

(19)



(11)

**EP 2 655 995 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**28.05.2014 Patentblatt 2014/22**

(51) Int Cl.:  
**F27B 9/30 (2006.01) F27D 17/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **11804698.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2011/073894**

(22) Anmeldetag: **22.12.2011**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2012/085258 (28.06.2012 Gazette 2012/26)**

(54) **VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES OFENS IN EINER ANLAGE ZUR METALLVERARBEITUNG**

METHOD FOR OPERATING A FURNACE IN A SYSTEM FOR PROCESSING METAL

PROCÉDÉ POUR FAIRE FONCTIONNER UN FOUR DANS UNE INSTALLATION DE TRAVAIL DES MÉTAUX

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

(30) Priorität: **22.12.2010 DE 102010063839**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**30.10.2013 Patentblatt 2013/44**

(73) Patentinhaber: **SMS Siemag AG**  
**40237 Düsseldorf (DE)**

(72) Erfinder:  
• **SOMMERS, Ulrich**  
**40627 Düsseldorf (DE)**

• **PIEPER, Markus**  
**40468 Düsseldorf (DE)**

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

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-B- 1 162 391 GB-A- 974 863**  
**US-A- 2 192 108 ZA-A- 200 304 880**

**EP 2 655 995 B1**

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

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Ofens zur Durchleitung einer stranggegossenen Bramme in einer Anlage zur Metallverarbeitung, insbesondere in einer Stranggießanlage, bei dem Abgas aus dem Ofen entlang eines Strömungsweges durch mindestens einen Rekuperator geleitet wird, wobei im Rekuperator mittels der im Abgas enthaltenen Wärmeenergie Frischluft für den Ofen vorgewärmt und die erwärmte Luft dem Ofen zugeführt wird und wobei das Abgas in Strömungsrichtung hinter dem Rekuperator in einen Kamin geleitet wird. Des weiteren betrifft die Erfindung eine Anlage zur Metallverarbeitung, insbesondere eine Stranggießanlage,

**[0002]** Das gattungsgemäß Verfahren wird insbesondere in Stranggießanlagen eingesetzt, die als sog. CSP-Anlagen ausgeführt sein können (Compact Strip Production). Derartige Anlagen benötigen mindestens einen Ofen, in dem heiße Luft einzugeben ist, die mit Brennern erhitzt wird. Durch den Ofen wird die stranggegossene Bramme geleitet, um auf eine gewünschte bzw. benötigte Temperatur erwärmt zu werden.

**[0003]** Um den Energieaufwand für die Erhitzung der Ofenluft zu reduzieren, ist es bekannt, Rekuperatoren einzusetzen, wobei bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Anlage drei Rekuperatoren pro Ofen eingesetzt werden. Im Rekuperator erfolgt die Energierückgewinnung aus dem heißen Abgas des Ofens, d. h. im Rekuperator wird dem Abgas Wärme entzogen und zur Vorwärmung der Ofenluft benutzt.

**[0004]** Im Normalfall wird dabei die dem Ofen zuzuführende Verbrennungsluft im Rekuperator von Hallentemperatur (ca. 30 °C) auf ca. 450 °C erhitzt. Hierdurch wird das Abgas von ca. 900 °C auf ca. 700 °C abgekühlt.

**[0005]** In Fig. 1 ist eine solche Anlage dargestellt. Zu sehen ist zunächst der Ofen 1 einer Stranggießanlage (CSP-Ofen), durch den der stranggegossene Metallstrang zwecks Erwärmung geleitet wird. Aus dem Ofen wird heißes Abgas A abgeführt und über einen Strömungsweg S einem Rekuperator 2 zugeleitet. Durch den Rekuperator 2 führt auch ein weiterer Strömungsweg S" für Frischluft F, die mittels eines Ventilators 10 als Brennerluft gefördert wird. Über den weiteren Verlauf des Strömungswegs S" gelangt die Frischluft F in den Ofen 1. Dabei wird die Frischluft F in bekannter Weise mittels eines (nicht dargestellten) Brenners auf die benötigte Temperatur erhitzt. Allerdings erfolgt im Rekuperator 2 eine Vorwärmung der Frischluft F, indem ein Wärmeübergang zwischen dem Abgas A und der Frischluft F erfolgt.

**[0006]** Dabei ist es im gegebenen Falle nötig, den Rekuperator 2 und den (nicht dargestellten) Brenner vor zu hoher Temperatur des Abgases A zu schützen. Hierfür bieten sich zwei Mechanismen an, die in Fig. 1 skizziert sind.

**[0007]** Über die Zufuhr von Kühlluft K (mit Umgebungstemperatur), die von einem Ventilator 11 gefördert wird,

kann kalte Luft dem Abgas A beigemischt werden. Die Steuerung dieses Vorgangs erfolgt mittels eines schaltbaren Ventils 12. Die besagte Kühlung erfolgt, falls das Abgas A eine bestimmte Temperatur, z. B. 900 °C, übersteigt. Hierdurch wird die Temperatur des den Rekuperator 2 erreichenden Abgases A vermindert und der Rekuperator 2 so geschont bzw. geschützt.

