

(19)



(11)

**EP 3 352 921 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**20.10.2021 Patentblatt 2021/42**

(51) Int Cl.:  
**B21B 13/02** (2006.01) **B21B 38/00** (2006.01)  
**B21B 37/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16753391.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2016/069568**

(22) Anmeldetag: **18.08.2016**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2017/050493 (30.03.2017 Gazette 2017/13)**

(54) **WALZGERÜST, WALZLANLAGE UND VERFAHREN ZUM AKTIVEN DÄMPFEN VON SCHWINGUNGEN IN EINEM WALZGERÜST**

ROLL STAND, ROLLING SYSTEM AND METHOD FOR ACTIVELY DAMPING VIBRATIONS IN A ROLL STAND

CAGE DE LAMINOIR, INSTALLATION DE LAMINAGE ET PROCÉDÉ POUR L'AMORTISSEMENT ACTIF DES VIBRATIONS DANS UNE CAGE DE LAMINOIR

(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**

- **RICHARD, Sebastian**  
**57072 Siegen (DE)**
- **RUES, Karsten**  
**57271 Hilchenbach (DE)**
- **BREUER, Michael**  
**57271 Hilchenbach (DE)**

(30) Priorität: **23.09.2015 DE 102015218251**  
**27.11.2015 DE 102015223516**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**01.08.2018 Patentblatt 2018/31**

(74) Vertreter: **Kross, Ulrich**  
**Hemmerich & Kollegen**  
**Patentanwälte**  
**Hammerstraße 2**  
**57072 Siegen (DE)**

(73) Patentinhaber: **SMS Group GmbH**  
**40237 Düsseldorf (DE)**

(72) Erfinder:  
• **KRÜGER, Matthias**  
**57271 Hilchenbach (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A2- 1 457 274 EP-A2- 1 961 992**  
**WO-A1-01/00346**

**EP 3 352 921 B1**

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

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Walzgerüst zum Walzen, bevorzugt Kaltwalzen, von Metallprodukten, aufweisend wenigstens zwei an jeweils einem Ständer des Walzgerüsts angeordnete Anstelleinheiten zum Anstellen einer oberen Arbeitswalze des Walzgerüsts gemeinsam mit einer oberen Stützwalze des Walzgerüsts und zum Einstellen einer Höhe eines Walzspalts des Walzgerüsts, wenigstens einen Aktor, der zur aktiven Dämpfung von Schwingungen in dem Walzgerüst ansteuerbar ist, und wenigstens eine ausschließlich über eine Nachstelleinrichtung zur Passlineeinstellung des Walzgerüsts oder nicht anstellbaren Walzensatz zum Abstützen und/oder Zwischenwalze einer Arbeitswalze des Walzgerüsts, wobei sämtliche Walzen endseitig über jeweils eine Lagereinheit an einem Ständer des Walzgerüsts geführt ist.

**[0002]** Die Erfindung betrifft des Weiteren eine Walzanlage zum Walzen, bevorzugt Kaltwalzen, von Metallobjekten, aufweisend wenigstens ein Walzgerüst und wenigstens ein System zum aktiven Dämpfen von Schwingungen in dem Walzgerüst.

**[0003]** Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum aktiven Dämpfen von Schwingungen in einem Walzgerüst zum Walzen, bevorzugt Kaltwalzen, von Metallprodukten, wobei die Schwingungen in dem Walzgerüst erfasst und den Schwingungen entgegenwirkende Gegen-schwingungen erzeugt werden, wobei die Gegenschwingungen mittels wenigstens eines Aktors erzeugt werden.

**[0004]** In Quarto-Kaltwalzgerüsten und Sexto-Kaltwalzgerüsten treten unterschiedliche Schwingungsphänomene auf, die den durchgeführten Walzprozess und die Qualität des kaltgewalzten Metallprodukts, insbesondere Metallbands, negativ beeinflussen. Besonders charakteristisch beim Kaltwalzen bestimmter Aluminiumgüten und Stahlgüten sind die sogenannten 3rd-Octave- und 5th-Octave-Chatterschwingungen (Ratterschwingungen), die nach der Lage ihrer Schwingungsfrequenz in der jeweiligen musikalischen Oktavlage (3. Oktave: 110 Hz - 220 Hz, 5. Oktave: 440 Hz - 880 Hz) benannt sind.

**[0005]** Bei 5th-Octave-Chatterschwingungen handelt es sich in der Regel um Eigenschwingungsformen des Walzensatzes eines Walzgerüsts im Frequenzbereich zwischen 500 Hz und 1000 Hz, die durch äußere Anregungen (sogenannte "Forcing Functions"), wie beispielsweise drehzahlproportionale Anregungsfrequenzen aus Wälzlager oder der Walzen oder Zahneingriffsfrequenzen von Getriebestufen angeregt werden. Diese verursachen meist quer zur Produkt- bzw. Bandlaufrichtung orientierte Oberflächen- und/oder Formfehler im gewalzten Metallprodukt.

**[0006]** Demgegenüber handelt es sich bei der 3rd-Octave-Chatterschwingung um eine selbsterregte Schwingungsform, die ebenfalls zu quer zur Produkt- bzw. Bandlaufrichtung orientierten Dickenfehlern und in der Folge bei hohen Amplituden zu Bandrissen führen kann. Die

Instabilität entsteht hier dadurch, dass eine bestimmte Eigenschwingungsform des kompletten Walzensatzes im Walzgerüst durch eine im Walzprozess systemimmanente Rückkopplung destabilisiert wird. Die Chatterrelevante Eigenschwingungsform des Walzgerüsts ist in der Regel diejenige, bei der ein oberer und ein unterer Walzensatz im Walzgerüst im Wesentlichen gegeneinander schwingen. Dadurch besteht für die Anregung dieser Schwingungsform aus dem Walzspalt heraus ein hohes energetisches Potential. Die Frequenz dieser Eigenschwingungsform liegt üblicherweise zwischen 80 Hz und 160 Hz. Die destabilisierende Rückkopplung (Mitkopplung) entsteht durch den Walzprozess selbst, indem durch Änderungen der Auslaufdicke verursachte Änderungen der Einlaufgeschwindigkeit aufgrund des Massenflussgesetzes Schwankungen des Einlaufzuges verursachen, die ihrerseits auf die Walzkraft zurückwirken (sogenannte Zugrückwirkung) und so wiederum die Auslaufdicke beeinflussen.

**[0007]** Die Entstehungsmechanismen sowie die technologischen Auswirkungen der 3rd-Octave- und 5th-Octave-Chatterschwingungen sind im Wesentlichen bekannt und in der einschlägigen Literatur beschrieben. Ihre Auswirkungen auf die Qualität des gewalzten Metallprodukts hinsichtlich Dicke, Planheit und Oberfläche sowie durch erhöhte Bandrissquoten und verminderten Walzgeschwindigkeiten auf die Produktionsleistung beeinträchtigen auch heute noch in erheblichem Umfang die Produktion von Stahl-Kaltband und Aluminium-Kaltband.

**[0008]** Da die beiden Ständer eines Walzgerüsts an den Schwingungsformen des 5th-Octave-Chatter kaum beteiligt sind und da der Walzensatz des Walzgerüsts aufgrund der aus der jeweiligen Walzaufgabe resultierenden Randbedingungen zu gestalten ist, sind die Möglichkeiten zu Reduzierung oder Vermeidung dieser Schwingungsformen sehr eingeschränkt. Zur Vermeidung der selbsterregten 3rd-Octave Chatterschwingungen, die über die Limitierung der maximalen Walzgeschwindigkeit die Produktionsleistung von mehrgerüstigen Walzanlagen begrenzen, existiert eine Reihe von Ansätzen, die neben der Optimierung von Stichplan- und Prozessparametern die Erhöhung von passiver Dämpfung, beispielsweise durch Reibung, sowie Verfahren zur aktiven Bedämpfung umfassen. Die beiden erstgenannten Ansätze besitzen den Nachteil, dass sich hiermit die Chatter-Grenzgeschwindigkeit, also die Walzgeschwindigkeit, bei der die Stabilitätsgrenze für die selbsterregte 3rd-Octave-Chatterschwingung erreicht wird, in der Regel nur um vergleichsweise geringe Beträge, beispielsweise 50 m/min - 200 m/min, erhöhen lässt. Die maximal mögliche Anlagengeschwindigkeit kann mit diesen Ansätzen in vielen Fällen nicht erreicht werden.

**[0009]** Zur aktiven Bedämpfung von 3rd-Octave-Chatterschwingungen wird in der einschlägigen Literatur eine Reihe von Verfahren angegeben. Beispielsweise offenbart EP 2 052 796 A1 ein solches Verfahren, nach dem Druckänderungen unmittelbar in einem an einen Kolben

eines den Walzspalt einstellenden Hydraulikzylinders angrenzenden Druckraum erzeugt werden. Hierzu sind an dem Kolben mehrere kleine Kolben axial bewegbar geführt, die über Linearaktoren betätigbar sind.

