



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**08.05.2002 Patentblatt 2002/19**

(51) Int Cl.7: **F27B 9/24, C21D 1/74**

(21) Anmeldenummer: **01123802.9**

(22) Anmeldetag: **04.10.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Erfinder:  
• **Schubert, Klaus**  
**09117 Chemnitz (DE)**  
• **Egger, Helmut**  
**75378 Bad Liebenzell (DE)**

(30) Priorität: **04.10.2000 DE 10050673**

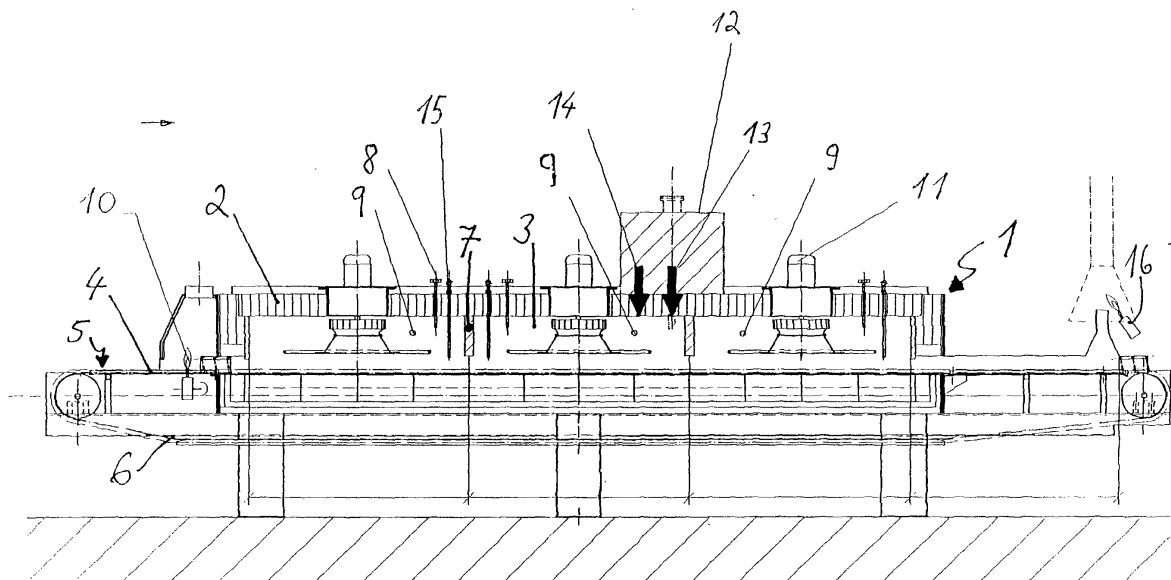
(74) Vertreter: **Twelmeier, Ulrich, Dipl.Phys. et al**  
**Zerrennerstrasse 23-25**  
**75172 Pforzheim (DE)**

(71) Anmelder: **WOLFGANG KOHNLE**  
**WÄRMEBEHANDLUNGSANLAGEN GmbH**  
**D-75217 Birkenfeld (DE)**

(54) **Verfahren zum Anlassen von Werkstücken in einem Ofen unter einer Schutzgasatmosphäre**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Anlassen von Werkstücken in einem Ofen, insbesondere in einem Förderbandofen, unter einer Schutzgasatmosphäre, welche eine inerte Komponente und eine Komponente, die reduzierend wirken kann, enthält. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß die reduzie-

rende Komponente in einer Menge in den Ofen einge-  
leitet wird, welche gezielt einem Minimum angenähert  
wird, bei welchem der Durchsatz der reduzierenden  
Komponente gerade ausreicht, im Ofen vorhandenen  
Sauerstoff zu binden und eventuelle Oxide auf der  
Oberfläche der Werkstücke zu reduzieren.



*Fig. 1*

## Beschreibung

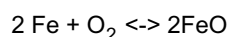
**[0001]** Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Anlassen von Werkstücken in einem Ofen, insbesondere in einem Förderbandofen unter einer Schutzgasatmosphäre, mit den im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen. Verfahren zum Anlassen von Werkstücken in einem Förderbandofen unter einer Schutzgasatmosphäre, welche eine inerte Komponente und eine Komponente enthält, die reduzierend wirken kann, sind allgemein bekannt.