**[0008]** Um die Brenner vor zu hoher Temperatur zu schützen (die dem Brenner zuzuführende Luft sollte nicht wärmer als ca. 450 °C sein), kann über einen Heißluftauslass 13 vorgewärmte Verbrennungsluft in die Umgebung entweichen. Dies erfolgt über ein gesteuertes Ventil 14. Durch das Ablassen von Verbrennungsluft über den Heißluftauslass 13 fällt der Druck p im Strömungsweg S" ab. Der Druck p wird allerdings über eine Regelung auf einem gewünschten

**[0009]** Niveau gehalten, was durch die Ansteuerung des Ventilators 10 erfolgt. Fällt der Druck p also ab, wird mehr Frischluft F vom Ventilator 10 gefördert und folglich mehr kalte Luft in den Rekuperator 2 gepumpt. Hierdurch fällt die Temperatur im Rekuperator 2.

**[0010]** Im Stand der Technik sind diese Vorgehensweise des Wärmetauschens mittels eines Rekuperators zur Erwärmung der Ofenluft hinlänglich beschrieben und entsprechende Vorrichtungen bekannt. Es wird exemplarisch auf die US 2 192 108 A, auf die GB 974 836 A, auf die DE 11 62 391 B, auf die WO 2009/018476 A1, auf die EP 0 078 446 A1 und auf die DE 697 12 009 T2 hingewiesen. Eine andere Lösung zeigt die ZA 200 304 880 A.

**[0011]** Die US 4 528 012 A offenbart für einen Glasmelzofen eine Lösung, bei der Restwärme genutzt wird, um mittels des Brayton-Prozesses Energie zurückzugewinnen. Die US 4 340 207 beschreibt für einen Kupolofen ein Verfahren zur Wärmerückgewinnung.

**[0012]** Es hat sich herausgestellt, dass trotz der Vorwärmung der Ofenluft mittels des Ofenabgases im Rekuperator der Energieverbrauch noch zu hoch ist. Für die meisten Betriebspunkte hat das Abgas auch nach dem Rekuperator noch eine Temperatur von ca. 700 °C. Für einen konkreten Beispielsfall wurde ermittelt, dass die Energie des Abgases vor dem Rekuperator bis zu 18,5 MW beträgt. Hiervon werden 4,2 MW genutzt, um die Verbrennungsluft aufzuheizen. Die restlichen 14,3 MW Wärmeenergie, die das Abgas nach den Rekuperatoren noch hat, werden nicht genutzt. Weiterhin wird in einigen Betriebspunkten (beispielsweise in der Simulation bei leerem CSP-Ofen) zum Schutz der Brenner heiße Verbrennungsluft hinter dem Rekuperator abgelassen (wie oben bereits erläutert). Auch dadurch geht Wärmeenergie verloren.

**[0013]** Der Erfindung liegt im Lichte dessen die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben eines Ofens in einer Anlage zur Metallverarbeitung und eine solche Anlage vorzuschlagen, mit dem bzw. mit der eine verbesserte Energieeffizienz erreicht werden kann. Es soll also eine verbesserte Nutzung der eingesetzten Energie erreicht werden.

**[0014]** Die Lösung dieser Aufgabe durch die Erfindung ist verfahrensgemäß dadurch gekennzeichnet, dass im Strömungsweg für das Abgas aus dem Ofen oder parallel zum Strömungsweg ein Wärmetauscher angeordnet ist, dem Wasser zugeführt und in dem das Wasser erwärmt wird, wobei im Wärmetauscher erzeugter Dampf verwendet wird, um eine Anlage zur Stromerzeugung zu betreiben.

**[0015]** Eine erste bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht dabei vor, dass im Strömungsweg des Abgases der Rekuperator und der Wärmetauscher in Reihe angeordnet sind, wobei das Abgas zunächst durch den Rekuperator und anschließend durch den Wärmetauscher geleitet wird.

**[0016]** Alternativ dazu ist es aber auch möglich, dass wiederum im Strömungsweg des Abgases der Rekuperator und der Wärmetauscher in Reihe angeordnet sind, wobei dann aber das Abgas zunächst durch den Wärmetauscher und anschließend durch den Rekuperator geleitet wird.

**[0017]** Eine weitere alternative Ausgestaltung der vorgeschlagenen Idee stellt darauf ab, dass der Wärmetauscher in einem zum Strömungsweg parallelen zweiten Strömungsweg angeordnet ist, wobei Abgas zumindest zeitweise gleichzeitig durch den Strömungsweg und durch den zweiten Strömungsweg geleitet wird.

**[0018]** In das Abgas kann in allen Fällen vor dessen Erreichen des Rekuperators und des Wärmetauscher gesteuert oder geregelt Kühlluft zugegeben werden.

**[0019]** Aus dem Strömungsweg der vorgewärmten Luft für den Ofen kann auch gesteuert oder geregelt Warmluft an die Umgebung abgelassen werden.

**[0020]** Der Luftdruck im Strömungsweg der vorgewärmten Luft für den Ofen kann gesteuert oder geregelt auf einem vorgegebenen Wert gehalten werden, wobei zur Steuerung oder Regelung des Luftdrucks der Volumenstrom Frischluft beeinflusst wird, die dem Rekuperator zugeführt wird.

**[0021]** Die vorgeschlagene Anlage zur Metallverarbeitung, insbesondere die Stranggießanlage, zeichnet sich erfindungsgemäß dadurch aus, dass im Strömungsweg oder parallel zum Strömungsweg ein Wärmetauscher angeordnet ist, wobei Mittel zum Zuführen von Wasser in einen Zulauf des Wärmetauschers vorhanden sind, wobei eine Anlage zur Stromerzeugung vorhanden ist, die mit einem Ablauf des Wärmetauschers verbunden sind.