**[0010]** WO 2015/092775 A1 offenbart ein weiteres Verfahren zum aktiven Dämpfen von Schwingungen in einem Walzgerüst. Hierzu werden hydraulische Stellglieder eingesetzt, die zur aktiven Schwingungsdämpfung auf Lagereinheiten von Walzen wirken, über welche die Walzen an einem Ständer des Walzgerüsts geführt sind. An jedem hydraulischen Stellglied ist ein piezoelektrischer Injektor angeordnet, der direkt in die Druckkammer des hydraulischen Stellglieds eingeschoben ist. Der dämpfende Effekt wird durch eine Hochdruck-Öleinspritzung in die hydraulischen Stelleinheiten erzeugt.

**[0011]** WO 01 / 00346 A1 offenbart eine Schwingungsdämpfungs Vorrichtung zur Verwendung in einem Walzwerk. Die Vorrichtung umfasst einen Körper, der für eine gleitende Bewegung in einem Gehäuse, das sich an einem oder nahe eines Walzenklotzes des Walzwerks befindet, positionierbar ist. Des Weiteren weist die Vorrichtung Dämpfungsmittel zur Bereitstellung einer Schwingungsdämpfung eines Walzenklotzes/von Walzenklötzen innerhalb des Walzwerks auf. Das Dämpfungsmittel ist integral mit dem Körper und hat eine Masse, die in dem Körper bewegbar ist.

**[0012]** EP 1 457 274 A2 offenbart ein Verfahren zur Vermeidung von Schwingungen, insbesondere 3. und 5. Oktav-Schwingungen, in einer Walzanlage mit zumindest einem Walzgerüst mit Walzenanstellung und zumindest einem Walzensatz. Wenigstens eine permanent gemessene Größe der Walzanlage wird einem Regler, der ein mathematisches Regelgesetz und den Anlagenzustand charakterisierende Teilmodelle umfasst, zugeführt, wobei mit Hilfe dieses Reglers in Echtzeit zumindest eine zeitlich veränderliche Stellgröße ermittelt, zumindest einem Aktuator zugeführt und durch den Aktuator mindestens eine der Walzen des Walzensatzes und/oder das Walzgut beaufschlagt wird, wobei die Regelgrößen bei definierten Sollwerten gehalten werden. Die EP 1 457 274 A2 wird als nächstliegender Stand der Technik angesehen und zeigt die Merkmale des Oberbegriffs von Anspruch 1.

**[0013]** EP 1 961 992 A2 offenbart eine Vorrichtung zur aktiven Schwingungsdämpfung zweier gegenläufig rotierender Walzen. Die Vorrichtung umfasst wenigstens einen Sensor zur Erfassung der Schwingung an wenigstens einer Walze, einen Regler zur Verarbeitung der von dem wenigstens einen Sensor erfassten Schwingungsdaten und zur Abgabe eines auf diesen Schwingungsdaten beruhenden Steuersignals und wenigstens einen Aktor, der auf Basis des Steuersignals wenigstens eine der Walzen mit einer der Schwingung entgegenwirkenden Kraft beaufschlagt. Der Aktor ist derart angeordnet, dass er auf die Mantelfläche der entsprechenden Walze/n einwirkt.

**[0014]** Eine Aufgabe der Erfindung ist es, eine optimale aktive Dämpfung von Schwingungen in einem Walzge-

rüst unter geringem konstruktivem Aufwand zu ermöglichen.

**[0015]** Diese Aufgabe wird durch die unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind insbesondere in den abhängigen Patentansprüchen angegeben, die jeweils für sich genommen oder in verschiedener Kombination miteinander einen Aspekt der Erfindung darstellen können.

**[0016]** Ein erfindungsgemäßes Walzgerüst zum Walzen, bevorzugt Kaltwalzen, von Metallprodukten umfasst wenigstens zwei an jeweils einem Ständer des Walzgerüsts angeordnete Anstelleinheiten zum Anstellen einer oberen Arbeitswalze des Walzgerüsts gemeinsam mit einer oberen Stützwalze des Walzgerüsts und zum Einstellen einer Höhe eines Walzspalts des Walzgerüsts, wenigstens einen Aktor, der zur aktiven Dämpfung von Schwingungen in dem Walzgerüst ansteuerbar ist, und wenigstens eine ausschließlich über eine Keilanstellung des Walzgerüsts oder nicht anstellbare Stützwalze zum Abstützen einer Arbeitswalze oder einer Zwischenwalze des Walzgerüsts. Die Stützwalze ist endseitig über jeweils eine Lagereinheit an einem Ständer des Walzgerüsts geführt. Erfindungsgemäß ist der Aktor separat zu der Anstelleinheit angeordnet, stützt sich die Stützwalze über wenigstens eine Lagereinheit an dem Aktor ab und stützt sich der Aktor entweder mittelbar über wenigstens eine Nachstellvorrichtung zur Passlineeinstellung, z. B. einer Keileinstellung oder unmittelbar an einem Abschnitt des Ständers ab, so dass der Aktor somit im Hauptkraftfluss des Walzgerüsts liegt.

**[0017]** Durch die aktive Dämpfung der Schwingungen in dem Walzgerüst mittels des Aktors können insbesondere 3rd-Octave- und 5th-Octave-Chatterschwingungen beseitigt werden. Hierdurch können schwingungsbedingte Qualitätseinbußen hinsichtlich Dicke, Planheit und Oberfläche am gewalzten, insbesondere kaltgewalzten, Metallprodukt, insbesondere Stahlband oder Aluminiumband, vermieden werden. Durch die aktive Schwingungsdämpfung können zudem die Produktivität bzw. die Walzgeschwindigkeit gesteigert werden. Hierdurch können von Kunden geforderte und vertraglich zugesicherte Anlagengeschwindigkeiten zuverlässig erreicht und auch überschritten werden.

**[0018]** Weiterhin erlaubt es die aktive Dämpfung, Wartungsaufwände und -intervalle zu reduzieren, da sie die Auswirkungen von den oben genannten äußeren Anregungen auf die Produktqualität reduziert. D. h. mit aktiver Dämpfung ist für gleich bleibende Produktqualität ein schlechterer Anlagenzustand im Hinblick auf Anregungsamplituden zulässig, als ohne.

**[0019]** Bei der Erfindung handelt es sich um eine einfache, kostengünstige, leicht integrierbare und nachrüstbare Lösung, insbesondere wenn der Aktor am Einbauort einer herkömmlichen Kraftmessdose an dem Walzgerüst angeordnet wird. Es sind dann praktisch keine konstruktiven Änderungen an einem Walzgerüst für die Integration des Aktors erforderlich. Daher kann die Erfindung sowohl im Zuge von Nachrüstungen vorhandener Walz-

gerüste als auch bei neuen Walzgerüsten realisiert werden. Im Gegensatz hierzu ist die mit EP 2 052 796 A1 vorgeschlagene Lösung vergleichsweise aufwendig, teuer und wartungsintensiv.

**[0020]** Herkömmliche Lösungen zur aktiven Dämpfung von Schwingungen in einem Walzgerüst arbeiten meist mit Stellgliedern einer technologischen Regelung einer Level-Automation, beispielsweise zur Biegung/Planheitsregelung, zusammen. Dadurch können gegebenenfalls wichtige Stellglieder zur Regelung der Produktqualität durch eine Vorrichtung oder Regelung zur aktiven Schwingungsbedämpfung beeinträchtigt werden. Dies ist bei der Erfindung nicht gegeben, da der Aktor des erfindungsgemäßen Walzgerüsts nicht mit entsprechenden Stellgliedern zusammenwirkt bzw. kombiniert ist.

**[0021]** Ein weiterer Nachteil des Einbaus von piezohydraulischen Aktoren in hydraulische Steuerungen, wie es beispielsweise mit WO 2015/092775 A1 vorgeschlagen wird, ist das viskose Verhalten des verwendeten Hydrauliköls. Trotz des hohen Systemdrucks von üblicherweise mehr als 200 bar besitzt das Hydrauliköl eine Elastizität, die für die Gesamtwirkung des Systems zu berücksichtigen ist. Dies ist bei der Erfindung nicht erforderlich, da der Aktor des erfindungsgemäßen Walzgerüsts nicht in eine entsprechende hydraulische Steuerung eingebaut ist.