**[0002]** Im Temperaturbereich ab 200°C beginnt beim Anlassen von Eisenwerkstoffen unter Lufteinfluß eine sichtbare Oxidation der Oberfläche, welche mit zunehmender Temperatur ansteigt. Oxidschichten, wie sie bei Temperaturen oberhalb von 450°C entstehen, sind für eine Vielzahl von Bauteilen störend und werden durch Beizen, Strahlen oder andere chemische bzw. mechanische Verfahren entfernt. Diese Verfahren verursachen erhebliche Kosten und belasten die Umwelt.

**[0003]** Eine Möglichkeit, der Oxidation beim Wärmebehandlungsprozeß vorzubeugen, ist eine Umgebungsatmosphäre zu schaffen, die eine Oxidation verhindert oder sogar Oxidschichten wieder auflöst. Einen Schutz vor Oxidation bei der Wärmebehandlung gewährleisten inerte Schutzgase, wie Stickstoff, Argon, Helium oder brennbare Schutzgase wie Wasserstoff, CO, CH<sub>4</sub>, Spaltgase bzw. Gemische von inerten mit brennbaren Schutzgasen.

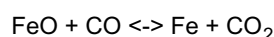
**[0004]** Inerte Schutzgase schränken die Oxidation in der Praxis ein, ohne sie vollständig zu verhindern oder vorhandene Oxidschichten wieder aufzulösen. Für ein Blankanlassen sind reduzierende Bestandteile des Schutzgases erforderlich. Dabei handelt es sich in der Regel um ein brennbares Gas wie CO oder H<sub>2</sub>.

**[0005]** Bei einer Wärmebehandlung in Luftatmosphäre wird Eisen an der Oberfläche nach der Gleichung



oxidiert.

**[0006]** Bei Schutzgasen, die eine reduzierende Wirkung besitzen, können die Prozesse wie folgt ablaufen



**[0007]** Die Oxidation und Reduktion sind von der Behandlungstemperatur und den Anteilen der Prozeßkomponenten abhängig und können von rechts nach links oder umgekehrt ablaufen. Mit steigender Temperatur nimmt die Reduktionsfreudigkeit zu.

**[0008]** Es ist bekannt Werkstücke unter einer Schutzgasatmosphäre aus Endogasen anzulassen, welche als reduzierende Bestandteile CO und H<sub>2</sub> enthalten. Nachteilig bei einem solchen bekannten Verfahren ist, daß eine erhebliche Explosionsgefahr besteht.

**[0009]** Aufgabe der Erfindung ist es ein wirtschaftliches Verfahren anzugeben, welches die Explosionsgefahr beim Anlassen vermindert und zugleich gewährleistet, daß nach dem Anlassen blanke Werkstücke vorliegen.

**[0010]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

**[0011]** Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß die reduzierende Komponente in einer Menge in den Ofen eingeleitet wird, welche gezielt einem Minimum angenähert wird, bei welchem der Durchsatz der reduzierenden Komponente gerade ausreicht, im Ofen vorhandenen Sauerstoff zu binden und eventuelle Oxide auf der Oberfläche der Werkstücke zu reduzieren. Die Menge des im Ofen vorhandenen Sauerstoffs und der auf der Oberfläche der Werkstücke vorhandenen Oxide bestimmt naturgemäß die benötigte Menge der Komponente, welche reduzierend wirken kann. Erfindungsgemäß werden also zum Anlassen von Werkstücken in einem Ofen, insbesondere in einem Förderbandanlaßofen, die Durchsätze der inerten Komponente und der Komponente, welche reduzierend wirken kann, im Hinblick auf den tatsächlichen Bedarf an reduzierender Komponente optimiert. Das erlaubt sowohl einen wirtschaftlichen Betrieb mit sparsamem Gasverbrauch und zugleich einen inhärent sehr sicheren Betrieb, der jegliche Explosionsgefahr von vornherein ausschließt.