**[0022]** Die Anlage zur Stromerzeugung umfasst dabei insbesondere eine Dampfturbine.

**[0023]** Weiterhin kann vorgesehen sein, dass parallel zum Strömungsweg ein zweiter Strömungsweg angeordnet ist, wobei im zweiten Strömungsweg der Wärmetauscher angeordnet ist und wobei an einer Verzweigungsstelle, in der der zweite Strömungsweg vom Strömungsweg abzweigt, ein steuerbares Ventil angeordnet ist, das ausgebildet ist, das Abgas mit einer vorgegebenen Menge in die beiden Strömungswege zu leiten. Das Abgas wird also mittels des steuerbaren Ventils in zwei Strömungswege aufgeteilt.

mungswege aufgeteilt.

**[0024]** Mit dem vorgeschlagenen Verfahren bzw. der entsprechenden Vorrichtung ist es möglich, die Restenergie des Ofenabgases sehr viel besser zu nutzen. Es ergibt sich folglich eine verbesserte Energiebilanz. Die Abwärme des Ofenabgases kann dabei direkt in Elektrizität umgewandelt werden aber auch zur Warmwasserversorgung eines Verbrauchers zur Verfügung gestellt werden.

**[0025]** Die Erfindung ermöglicht es, die Temperatur der Verbrennungsluft vorteilhafterweise dadurch abzusinken, dass heiße Abgase über ein zusätzliches Ventil durch einen zweiten Rekuperator geleitet werden. Hierdurch können Bauteile geschützt und die Energie der heißen Abgase dennoch genutzt werden. Zudem kann hierdurch vorzugsweise auf die Senkung der Verbrennungslufttemperatur verzichtet werden. Das System läuft somit insgesamt stabiler.

**[0026]** In den Zeichnungen sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch ein Anlagenschema für den Betrieb eines Ofens einer Stranggießanlage, das nach dem Stand der Technik ausgeführt ist,

Fig. 2 schematisch ein Anlagenschema für den Ofen, das nach einer ersten Ausführungsform der Erfindung arbeitet,

Fig. 3 schematisch ein Anlagenschema für den Ofen, das nach einer zweiten Ausführungsform der Erfindung arbeitet, und

Fig. 4 schematisch ein Anlagenschema für den Ofen, das nach einer dritten Ausführungsform der Erfindung arbeitet.

**[0027]** In den Figuren 2 bis 4 sind drei verschiedene Detailkonzepte dargestellt, wie ein Ofen 1 einer Stranggießanlage betrieben werden kann, um eine verbesserte Energiebilanz zu erreichen. Sie stellen alle auf den Gedanken ab, dass neben mindestens einem Rekuperator 2 ein Wärmetauscher 4 zur Verfügung steht, mit dem Restwärme aus dem Abgas A des Ofens 1 genutzt werden kann, um entweder in einer Anlage 5 zur Stromerzeugung Elektrizität herzustellen (ist in den Figuren dargestellt) oder die Restwärme zu nutzen, um Warmwasser einem Verbraucher zur Verfügung zu stellen (ist nicht dargestellt).

**[0028]** Der grundsätzliche Aufbau der Konzepte basiert zunächst auf demjenigen gemäß dem Stand der Technik, wie er in Fig. 1 dargestellt und oben beschrieben ist. Vom Ofen 1 wird hiernach Abgas A entlang eines Strömungsweges S in einen Rekuperator 2 geleitet. Dem Rekuperator 2 wird Frischluft F zugeführt, die entlang eines Strömungsweges S" durch den Rekuperator 2 und weiter in den Ofen 1 geleitet wird. Im Rekuperator 2 findet eine Wärmeübertragung vom Abgas A auf die Frischluft

F statt, so dass die frische Ofenluft (Verbrennungsluft) vorgewärmt wird.

**[0029]** Zu den zum Einsatz kommenden Rekuperatoren wird auf den Stand der Technik verwiesen. Sie besitzen für die beiden Medien, zwischen denen Wärme auszutauschen ist, je einen getrennten Raum. Zum Einsatz kommen können Plattenwärmeübertrager, insbesondere Spiralwärmeübertrager, Rohrwärmeübertrager, Mantelrohrwärmeübertrager oder Gegenstrom-Schichtwärmeübertrager.

**[0030]** Gemäß der in Fig. 2 dargestellten Lösung wird nunmehr ein Wärmetauscher 4 in Reihe mit dem Rekuperator 2 geschaltet, d. h. der Wärmetauscher 4 ist im Strömungsweg S angeordnet, der von dem Ofen 1 zum Kamin 3 führt. Hierbei wird zunächst das Abgas A durch den Rekuperator 2 geleitet und anschließend das bereits etwa auf 700 °C abgekühlte Abgas A durch den Wärmetauscher 4. Auch für den Wärmetauscher kommen die oben für den Rekuperator genannten Ausgestaltungen in Frage.

**[0031]** Dem Wärmetauscher 4 wird Wasser W über einen Zulauf 6 zugeführt. Im Wärmetauscher 4 erhitzt sich das Wasser W und wird in Dampf umgewandelt, der über einen Ablauf 7 einer Anlage 5 zur Stromerzeugung zugeführt wird, die eine Dampfturbine umfasst. Die Umwandlung der sich im Dampf befindlichen Energie in Strom ist als solches hinlänglich bekannt und braucht hier nicht weiter vertieft zu werden.

