

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 861/2011  
(22) Anmeldetag: 10.06.2011  
(43) Veröffentlicht am: 15.12.2012

(51) Int. Cl. : **C21D 1/02** (2006.01)  
**C21D 1/10** (2006.01)  
**C21D 1/42** (2006.01)  
**C21D 1/76** (2006.01)  
**C21D 7/13** (2006.01)  
**C21D 8/04** (2006.01)  
**F27B 9/02** (2006.01)  
**F27B 9/06** (2006.01)  
**F27B 9/20** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
WO 9701403 A1 EP 0771596 A1  
DE 4402402 A1

(73) Patentanmelder:  
SIEMENS VAI METALS TECHNOLOGIES  
GMBH  
4031 LINZ (AT)

(72) Erfinder:  
Hohenbichler Gerald Dipl.Ing. Dr.  
Kronstorf (AT)  
Linzer Bernd Dipl.Ing. Dr.  
Linz (AT)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR VORBEHANDLUNG EINES WALZGUTS VOR DEM WARMWALZEN**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Vorbehandlung eines Walzguts (3). Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu finden, mit denen das Walzgut (3) vor dem Warmwalzen sowohl energieeffizient erwärmt als auch gründlich entzündert werden kann. Diese Aufgabe wird durch folgende Verfahrensschritte gelöst:

- Vorwärmen des Walzguts (3) in einem Vorwärmofen (4) durch mehrere Brenner (11);
- Entzünden des vorgewärmten Walzguts (3) in einer Entzunderungseinrichtung (5);
- Erwärmen des entzünderten Walzguts (3) in einem Erwärmmofen durch mehrere Brenner (11), wobei die Brenner einen Kohlenstoffträger unterstöchiometrisch verbrennen, sodass das Walzgut (3) im Erwärmmofen (7) durch das bei der Verbrennung entstehende Abgas (12,13) in einer reduzierenden Atmosphäre gehalten wird;
- Einleiten von einem ersten Teil des Abgases (12) und von Sauerstoff (15) in den Vorwärmofen (4);
- Nachverbrennen von dem ersten Teil des Abgases (12) im Vorwärmofen (4), wobei die Menge an Sauerstoff (15) so gewählt wird, dass das Walzgut (3) im Vorwärmofen (4) in einer oxidierenden Atmosphäre gehalten wird.

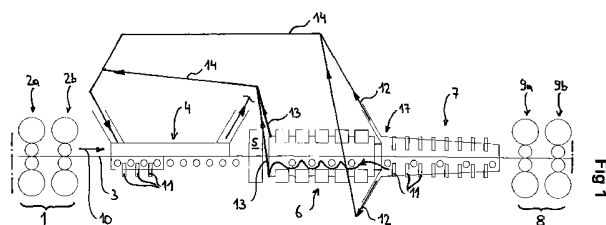


Fig 1

## Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Vorbehandlung eines Walzguts (3). Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu finden, mit denen das Walzgut (3) vor dem Warmwalzen sowohl energieeffizient erwärmt als auch gründlich entzündert werden kann. Diese Aufgabe wird durch folgende Verfahrensschritte gelöst:

- 10 - Vorwärmen des Walzguts (3) in einem Vorwärmofen (4) durch mehrere Brenner (11);
  - Entzundern des vorgewärmten Walzguts (3) in einer Entzunderungseinrichtung (5);
  - Erwärmen des entzünderten Walzguts (3) in einem
- 15 Erwärmofen durch mehrere Brenner (11), wobei die Brenner einen Kohlenstoffträger unterstöchiometrisch verbrennen, sodass das Walzgut (3) im Erwärmofen (7) durch das bei der Verbrennung entstehende Abgas (12,13) in einer reduzierenden Atmosphäre gehalten wird;
- 20 - Einleiten von einem ersten Teil des Abgases (12) und von Sauerstoff (15) in den Vorwärmofen (4);
  - Nachverbrennen von dem ersten Teil des Abgases (12) im Vorwärmofen (4), wobei die Menge an Sauerstoff (15) so gewählt wird, dass das Walzgut (3) im Vorwärmofen (4) in
- 25 einer oxidierenden Atmosphäre gehalten wird.

(Fig 1)

## Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Vorbehandlung eines Walzguts  
vor dem Warmwalzen

5

## Gebiet der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur  
Vorbehandlung eines Walzguts aus Stahl vor dem Warmwalzen.

10

## Stand der Technik

Aus der JP 63-262417 A ist ein Verfahren zum Erwärmen einer  
Bramme in einem mehrteiligen Ofen bekannt, wobei die Bramme  
15 in einer Vorheizzone des Ofens durch einen Brenner vorgewärmt  
und anschließend in einer reduzierenden Atmosphäre einer  
Heizzone des Ofens erwärmt wird. Das Abgas der Heizzone wird  
dem Brenner in der Vorwärmzone des Ofens zugeführt, wo das  
unverbrannte CO des Abgases durch einen Brenner nachverbrannt  
20 wird. Nachteilig an diesem Verfahren ist, dass die Bramme  
entweder vor oder nach dem Erwärmen entzündet werden muss.  
Nachteilig an der Entzündung vor dem Erwärmen ist, dass der  
Zunder aufgrund des langsamen Wachstums schwer entfernbar  
ist; nachteilig an der Entzündung nach dem Erwärmen ist,  
25 dass das Walzgut auf eine höhere Temperatur als die  
Walztemperatur erwärmt werden muss, wodurch die  
Energieeffizienz des Prozesses leidet. Aus der JP 63-262417 A  
sind keine Ansätze bekannt, wie diese Nachteile überwunden  
werden können.

