erfolgt vorzugsweise in Abhängigkeit von der Intensität der erfassten Rutschbewegung, bspw. des Betrags der bei der vorliegenden Rutschbewegung vorliegenden Momentendifferenz zwischen Soll-Moment und Ist-Moment.

[0086] Dabei ist entsprechend die Soll-Umfangsgeschwindigkeit der rutschenden Rolle bzw. auch der nicht rutschenden Rollen des Rollenverbundes auf die geänderte Bandgeschwindigkeit anzupassen.

[0087] In einem Verfahrensschritt 35 wird erneut eine oder mehrere Betriebsgrößen der Rollen des Rollenverbundes erfasst, um das Vorliegen von Bandrutschen innerhalb des Rollenverbunds zu detektieren.

[0088] Im Verfahrensschritt 36 wird abgefragt, ob das Rutschen der Rolle behoben ist. Ist dies nicht der Fall, so wird im Verfahrensschritt 34 die Bandgeschwindigkeit weiter verringert.

[0089] Die Verringerung der Bandgeschwindigkeit und die Überprüfung, ob das Rutschen behoben ist, erfolgt solange, bis im Verfahrensschritt 36 ausgegeben wird, dass keine Rutschbewegung von Band relativ zu Rolle mehr vorliegt.

[0090] Anschließend kann gegebenenfalls in einem nicht dargestellten Verfahrensschritt die Bandgeschwindigkeit des Bandes durch den Rollenverbund wieder erhöht werden, um den Durchsatz der Behandlungslinie zu steigern. Dies ist jedoch mit dem Risiko verbunden, dass erneut ein Bandrutschen im Rollenverbund auftritt.

[0091] In einem Verfahrensschritt 32 wird abgefragt, ob das Verfahren beendet werden soll. Ist dies nicht der Fall, erfolgt weiterhin eine ständige Überwachung des Führungsprozesses des Bandes durch den Rollenverbund.

[0092] Das Verfahren wird solange ausgeführt, bis kein Band mehr durch den Rollenverbund 2 geführt wird. In einem derartigen Fall kann die Abfrage im Verfahrensschritt 32 ob das Verfahren beendet werden soll, bejaht werden. Damit wird das Verfahren beendet.

[0093] Nachteilig bei dem gemäß FIG 3 ausgeführten Verfahren ist es, dass die Anlage zur Vermeidung von Bandrutschen hohen Durchsatzschwankungen unterliegt. Nichts desto trotz verbessert jedoch auch diese Variante der Erfindung den Betrieb von Band bearbeitenden Industrieanlagen, insbesondere Walzwerken und/oder Behandlungslinien für Kaltband, erheblich.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Aussteuern und/oder Ausregeln einer Rutschbewegung einer Rolle (3, 3-1, 3-2) relativ zu einem Band (B), insbesondere einem zu bearbeitenden Kaltband in einer Metallbearbeitungseinrichtung, welches mit einer einstellbaren Bandgeschwindigkeit durch einen die Rolle (3, 3-1, 3-2) und wenigstens eine weitere Rolle (3, 3-1, 3-2) aufweisenden Rollenverbund (2) geführt wird, wobei ein Auftreten der Rutschbewegung durch Erfassen wenigstens einer technischen Betriebsgröße der Rolle (3, 3-1, 3-2) überwacht (21) wird, und dass bei auftretender Rutschbewegung der Rolle (3, 3-1, 3-2) eine Ist-Umfangsgeschwindigkeit der Rolle (3, 3-1, 3-2) und/oder mindestens einer der wenigstens einen weiteren Rolle (3, 3-1, 3-2) und/oder die Bandgeschwindigkeit derart geändert (24, 25, 26, 27, 34) werden, dass die Ist-Umfangsgeschwindigkeit der rutschenden Rolle (3, 3-1, 3-2) und die Bandgeschwindigkeit einander angenähert werden,
   dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine der Rollen (3, 3-1, 3-2) des Rollenverbunds (2) als