**[0012]** Eine besonders wirtschaftliche Möglichkeit das Mischungsverhältnis der beiden Komponenten so einzustellen, daß gezielt ein solches Minimum des Anteils der reduzierenden Komponente angenähert wird, besteht darin, zunächst reines Endogas oder Exogas oder auch ein auf Erfahrungswerten beruhendes Mischungsverhältnis der Komponenten zu verwenden. Erhält man bei einem so gewählten Anteil der reduzierenden Komponente das Resultat, daß die Werkstücke blank sind, wenn sie den Ofen nach dem Anlassen verlassen, so kann man schrittweise den Anteil der inerten Komponente an der Schutzgasatmosphäre solange erhöhen, bis die Werkstücke den Ofen nicht mehr blank verlassen. Man kann dann den letzten Schritt rückgängig machen und erhält damit ein Mischungsverhältnis, bei wel-

chem der reduzierende Anteil der Schutzgasatmosphäre minimiert ist und gleichzeitig die Werkstücke den Ofen noch blank verlassen. Ergibt sich bei dem ursprünglichen, auf Erfahrungswerten beruhenden Anteil der reduzierenden Komponente bereits, daß die Werkstücke den Ofen nach dem Anlassen nicht blank verlassen, so kann man die beschriebenen Einstellungsschritte entsprechend ausführen, indem man den reduzierenden Anteil der Schutzgasatmosphäre schrittweise erhöht, bis die Werkstücke den Ofen blank verlassen. Jenes Mischungsverhältnis, bei dem der Anteil der reduzierenden Komponente nur so groß ist, daß eine merkliche Oxidation der Werkstücke gerade noch unterbunden wird, wird im folgenden als Oxidationsgrenze bezeichnet.

**[0013]** Eine besonders einfache Variante der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß durch Einstellen des Durchsatzes der beiden Komponenten bei gleichbleibendem Mischungsverhältnis durch den Ofen die Menge der reduzierenden Komponente gezielt einem Minimum angenähert wird, bei welchem der Durchsatz der reduzierenden Komponente gerade ausreicht, im Ofen vorhandenen Sauerstoff zu binden und eventuelle Oxide auf der Oberfläche der Werkstücke zu reduzieren. Sie zeichnet sich durch ein besonders hohes Maß an Betriebssicherheit aus, benötigt aber etwas mehr Inertgas als die zuvor genannte Verfahrensvariante.

**[0014]** Das beschriebene Verfahren schlägt erstmals vor, die Schutzgasatmosphäre an der Oxidationsgrenze der Werkstücke zu betreiben. Der dadurch bestimmte Anteil der reduzierenden Komponente an der Schutzgasatmosphäre ist hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit durch den minimalen Einsatz an reduzierenden Gasen am günstigsten und ist unter dieser Randbedingung auch optimal für das Vermeiden von Explosionsgefahr, weil man auf diese Weise am ehesten die Schwelle für das Entstehen eines zündfähigen Gemisches unterschreiten kann. Es ist aber zweckmäßig, das Verfahren nicht genau an der Oxidationsgrenze, sondern mit einem gewissen Sicherheitszuschlag zum Anteil der reduzierenden Komponente unterhalb der Oxidationsgrenze zu betreiben, so daß auch bei praktisch vorkommenden Schwankungen des Sauerstoffpartialdruckes im Schutzgas stets gewährleistet ist, daß die Werkstücke blank sind, wenn sie den Ofen nach dem Anlassen verlassen.

**[0015]** Da nach dem Stand der Technik als Schutzgasatmosphäre Endo- oder Exogase so, wie sie erzeugt wurden als Schutzgasatmosphäre eingesetzt wurden, weist das erfindungsgemäße Verfahren erhebliche Vorteile hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit und Explosionsgefahr auf, indem relativ teures Endo- oder Exogas durch ein Inertgas ersetzt wird, wofür sich preiswerter Stickstoff anbietet.

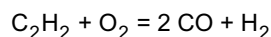
**[0016]** Durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen wird also erreicht, daß der Anteil reduzierender, also brennbarer, Gase an der Schutzgasatmosphäre vermindert wird und so auch die Explosionsgefahr vermindert wird, wobei trotzdem gewährleistet bleibt, daß die Werkstücke blank sind, wenn sie den Ofen nach dem Anlassen verlassen.

**[0017]** Vorzugsweise wird als inerte Komponente der Schutzgasatmosphäre Stickstoff oder überwiegend Stickstoff verwendet, da dies am kostengünstigsten ist und darüber hinaus den Vorteil hat, den Taupunkt der Schutzgasatmosphäre herabzusetzen, weil Stickstoff selbst einen sehr niedrigen Taupunkt hat, was die reduzierende Wirkung der Schutzgasatmosphäre erhöht.

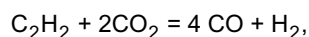
**[0018]** Vorzugsweise enthält die reduzierende Komponente Kohlenmonoxid oder - besonders bevorzugt - überwiegend Kohlenmonoxid, da dieses Gas eine relativ niedrige Verbrennungsgeschwindigkeit, eine relativ hohe Zündgrenze besitzt, was für den Explosionsschutz vorteilhaft ist und insbesondere bei Temperaturen unter 750°C besonders wirksam reduziert.