30

## Zusammenfassung der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren und  
eine Vorrichtung zu finden, mit denen das Walzgut vor dem  
35 Warmwalzen sowohl energieeffizient erwärmt als auch gründlich  
entzündet werden kann.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren nach Anspruch 1 gelöst, das folgende Verfahrensschritte umfasst:

- Vorwärmen des Walzguts in einem Vorwärmofen durch mehrere Brenner;
- 5     - Entzundern des vorgewärmten Walzguts in einer Entzunderungseinrichtung;
- Erwärmen des entzunderten Walzguts in einem Erwärmofen durch mehrere Brenner, wobei die Brenner einen Kohlenstoffträger unterstöchiometrisch verbrennen, sodass das
- 10    Walzgut im Erwärmofen durch das bei der Verbrennung entstehende Abgas in einer reduzierenden Atmosphäre gehalten wird;
- Einleiten von einem ersten Teil des Abgases und von Sauerstoff in den Vorwärmofen;
- 15    - Nachverbrennen von dem ersten Teil des Abgases im Vorwärmofen, wobei die Menge an Sauerstoff so gewählt wird, dass das Walzgut im Vorwärmofen in einer oxidierenden Atmosphäre gehalten wird.
- 20    Dabei wird das Walzgut, beispielsweise eine Bramme, ein sogenannter Zwischenstreifen oder ein Zwischenband, in einem Vorwärmofen durch mehrere Brenner auf eine Temperatur von typischerweise mehr als 1000 °C, vorzugsweise mehr als 1050 °C, vorgewärmt. Bei diesen Temperaturen wird das Walzgut
- 25    besonders gründlich entzündert. Nach der Entzunderung wird das Walzgut in einem Erwärmofen durch mehrere Brenner auf Walztemperatur erwärmt, wobei die Brenner einen Kohlenstoffträger (z.B. ein Heizgas, wie Methan, Ethan, Propan oder Butan, oder auch einen flüssigen Treibstoff, wie
- 30    Heizöl) unter Zugabe von Sauerstoff unterstöchiometrisch verbrennen. Durch die unterstöchiometrische Verbrennung des Kohlenstoffträgers entsteht ein Abgas, das das Walzgut im Erwärmofen in einer reduzierenden Atmosphäre hält. Diese reduzierende Atmosphäre stellt sicher, dass das entzünderte
- 35    Walzgut vor einer weiteren, erheblichen - d.h. das nachfolgende Warmwalzen störenden - Verzunderung geschützt wird. Bedingt durch die unterstöchiometrische Verbrennung im Erwärmofen, weist das Abgas des Erwärmofens noch brennbare

Anteile von CO und typischerweise auch H<sub>2</sub> auf. Anschließend wird zumindest ein Teil des Abgases unter Zugabe von Sauerstoff in den Vorwärmofen eingeleitet, wo das eingeleitete Abgas nachverbrannt wird. Bei der

5 Nachverbrennung wird die Menge an Sauerstoff im Vorwärmofen nun so gewählt, dass sich im Vorwärmofen eine oxidierende Atmosphäre einstellt. Die oxidierende Atmosphäre im Vorwärmofen stellt ein schnelles Zunderwachstum auf dem Walzgut sicher, wodurch der Zunder bei der nachfolgenden

10 Entzunderung besonders leicht (d.h. bei niedrigem Wasserdruck bzw. einer niedrigen Wassermenge) und gründlich entfernt werden kann. Es ist grundsätzlich möglich, das nachzuverbrennende Abgas entweder direkt in den Ofenraum einzuleiten oder aber mittels Brennern, die den Ofenraum

15 beheizen, zu verbrennen.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform sind die Brenner im Vorwärmofen und die Brenner im Erwärmofen als gasbefeuerte Sauerstoffbrenner ausgebildet, die ein Heizgas -

20 typischerweise einen gesättigten Kohlenwasserstoff wie Methan, Ethan, Propan oder Butan - unter Zugabe von Sauerstoff verbrennen. Durch die Sauerstoffbrenner wird einerseits die Heizleistung erhöht, andererseits wird durch die Verbrennung von technisch reinem Sauerstoff auch die

25 Stickoxidbelastung in den Abgasen der Öfen reduziert. Natürlich wäre es auch möglich, nur die Brenner eines Ofens oder sogar nur einzelne Brenner eines Ofens als Sauerstoffbrenner auszubilden.

30 Bei einer leistungsstarken Ausführungsform wird zusätzlich ein Heizgas in den Vorwärmofen eingeleitet und verbrannt. Dadurch wird die Energiezufuhr in den Vorwärmofen erhöht, wobei jedoch auch bei der Zugabe eines Heizgases die Sauerstoffmenge im Vorwärmofen so gewählt wird, dass das

35 Walzgut in einer oxidierenden Atmosphäre gehalten wird.

Nach einer weiteren leistungsstarken Ausführungsform wird das entzündete Walzgut unmittelbar nach der Entzunderung in

einem Induktionsofen erwärmt, wobei das Walzgut im Induktionsofen durch einen zweiten Teil des Abgases des Erwärmofens in einer reduzierenden Atmosphäre gehalten wird. Der Einsatz des Induktionsofens stellt eine hochdynamische Erwärmung des Walzguts sicher, sodass insbesondere

5 Temperaturänderungen, die durch Änderungen der Transportgeschwindigkeit des Walzguts bedingt werden, sehr gut kompensiert werden können.

10 Nach einer Ausführungsform wird das Abgas des Erwärmofens am - in Transportrichtung des Walzguts - eintrittsseitigen Ende des Erwärmofens in einen ersten Teil und einen zweiten Teil des Abgases aufgeteilt.