**[0022]** Darüber hinaus steht für den Einbau bekannter Lösungen in einem Ständerfenster eines Ständers eines Walzgerüsts meist nur ein begrenzter Einbauraum zur Verfügung. Dies gilt insbesondere in unmittelbarer Nähe zum Walzspalt sowie im Bereich von Walzenbiegesystemen, einer Walzenkühlung und einer Abblasung. Wenn dazu noch die Temperatursituation im Walzgerüst sowie die Wärmeentwicklung eines Piezoaktors selbst in Betracht gezogen werden, können für die oben genannten Einbauorte in der Nähe des Walzspaltes weitere thermische Probleme entstehen. Diese Probleme treten bei der Erfindung nicht auf, da der Aktor des erfindungsgemäßen Walzgerüsts nicht an einem der oben genannten Einbauorte angeordnet ist.

**[0023]** Das erfindungsgemäße Walzgerüst kann auch zwei oder mehrere entsprechende Aktoren aufweisen, die zur aktiven Dämpfung der Schwingungen in dem Walzgerüst gemeinsam oder einzeln ansteuerbar sind. Die Ansteuerung des Aktors bzw. der Aktoren kann beispielsweise elektrisch erfolgen.

**[0024]** Die Stützwalze kann entweder ausschließlich über eine Nachstellvorrichtung zur Passlineeinstellung des Walzgerüsts oder nicht anstellbar sein. Die Keilanstellung dient der Passlinienverstellung der Stützwalze und der damit abgestützten Arbeitswalze, was durch eine quer gerichtete Verlagerung des Anstellkeils der Keilanstellung erreicht wird. Die mit der Stützwalze gegebenenfalls über die Zwischenwalze abgestützte Arbeitswalze wirkt mit einer weiteren Arbeitswalze des Walzgerüsts zusammen, wobei zwischen diesen Arbeitswalzen ein Walzspalt vorhanden ist. Die weitere Arbeitswalze und

gegebenenfalls Zwischenwalze kann ebenfalls mit einer weiteren Stützwalze abgestützt sein und gemeinsam mit dieser zur Einstellung des Walzspalts mittels wenigstens einer, insbesondere mechanischen oder hydraulischen, Anstellvorrichtung verlagerbar an dem Ständer geführt sein. Die Stützwalzen und die Arbeitswalzen und gegebenenfalls Zwischenwalze sind jeweils endseitig über jeweils eine Lagereinheit an dem Ständer geführt.

**[0025]** Erfindungsgemäß stützt sich die ausschließlich über die Keilanstellung des Walzgerüsts oder nicht anstellbare Stützwalze über eine endseitige Lagereinheit oder beide endseitigen Lagereinheiten an dem Aktor ab. Ist die Stützwalze nicht anstellbar, stützt sich der Aktor vorzugsweise unmittelbar an dem Abschnitt des Ständers ab. Ist die Stützwalze ausschließlich über die Keilanstellung des Walzgerüsts anstellbar, stützt sich der Aktor vorzugsweise mittelbar über wenigstens einen Anstellkeil der Keilanstellung an einem Abschnitt des Ständers ab.

**[0026]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung ist der Aktor ein piezo-mechanischer Aktor oder ein piezohydraulischer Aktor. Der Aktor ist vorzugsweise als kompaktes bzw. bauraumsparendes Modul ausgebildet, das wahlweise mit einer piezo-mechanischen Aktorik oder einer piezo-hydraulischen Aktorik ausgestattet ist. Die piezomechanische Aktorik basiert auf piezokeramischen Wandlern, die direkt in die mechanische Struktur des schwingungsfähigen Systems integriert sind und dort unmittelbar dynamische Kräfte einleiten. Im Gegensatz hierzu wirken die piezokeramischen Wandler einer piezo-hydraulischen Aktorik mittelbar über zusätzliche hydraulische Wandler auf das System. In beiden Fällen wird über eine elektrische Ansteuerung der piezokeramischen Wandler die benötigte mechanische Stellamplitude (Kraft/Weg) erzeugt. Über einen piezo-mechanischen Aktor können dynamische Kräfte in einem Frequenzbereich von bis zu 1 kHz eingeleitet werden, so dass diese Technik grundsätzlich sowohl für die aktive Dämpfung der 3rd-Octave- als auch der 5th-Octave-Chatterschwingungen in Betracht kommt. Im Rahmen von theoretischen Voruntersuchungen wurden mehrere mögliche Einbauorte für den Aktor im Bereich des Walzgerüsts untersucht und bewertet. Der erfindungsgemäße Einbauort zwischen einer Lagereinheit der Stützwalze und dem Abschnitt des Ständers ist für den Einsatz von Piezo-Aktorik besonders geeignet, weil hier eine hohe Wirksamkeit im Hinblick auf die aktive Dämpfung der 3rd-Octave-Chatterschwingungen in Kombination mit einem relativ geringen Aktorvolumen gegeben ist. Insbesondere kann der Aktor zwischen einem unterem Ständerquerhaupt und einer Lagereinheit der Stützwalze angeordnet sein.

**[0027]** Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der Aktor zum Erfassen von Walzkräften eingerichtet. Hierzu kann eine vorhandene Kraftmessdose durch den Aktor ersetzt werden. Es kann dann auf übliche Kraftmessdosen im Einbaubereich verzichtet werden, da der Aktor die Messfunktion einer Kraftmessdose über-

nimmt. Als Messprinzip für die Kraftmessung kommt hierbei entweder die Kraftmessung über die als Aktor verwendeten Piezoelemente oder die Kraftmessung über eine separat in die Aktoreinheit zu integrierende Kraftmessung, z. B. über Dehnungsmessstreifen in Betracht. Eine Kraftmesszelle bzw. Kraftmessdose ist üblicherweise zwischen der der Einstellung der Passline dienenden Nachstellvorrichtung, z. B. einer Keilanstellung und einer Lagereinheit einer Stützwalze angeordnet. Durch den Verzicht auf Kraftmessdosen können Kosten eingespart werden.

**[0028]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung umfasst das Walzgerüst wenigstens zwei entsprechende Aktoren, wobei sich die Lagereinheiten der Stützwalze an jeweils einem Aktor abstützen und sich die beiden Aktoren jeweils entweder mittelbar über wenigstens eine Nachstellvorrichtung zur Passlineeinstellung oder unmittelbar an einem Abschnitt des Ständers abstützen. Somit kommen pro Walzgerüst zwei Aktoren zum Einsatz, wobei ein Aktor an einem antriebsseitigen Ständer und ein Aktor an einem bedienseitigen Ständer des Walzgerüsts angeordnet sein kann.

**[0029]** Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass das Walzgerüst wenigstens einen an dem Ständer angeordneten Schwingungssensor zum Erfassen der Schwingungen des Walzgerüsts aufweist. Der Schwingungssensor kann zur Erfassung von Schwingungen in vertikaler Richtung eingerichtet sein. Mit dem Schwingungssensor können insbesondere die 3rd-Octave- und 5th-Octave-Chatterschwingungen erfasst werden. Das Walzgerüst kann auch zwei oder mehrere Schwingungssensoren aufweisen. Der Einsatz von zwei Schwingungssensoren pro Walzgerüst ist hinreichend, um die beschriebenen Schwingungsphänomene ausreichend genau zu erfassen und entsprechende Schwingungssignale bereitzustellen.

**[0030]** Vorteilhafterweise ist der Schwingungssensor bezüglich eines Walzspalts, der zwischen zusammenwirkenden Arbeitswalzen des Walzgerüsts ausgebildet ist, an einem Abschnitt des Ständers angeordnet ist, der dem Abschnitt des Ständers, an dem sich der Aktor bzw. der Anstellkeil abstützt, gegenüberliegend angeordnet. Der Schwingungssensor kann beispielsweise auf einem oberen Ständerquerhaupt des Ständers des Walzgerüsts montiert sein. Das Walzgerüst kann zwei in Querrichtung beabstandet voneinander angeordnete Ständer aufweisen, an deren jeweiligem Ständerquerhaupt jeweils ein Schwingungssensor angeordnet ist.

**[0031]** Vorzugsweise ist der Schwingungssensor eingerichtet, Schwingungen in einem Frequenzbereich von etwa 0,5 Hz bis etwa 2000 Hz zu erfassen. Hierdurch können mit dem Sensor insbesondere die 3rd-Octave- und 5th-Octave-Chatterschwingungen aber auch andere, die Qualität des Walzgutes beeinträchtigende Schwindungen erfasst werden.

**[0032]** Es ist des Weiteren von Vorteil, wenn der Schwingungssensor ein Beschleunigungssensor ist. Mit dem Beschleunigungssensor können insbesondere Be-

schleunigungen in vertikaler Richtung erfasst werden.