**[0032]** Wie in Fig. 2 zu sehen ist, kann auch hier - wie im Stand der Technik - eine Temperierung des Abgases A hinter dem Ofen 1 erfolgen, indem Kühlluft K über einen Ventilator 11 und ein schaltbares Ventil 12 beigemischt wird. Ebenfalls kann vorgesehen sein, dass über ein schaltbares Ventil 14 ein Heißluftauslass 13 geöffnet wird, um erwärmte Frischluft abzulassen und zwecks Aufrechterhaltung des Drucks p den Ventilator 10 entsprechend zu betätigen, so dass mehr kalte Frischluft F in den Strömungsweg S" gefördert wird.

**[0033]** Die Lösung gemäß Fig. 3 ist derjenigen gemäß Fig. 2 sehr ähnlich. Der Unterschied besteht hier darin, dass der Wärmetauscher 4 für das Erhitzen des Wassers W hier als erstes nach dem Ofen 1 angeordnet ist; der Rekuperator 2 folgt erst hinter dem Wärmetauscher 4, gesehen in Strömungsrichtung im Strömungsweg S. Über ein Ventil 15 kann bei Bedarf heißes Abgas um den Wärmetauscher 4 herum zum Rekuperator 2 geleitet werden. Die dargestellte Lösung zeichnet sich auch dadurch aus, dass es möglich ist, das Abgas A zunächst durch Erhitzung von Wasser und Umwandlung desselben zu Dampf abzukühlen und erst dann dem Rekuperator 2 zuzuführen. Daher ist in Fig. 3 der bevorzugte Fall skizziert, dass auf die Zufuhr von Kühlluft K mittels Ventilator 11 und schaltbarem Ventil 12 verzichtet wird; das Vorabkühlen des Abgases A erfolgt also durch den Wärmetauscher 4. Allerdings sei erwähnt, dass die fragliche Anordnung 11, 12 auch bei der Lösung gemäß Fig. 3 vorgesehen werden kann.

**[0034]** In Fig. 4 ist eine weitere alternative Ausgestal-

tung des Erfindungskonzepts illustriert. Hier ist vorgesehen, dass der Wärmetauscher 4 in einem zum Strömungsweg S parallelen zweiten Strömungsweg S' angeordnet ist. "Parallel" ist hier so zu verstehen, dass die Strömungswege S und S' vom Ofen mit Abgas A versorgt werden und unabhängig voneinander verlaufen. Das Abgas A wird hiernach zumindest zeitweise gleichzeitig durch den Strömungsweg S und durch den zweiten Strömungsweg S' geleitet.

**[0035]** Wie zu erkennen ist, ist also parallel zum Strömungsweg S der zweite Strömungsweg S' angeordnet, in dem der Wärmetauscher 4 platziert ist. An einer Verzweigungsstelle 8 zweigt der zweite Strömungsweg S' ab. Hier ist ein steuerbares Ventil 9 angeordnet. Mit dem Ventil 9 kann vorgegeben werden, in welchem Umfang Abgas zum Wärmetauscher 4 geleitet wird. Ist das Ventil 9 geschlossen, d. h. wird Abgas A nur über den Strömungsweg S geleitet, liegt genau die Situation vor, wie sie dem Stand der Technik entspricht.

**[0036]** Für Betriebspunkte, in denen eine zusätzliche Wärmerückgewinnung aus dem Abgas A nicht gewünscht ist, kann also über das Ventil 9, 15 die Zufuhr von Abgas A zum Wärmetauscher 4 verhindert und alles Abgas A über den Rekuperator 2 geführt werden.

**[0037]** Anders ausgedrückt: Beim Stand der Technik muß Heißluft entweichen, um bei zu heißer Verbrennungsluft den Rekuperator und die Brenner zu schützen. Dadurch geht Energie verloren.

**[0038]** Bei den Verfahren, wie sie in Fig. 3 und 4 veranschaulicht sind, kann die Verbrennungsluft herabgesetzt werden, indem mithilfe des Ventils 15 das heiße Abgas durch den zweiten Rekuperator geleitet wird. Dadurch werden die Bauteile geschützt und trotzdem kann die Energie genutzt werden. Außerdem wird die indirekte Regelung zur Senkung der Verbrennungstemperatur mit Hilfe des Heißluftauslasses vermieden und dadurch das System stabiler.

#### Bezugszeichenliste

#### **[0039]**

- |    |                           |
|----|---------------------------|
| 1  | Ofen                      |
| 2  | Rekuperator               |
| 3  | Kamin                     |
| 4  | Wärmetauscher             |
| 5  | Anlage zur Stromerzeugung |
| 6  | Zulauf                    |
| 7  | Ablauf                    |
| 8  | Verzweigungsstelle        |
| 9  | Ventil                    |
| 10 | Ventilator                |
| 11 | Ventilator                |
| 12 | schaltbares Ventil        |
| 13 | Heißluftauslass           |
| 14 | schaltbares Ventil        |
| 15 | Ventil                    |

A	Abgas
F	Frischluf
W	Wasser
K	Kühluf
p	Luftdruck
S	Strömungsweg
S'	zweiter Strömungsweg
S''	Strömungsweg der vorgewärmten Luft für den Ofen