15 Es ist vorteilhaft, ebenfalls den zweiten Teil des Abgases nach dem Durchströmen des Induktionsofens, vorzugsweise entgegen der Transportrichtung des Walzguts, in den Vorwärmofen einzuleiten. Dadurch wird der Energiegehalt des Abgases des Erwärmofens bestmöglich ausgenützt, in dem die

20 Temperatur des zweiten Abgases das Walzgut im Induktionsofen erwärmt und mittels der Nachverbrennung zur Heizung des Vorwärmofens beiträgt. Das Leiten des zweiten Teils des Abgases entgegen der Transportrichtung des Walzguts stellt sicher, dass das heiße Abgas zur Erwärmung des heißen

25 Walzguts beiträgt.

Es ist vorteilhaft, die Gaskonzentration, insbesondere die Konzentration von CO und/oder H<sub>2</sub>, im Erwärmofen zu messen und einem Regler zuzuführen, wobei der Regler unter Zuhilfenahme

30 einer Soll-Konzentration eine Stellgröße ermittelt und zumindest ein Stellorgan (z.B. ein Ventil, das die Sauerstoffzufuhr zu den Brennern verändert) stellt, sodass die Konzentration der Soll-Konzentration möglichst entspricht. Dadurch lässt sich der Reduktionsgrad der

35 reduzierenden Atmosphäre im Vorwärmofen sehr genau einstellen.



Es ist weiters vorteilhaft, die Sauerstoffkonzentration im Vorwärmofen zu messen und einem Regler zuzuführen, wobei der Regler unter Zuhilfenahme einer Soll-Sauerstoffkonzentration eine Stellgröße ermittelt und zumindest ein Stellorgan (z.B. ein Ventil, das die Sauerstoffzufuhr zu den Brennern verändert) stellt, sodass die Sauerstoffkonzentration der Soll-Sauerstoffkonzentration möglichst entspricht. Dadurch kann das Zunderwachstum im Vorwärmofen gezielt gesteuert werden, sodass die Entzunderung möglichst gründlich erfolgen kann und zudem das Walzgut möglichst wenig abgekühlt wird.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird ebenfalls durch eine Vorrichtung nach Anspruch 9 gelöst, aufweisend:

- einen Vorwärmofen zum Vorwärmen des Walzguts, wobei der Vorwärmofen mehrere Brenner zum Verbrennen eines Kohlenstoffträgers aufweist;
- eine Entzunderungseinrichtung zum Entzundern des vorgewärmten Walzguts, wobei die Entzunderungseinrichtung dem Vorwärmofen nachgelagert ist;
- einen Erwärmofen zum Erwärmen des entzunderten Walzguts auf Walztemperatur, wobei der Erwärmofen mehrere Brenner zum Verbrennen eines Kohlenstoffträgers aufweist und der Erwärmofen der Entzunderungseinrichtung nachgelagert ist;
- eine Abgasrückführleitung zum Rückführen eines Abgases des Erwärmofens in den Vorwärmofen, wobei die Abgasrückführleitung vom Erwärmofen zum Vorwärmofen führt; und
- eine Sauerstoffleitung zum Einleiten von Sauerstoff in den Vorwärmofen, wobei die Sauerstoffleitung in den Vorwärmofen mündet.

Bei einer kompakten Ausführungsform sind die Brenner als Sauerstoffbrenner zum Verbrennen eines Heizgases unter Zugabe von Sauerstoff ausgebildet. Hierdurch kann die erfindungsgemäße Anlage mit besonders kurzer Baulänge realisiert werden.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform mündet eine Heizgasleitung zum Einleiten eines Heizgases in den Vorwärmofen.

- 5 Bei einer leistungsstarken Ausführungsform ist ein Induktionsofen unmittelbar nach der Entzunderungseinrichtung angeordnet, wobei der Erwärmofen über eine Abgasführung mit dem Induktionsofen verbunden ist.
- 10 Es ist vorteilhaft, dass das in Transportrichtung eingangsseitige Ende des Induktionsofens mittels einer Abgasrückführleitung mit dem Vorwärmofen verbunden ist.

- Es ist vorteilhaft, wenn ein Regler einerseits mit einem
- 15 Gaskonzentrationsmessgerät zur Bestimmung der Gaskonzentration in einem Ofen und andererseits mit einem Stellorgan zur Beeinflussung der Gaskonzentration im Ofen verbunden ist. Dadurch kann die Konzentration von CO im Erwärmofen bzw. die Sauerstoffkonzentration im Vorwärmofen
- 20 sehr genau eingestellt werden.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

- Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung
- 25 ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung nicht einschränkender Ausführungsbeispiele, wobei auf die folgenden schematischen Figuren Bezug genommen wird, die Folgendes zeigen:

- 30 Fig 1: eine Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem Induktionsofen