**[0033]** Eine erfindungsgemäße Walzanlage zum Walzen, bevorzugt Kaltwalzen, von Metallobjekten umfasst wenigstens ein Walzgerüst und wenigstens ein System zum aktiven Dämpfen von Schwingungen in dem Walzgerüst, wobei das Walzgerüst nach einer der vorgenannten Ausgestaltungen oder einer beliebigen Kombination derselben ausgebildet ist. Das System umfasst wenigstens eine signaltechnisch mit dem Schwingungssensor und dem Aktor verbundene Regelelektronik, mit der von dem Schwingungssensor erzeugte Schwingungssignale zur Erzeugung von Stellsignalen auswertbar sind und die eingerichtet ist, den Aktor zur Einleitung von Gegen-schwingungen in das Walzgerüst mit den jeweiligen Stellsignalen anzusteuern.

**[0034]** Mit der Walzanlage sind die oben mit Bezug auf das Walzgerüst genannten Vorteile entsprechend verbunden. Die Walzanlage kann auch zwei oder mehrere entsprechende Walzgerüste aufweisen, denen jeweils ein eigenes System zum aktiven Dämpfen von Schwingungen in dem Walzgerüst zugeordnet ist. Alternativ kann den Walzgerüsten ein einziges gemeinsames System zum aktiven Dämpfen von Schwingungen in dem Walzgerüst zugeordnet sein. Die Walzanlage kann insbesondere eine ein- oder mehrgerüstige Stahl- oder Aluminium-Kaltwalzanlage sein. Das System kann ein Regelsystem und einen damit signaltechnisch verbundenen Signalverstärker zum Verstärken der Stellsignale aufweisen.

**[0035]** Die aktive Schwingungsbedämpfung kann somit wenigstens einen Schwingungssensor, über den die Schwingungen in dem Walzgerüst gemessen werden können, wenigstens einen Aktor, der dem zu bedämpfenden Walzgerüst an geeigneter Stelle eine Gegen-schwingung einprägt sowie ein Regelsystem umfassen, welches die zur Auslöschung der Schwingungen am interessierenden Ort im Walzgerüst erforderliche Gegen-schwingung in Frequenz, Amplitude und Phase berechnet und für die Ansteuerung des Aktuators aufbereitet. Aus regelungstechnischer Sicht kann die Reduzierung der Schwingungsamplitude über das Aufbringen einer Gegenschwingung auch als (gesteuerte) Erhöhung der Dämpfung interpretiert werden, weshalb man von "aktiver Dämpfung" spricht.

**[0036]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die Regelelektronik zum Online-Überwachen der Schwingungen des Walzgerüsts, zum Online-Visualisieren von Schwingungspegeln der Schwingungen des Walzgerüsts, zum automatischen Anfahren wenigstens einer schwingungsarmen Walzgeschwindigkeit und/oder zum automatischen Verringern einer momentanen Walzgeschwindigkeit in Abhängigkeit der momentan erfassten Schwingungen des Walzgerüsts eingerichtet. Das Überwachen und Visualisieren der Schwingungen in dem Walzgerüst macht eine optische Kontrolle und ein eventuelles Eingreifen in einen Walzvorgang durch Bedienerpersonal möglich. Das automatische Anfahren geeigneter, schwingungsarmer Walzgeschwindigkeitsbereiche

dient der Verbesserung des Walzergebnisses bzw. der Produktqualität. Das automatische Verringern einer momentanen Walzgeschwindigkeit in Abhängigkeit der momentan erfassten Schwingungen des Walzgerüsts (Auto-Slow-Down-Funktionalität) dient insbesondere der Vermeidung von Bandrissen beim Auftreten von 3rd-Octave-Chatterschwingungen. Insgesamt kann die Regelelektronik auch aus mehreren separaten Modulen bestehen, die anlagenindividuell zusammengestellt werden

**[0037]** Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist die Regelelektronik eingerichtet, Frequenzen, Amplituden und/oder Phasenlagen der zu erzeugenden Gegenschwingungen zu ermitteln. Die Regelelektronik kann die Schwingungssignale des Schwingungssensors bzw. der Schwingungssensoren verarbeiten, um eine optimale Signalform, das heißt die Frequenz und die Amplitude, sowie die Phasenlage einer oder mehrerer Gegenschwingungen zu berechnen, die erforderlich sind, um die jeweils korrespondierenden, unerwünschten Schwingungen in dem Walzgerüst auszulöschen.

**[0038]** Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass die Regelelektronik eingerichtet ist, die Stellsignale unter Berücksichtigung eines Übertragungsverhaltens des Schwingungssensors, des Aktors und/oder eines Walzgerüsts des Walzwerks zu erzeugen. Hierdurch kann die gezielte Einleitung der Gegenschwingungen in das Walzgerüst verbessert werden.

**[0039]** Vorteilhafterweise ist die Regelelektronik eingerichtet, auf zeitliche Änderungen von Charakteristika des Aktors und/oder einer angewendeten Regelstrecke zu reagieren. Die Regelelektronik basiert hierdurch auf einer adaptiven Regelung, so dass die Regelung sich selbsttätig an veränderte Bedingungen und Gegebenheiten anpassen kann, um die gezielte Einleitung der Gegenschwingungen in das Walzgerüst zu optimieren.

**[0040]** Nach einem erfindungsgemäßen Verfahren zum aktiven Dämpfen von Schwingungen in einem Walzgerüst zum Walzen, bevorzugt Kaltwalzen, von Metallprodukten werden die Schwingungen in dem Walzgerüst erfasst und den Schwingungen entgegenwirkende Gegenschwingungen erzeugt, wobei die Gegenschwingungen mittels wenigstens eines separat zu zwei an jeweils einem Ständer des Walzgerüsts angeordneten Anstelleinheiten des Walzgerüsts zum Anstellen einer oberen Arbeitswalze des Walzgerüsts gemeinsam mit einer oberen Stützwalze des Walzgerüsts und zum Einstellen einer Höhe eines Walzspalts des Walzgerüsts angeordneten Aktors erzeugt werden, wobei die Gegenschwingungen in wenigstens eine ausschließlich über eine Keilanstellung des Walzgerüsts oder nicht anstellbare Stützwalze zum Abstützen einer Arbeitswalze oder Zwischenwalze des Walzgerüsts eingeleitet werden, die über wenigstens eine Lagereinheit, über die sie an einem Ständer des Walzgerüsts geführt ist, an dem Aktor abgestützt wird, und wobei der Aktor entweder mittelbar über eine wenigstens ein Bauteil der Nachstelleinrichtung oder unmittelbar an einem Abschnitt des Ständers abgestützt wird.

**[0041]** Mit dem Verfahren sind die oben mit Bezug auf das Walzgerüst und die Walzanlage genannten Vorteile entsprechend verbunden. Insbesondere kann das Walzgerüst bzw. die Walzanlage zur Durchführung des Verfahrens verwendet werden. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Walzgerüsts und der Walzanlage, sofern sie Verfahrensmerkmale enthalten, sind vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens, auch wenn dies nicht explizit beschrieben ist.

**[0042]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung wird der Aktor zum Erfassen von Walzkräften verwendet. Mit dieser Ausgestaltung sind die oben mit Bezug auf die entsprechende Ausgestaltung des Walzgerüsts genannten Vorteile entsprechend verbunden.

**[0043]** Im Folgenden wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die anliegenden Figuren anhand einer bevorzugten Ausführungsform exemplarisch erläutert, wobei die nachfolgend erläuterten Merkmale sowohl jeweils für sich genommen als auch in unterschiedlicher Kombination miteinander einen Aspekt der Erfindung darstellen können. Es zeigen:

Figur 1: eine schematische und perspektivische Darstellung eines Ausführungsbeispiels für eine erfindungsgemäße Walzanlage; und

Figur 2: eine schematische und perspektivische Detaildarstellung des Walzgerüsts der in Figur 1 gezeigten Walzanlage.

**[0044]** Figur 1 zeigt eine schematische und perspektivische Darstellung eines Ausführungsbeispiels für eine erfindungsgemäße Walzanlage 1 zum Walzen, insbesondere Kaltwalzen, von Metallobjekten. Die Walzanlage 1 umfasst ein Walzgerüst 2 und ein System 3 zum aktiven Dämpfen von Schwingungen in dem Walzgerüst 2.