**[0019]** Insbesondere, wenn bei höheren Temperaturen angelassen werden soll, enthält die reduzierende Komponente bevorzugt Wasserstoff, da dieses Gas bei höheren Temperaturen als CO eine stark reduzierende Wirkung hat.

**[0020]** Vorzugsweise erhält man die reduzierende Komponente durch Umsetzung von Azethylen C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> durch die Reaktion



oder



wobei bei höheren Temperaturen wegen des höheren Wasserstoffgehaltes erstere, bei niedrigen Temperaturen letztere Reaktion besonders bevorzugt sind.

**[0021]** Besonders kostengünstig wird die reduzierende Komponente ganz oder überwiegend aus einem Endogas oder einem Exogas erzeugt, welches durch endo- bzw. exotherme Umsetzung aus Erdgas erzeugt wird.

**[0022]** Vorzugsweise wird die Konzentration der einzelnen Bestandteile der reduzierenden Komponente unterhalb der Grenze ihrer Zündfähigkeit in Luft gehalten; sie liegt für CO bei circa 12,5 Vol.-%, für H<sub>2</sub> bei circa 5 Vol.-%. Besonders bevorzugt begrenzt man die Konzentration der reduzierenden Komponente insgesamt auf weniger als 5 %. Diese Maßnahme verhindert die Explosionsgefahr.

**[0023]** Bevorzugt ist es, daß durch Einstellen des Mischungsverhältnisses der beiden Komponenten gezielt ein Minimum des Anteils der reduzierenden Komponente angenähert wird, bei welchem der Durchsatz der reduzierenden Komponente gerade ausreicht, im Ofen vorhandenen Sauerstoff zu binden und eventuelle Oxide auf der Oberfläche der Werkstücke zu reduzieren und daran anschließend das Mischungsverhältnis der verschiedenen Bestandteile der reduzierenden Komponente derart einzustellen, daß der Anteil der reduzierenden Komponente weiter reduziert wird und die Werkstücke weiterhin blank sind, wenn sie den Ofen nach dem Anlassen verlassen. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, daß bei hohen Temperaturen der Anteil des dann stärker reduzierenden Wasserstoffs stärker als Kohlenmonoxid gewichtet wird und umgekehrt bei Temperaturen unterhalb von circa 800°C der Anteil des Kohlenmonoxids stärker gewichtet wird als der des bei diesen Temperaturen schwächer reduzierenden Wasserstoffs. Vorteilhaft wird so die Explosionsgefahr weiter reduziert.

**[0024]** Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß insbesondere nach dem Einstellen eines Minimums, der Sauerstoffpartialdruck in der Schutzgasatmosphäre gemessen und der reduzierende Anteil geregelt wird, um mit zunehmendem Sauerstoffpartialdruck den Anteil der reduzierenden Komponente des Schutzgases im Ofen entsprechend zu erhöhen und/oder ihren Durchsatz durch den Ofen zu erhöhen. Vorteilhaft können so Schwankungen im Sauerstoffgehalt der Schutzgasatmosphäre, wie sie etwa durch Variation der Menge des an den Werkstücken absorbierten Sauerstoffes entstehen, ausgeglichen und so trotz der Schwankungen des Sauerstoffgehaltes die Zusammensetzung des Schutzgas an der "Oxidationsgrenze" gehalten werden, wodurch vorteilhaft gewährleistet wird, daß trotz der Schwankungen des Sauerstoffgehaltes die Werkstücke nach dem Anlassen blank sind und zugleich die Explosionsgefahr minimiert ist.

**[0025]** Vorzugsweise wird bei Erreichen eines vorgegebenen oberen Grenzwertes des Sauerstoffpartialdruckes die Zufuhr der reduzierenden Komponente unterbrochen und der Ofen nur noch mit der inerten Komponente gespült. Durch diese Maßnahme kann eine Explosion zuverlässig verhindert und eine eventuelle Gefahrenquelle, beispielsweise in Form eines Lecks, erkannt werden, bevor der Sauerstoffgehalt im Ofen auf gefährliche Werte angestiegen ist. Vorzugsweise beträgt der Grenzwert hierfür 1 Vol.-% Sauerstoff.