Fig 2: ein Regelschema für den Vorwärmofen

- 35 Fig 3: ein Regelschema für den Erwärmofen

#### Beschreibung der Ausführungsformen



In Fig 1 ist eine Anlage zur Aufbereitung eines Walzguts dargestellt. Das als Zwischenband 3 ausgebildete Walzgut wird nach dem Vorwalzen in einer zweigerüstigen Vorwalzstraße 1 in Transportrichtung 10 einem Vorwärmofen 4 zugeführt, wo es durch mehrere Sauerstoffbrenner 11 auf eine Temperatur von 1050 °C vorgewärmt wird. Dabei verbrennen die Sauerstoffbrenner 11 das Heizgas Methan unter Zugabe von technisch reinem Sauerstoff. Außerdem wird im Vorwärmofen 4 ein erster Teil 12 und ein zweiter Teil 13 eines Abgases eines nachgelagerten Erwärmofens 7 nachverbrannt. Nach dem Vorwärmen wird das Walzgut 3 in einer Entzunderungseinrichtung 5, die als Rotationsentzunderungseinrichtung ausgebildet ist, entzündert, wobei das Walzgut auf 980 °C abgekühlt wird. Unmittelbar anschließend wird das Walzgut einem Induktionsofen 6 zugeführt und dort durch 5 Induktormodule erhitzt. Anschließend wird das Walzgut 4 in einem Erwärmofen 7 auf eine Walztemperatur von 1150 °C erwärmt, sodass das Walzgut beim letzten Walzstich im Gerüst 9b noch ein austenitisches Gefüge aufweist. Im Erwärmofen 7 wird das Walzgut durch jeweils 9 Reihen von Sauerstoffbrenner im unteren Teil des Ofens und 9 Reihen von Sauerstoffbrenner im oberen Teil des Ofens erwärmt, wobei wiederum Methan unter Zugabe von technisch reinem Sauerstoff verbrannt wird. Die den Sauerstoffbrennern 11 zugeführte Menge an Sauerstoff wird hierbei so eingestellt, dass das Methan im Erwärmofen 7 unterstöchiometrisch verbrannt wird. Die bei der angenommenen Bandbreite entstehende Menge an Abgas 12 von insgesamt 10000 m<sup>3</sup> i.N./h wird jeweils im oberen Bereich des Ofens und im unteren Bereich des Ofens gesammelt, weist ca. 10 % Vol CO und 2 % Vol H<sub>2</sub> und eine Temperatur ca. 1000 °C auf, und wird mittels einer Abgasrückführleitung 14 in den Vorwärmofen 4 eingeführt. Da das eingangsseitige Ende des Erwärmofens 7 mit dem ausgangsseitigen Ende des Induktionsofen 6 über eine Abgasführung 17 verbunden ist, strömt ein zweiter Teil des Abgases 13, der ca. 5000 m<sup>3</sup> i.N./h ausmacht, entgegen der Transportrichtung 10 des Walzguts durch den Induktionsofen 6. Nach dem Durchströmen des Induktionsofens weist der zweite Teil des Abgases 13 noch eine Temperatur von nahe 1000 °C auf

und wird ebenfalls über eine weitere Abgasrückführleitung 14 in den Vorwärmofen 4 eingeführt. Im Vorwärmofen 4 werden der erste Teil 12 und der zweite Teil 13 des Abgases, insgesamt als 15000 m<sup>3</sup> i.N./h nachverbrannt, wobei dem Vorwärmofen zusätzlich Methan als Heizgas, konkret ca. 1000 m<sup>3</sup> i.N./h, und Sauerstoff, konkret ca. 2000 m<sup>3</sup> i.N./h, zugeführt werden. Die tatsächlich zugeführte Menge an Sauerstoff wird dabei geregelt so eingestellt, dass das Walzgut 3 im Vorwärmofen 4 einer oxidierenden Atmosphäre ausgesetzt ist. Durch das Vorwärmen des Walzguts 3 im Vorwärmofen 4 auf eine Temperatur von 1050 °C in einer oxidierenden Atmosphäre, wird das Zunderwachstum auf dem Zwischenband 3 beschleunigt. In praktischen Versuchen hat sich herausgestellt, dass ein schnell gewachsener Zunder in einer Entzunderungseinrichtung 5 gründlich und bei geringem Temperaturabfall des Walzguts entfernt werden kann. Insgesamt erzeugen die Sauerstoffbrenner 11 im Vorwärmofen 4 und im Erwärmofen 7 jeweils annähernd 10 MW an thermischer Energie. Zusätzlich wird durch die Nachverbrennung des Abgases 13,14 im Vorwärmofen 4 das Walzgut mit einer thermischen Leistung von zusätzlich beinahe 2 MW erwärmt. Schließlich wird das Walzgut im Induktionsofen 6 sehr dynamisch mit einer einstellbaren Heizleistung von ca. 5 bis 10 MW erwärmt. Natürlich sind die angegebenen Gasmengen spezifisch für das Ausführungsbeispiel nach Fig 1 und können daher stark variieren.

Die Fig 2 zeigt ein Regelschema zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens für einen Vorwärmofen 4. So wie in Fig 1 dargestellt, wird das Walzgut 3 in einem Vorwärmofen 4 durch mehrere Brenner 11 vorgewärmt, anschließend in einer Entzunderungseinrichtung 5 entzündet, und mittels eines nicht dargestellten Erwärmofens in einer reduzierenden Atmosphäre auf Walztemperatur gebracht. Das bei der unterstöchiometrischen Verbrennung im Erwärmofen 7 entstehende Abgas wird mittels einer Abgasrückführleitung 14 in den Vorwärmofen 4 eingeführt und dort unter Zufuhr von Sauerstoff und eines Heizgases, das gemäß Fig 2 Methan ist, nachverbrannt. Die Ist-Temperatur 23 des Walzguts nach der

Vorwärmung und vor der Entzunderung wird ständig mittels einer Temperaturmesseinrichtung 23 gemessen und einem Regler 19 zugeführt. Außerdem wird die Ist-Sauerstoffkonzentration 22 im Erwärmofen 4 durch ein Sauerstoffkonzentrations-

5 messgerät 20 ständig gemessen und ebenfalls dem Regler 19 zugeführt. Der Regler bestimmt nun unter Berücksichtigung einer Soll-Sauerstoffkonzentration 21 und einer Soll-Temperatur 24 zwei Stellgrößen 26a, 26b, die jeweils einem Regelventil 18a, 18b zugeführt werden. Das Regelventil 18a

10 verändert die Sauerstoffmenge, die dem Vorwärmofen 4 über eine Sauerstoffleitung 15 zugeführt wird. In ähnlicher Weise verändert das Regelventil 18b die Heizgasmenge, die dem Vorwärmofen 4 über eine Heizgasleitung 16 zugeführt wird. Durch diese Regelung wird sichergestellt, dass das Walzgut 3

15 bei einer geeigneten Temperatur, typischerweise  $> 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$  bzw. vorzugsweise um die  $1050\text{ }^{\circ}\text{C}$ , entzündet wird und dass das Zunderwachstum des Walzguts 3 in der oxidierenden Atmosphäre des Vorwärmofens 4 gezielt gesteuert werden kann, sodass ein schnell gewachsener Zunder entsteht, der in der

20 Entzunderungseinrichtung 5 gründlich und bei geringem Temperaturabfall entfernt werden kann. Selbstverständlich wäre es auch möglich, die Regelung auf mehrere Regler, z.B. einen Temperaturregler und einen Regler zur Regelung der Sauerstoffkonzentration im Vorwärmofen, aufzuteilen.