führende Rolle (3-1) zur Vorgabe eines Betriebsparameters und wenigstens eine der Rollen als eine den vorgegebenen Betriebparameter verwendende folgende Rolle (3-2) ausgebildet ist, wobei eine Regelung der Umfangsgeschwindigkeit der wenigstens einen führenden Rolle (3-1) mittels einer PI-Regelung erfolgt, wobei eine Regelung der Umfangsgeschwindigkeit wenigstens einer der folgenden Rollen (3-2) mittels einer P-Regelung erfolgt, wobei bei auftretender Rutschbewegung einer der Rollen (3, 3-1, 3-2) die Regelung wenigstens einer folgenden Rolle (3-2) von einer P-Regelung auf eine PI-Regelung umgeschaltet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei auftretender Rutschbewegung mindestens einer der wenigstens einen folgenden Rolle (3-2) die Regelung der wenigstens einen folgenden Rolle (3-2) von einer P-Regelung auf eine PI-Regelung umgeschaltet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei auftretender Rutschbewegung der führenden Rolle (3-1) die Regelung aller folgenden Rollen (3-2) von einer P-Regelung auf eine PI-Regelung umgeschaltet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Zurückschalten (30, 31) der Regelung von einer PI-Regelung auf eine P-Regelung mindestens einer der wenigstens einen folgenden Rolle (3-2) in Abhängigkeit von einem Maß für einen Momentenbetrag des diese Rolle (3-2) antreibenden Motors (4) und/oder in Abhängigkeit von der Soll-Umfangsgeschwindigkeit der führenden Rolle (3-1) und/oder in Abhängigkeit von der Bandgeschwindigkeit erfolgt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einem Umschalten und/oder Zurückschalten (30, 31) der Regelung ein Moment des die Rolle (3, 3-1, 3-2) antreibenden Motors (4) im Wesentlichen sprungfrei geändert wird.

6. Steuer- und/oder Regeleinrichtung (5) für einen Rollenverbund (2) einer Anlage (2), insbesondere Kaltwalzwerk und/oder Behandlungslinie, zum Bearbeiten von Band (B), insbesondere Metallband, mit einem maschinenlesbaren Programmcode (7), welcher Steuerbefehle aufweist, die bei deren Ausführung die Steuer- und/oder Regeleinrichtung (5) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche veranlassen.

7. Maschinenlesbarer Programmcode (7) für eine Steuer-und/oder Regeleinrichtung (5) für einen Rollenverbund (2) einer Anlage (1) zum Bearbeiten von Band (B), insbesondere Kaltwalzwerk und/oder einer Behandlungslinie, wobei der Programmcode (7) Steuerbefehle aufweist, die die Steuer-und/oder Regeleinrichtung (5) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 veranlassen.

8. Speichermedium (6) mit einem darauf gespeicherten maschinenlesbaren Programmcode (7) gemäß Anspruch 7.

9. Industrieanlage (1), insbesondere Kaltwalzwerk und/oder Behandlungslinie, zum Bearbeiten von Band (B), insbesondere Metallband, mit wenigstens einem wenigstens zwei Rollen (3, 3-1, 3-2) umfassenden Rollenverbund (2) zur Einstellung einer Bandspannung des Bands (B) und mit einer Steuer- und/oder Regeleinrichtung (5) nach Anspruch 6, welche mit wenigstens einer Einrichtung (4, 3, 3-1, 3-2) zum Betrieb der Rollen (3, 3-1, 3-2) wirkverbunden ist.