**[0026]** Vorzugsweise wird im schutzgasführenden Ofeninneraum mindestens eine permanent wirksame Zündquelle, z.B. eine oder mehrere Glühkerzen, verwendet. Vorteilhaft kann so die Explosionsgefahr vermindert werden, indem eventuell in den Ofeninnenraum eingedrungener Sauerstoff durch gezielte Verbrennung gebunden wird, bevor sich eine gefährliche Menge angesammelt hat.

**[0027]** Vorzugsweise werden die Bestandteile des Schutzgases heiß, vorzugsweise mit einer Temperatur von über 750°C, in den Ofen eingeleitet. Vorteilhaft kann so ebenfalls die Explosionsgefahr reduziert werden, weil auf diese Weise anstelle einer Explosion eher eine kontrollierte Verbrennung von kleineren Mengen stattfindet.

**[0028]** Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich besonders für ein Anlassen bei Temperaturen unterhalb von 750°C, da dort die reduzierende Wirkung von Wasserstoff und Kohlenmonoxid erhebliche Unterschiede aufweist und stark temperaturabhängig ist, so daß durch ein Einstellen des Durchsatzes der verschiedenen Komponenten besonders große Vorteile erzielt und reduzierende Gase eingespart werden können.

**[0029]** Vorzugsweise wird in dem Verfahren ein Förderbandanlaßofen verwendet, dessen Glühkanal durch Strömungshindernisse in Abschnitte unterteilt ist. Vorteilhaft wird so das Risiko einer Explosion reduziert, indem eine Verpuffung auf einen Abschnitt des Glühkanals begrenzt wird.

**[0030]** Vorzugsweise wird in dem Verfahren ein Förderbandanlaßofen verwendet, bei dem die Strömungshindernisse Bleche sind, welche nach Art von Blenden den lichten Querschnitt des Glühkanals stellenweise verengen. Vorteilhaft wird so ebenfalls das Risiko einer Explosion reduziert, indem eine Verpuffung auf einen Abschnitt des Glühkanals begrenzt wird.

**[0031]** Vorzugsweise wird in dem Verfahren ein Förderbandanlaßofen verwendet, bei dem jeder Abschnitt des Glühkanals eine permanent wirksame Zündquelle, insbesondere eine Glühkerze aufweist. Vorteilhaft kann so eine Umsetzung von eventuell vorhandenem Sauerstoff beschleunigt werden und so das Risiko einer Explosion reduziert werden.

**[0032]** Vorzugsweise wird in dem Verfahren ein Förderbandanlaßofen verwendet, bei dem jeder Abschnitt des Glühkanals ein Sauerstoffsensor aufweist. Durch diese Maßnahme kann jeder Abschnitt des Glühkanals auf Lecks überwacht werden und dann gegebenenfalls die Zufuhr der reduzierenden Komponente unterbrochen werden, so daß vorteilhaft die Gefahr einer Explosion reduziert wird. Eine alternative Ausführungsform des Förderbandanlaßofens sieht vor, daß jeder Abschnitt des Glühkanals über verschließbare Gasentnahmerohrleitungen mit einem gemeinsamen Sauerstoffsensor in Verbindung steht. Mit dieser Maßnahme kann ebenfalls jeder Abschnitt des Glühkanals überwacht werden, wobei vorteilhaft die Zahl der nötigen Sauerstoffsensoren reduziert ist.

**[0033]** Vorzugsweise wird in dem Verfahren ein Förderbandanlaßofen verwendet, der an der Eintrittsöffnung Mittel zum Erzeugen eines Flammenschleiers aufweist. Diese Mittel umfassen einen Zündbrenner mit einer eigenen Gasversorgung, welcher eine Flamme erzeugt. Vorteilhaft kann so ebenfalls die Explosionsgefahr reduziert werden.

**[0034]** Vorzugsweise wird in dem Verfahren ein Förderbandanlaßofen verwendet, der an der Austrittsöffnung des Glühkanals Mittel zum Erzeugen eines Flammenschleiers aufweist. Diese Mittel und Vorteile sind dieselben wie vorstehend erläutert.

**[0035]** Vorzugsweise wird in dem Verfahren ein Förderbandanlaßofen verwendet, bei dem jedem Abschnitt des Glühkanals eine Gasumwälzeinrichtung zugeordnet ist. Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß weniger reduzierendes Gas benötigt wird, wodurch die Explosionsgefahr vermindert wird.