25 Fig 3 zeigt ein Regelschema zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens für einen Erwärmofen 7. Dabei wird das entzündete Walzgut 3 unmittelbar nach der Entzunderungseinrichtung 5 in den Erwärmofen 7 eingeführt. Im

30 Erwärmofen 7 wird das Walzgut 3 durch mehrere Sauerstoffbrenner 11 erwärmt, wobei jedem Brenner jeweils technisch reiner Sauerstoff über eine Sauerstoffleitung 15 und das Heizgas Methan über eine Heizgasleitung 16 zugeführt wird. Aus Gründen der Übersichtlichkeit, wurde lediglich der

35 erste Brenner 11 etwas genauer dargestellt. Um einerseits das Walzgut 3 auf die Walztemperatur zu bringen und andererseits, das Walzgut 3 im Erwärmofen 7 in einer definierten reduzierenden Atmosphäre zu halten, wird einerseits die Ist-

Temperatur 25 des Walzguts 3 unmittelbar von dem Warmwalzen  
in der Fertigwalzstraße 8 mittels einer  
Temperaturmesseinrichtung 23 ermittelt und einem Regler 19  
zugeführt. Andererseits wird die Ist-

- 5 Kohlenmonoxidkonzentration 29 im Erwärmofen 7 mittels eines  
Kohlenmonoxidkonzentrationsmessgeräts 27 ermittelt und  
ebenfalls dem Regler 19 zugeführt. Der Regler 19 bestimmt  
unter Berücksichtigung der Soll-Temperatur 24 und der Soll-  
Kohlenmonoxidkonzentration 28 zwei Stellgrößen 26a und 26b,  
10 die jeweils die Zufuhr von Sauerstoff bzw. von Heizgas zu den  
Brennern 11 im Erwärmofen 7 über Regelventile 18a, 18b  
verändern.

- Natürlich wäre es auch möglich, die separaten Regelkreise der  
15 Fig 2 und 3 miteinander zu verbinden und beispielsweise durch  
einen einzigen digitalen Regler zu realisieren.

## Bezugszeichenliste

1	Vorwalzstraße
2a, 2b	Gerüste der Vorwalzstraße
3	Zwischenband
4	Vorwärmofen
5	Entzunderungseinrichtung
6	Induktionsofen
7	Erwärmofen
8	Fertigwalzstraße
9a, 9b	Gerüste der Fertigwalzstraße
10	Transportrichtung
11	Sauerstoffbrenner
12	erster Teil des Abgases
13	zweiter Teil des Abgases
14	Abgasrückführleitung
15	Sauerstoffleitung
16	Heizgasleitung
17	Abgasführung
18a, 18b	Regelventil
19	Regler
20	Sauerstoffkonzentrationsmessgerät
21	Soll-Sauerstoffkonzentration
22	Ist-Sauerstoffkonzentration
23	Temperaturmesseinrichtung
24	Soll-Temperatur
25	Ist-Temperatur
26a, 26b	Stellgröße
27	Kohlenmonoxidkonzentrationsmessgerät
28	Soll-Kohlenmonoxidkonzentration
29	Ist-Kohlenmonoxidkonzentration

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Vorbehandlung eines Walzguts (3) aus Stahl vor dem Warmwalzen, umfassend folgende Verfahrensschritte:

- 5     - Vorwärmen des Walzguts (3) in einem Vorwärmofen (4) durch mehrere Brenner (11);
- Entzundern des vorgewärmten Walzguts (3) in einer Entzunderungseinrichtung (5);
- Erwärmen des entzunderten Walzguts (3) in einem
- 10    Erwärmofen (7) durch mehrere Brenner (11), wobei die Brenner (11) einen Kohlenstoffträger unterstöchiometrisch verbrennen, sodass das Walzgut (3) im Erwärmofen (7) durch das bei der Verbrennung entstehende Abgas (12,13) in einer reduzierenden Atmosphäre gehalten wird;
- 15     - Einleiten von einem ersten Teil des Abgases (12) und von Sauerstoff (15) in den Vorwärmofen (4);
- Nachverbrennen von dem ersten Teil des Abgases (12) im Vorwärmofen (4), wobei die Menge an Sauerstoff (15) so gewählt wird, dass das Walzgut (3) im Vorwärmofen (4) in
- 20    einer oxidierenden Atmosphäre gehalten wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brenner (11) im Vorwärmofen (4) und die Brenner (11) im Erwärmofen (7) als gasbefeuerte Sauerstoffbrenner ausgebildet

25    sind, die ein Heizgas (16) unter Zugabe von Sauerstoff verbrennen.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich ein Heizgas (16) in den Vorwärmofen (4)

30    eingeleitet und verbrannt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das entzunderte Walzgut (3) unmittelbar nach der Entzunderung in einem Induktionsofen (6) erwärmt wird, wobei das Walzgut

35    (3) im Induktionsofen (6) durch einen zweiten Teil des Abgases (13) des Erwärmofens (7) in einer reduzierenden Atmosphäre gehalten wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Teil des Abgases (13) nach dem Durchströmen, vorzugsweise entgegen der Transportrichtung (10) des Walzguts (3), des Induktionsofens (6) in den Vorwärmofen (4)

5 eingeleitet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ist-Gaskonzentration, insbesondere die Ist-Konzentration von CO und/oder H<sub>2</sub>, im Erwärmofen (7) gemessen und einem  
10 Regler (19) zugeführt wird, wobei der Regler (19) unter Zuhilfenahme einer Soll-Konzentration eine Stellgröße ermittelt und zumindest ein Stellorgan stellt, sodass die Ist-Konzentration der Soll-Konzentration möglichst  
15 entspricht.

7. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ist-Sauerstoffkonzentration (22) im Vorwärmofen (4) gemessen und einem Regler (19) zugeführt wird, wobei der Regler (19) unter Zuhilfenahme einer Soll-  
20 Sauerstoffkonzentration (21) eine Stellgröße (26a) ermittelt und zumindest ein Stellorgan (18a) stellt, sodass die Ist-Sauerstoffkonzentration (22) der Soll-Sauerstoffkonzentration (21) möglichst entspricht.

8. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ist-Temperatur (25) des Walzguts (3) unmittelbar vor dem Entzndern gemessen und einem Regler (19) zugeführt wird, wobei der Regler (19) unter Zuhilfenahme einer Soll-  
25 Temperatur (24) eine Stellgröße (26b) ermittelt und zumindest ein Stellorgan (18b) stellt, sodass die Ist-Temperatur (25)  
30 der Soll-Temperatur (24) möglichst entspricht.

9. Vorrichtung zur Vorbehandlung eines Walzguts (3) aus Stahl vor dem Warmwalzen, aufweisend:

35 - einen Vorwärmofen (4) zum Vorwärmen des Walzguts (3), wobei der Vorwärmofen (4) mehrere Brenner (11) zum Verbrennen eines Kohlenstoffträgers aufweist;

- eine Entzunderungseinrichtung (5) zum Entzundern des vorgewärmten Walzguts (3), wobei die Entzunderungseinrichtung (5) dem Vorwärmofen (4) nachgelagert ist;

5 - einen Erwärmofen (7) zum Erwärmen des entzunderten Walzguts (3) auf Walztemperatur, wobei der Erwärmofen (7) mehrere Brenner (11) zum Verbrennen eines Kohlenstoffträgers aufweist und der Erwärmofen (7) der Entzunderungseinrichtung (5) nachgelagert ist;

10 - eine Abgasrückführleitung (14) zum Einleiten eines Abgases (12) des Erwärmofens (7) in den Vorwärmofen (4), wobei die Abgasrückführleitung (14) vom Erwärmofen (7) zum Vorwärmofen (4) führt; und

15 - eine Sauerstoffleitung (15) zum Einleiten von Sauerstoff in den Vorwärmofen (4), wobei die Sauerstoffleitung (15) in den Vorwärmofen (4) mündet.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brenner (11) als Sauerstoffbrenner zum Verbrennen eines Heizgases unter Zugabe von Sauerstoff ausgebildet sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Heizgasleitung (16) zum Einleiten von einem Heizgas in den Vorwärmofen (4) mündet.

12. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Induktionsofen (6) unmittelbar nach der Entzunderungseinrichtung (5) angeordnet ist, wobei der Erwärmofen (7) über eine Abgasführung (17) mit dem Induktionsofen (6) verbunden ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das in Transportrichtung (10) eingangsseitige Ende des Induktionsofens (6) über eine Abgasrückführleitung (14) mit dem Vorwärmofen (4) verbunden ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Regler (19) einerseits mit einem



Gaskonzentrationsmessgerät (20) zur Bestimmung der Gaskonzentration (22) in einem Ofen (4) und andererseits mit einem Stellorgan (18a, 18b) zum Beeinflussen der Gaskonzentration verbunden ist.