**[0045]** Das Walzgerüst 2 umfasst eine obere Arbeitswalze 4 und eine damit zusammenwirkende untere Arbeitswalze 5, zwischen denen ein Walzspalt 6 ausgebildet ist. Die Arbeitswalzen 4 und 5 sind jeweils endseitig über jeweils eine Lagereinheit 7 an jeweils einem Ständer 8 des Walzgerüsts 2 geführt. Des Weiteren umfasst das Walzgerüst 2 eine die obere Arbeitswalze 4 abstützende obere Stützwalze 9 und eine die untere Arbeitswalze 5 abstützende untere Stützwalze 10. Die Stützwalzen 9 und 10 sind jeweils endseitig über jeweils eine Lagereinheit 11 an jeweils einem Ständer 8 des Walzgerüsts 2 geführt. Das Walzgerüst 2 umfasst zudem zwei an jeweils einen Ständer 8 angeordnete Anstelleinheiten 12 zum Anstellen der oberen Arbeitswalze 4 gemeinsam mit der oberen Stützwalze 9 und zum Einstellen der Höhe des Walzspalts 6. Zudem dienen die Anstelleinheiten 12 zum Erzeugen der jeweiligen Walzkräfte. Ferner umfasst das Walzgerüst 2 eine an den Ständern 8 angeordnete Keilanstellung 13 mit einem Anstellkeil 14 und eine den Anstellkeil 14 betätigende Stelleinrichtung 15.

**[0046]** Das Walzgerüst 2 umfasst zwei Aktoren 16, die

zur aktiven Dämpfung von Schwingungen in dem Walzgerüst 2 ansteuerbar sind. Des Weiteren umfasst das Walzgerüst 2, wie oben ausgeführt, die ausschließlich über die Keilanstellung 13 des Walzgerüsts 2 anstellbare untere Stützwalze 10 zum Abstützen der unteren Arbeitswalze 5 des Walzgerüsts 2. Die untere Stützwalze 10 stützt sich über die Lagereinheiten 11 an jeweils einem der beiden Aktoren 16 ab. Die Aktoren 16 stützen sich mittelbar über den Anstellkeil 14 der Keilanstellung 13 an einem Abschnitt 17 des jeweiligen Ständers 8 ab, wobei es sich bei dem jeweiligen Abschnitt 17 um ein unteres Ständerquerhaupt handelt. Somit werden durch die Aktoren 16 die herkömmlich an diesem Einbauport befindlichen, nicht gezeigten Kraftmessdosen ersetzt.

**[0047]** Die Aktoren 16 sind jeweils als piezo-mechanischer Aktor oder als piezo-hydraulischer Aktor ausgebildet. Die Aktoren 16 können zum Erfassen von Walzkräften eingerichtet sein, was einen Verzicht auf herkömmliche Kraftmessdosen ermöglicht.

**[0048]** Das Walzgerüst 2 umfasst des Weiteren zwei an jeweils einem Ständer 8 angeordnete Schwingungssensoren 18 zum Erfassen der Schwingungen des Walzgerüsts 2. Jeder Schwingungssensor 18 ist bezüglich des Walzspalts 6 an einem Abschnitt 19 des jeweiligen Ständers 8 angeordnet, der dem Abschnitt 17 des jeweiligen Ständers 8, an dem sich der Anstellkeil 14 abstützt, gegenüberliegend angeordnet ist. Der Abschnitt 19 ist durch ein oberes Ständerquerhaupt des jeweiligen Ständers 8 gebildet. Jeder Schwingungssensor 18 kann eingerichtet sein, Schwingungen in einem Frequenzbereich von etwa 0,5 Hz bis etwa 2000 Hz zu erfassen. Jeder Schwingungssensor 18 kann ein Beschleunigungssensor sein.

**[0049]** Das System 3 umfasst eine signaltechnisch mit den Schwingungssensoren 18 und den Aktoren 16 verbundene Regelelektronik 20, mit der von den Schwingungssensoren 18 erzeugte Schwingungssignale zur Erzeugung von Stellsignalen auswertbar sind und die eingerichtet ist, die Aktoren 16 zur Einleitung von Gegenschwingungen in das Walzgerüst 2 mit den jeweiligen Stellsignalen anzusteuern. Des Weiteren umfasst das System 3 einen Signalverstärker 21 zum Verstärken der den Aktoren 16 zuzuführenden Stellsignale.

**[0050]** Die Regelelektronik 20 kann zum Online-Überwachen der Schwingungen des Walzgerüsts 2, zum Online-Visualisieren von Schwingungspegeln der Schwingungen des Walzgerüsts 2, zum automatischen Anfahren wenigstens einer schwingungsarmen Walzgeschwindigkeit und/oder zum automatischen Verringern einer momentanen Walzgeschwindigkeit in Abhängigkeit der momentan erfassten Schwingungen des Walzgerüsts 2 eingerichtet sein. Des Weiteren kann die Regelelektronik 20 eingerichtet sein, notwendige Frequenzen, Amplituden und/oder Phasenlagen der zu erzeugenden Gegenschwingungen zu ermitteln. Zudem kann die Regelelektronik 20 eingerichtet sein, die Stellsignale unter Berücksichtigung eines Übertragungsverhaltens der Schwingungssensoren 18, der Aktoren 16 und/oder

eines durch die Walzen 4, 5, 9 und 10 gebildeten Walzwerks des Walzgerüsts 2 zu erzeugen. Ferner kann die Regelelektronik 20 eingerichtet sein, auf zeitliche Änderungen von Charakteristika der Aktoren 16 und/oder einer angewendeten Regelstrecke zu reagieren.

**[0051]** Figur 2 zeigt eine schematische und perspektivische Detaildarstellung des Walzgerüsts 2 der in Figur 1 gezeigten Walzanlage. Es ist insbesondere die Anordnung der Aktoren 16 an dem Anstellkeil 14 der Keilanstellung 13 besser ersichtlich, der sich an den unteren Abschnitten 17 der Ständer 8 abstützt. Im Übrigen wird zur Vermeidung von Wiederholungen auf die obige Beschreibung zu Figur 1 verwiesen.

## 15 Bezugszeichenliste

### [0052]

|       |                                                                                   |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Walzanlage                                                                        |
| 20 2  | Walzgerüst                                                                        |
| 3     | System                                                                            |
| 4     | obere Arbeitswalze                                                                |
| 5     | untere Arbeitswalze                                                               |
| 6     | Walzspalt                                                                         |
| 25 7  | Lagereinheit                                                                      |
| 8     | Ständer                                                                           |
| 9     | obere Stützwalze                                                                  |
| 10    | untere Stützwalze                                                                 |
| 11    | Lagereinheit                                                                      |
| 30 12 | Anstelleinheit                                                                    |
| 13    | Nachstellvorrichtung zur Passlineeeinstellung in der Bauform einer Keilanstellung |
| 14    | Bauteil der Nachstellvorrichtung in Form eines Anstellkeiles                      |
| 35 15 | Stelleinrichtung                                                                  |
| 16    | Aktor                                                                             |
| 17    | unterer Abschnitt von 8                                                           |
| 18    | Schwingungssensor                                                                 |
| 19    | oberer Abschnitt von 8                                                            |
| 40 20 | Regelelektronik                                                                   |
| 21    | Signalverstärker                                                                  |

## Patentansprüche

1. Walzgerüst (2) zum Walzen, insbesondere Kaltwalzen, von Metallprodukten, aufweisend wenigstens zwei an jeweils einem Ständer (8) des Walzgerüsts (2) angeordnete Anstelleinheiten (12) zum Anstellen einer oberen Arbeitswalze (4) des Walzgerüsts (2) gemeinsam mit einer oberen Stützwalze (9) des Walzgerüsts (2) und zum Einstellen einer Höhe eines Walzspalts (6) des Walzgerüsts (2), wenigstens einen Aktor (16), der zur aktiven Dämpfung von Schwingungen in dem Walzgerüst (2) ansteuerbar ist, und wenigstens eine ausschließlich über eine Nachstellvorrichtung zur Passlineeeinstellung (13) des Walzgerüsts (2) oder nicht anstellbare Stützwal-