**[0036]** Vorzugsweise wird in dem Verfahren ein Förderbandanlaßofen verwendet, bei dem ein Endo- oder Exogaserzeuger unmittelbar am Ofen angebracht ist. Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß sich das Endo- oder Exogas leichter heiß direkt einleiten läßt, wodurch vorteilhaft Heizenergie gespart werden kann.

**[0037]** Vorzugsweise wird in dem Verfahren ein Förderbandanlaßofen verwendet, welcher eine Gaseinlaßöffnung mit einem selbsttätig den Durchsatz auf einen vorgegebenen Wert regulierenden Ventil aufweist. Derartige Durchflußregler sind an sich bekannt und im Handel erhältlich, so daß sie hier nicht weiter beschrieben werden. Besonders bevorzugt ist es, daß der Förderbandofen zwei Gaseinlaßöffnungen mit jeweils einem selbsttätigen Durchsatz auf einen vorgegebenen Wert regulierenden Ventil aufweist, so daß der Durchsatz der reduzierenden und der inerten Komponente unabhängig voneinander geregelt werden können.

**[0038]** Weitere vorteilhafte Weiterbildungen und Einzelheiten der Erfindung werden anhand des Ausführungsbeispiels beschrieben.

Figur 1 zeigt einen zur Durchführung des Verfahrens verwendeten Förderbandanlaßofen.

**[0039]** Das Verfahren sieht vor Werkstücke in einem Ofen, insbesondere in einem Förderbandofen (1) unter einer Schutzgasatmosphäre, welche eine inerte Komponente und eine Komponente die reduzierend wirken kann enthält, anzulassen, wobei durch Einstellen des Durchsatzes der beiden Komponenten gezielt ein Minimum der reduzierenden Komponente angenähert wird, bei welchem die Menge der reduzierenden Komponente gerade ausreicht, im Ofen vorhandenen Sauerstoff zu binden und zu gewährleisten, daß Werkstücke blank sind, wenn sie den Ofen nach dem Anlassen verlassen.

**[0040]** Für einen gegebenen Werkstoff oder eine Charge von Werkstücken beginnt man zunächst mit einem relativ hohen Anteil der reduzierenden Komponente der Schutzgasatmosphäre und prüft wie die Werkstücke den Ofen verlassen. Verlassen sie den Ofen blank, so erhöht man den inerten Anteil schrittweise so lange bis die Werkstücke den Ofen nicht mehr blank verlassen. Man macht dann den letzten Erhöhungsschritt der inerten Komponente rückgängig und erhält damit ein Mischungsverhältnis, bei welchem der Anteil der reduzierenden Komponente der Schutzgasatmosphäre minimiert ist und gleichzeitig die Werkstücke den Ofen noch blank verlassen.

**[0041]** Ebenso gut kann man mit einem geringen Anteil der reduzierenden Komponente beginnen und diesen schrittweise erhöhen bis die Werkstücke blank sind, wenn sie den Ofen nach dem Anlassen verlassen. Die reduzierende Komponente des Schutzgases wird ganz oder überwiegend aus einem Endogas oder einem Exogas erzeugt. Als inerte Komponente wird kostengünstig Stickstoff verwendet.

**[0042]** Endogas oder Exogas läßt sich kostengünstig aus Erdgas gewinnen. Durch Variation des Sauerstoffgehaltes beim Umsetzen des Erdgases läßt sich wahlweise, je nachdem ob die Umsetzung exo- oder endotherm erfolgt, Exo- oder Endogas gewinnen und dadurch Einfluß nehmen auf den Gehalt von Kohlenmonoxid und den Gehalt von Wasserstoff des reduzierenden Anteils. Dadurch kann in einem zweiten Optimierungsschritt die Konzentration der einzelnen Bestandteile der reduzierenden Komponente gezielt verändert werden, so daß die Explosionsgefahr weiter reduziert wird und die Werkstücke zugleich nach dem Anlassen blank sind. Wie hierzu nachfolgend erläutert wird, ist es aufgrund der Eigenschaften von Kohlenmonoxid und Wasserstoff vorteilhaft bei niedrigeren Temperaturen einen höheren Kohlenmonoxidgehalt und bei höheren Temperaturen einen höheren Wasserstoffgehalt vorzusehen.

**[0043]** Die reduzierenden Bestandteile Kohlenmonoxid und Wasserstoff haben bei unterschiedlichen Temperaturen verschiedene Reduktionseigenschaften.