Claims

1. Method for controlling and/or regulating a slipping movement of a roll (3, 3-1, 3-2) in relation to a strip (B), in particular a cold strip to be processed in a metal processing apparatus, which is guided at an adjustable strip speed through a roll assembly (2) having the roll (3, 3-1, 3-2) and at least one further roll (3, 3-1, 3-2), in the occurrence of a slipping movement being monitored by the acquisition of at least one technically operating variable of the roll (3, 3-1, 3-2), and, when a slipping movement of the roll (3, 3-1, 3-2) occurs, an actual circumferential speed of the roll (3, 3-1, 3-2) and/or of at least one of the at least one further roll (3, 3-1, 3-2) and/or of the strip speed being changed (24, 25, 26, 27, 34) in such a way that the actual circumferential speed of the slipping roll (3, 3-1, 3-2) and the strip speed are approximated to one another, **characterized in that** at least one of the rolls (3, 3-1, 3-2) of the roll assembly (2) is designed as a leading roll (3-1) for stipulating an operating parameter and at least one of the rolls is designed as a following roll (3-2) using the stipulated operating parameter, regulation of the circumferential speed of the at least one leading roll (3-1) taking place by means of PI control, regulation of the circumferential speed of at least one of the following rolls (3-2) taking place by means of P control, and, when a slipping movement of one of the rolls (3, 3-1, 3-2) occurs, the regulation of at least one following roll (3-2) being changed over from P control to PI control.

2. Method according to Claim 1, **characterized in that**, when a slipping movement of at least one of the at least one following roll (3-2) occurs, the regulation

of the at least one following roll (3-2) is changed over from P control to PI control.

3. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that**, when a slipping movement of the leading roll (3-1) occurs, the regulation of all the following rolls (3-2) is changed over from P control to PI control.

4. Method according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the control of at least one of the at least one following roll (3-2) is switched back (30, 31) from PI control to P control as a function of a value for an amount of torque of the motor (4) driving this roll (3-2) and/or as a function of the desired circumferential speed of the leading roll (3-1) and/or as a function of the strip speed.

5. Method according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that**, when the control is changed over and/or switched back (30, 31), a torque of the motor (4) driving the roll (3, 3-1, 3-2) is changed essentially smoothly.

6. Control and/or regulating device (5) for a roll assembly (2) of a plant (1), in particular a cold rolling mill and/or treatment line, for the processing of strip (B), in particular metal strip, with a machine-readable program code (7) having control commands which, when executed, cause the control and/or regulating device (5) to carry out the method according to one of the preceding claims.

7. Machine-readable program code (7) for a control and/or regulating device (5) for a roll assembly (2) of a plant (1) for the processing of strip (B), in particular a cold rolling mill and/or treatment line, the program code (7) having control commands which cause the control and/or regulating device (5) to carry out the method according to one of Claims 1 to 5.

8. Storage medium (6) with a machine-readable program code (7) according to Claim 7 stored on it.

9. Industrial plant (1), in particular a cold rolling mill and/or treatment line, for the processing of strip (B), in particular metal strip, with at least one roll assembly (2), comprising at least two rolls (3, 3-1, 3-2), for setting a strip tension of the strip (B), and with a control and/or regulating device (5) according to Claim 6 which is operatively connected to at least one device (4, 3, 3-1, 3-2) for operating the rolls (3, 3-1, 3-2).

Revendications

1. Procédé de commande et/ou de réglage d'un mouvement de glissement d'un rouleau (3, 3-1, 3-2) par rapport à une bande (B), notamment d'un feuillard à froid à façonner dans un dispositif de façonnage du métal, qui est guidé à une vitesse de feuillard réglable dans un ensemble (2) de rouleaux ayant le rouleau (3, 3-1, 3-2) et au moins un autre rouleau (3, 3-1, 3-2), une apparition du mouvement de glissement étant contrôlée (21) en relevant au moins une grandeur de fonctionnement technique du rouleau (3, 3-1, 3-2) et en ce que, lorsqu'un mouvement de glissement du rouleau (3, 3-1, 3-2) apparaît, une vitesse périphérique réelle du rouleau (3, 3-1, 3-2) et/ou au moins de l'un des au moins un autre rouleau (3, 3-1, 3-2) et/ou la vitesse du feuillard étant modifiée (24, 25, 26, 27, 34), de manière à ce que la vitesse périphérique réelle du rouleau (3, 3-1, 3-2) glissant et la vitesse du feuillard se rapprochent l'une de l'autre,
caractérisé en ce qu'au moins l'un des rouleaux (3, 3-1, 3-2) de l'ensemble (2) de rouleaux est constitué en rouleau (3, 3-1, 3-2) menant pour la prescription d'un paramètre de fonctionnement et au moins l'un des rouleaux est constitué en rouleau (3-2) suivant utilisant le paramètre de fonctionnement prescrit, une régulation de la vitesse périphérique du au moins un rouleau (3-1) menant s'effectuant au moyen d'une régulation PI, une régulation de la vitesse périphérique du au moins un des rouleaux (3-2) suivant s'effectuant au moyen d'une régulation P, dans lequel, lorsque apparaît un mouvement de glissement de l'un des rouleaux (3, 3-1, 3-2), la régulation d'au moins un rouleau (3-2) suivant passe d'une régulation P à une régulation PI.