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Ofens (1) zur Durchleitung einer stranggegossenen Bramme in einer Anlage zur Metallverarbeitung, insbesondere in einer Stranggießanlage, bei dem Abgas (A) aus dem Ofen (1) entlang eines Strömungsweges (S) durch mindestens einen Rekuperator (2) geleitet wird, wobei im Rekuperator (2) mittels der im Abgas (A) enthaltenen Wärmeenergie Frischluft (F) für den Ofen (1) vorgewärmt und die erwärmte Luft dem Ofen (1) zugeführt wird und wobei das Abgas (A) in Strömungsrichtung hinter dem Rekuperator (2) in einen Kamin (3) geleitet wird,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** im Strömungsweg (S) oder parallel zum Strömungsweg mindestens ein Wärmetauscher (4) angeordnet ist, dem Wasser (W) zugeführt und in dem das Wasser erwärmt wird, wobei im Wärmetauscher (4) erzeugter Dampf verwendet wird, um eine Anlage zur Stromerzeugung (5) zu betreiben.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Strömungsweg (S) des Abgases (A) der Rekuperator (2) und der Wärmetauscher (4) in Reihe angeordnet sind, wobei das Abgas (A) zunächst durch den Rekuperator (2) und anschließend durch den Wärmetauscher (4) geleitet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Strömungsweg (S) des Abgases (A) der Rekuperator (2) und der Wärmetauscher (4) in Reihe angeordnet sind, wobei das Abgas (A) zunächst durch den Wärmetauscher (4) und anschließend durch den Rekuperator (2) geleitet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmetauscher (4) in einem zum Strömungsweg (S) parallelen zweiten Strömungsweg (S') angeordnet ist, wobei Abgas (A) zumindest zeitweise gleichzeitig durch den Strömungsweg (S) und durch den zweiten Strömungsweg (S') geleitet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in das Abgas (A) vor

dessen Erreichen des Rekuperators (2) und des Wärmetauschers (4) gesteuert oder geregelt Kühluf (K) zugegeben wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus dem Strömungsweg der vorgewärmten Luft für den Ofen (1) gesteuert oder geregelt Warmluft an die Umgebung abgegeben wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Luftdruck (p) im Strömungsweg der vorgewärmten Luft für den Ofen (1) gesteuert oder geregelt auf einem vorgegebenen Wert gehalten wird, wobei zur Steuerung oder Regelung des Luftdrucks (p) der Volumenstrom Frischluft (F) beeinflusst wird, die dem Rekuperator (2) zugeführt wird.

### Claims

1. Method of operating a furnace (1) for passing through a continuously cast slab in a plant for metal processing, particularly in a continuous casting plant, in which the waste gas (A) is conducted out of the furnace (1) along a flow path (S) through at least one recuperator (2), wherein fresh air (F) for the furnace (1) is preheated in the recuperator (2) by means of the heat energy contained in the waste gas (A) and the heated air is fed to the furnace (1) and wherein the waste gas (A) is conducted into a flue (3) behind the recuperator (2) in flow direction, **characterised in that** arranged in the flow path (S) or parallel to the flow path is at least one heat exchanger (4) to which water (W) is fed and in which the water is heated, wherein steam generated in the heat exchanger (4) is used in order to operate the plant for power generation (5).
2. Method according to claim 1, **characterised in that** the recuperator (2) and the heat exchanger (4) are arranged in series in the flow path (S) of the waste gas (A), wherein the waste gas (A) is initially conducted through the recuperator (2) and subsequently through the heat exchanger (4).
3. Method according to claim 1, **characterised in that** the recuperator (2) and the heat exchanger (4) are arranged in series in the flow path (S) of the waste gas (A), wherein the waste gas (A) is initially conducted through the heat exchanger (4) and subsequently through the recuperator (2).
4. Method according to claim 1, **characterised in that** the heat exchanger (4) is arranged in a second flow path (S) parallel to the flow path (S), wherein waste gas (A) is conducted at least at times simultaneously

through the flow path (S) and through the second flow path (S').

5. Method according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** cooling air (K) is added to the waste gas (A) under control or regulation before the waste gas reaches the recuperator (2) and the heat exchanger (4). 5
6. Method according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** hot air is let off to the environment under control or regulation from the flow path of the preheated air for the furnace (1). 10
7. Method according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** the air pressure (p) in the flow path of the preheated air for the furnace (1) is kept, by control or regulation to a predetermined value, wherein for control or regulation of the air pressure (p) the volume flow of fresh air (F) fed to the recuperator (2) is influenced. 15 20

#### Revendications

1. Procédé pour l'exploitation d'un four (1) destiné au passage d'une brame de coulée continue dans une installation pour la transformation du métal, en particulier dans une installation de coulée continue, dans lequel les gaz d'échappement (A) issus du four (1) sont guidés le long d'une voie d'écoulement (S) à travers au moins un récupérateur (2), dans lequel, dans le récupérateur (2), de l'air frais (F) pour le four (1) est soumis à un préchauffage au moyen de l'énergie thermique que contiennent les gaz d'échappement (A) et l'air réchauffé est acheminé au four (1), et dans lequel les gaz d'échappement (A) sont guidés dans la direction d'écoulement, derrière le récupérateur (2) dans une cheminée (3), **caractérisé en ce que**, dans la voie d'écoulement (S) ou parallèlement à la voie d'écoulement, est disposé au moins un échangeur de chaleur (4) auquel on achemine de l'eau (W) et dans lequel on réchauffe l'eau (W), la vapeur que l'on obtient dans l'échangeur de chaleur (4) étant utilisée pour exploiter une installation à des fins de production d'électricité (5). 25 30 35 40 45
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, dans la voie d'écoulement (S) des gaz d'échappement (A), le récupérateur (2) et l'échangeur de chaleur (4) sont montés en série, les gaz d'échappement (A) étant d'abord guidés à travers le récupérateur (2) et ensuite à travers l'échangeur de chaleur (4). 50
3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, dans la voie d'écoulement (S) des gaz d'échappement (A), le récupérateur (2) et l'échangeur de 55

chaleur (4) sont montés en série, les gaz d'échappement (A) étant d'abord guidés à travers l'échangeur de chaleur (4) et ensuite à travers le récupérateur (2).

4. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'échangeur de chaleur (4) est disposé dans une deuxième voie d'écoulement (S') parallèle à la voie d'écoulement (S), les gaz d'échappement (A) étant guidés au moins de manière intermittente simultanément à travers la voie d'écoulement (S) et à travers la deuxième voie d'écoulement (S').
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** de l'air de refroidissement (K) est ajouté de manière commandée ou de manière réglée aux gaz d'échappement (A) avant que ceux-ci n'atteignent le récupérateur (2) et l'échangeur de chaleur (4).
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que**, à partir de la voie d'écoulement de l'air préchauffé pour le four (1), de l'air chaud est libéré dans l'environnement de manière commandée ou de manière réglée.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la pression atmosphérique (p) dans la voie d'écoulement de l'air préchauffé pour le four (1) est maintenue de manière commandée ou de manière réglée à une valeur prédéfinie, dans lequel, pour la commande ou le réglage de la pression atmosphérique (p), on influence le courant volumique de l'air frais (F) que l'on achemine au récupérateur (2).

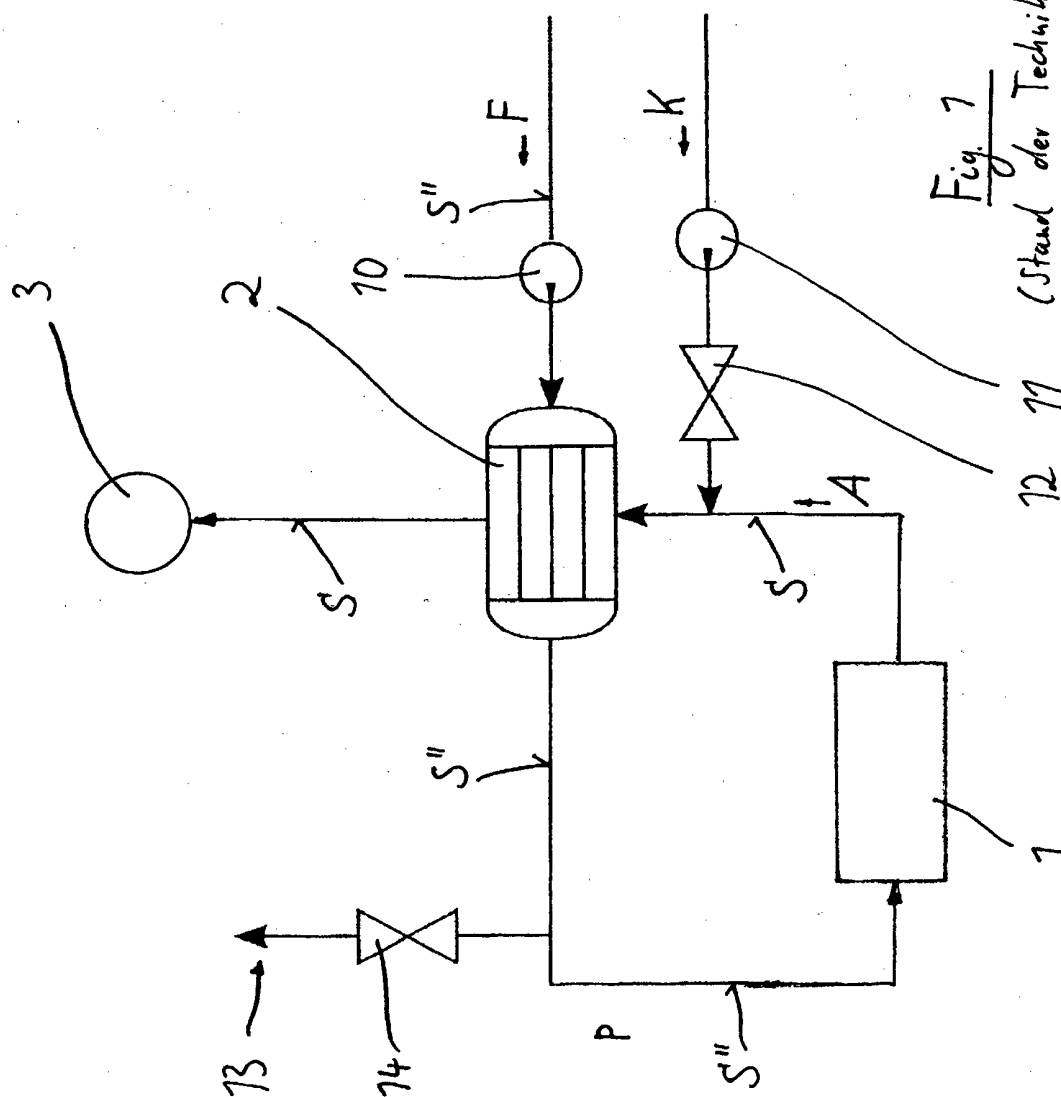
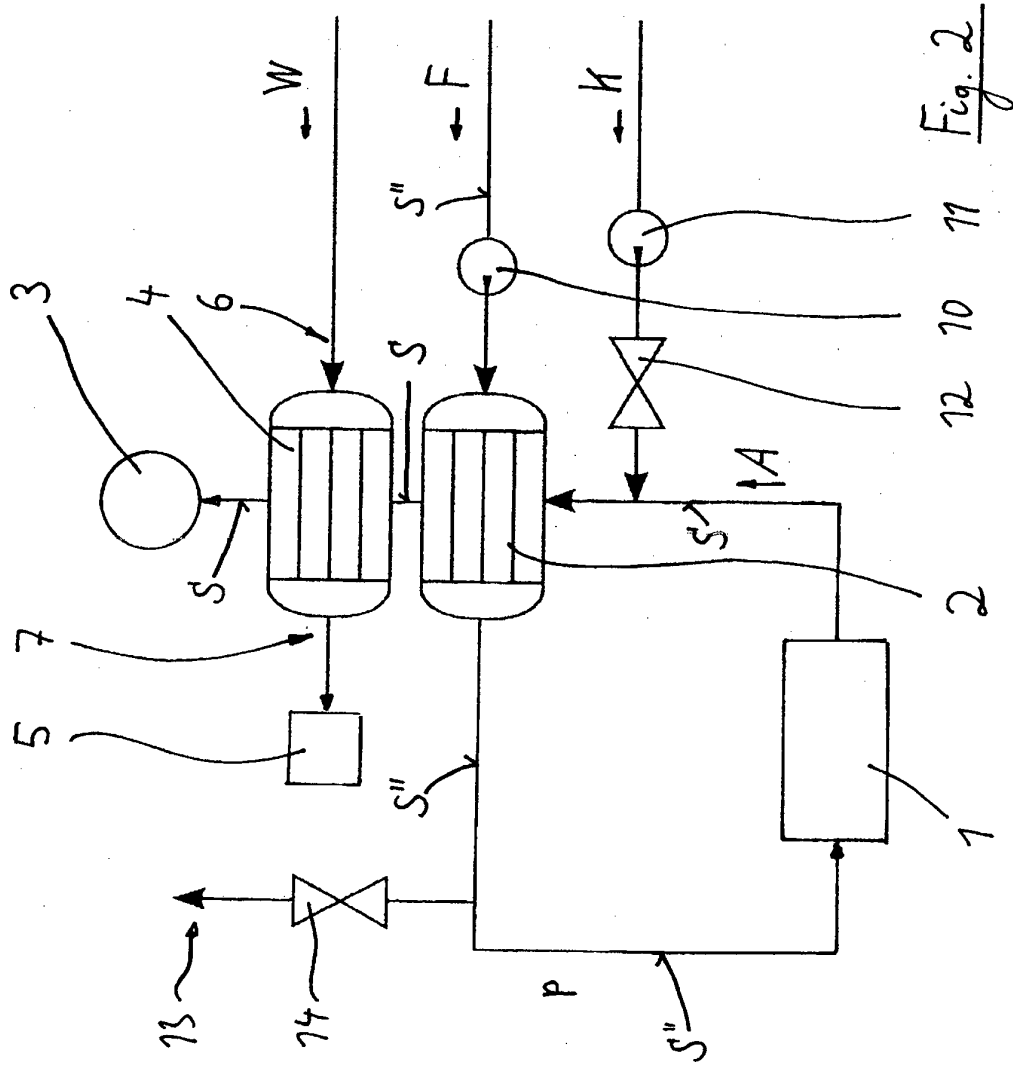