1  
Fig 1

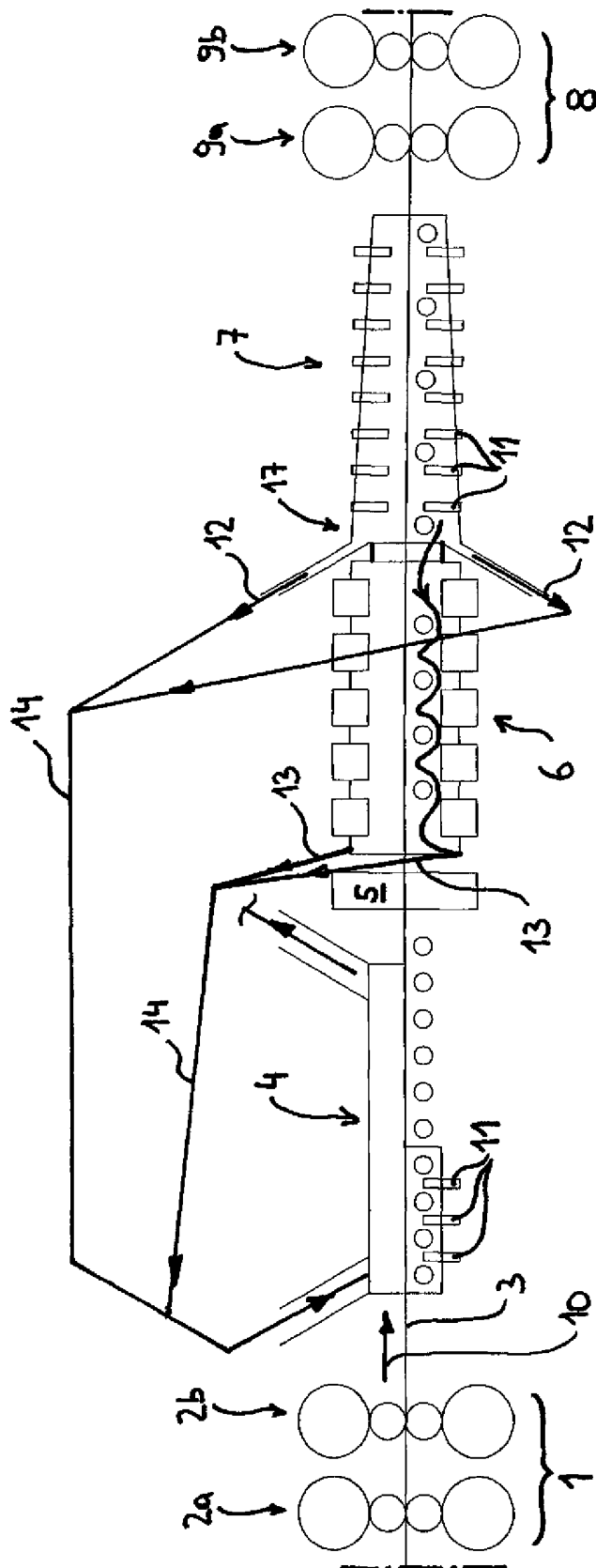


Fig 2

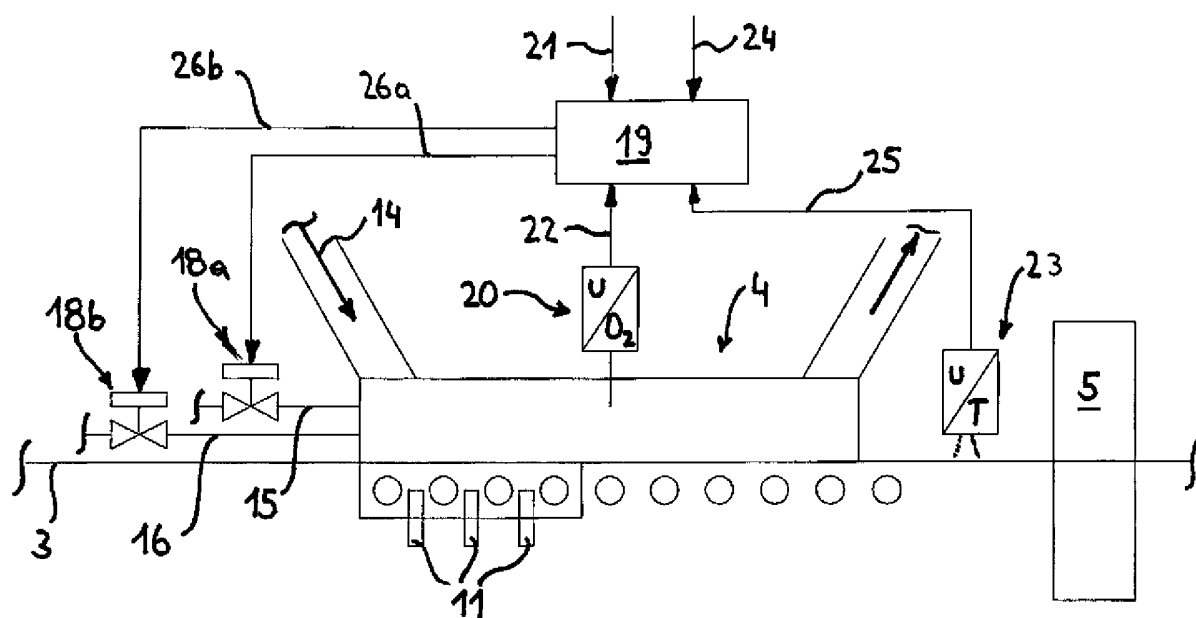
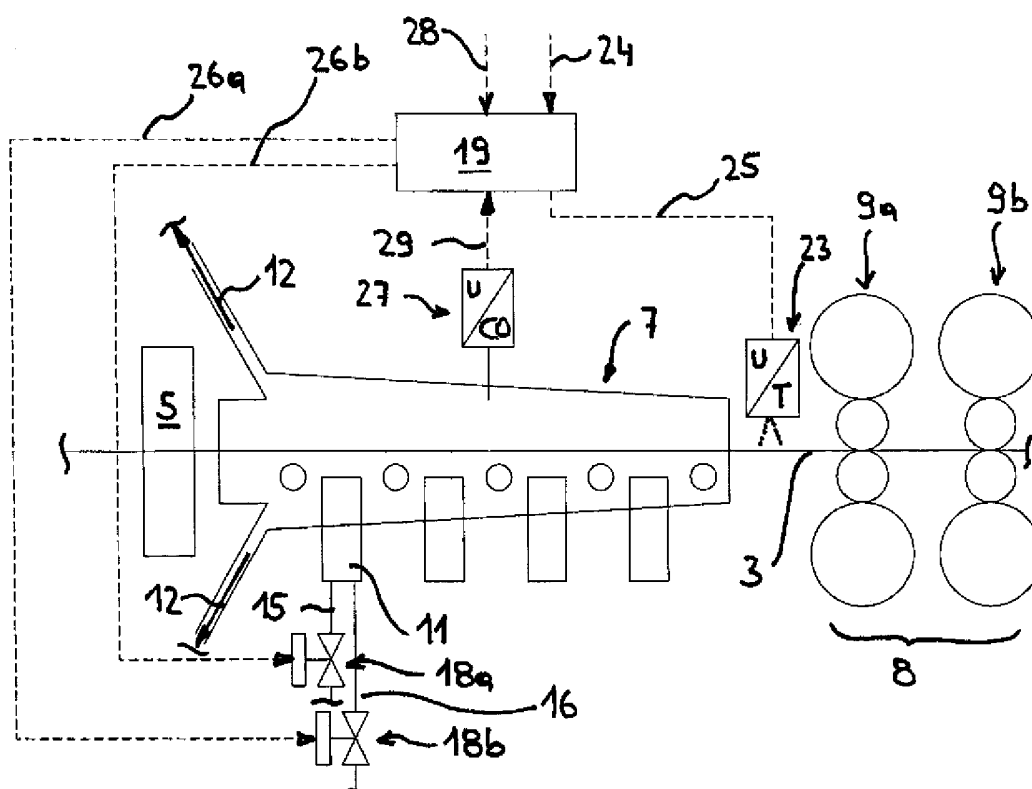