**[0044]** Im unteren Temperaturbereich bis ca. 810°C besitzt Kohlenmonoxid eine stärker reduzierende Wirkung als Wasserstoff. Oberhalb von 810°C verschlechtert sich die reduzierende Wirkung des Kohlenmonoxids und die des Wasserstoffs verbessert sich.

**[0045]** Schutzgase auf Wasserstoffbasis neigen auf Grund der höheren Zündgeschwindigkeit des Wasserstoffs in Gas/Luftgemischen stärker zu einer schlagartigen Verbrennung als Schutzgase auf CO-Basis ("Knallgas").

**[0046]** Die untere Zündgrenze für Wasserstoff/Luftgemisch liegt für Wasserstoff bei einem wesentlich niedrigeren Anteil als bei CO. So können höhere Anteile von CO als H<sub>2</sub> dem Schutzgas beigegeben werden, ohne daß es in den Zündbereich fällt.

**[0047]** Aus diesen Erkenntnissen kann man schlußfolgern, daß für das Schutzgasblankanlassen bei niedrigen Temperaturen besonders CO-haltige Gase geeignet sind.

**[0048]** Die Ergebnisse eines Versuchsprogrammes zum beschriebenen Verfahren sind aus den Tabellen 1 und 2 zu entnehmen.

**[0049]** Für die Versuche zum Schutzgasanlassen kamen Plättchen 55 x 15 x 1,2 mm aus 50 CrV4 zum Einsatz. Je Versuchsvariante standen zehn Proben zur Verfügung. Vor dem Anlassen wurde die Proben gehärtet.

**[0050]** Die Versuche wurde in dem in Figur 1 gezeigten Förderbandanlaßofen 1 mit gasdichtem Glühkanal 3 im

## EP 1 203 918 A1

kontinuierlichen Betrieb durchgeführt. Der Ofen ist mit einem aufgesetzten Schutzgaserzeuger 12 ausgerüstet. Das beschriebene Verfahren ist jedoch auch bei anderen Öfen durchführbar.

**[0051]** Das Schutzgasgemisch Wasserstoff/Stickstoff wurde aus Flaschenbatterien entnommen. Der Taupunkt für dieses Gas kann mit kleiner  $-65^{\circ}\text{C}$  angenommen werden. Der integrierte separat beheizte Schutzgaserzeuger erzeugt aus Propan/Luft im Volumenverhältnis von ca. 1 : 7,3 ein Schutzgas mit der Zusammensetzung Endogas und Stickstoff. Das Endogas hatte eine Zusammensetzung von ca. 23,5 % CO, ca. 0,5 %  $\text{CO}_2$ , ca. 31,5 %  $\text{H}_2 + \text{H}_2\text{O}$ , ca. 0,02 %  $\text{CH}_4$  und Rest  $\text{N}_2$ . Der Taupunkt betrug ca.  $+4^{\circ}\text{C}$ .

**[0052]** Für die Beurteilung und Messung der Oxidschicht nach dem Anlassen wurden die Proben einseitig vor dem Anlassen mit 600er Schleifpapier metallisch blank geschliffen. Zur Gewinnung von Erkenntnissen über das Reduktionsverhalten der verschiedenen Gaszusammensetzungen wurden zu jeder Versuchsvariante oxidierte gehärtete Proben mit einer kornblumenblauen Färbung beigefügt. Die Oxidierung der gehärteten Proben erfolgte unter Luftsauerstoff bei  $350^{\circ}\text{C}$ .

**[0053]** Auf Anlaßversuche ohne Schutzgas wurde verzichtet, da ein Blankanlassen in dem vorgegebenen Temperaturbereich nicht zu erwarten war. Als Basis dienten deshalb unter reinem Stickstoff durchgeführte Versuche.

**[0054]** Die Versuchsergebnisse sind in den Tabellen 1 und 2 zusammengestellt. Folgende Kriterien werden für die Auswertung der Versuchsergebnisse der verschiedenen Schutzgase herangezogen:

Stickstoff

- Temperatureinfluß

Wasserstoff/Stickstoff

- Temperaturabhängigkeit
- $\text{H}_2$ -Konzentration

Endogas/Stickstoff

- Temperaturabhängigkeit
- Endogaskonzentration

Schutzgaszusammensetzung

- $\text{N}_2$ ;  $\text{H}_2/\text{N}_2$  Endogas  $\text{N}_2$

**[0055]** Neben der Anlaßfarbenbeurteilung der Proben wurden die Reduktionszustände der vorher oxidierten Proben beurteilt.