Fig. 7  
12 77 (Stand der Technik)





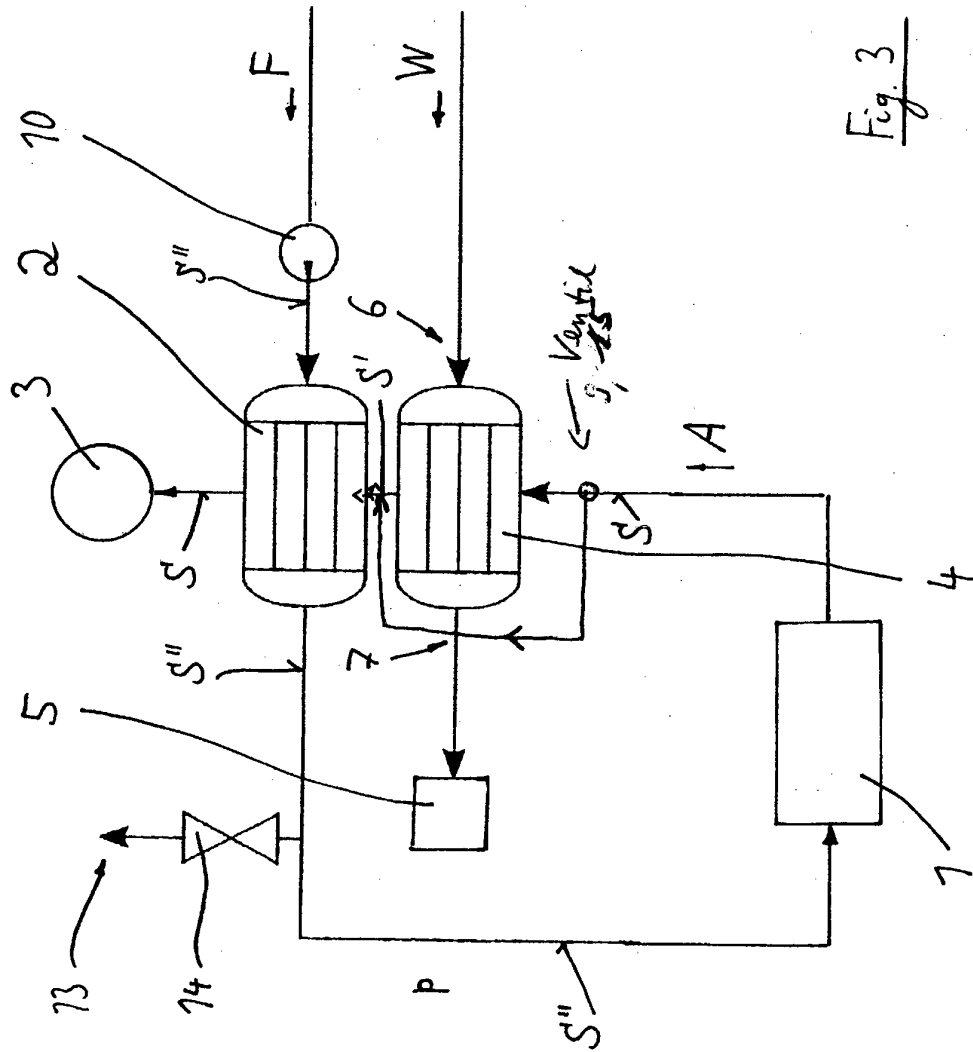


Fig. 3

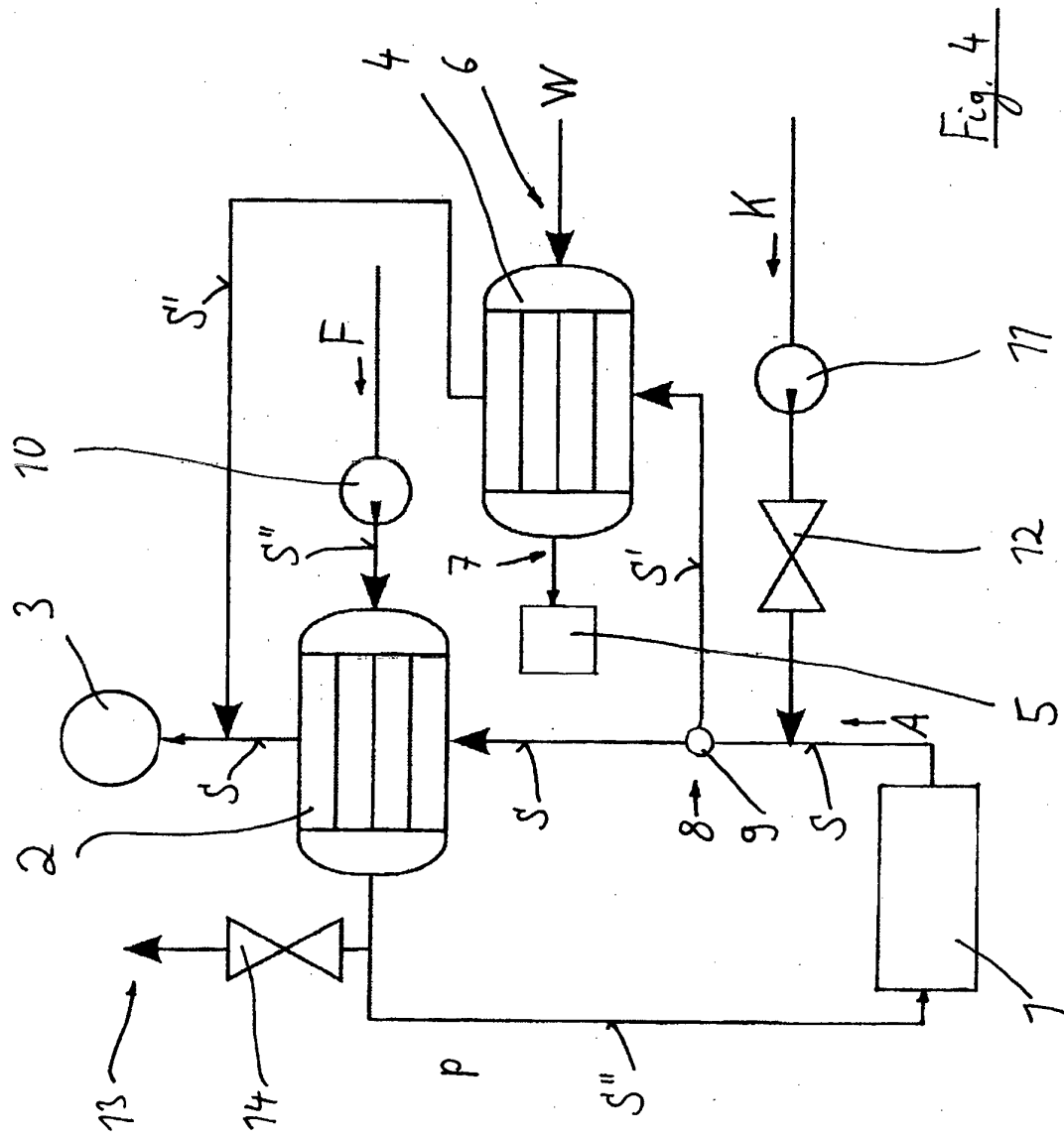


Fig. 4

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- US 2192108 A [0010]
- GB 974836 A [0010]
- DE 1162391 B [0010]
- WO 2009018476 A1 [0010]
- EP 0078446 A1 [0010]
- DE 69712009 T2 [0010]
- ZA 200304880 A [0010]
- US 4528012 A [0011]
- US 4340207 A [0011]