- ze (10) zum Abstützen einer Arbeitswalze (5) und/oder Zwischenwalze des Walzgerüsts (2), wobei die Stützwalze (10) endseitig über jeweils eine Lagereinheit (11) an jeweils einem der Ständer (8) des Walzgerüsts (2) geführt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor (16) separat zu den Anstelleinheiten (12) angeordnet ist, dass sich die Stützwalze (10) über wenigstens eine Lagereinheit (11) an dem Aktor (16) abstützt und dass sich der Aktor (16) entweder mittelbar über wenigstens ein Bauteil (14) der Nachstellvorrichtung (13) oder unmittelbar an einem Abschnitt (17) eines der Ständer (8) abstützt.
2. Walzgerüst (2) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor (16) ein piezo-mechanischer Aktor oder ein piezo-hydraulischer Aktor ist.
3. Walzgerüst (2) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor (16) zum Erfassen von Walzkräften eingerichtet ist.
4. Walzgerüst (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **gekennzeichnet durch** wenigstens zwei entsprechende Aktoren (16), wobei sich die Lagereinheiten (11) der Stützwalze (10) an jeweils einem Aktor (16) abstützen und sich die beiden Aktoren (16) jeweils entweder mittelbar über wenigstens einen Anstellkeil (14) der Keilanstellung (13) oder unmittelbar an einem Abschnitt (17) des Ständers (8) abstützen.
5. Walzgerüst (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **gekennzeichnet durch** wenigstens einen an dem Ständer (8) angeordneten Schwingungssensor (18) zum Erfassen der Schwingungen des Walzgerüsts (2).
6. Walzgerüst (2) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwingungssensor (18) bezüglich eines Walzspalts (6), der zwischen zusammenwirkenden Arbeitswalzen (9, 10) des Walzgerüsts (2) ausgebildet ist, an einem Abschnitt (19) des Ständers (8) angeordnet ist, der dem Abschnitt (17) des Ständers (8), an dem sich der Aktor (16) bzw. der Bauteil der Nachstellvorrichtung (14) abstützt, gegenüberliegend angeordnet ist.
7. Walzgerüst (2) nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwingungssensor (18) eingerichtet ist, Schwingungen in einem Frequenzbereich von etwa 0,5 Hz bis etwa 2000 Hz zu erfassen.
8. Walzgerüst (2) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwingungssensor (18) ein Beschleunigungssensor ist.
9. Walzanlage (1) zum Walzen, bevorzugt Kaltwalzen, von Metallobjekten, aufweisend wenigstens ein Walzgerüst (2) und wenigstens ein System (3) zum aktiven Dämpfen von Schwingungen in dem Walzgerüst (2), **dadurch gekennzeichnet, dass** das Walzgerüst (2) nach einem der Ansprüche 5 bis 8 ausgebildet ist, wobei das System (3) wenigstens eine signaltechnisch mit dem Schwingungssensor (18) und dem Aktor (16) verbundene Regelelektronik (20) aufweist, mit der von dem Schwingungssensor (18) erzeugte Schwingungssignale zur Erzeugung von Stellsignalen auswertbar sind und die eingerichtet ist, den Aktor (16) zur Einleitung von Gegenschwingungen in das Walzgerüst (2) mit den jeweiligen Stellsignalen anzusteuern.
10. Walzanlage (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die modular aufgebaute Regelelektronik (20) zum Online-Überwachen der Schwingungen des Walzgerüsts (2), zum Online-Visualisieren von Schwingungspegeln der Schwingungen des Walzgerüsts (2), zum automatischen Anfahren wenigstens einer schwingungsarmen Walzgeschwindigkeit und/oder zum automatischen Verringern einer momentanen Walzgeschwindigkeit in Abhängigkeit der momentan erfassten Schwingungen des Walzgerüsts (2) eingerichtet ist.
11. Walzanlage (1) nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regelelektronik (20) eingerichtet ist, Frequenzen, Amplituden und/oder Phasenlagen der zu erzeugenden Gegenschwingungen zu ermitteln.
12. Walzanlage (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regelelektronik (20) eingerichtet ist, die Stellsignale unter Berücksichtigung eines Übertragungsverhaltens des Schwingungssensors (18), des Aktors (16) und/oder eines Walzwerks des Walzgerüsts (2) zu erzeugen.
13. Walzanlage (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regelelektronik (20) eingerichtet ist, auf zeitliche Änderungen von Charakteristika des Aktors (16) und/oder einer angewendeten Regelstrecke zu reagieren.
14. Verfahren zum aktiven Dämpfen von Schwingungen in einem Walzgerüst (2) zum Walzen, insbesondere Kaltwalzen, von Metallprodukten, wobei die Schwingungen in dem Walzgerüst (2) erfasst und den Schwingungen entgegenwirkende Gegenschwingungen erzeugt werden, wobei die Gegenschwingungen mittels wenigstens eines separat zu zwei an jeweils einem Ständer (8) des Walzgerüsts (2) angeordneten Anstelleinheiten (12) des Walzgerüsts (2) zum Anstellen einer oberen Arbeitswalze (4) des Walzgerüsts (2) gemeinsam mit einer oberen Stützwalze (9) des Walzgerüsts (2) und zum Einstellen

einer Höhe eines Walzspalts (6) des Walzgerüsts (2) angeordneten Aktors (16) erzeugt werden, wobei die Gegenschwingungen in wenigstens eine ausschließlich über eine Nachstellvorrichtung (13) zur Passlineeinstellung des Walzgerüsts (2) oder nicht anstellbare Stützwalze (10) zum Abstützen einer Arbeitswalze (5) und/oder Zwischenwalze des Walzgerüsts (2) eingeleitet werden, die über wenigstens eine Lagereinheit (11), über die sie an jeweils einem der Ständer (8) des Walzgerüsts (2) geführt ist, an dem Aktor (16) abgestützt wird, wobei der Aktor (16) entweder mittelbar über wenigstens eine Bauteil (14) der Nachstellvorrichtung (13) oder unmittelbar an einem Abschnitt (17) eines der Ständer (8) abgestützt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor (16) zum Erfassen von Walzkräften verwendet wird.

## Claims

1. Roll stand (2) for rolling, especially cold-rolling, metal products, comprising at least two adjusting units (12), which are each arranged at a respective housing (8) of the roll stand (2), for adjusting an upper working roll (4) of the roll stand (2) together with an upper backing roll (9) of the roll stand (2) and for setting a height of a rolling gap (6) of the roll stand (2), at least one actuator (16) which is controllable for active damping of vibrations in the roll stand (2), and at least one backing roll (10), which is not adjustable or is adjustable exclusively by way of an adjusting device with respect to the pass line setting (13) of the roll stand (2), for supporting a working roll (5) and/or an intermediate roll of the roll stand (2), wherein the backing roll (10) is guided at each end by way of a respective bearing unit (11) at a respective one of the housings (8) of the roll stand (2), **characterised in that** the actuator (16) is arranged separately from the adjusting units (12), that the backing roll (10) is supported at the actuator (16) by way of at least one bearing unit (11) and that the actuator (16) is supported either indirectly by way of at least one component (14) of the adjusting device (13) or directly at a section (17) of one of the housings (8).
2. Roll stand (2) according to claim 1, **characterised in that** the actuator (16) is a piezomechanical actuator or a piezo-hydraulic actuator.
3. Roll stand (2) according to claim 1 or 2, **characterised in that** the actuator (16) is arranged to detect rolling forces.
4. Roll stand (2) according to any one of claims 1 to 3, **characterised by** at least two corresponding actuators (16), wherein the bearing units (1) of the backing roll (10) are each supported at a respective actuator (16) and the two actuators (16) are respectively supported either indirectly by way of at least one adjusting wedge (14) of the wedge adjusting means (13) or directly at a section (17) of the housing (8).
5. Roll stand (2) according to any one of claims 1 to 4, **characterised by** at least one vibration sensor (18), which is arranged at the housing (8), for detecting vibrations of the roll stand (2).
6. Roll stand (2) according to claim 5, **characterised in that** the vibration sensor (18) is arranged - with respect to a rolling gap (6) formed between co-operating working rolls (9, 10) of the roll stand (2) - at a section (19) of the housing (8), which section is arranged opposite the section (17) of the housing (8) at which the actuator (16) or the component of the adjusting device (14) is supported.
7. Roll stand (2) according to claim 5 or 6, **characterised in that** the vibration sensor (18) is arranged to detect vibrations in a frequency range of approximately 0.5 Hz to approximately 2000 Hz.
8. Roll stand (2) according to any one of claims 5 to 7, **characterised in that** the vibration sensor (18) is an acceleration sensor.
9. Rolling installation (1) for rolling, preferably cold-rolling, metal objects, comprising at least one roll stand (2) and at least one system (3) for active damping of vibrations in the roll stand (2), **characterised in that** the roll stand (2) is constructed in accordance with any one of claims 5 to 8, wherein the system (3) comprises at least one electronic regulating system (20), which is connected in terms of signals with the vibration sensor (18) and the actuator (16) and by which vibration signals generated by the vibration sensor (18) can be evaluated for generation of setting signals, the electronic regulating system being arranged to control the actuator (16) for introduction of counter-vibrations into the roll stand (2) by the respective setting signals.
10. Rolling installation (1) according to claim 9, **characterised in that** the electronic regulating system (20), which is of modular construction, is arranged for on-line monitoring of the vibrations of the roll stand (2), on-line visualisation of vibration levels of the vibrations of the roll stand (2), automatic movement to at least one low-vibration rolling speed and/or automatic reduction of an instantaneous rolling speed in dependence on the instantaneously detected vibrations of the roll stand (2).