2. Procédé suivant la revendication 1,
caractérisé en ce que, lorsque apparaît un mouvement de glissement d'au moins l'un des au moins un rouleau (3-2) suivant, la régulation du au moins un rouleau (3-2) suivant passe d'une régulation P à une régulation PI.

3. Procédé suivant la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce que, lorsqu'un mouvement de glissement du rouleau (3-1) menant se produit, la régulation de tous les rouleaux (3-2) suivants passe d'une régulation P à une régulation PI.

4. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 3,
caractérisé en ce qu'un retour (30, 31) d'une régulation PI à une régulation P d'au moins l'un des au moins un rouleau (3-2) suivant s'effectue en fonction d'une mesure de la valeur du couple du moteur (4) entraînant ce rouleau (3-2) et/ou en fonction de la vitesse périphérique de consigne du rouleau (3-1) menant et/ou en fonction de la vitesse du feuillard.

5. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 4,
caractérisé en ce que, lors d'une commutation et/ou d'un retour (30, 31) de la régulation, un couple

du moteur (4) entraînant les rouleaux (3, 3-1, 3-2) est modifié sensiblement sans saut.

6. Dispositif (5) de commande et/ou de régulation pour un ensemble (2) de rouleaux d'une installation, notamment d'un laminoir à froid, et/ou d'une ligne de façonnage pour le façonnage de feuillard (B), notamment de feuillard métallique, comprenant un code (7) de programme, qui peut être exécuté par une machine et qui comporte des instructions de commande, qui, lorsqu'elles sont exécutées, font que le dispositif (5) de commande et/ou de régulation effectue le procédé suivant l'une des revendications précédentes.

7. Code (7) de programme pouvant être exécuté par une machine pour un dispositif (5) de commande et/ou de régulation pour un ensemble (2) de rouleaux d'une installation (2) de façonnage de bande (B), notamment un laminoir à froid et/ou une ligne de traitement, le code (7) de programme ayant des instructions de commande, qui font que le dispositif (5) de commande et/ou de régulation effectue le procédé suivant l'une des revendications 1 à 5.

8. Support (6) de mémoire ayant un code (7) de programme suivant la revendication 7, qui y mémorisé et qui peut être exécuté par une machine.

9. Installation (1) industrielle, notamment laminoir à froid et/ou ligne de façonnage pour le façonnage de bande (B), notamment de feuillard métallique, ayant au moins un ensemble (2) de rouleaux comprenant au moins deux rouleaux (3, 3-1, 3-2) pour le réglage d'une tension du feuillard (B) et ayant un dispositif (5) de commande et/ou de régulation suivant la revendication 6, qui est relié efficacement à au moins un dispositif (4, 3, 3-1, 3-2) d'entraînement des rouleaux (3, 3-1, 3-2).