Fig 3



## Patentansprüche

1. Verfahren zur Vorbehandlung eines Walzguts (3) aus Stahl vor dem Warmwalzen, umfassend folgende Verfahrensschritte:

- 5     - Vorwärmen des Walzguts (3) in einem Vorwärmofen (4) durch mehrere Brenner (11);
- Entzünden des vorgewärmten Walzguts (3) in einer Entzunderungseinrichtung (5);
- Erwärmen des entzünderten Walzguts (3) in einem
- 10    Erwärmofen (7) durch mehrere Brenner (11), wobei die Brenner (11) einen Kohlenstoffträger unterstöchiometrisch verbrennen, sodass das Walzgut (3) im Erwärmofen (7) durch das bei der Verbrennung entstehende Abgas (12,13) in einer reduzierenden Atmosphäre gehalten wird;
- 15     - Einleiten von einem ersten Teil des Abgases (12) und von Sauerstoff (15) in den Vorwärmofen (4);
- Nachverbrennen von dem ersten Teil des Abgases (12) im Vorwärmofen (4), wobei die Menge an Sauerstoff (15) so gewählt wird, dass das Walzgut (3) im Vorwärmofen (4) in
- 20    einer oxidierenden Atmosphäre gehalten wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brenner (11) im Vorwärmofen (4) und die Brenner (11) im Erwärmofen (7) als gasbefeuerte Sauerstoffbrenner ausgebildet

25    sind, die ein Heizgas (16) unter Zugabe von Sauerstoff verbrennen.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich ein Heizgas (16) in den Vorwärmofen (4)

30    eingeleitet und verbrannt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das entzünderte Walzgut (3) unmittelbar nach der Entzunderung in einem Induktionsofen (6) erwärmt wird, wobei das Walzgut

35    (3) im Induktionsofen (6) durch einen zweiten Teil des Abgases (13) des Erwärmofens (7) in einer reduzierenden Atmosphäre gehalten wird.

NACHGEREICHT
--------------

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Teil des Abgases (13) nach dem Durchströmen, vorzugsweise entgegen der Transportrichtung (10) des Walzguts (3), des Induktionsofens (6) in den Vorwärmofen (4) eingeleitet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Ist-Gaskonzentration, insbesondere eine Ist-Konzentration von CO und/oder H<sub>2</sub>, im Erwärmofen (7) gemessen und einem Regler (19) zugeführt wird, wobei der Regler (19) unter Zuhilfenahme einer Soll-Konzentration eine Stellgröße ermittelt und zumindest ein Stellorgan stellt, sodass die Ist-Konzentration der Soll-Konzentration möglichst entspricht.

7. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Ist-Sauerstoffkonzentration (22) im Vorwärmofen (4) gemessen und einem Regler (19) zugeführt wird, wobei der Regler (19) unter Zuhilfenahme einer Soll-Sauerstoffkonzentration (21) eine Stellgröße (26a) ermittelt und zumindest ein Stellorgan (18a) stellt, sodass die Ist-Sauerstoffkonzentration (22) der Soll-Sauerstoffkonzentration (21) möglichst entspricht.

8. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Ist-Temperatur (25) des Walzguts (3) unmittelbar vor dem Entzndern gemessen und einem Regler (19) zugeführt wird, wobei der Regler (19) unter Zuhilfenahme einer Soll-Temperatur (24) eine Stellgröße (26b) ermittelt und zumindest ein Stellorgan (18b) stellt, sodass die Ist-Temperatur (25) der Soll-Temperatur (24) möglichst entspricht.

9. Vorrichtung zur Vorbehandlung eines Walzguts (3) aus Stahl vor dem Warmwalzen, aufweisend:

- einen Vorwärmofen (4) zum Vorwärmen des Walzguts (3), wobei der Vorwärmofen (4) mehrere Brenner (11) zum Verbrennen eines Kohlenstoffträgers aufweist;

- eine Entzunderungseinrichtung (5) zum Entzundern des vorgewärmten Walzguts (3), wobei die Entzunderungseinrichtung (5) dem Vorwärmofen (4) nachgelagert ist;

5       - einen Erwärmofen (7) zum Erwärmen des entzünderten Walzguts (3) auf Walztemperatur, wobei der Erwärmofen (7) mehrere Brenner (11) zum Verbrennen eines Kohlenstoffträgers aufweist und der Erwärmofen (7) der Entzunderungseinrichtung (5) nachgelagert ist;

10       - eine Abgasrückführleitung (14) zum Einleiten eines Abgases (12) des Erwärmofens (7) in den Vorwärmofen (4), wobei die Abgasrückführleitung (14) vom Erwärmofen (7) zum Vorwärmofen (4) führt; und

15       - eine Sauerstoffleitung (15) zum Einleiten von Sauerstoff in den Vorwärmofen (4), wobei die Sauerstoffleitung (15) in den Vorwärmofen (4) mündet.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brenner (11) als Sauerstoffbrenner zum Verbrennen eines Heizgases unter Zugabe von Sauerstoff ausgebildet sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Heizgasleitung (16) zum Einleiten von einem Heizgas in den Vorwärmofen (4) mündet.

25       12. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Induktionsofen (6) unmittelbar nach der Entzunderungseinrichtung (5) angeordnet ist, wobei der Erwärmofen (7) über eine Abgasführung (17) mit dem Induktionsofen (6) verbunden ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das in Transportrichtung (10) eingangsseitige Ende des Induktionsofens (6) über eine Abgasrückführleitung (14) mit dem Vorwärmofen (4) verbunden ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Regler (19) einerseits mit einem

NACHGEREICHT
--------------

Gaskonzentrationsmessgerät (20) zur Bestimmung der Gaskonzentration (22) in einem Ofen (4) und andererseits mit einem Stellorgan (18a, 18b) zum Beeinflussen der Gaskonzentration verbunden ist.