11. Rolling installation (1) according to claim 9 or 10, **characterised in that** the electronic regulating system (20) is arranged to determine frequencies, amplitudes and/or phase positions of the counter-vibrations to be generated. 5
12. Rolling installation (2) according to any one of claims 9 to 11, **characterised in that** the electronic regulating system (20) is arranged to generate the setting signals with consideration of a dynamic system behaviour of the vibration sensor (18), the actuator (16) and/or a rolling mechanism of the roll stand (2). 10
13. Rolling installation (1) according to any one of claims 9 to 12, **characterised in that** the electronic regulating system (20) is arranged to react to changes over time of characteristics of the actuator (16) and/or a regulating path which is used. 15
14. Method for active damping of vibrations in a roll stand (2) for rolling, especially cold-rolling, metal products, wherein the vibrations are detected in the roll stand (2) and counter-vibrations counteracting the vibrations are generated, wherein the counter-vibrations are generated by means of at least one actuator (16) arranged separately from two adjusting units (12), which are each arranged at a respective housing (8) of the roll stand (2), of the rolls stand (2) for adjusting an upper working roll (4) together with an upper backing roll (9) of the roll stand (2) and for setting a height of a rolling gap (6) of the roll stand (2), wherein the counter-vibrations are introduced into at least one backing roll (10), which is not adjustable or is adjustable exclusively by way of an adjusting device (13) with respect to the pass line setting of the roll stand (2), for supporting a working roll (5) and/or an intermediate roll of the roll stand (2), which is supported at the actuator (16) by way of at least one bearing unit (11) by way of which it is guided at a respective one of the housings (8) of the roll stand (2), wherein the actuator (16) is supported) either indirectly by way of at least one component (14) of the adjusting device (13) or directly at a section (17) of one of the housings (8). 20 25 30 35
15. Method according to claim 14, **characterised in that** the actuator (16) is used for detecting rolling forces. 40 45

## Revendications

1. Cage de laminoir (2) destinée au laminage, en particulier au laminage à froid, de produits métalliques, qui présente au moins deux unités de positionnement (12) qui sont disposées contre respectivement un montant (8) de la cage de laminoir, destinées au positionnement d'un cylindre de travail supérieur (4) de la cage de laminoir (2) de manière conjointe avec 50 55

un cylindre de soutien supérieur (9) de la cage de laminoir (2) et au réglage d'une hauteur d'une emprise (6) de la cage de laminoir (2), au moins un dispositif d'activation (16) qui peut être commandé pour l'amortissement actif d'oscillations en vigueur dans la cage de laminoir (2), et au moins un cylindre de soutien (10) qui peut être positionné exclusivement par l'intermédiaire d'un dispositif de positionnement ultérieur pour le réglage de la ligne de passage (13) de la cage de laminoir (2) ou un cylindre de soutien (10) qui ne peut pas être positionné destiné à supporter en cylindre de travail (5) et/ou un cylindre intermédiaire de la cage de laminoir (2) ; dans lequel le cylindre de soutien (10) est guidé du côté de son extrémité par l'intermédiaire de respectivement une unité (11) faisant office de palier contre respectivement un des montants (8) de la cage de laminoir (2), **caractérisée en ce que** le dispositif d'activation (16) est disposé en étant séparé par rapport aux unités de positionnement (12), d'une manière telle que le cylindre de soutien (10) vient s'appuyer par l'intermédiaire d'au moins une unité (11) faisant office de palier contre le dispositif d'activation (16), et **en ce que** le dispositif d'activation (16) vient s'appuyer, soit de manière indirecte par l'intermédiaire d'au moins un composant (14) du dispositif de positionnement ultérieur (13), soit de manière directe contre un tronçon (17) d'un des montants (8).

2. Cage de laminoir (2) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le dispositif d'activation (16) représente un dispositif d'activation de type piézo-mécanique ou un dispositif d'activation de type piézo-hydraulique. 35
3. Cage de laminoir (2) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** le dispositif d'activation (16) est conçu pour enregistrer des forces de laminage. 40
4. Cage de laminoir (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée par** au moins deux dispositifs d'activation correspondants (16) ; dans laquelle les unités (11) faisant office de palier du cylindre de soutien (10) viennent s'appuyer contre respectivement un dispositif d'activation (16) et les deux dispositifs d'activation (16) viennent s'appuyer respectivement, soit de manière indirecte par l'intermédiaire d'au moins une cale de positionnement (14) faisant partie du positionnement par cale (13), soit de manière directe contre un tronçon (17) du montant (8). 45 50
5. Cage de laminoir (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisée par** au moins un capteur d'oscillations (18) qui est disposé contre le montant (8) destiné à enregistrer les oscillations de la cage de laminoir (2). 55

6. Cage de laminoir (2) selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** le capteur d'oscillations (18) est disposé, par rapport à une emprise (6) qui est réalisée entre des cylindres de travail (9, 10) de la cage de laminoir (2), qui coopèrent, contre un tronçon (19) du montant (8) qui est disposé à l'opposé du tronçon (17) du montant (8) contre lequel vient s'appuyer le dispositif d'activation (16), respectivement le composant du dispositif de positionnement ultérieur (14).
7. Cage de laminoir (2) selon la revendication 5 ou 6, **caractérisée en ce que** le capteur d'oscillations (18) est conçu pour enregistrer des oscillations dans une plage de fréquences d'environ 0,5 Hz à environ 2000 Hz.
8. Cage de laminoir (2) selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, **caractérisée en ce que** le capteur d'oscillations (18) représente un capteur de l'accélération.
9. Installation de laminage (1) qui est destinée au laminage, de préférence au laminage à froid, d'objets métalliques, qui présente au moins une cage de laminoir (2) et au moins un système (3) qui est destiné à amortir de manière active des oscillations dans la cage de laminoir (2), **caractérisée en ce que** la cage de laminoir (2) est réalisée conformément à l'une quelconque des revendications 5 à 8; dans laquelle le système (3) présente au moins un système électronique de réglage (20) qui est relié, en empruntant une voie assurée par des signaux, au capteur d'oscillations (18) et au dispositif d'activation (16), système électronique avec lequel des signaux d'oscillations générés par le capteur d'oscillations (18) peuvent être évalués afin d'obtenir des signaux de réglage, et qui est conçu pour activer le dispositif d'activation (16) afin d'introduire des oscillations antagonistes dans la cage de laminoir (2) avec les signaux de réglage respectifs.
10. Installation de laminage (1) selon la revendication 9, **caractérisée en ce que** le système électronique de réglage (20) présentant une constitution de type modulaire est conçu pour la surveillance en ligne des oscillations en vigueur dans la cage de laminoir (2), pour la visualisation en ligne de niveaux d'oscillations en ce qui concerne les oscillations de la cage de laminoir (2), pour le lancement automatique d'au moins une vitesse de laminage pauvre en oscillations et/ou pour la réduction automatique d'une vitesse de laminage momentanée en fonction des oscillations de la cage de laminoir (2) enregistrées de manière momentanée.
11. Installation de laminage (1) selon la revendication 9 ou 10, **caractérisée en ce que** le système électronique de réglage (20) est conçu pour déterminer des fréquences, des amplitudes et/ou des relations de phases des oscillations antagonistes qui doivent être générées.
12. Installation de laminage (1) selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, **caractérisée en ce que** le système électronique de réglage (20) est conçu pour générer les signaux de réglage en prenant en compte une qualité des lignes de transmission du capteur d'oscillations (18), du dispositif d'activation (16) et/ou d'un laminoir de la cage de laminoir (3).
13. Installation de laminage (1) selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, **caractérisée en ce que** le système électronique de réglage (20) est conçu pour réagir à des modifications temporelles de caractéristiques du dispositif d'activation (16) et/ou d'un circuit de contrôle d'application.
14. Procédé destiné à l'amortissement actif d'oscillations dans une cage de laminoir (2) destinée au laminage, en particulier au laminage à froid, de produits métalliques; dans lequel les oscillations en vigueur dans la cage de laminoir (2) sont enregistrées et des oscillations antagonistes qui s'opposent aux oscillations sont générées; dans lequel les oscillations antagonistes sont générées au moyen d'au moins un dispositif d'activation disposé de manière séparée par rapport à deux unités de positionnement (12) de la cage de laminoir (2), qui sont disposées contre respectivement un montant (8) de la cage de laminoir (2), destinées au positionnement d'un cylindre de travail supérieur (4) de la cage de laminoir (2) de manière conjointe avec un cylindre de soutien supérieur (9) de la cage de laminoir (2) et au réglage d'une hauteur d'une emprise (6) de la cage de laminoir (2); dans laquelle les oscillations antagonistes sont introduites dans au moins un cylindre de soutien (10) qui peut être positionné de manière exclusive par l'intermédiaire d'un dispositif de positionnement ultérieur (13) à des fins de réglage de la ligne de passage de la cage de laminoir (2) ou dans au moins un cylindre de soutien (10) qui ne peut pas être positionné, à des fins de soutien d'un cylindre de travail (5) et/ou d'un cylindre intermédiaire de la cage de laminoir (2), qui vient s'appuyer contre le dispositif d'activation (16) par l'intermédiaire d'au moins une unité (11) faisant office de palier, par l'intermédiaire de laquelle il est guidé contre respectivement un des montants (8) de la cage de laminoir (2); dans lequel le dispositif d'activation (16) vient s'appuyer, soit de manière indirecte par l'intermédiaire d'au moins un composant (14) faisant partie du dispositif de positionnement ultérieur (13), soit de manière directe contre un tronçon (17) d'un des montants (8).
15. Procédé selon la revendication 14, **caractérisée en**