FIG 1

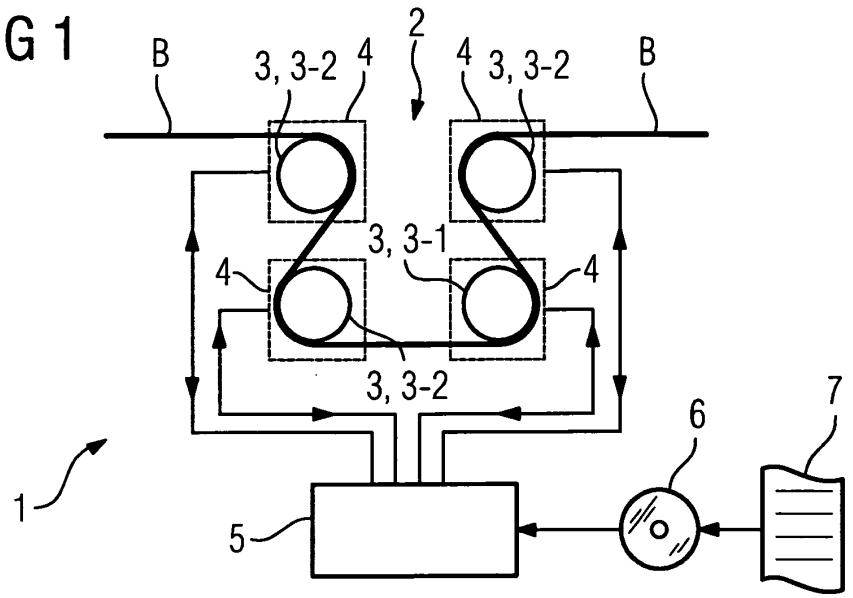

B
3, 3-2
4
2
4
3, 3-2
B
3, 3-1
4
4
3, 3-2
6
7
1
5

FIG 2

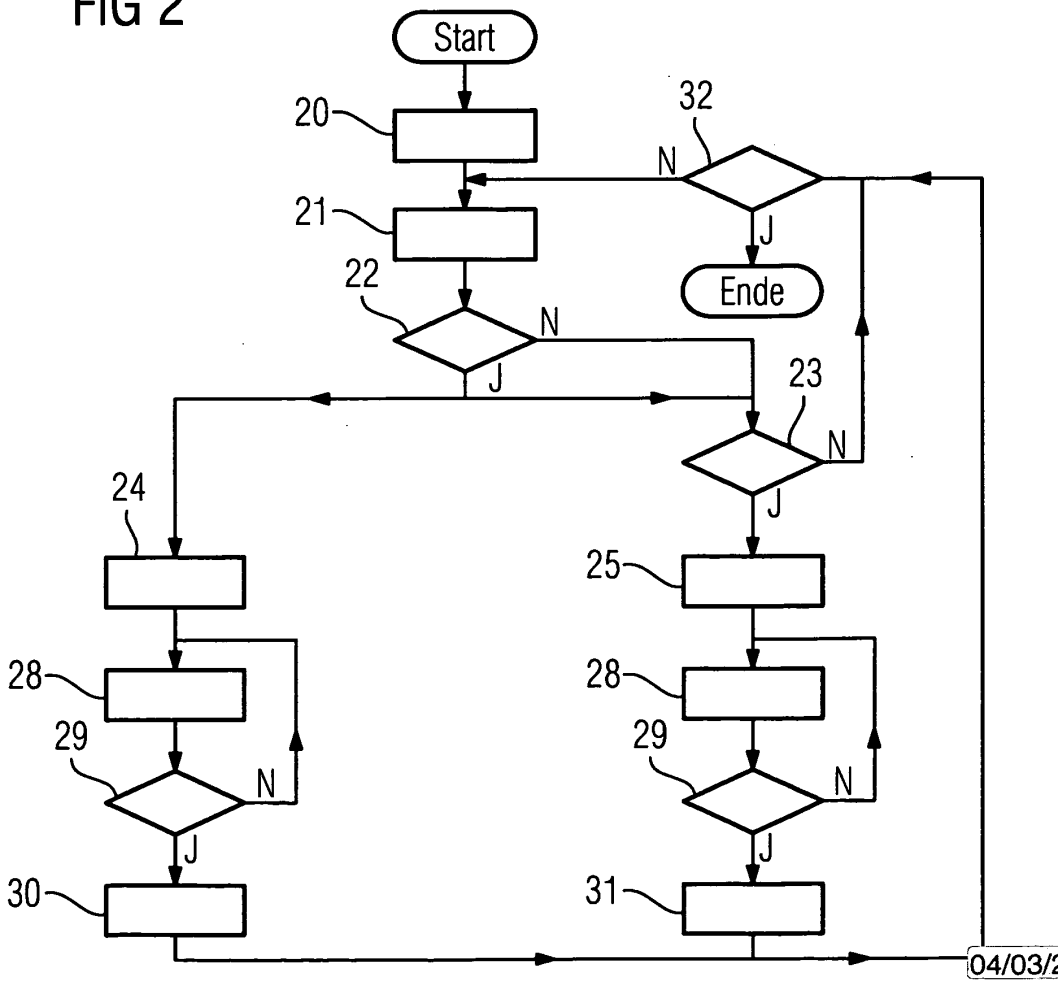
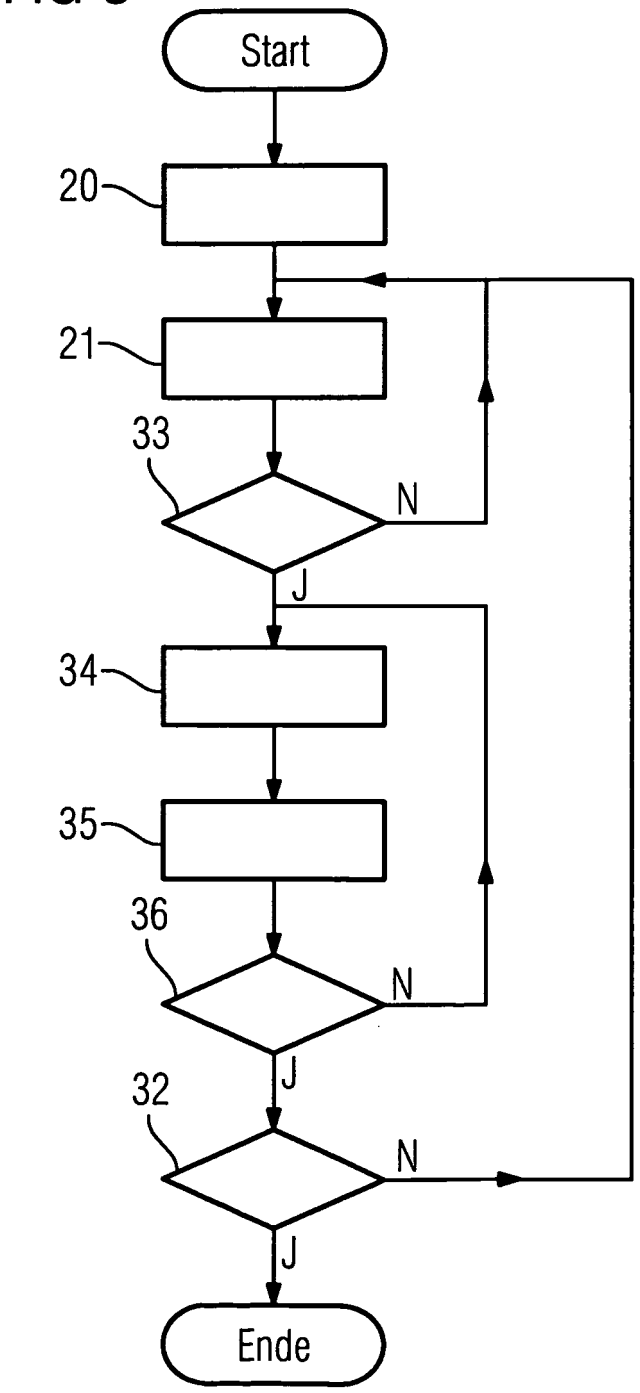

Start
20
32
N
21
J
Ende
22
N
J
23
N
24
J
25
28
28
29
29
N
N
J
J
30
31
04/03/2

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

- US 3764050 A **[0002]**