**ce que** le dispositif d'activation (16) est utilisé pour l'enregistrement de forces de laminage.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

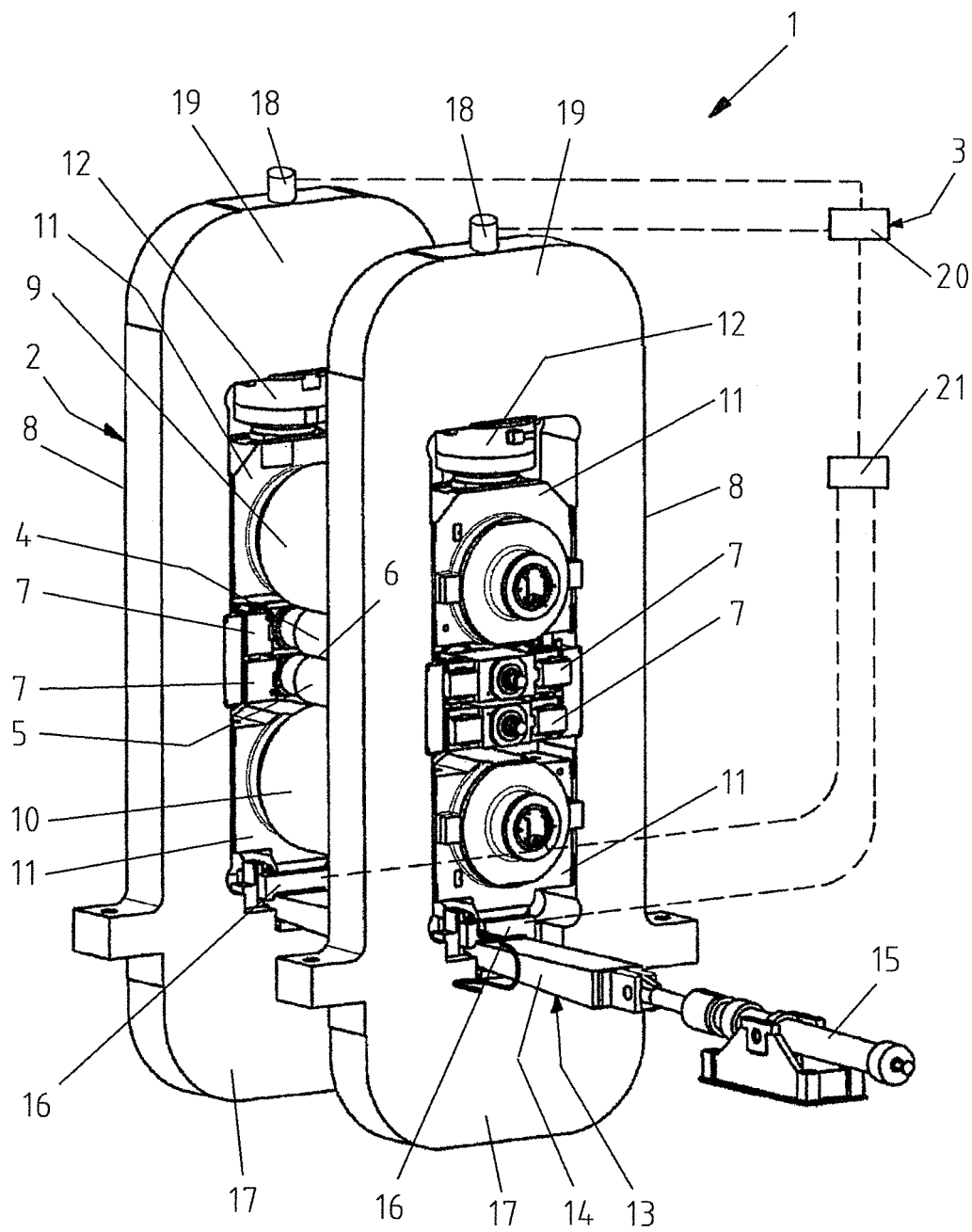


FIG.1

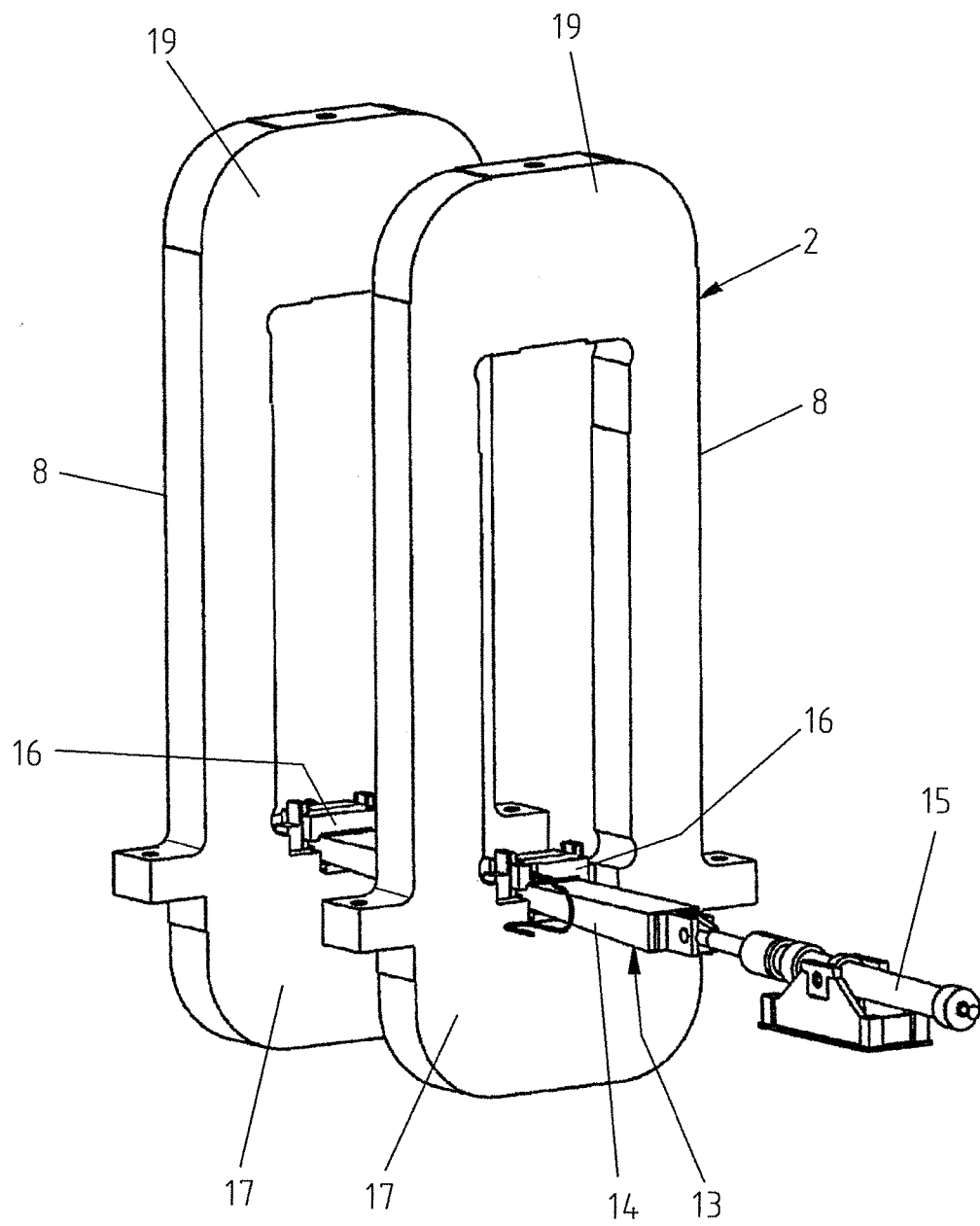


FIG.2

**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 2052796 A1 [0009] [0019]
- WO 2015092775 A1 [0010] [0021]
- WO 0100346 A1 [0011]
- EP 1457274 A2 [0012]
- EP 1961992 A2 [0013]