**[0056]** Bei der Bewertung der Schutzgase auf ihre reduzierenden Bestandteile muß man berücksichtigen, daß 100 % Endogas nur ca. 50 - 55 %  $\text{CO} + \text{H}_2$  enthält.

Anlaßversuche unter reinem Stickstoff

**[0057]** Die Anlaßversuche mit reinem Stickstoff haben erwartungsgemäß ergeben, daß die Oxidation nicht verhindert werden kann, jedoch hinsichtlich der Intensität wesentlich verzögert wird. So wird ein grauer Oxidbelag, wie er unter Lufteinfluß bei ca.  $300^{\circ}\text{C}$  beobachtet wird, bei einer Behandlung unter Stickstoff erst bei  $550 - 700^{\circ}\text{C}$  festgestellt.

Anlaßversuche unter Wasserstoff und Stickstoff

**[0058]** Die Oxidation und Reduktion ist temperatur- und konzentrationsabhängig. Bei einem  $\text{H}_2$ -Gehalt von 5 % wird bis zu einer Temperatur von  $400^{\circ}\text{C}$  ebenso wie bei einem  $\text{H}_2$ -Gehalt bis 15 % und  $300^{\circ}\text{C}$  eine Verfärbung der Oberfläche festgestellt. Für erste Reduktionsmerkmale ist bei einem  $\text{H}_2$ -Gehalt von 5 % eine Temperatur von  $550^{\circ}\text{C}$  erforderlich. Den gleichen Effekt erreicht man bei  $300^{\circ}\text{C}$  und 100 %  $\text{H}_2$  sowie  $350^{\circ}\text{C}$  und 40 %  $\text{H}_2$ .

**[0059]** Der Taupunkt lag bei allen Versuchen unter  $-30^{\circ}\text{C}$ . Der Sauerstoffgehalt in der Schutzgasatmosphäre nimmt mit steigendem Anteil von Wasserstoff bei  $300^{\circ}\text{C}$  und mit steigender Temperatur bei 5 % Wasserstoff ab. Wobei diese Erscheinung oberhalb von  $350^{\circ}\text{C}$  und 15 % Wasserstoff nicht mehr so ausgeprägt ist.

## Anlaßversuche unter Endogas und Stickstoff

**[0060]** Der Unterschied gegenüber der Schutzgasvariante  $H_2/N_2$  besteht darin, daß schon bei 10 % Endogas keine Verfärbung der Teile unabhängig, von der Behandlungstemperatur beobachtet wird. Bis zur Anlaßtemperatur von 350°C konnten keine Reduktionserscheinungen festgestellt werden. Beachtenswert ist, daß ab 450°C schon bei 10 % Endogas eine Reduktion beginnt. Gleichmaßen wurde festgestellt, daß ein gewisser  $N_2$ -Anteil den Taupunkt ( $T_p$ ) senkt und somit die Reduktionsbereitschaft anhebt. So wurde bei 400°C und 100 % Endogas ( $T_p + 7^\circ C$ ) eine geringere Reduktion der oxidierten Proben festgestellt als bei 400°C und 40 % Endogas ( $T_p - 20^\circ C$ ). Damit ergibt sich, daß für ein Blankanlassen dem Endogas erhebliche Mengen Stickstoff mit niedrigem Taupunkt zugesetzt werden können, ohne daß die Reduktion negativ beeinflusst wird. Ab 500°C ist es möglich, unter idealen Bedingungen mit 10 % Endogas zum  $N_2$  metallisch blanke Oberflächen beizubehalten und oxidierte Teile wieder zu reduzieren.

## Schutzgaszusammensetzung

**[0061]** Die Schutzgasvarianten Wasserstoff/Stickstoff und Endogas/Stickstoff zeigen ähnliche Eigenschaften. Das Verhalten ergibt sich daraus, daß bei beiden Varianten in überwiegendem Maß Wasserstoff enthalten ist. Aus diesem Grund überlagern sich die Eigenschaften von CO und  $H_2$ . Die aus der Literatur bekannte Eigenschaft, daß CO im Temperaturbereich bis ca. 810°C ein stärkeres Reduktionsbestreben als  $H_2$  hat, kommt bei Endogas aus  $CH_4$  oder  $C_3H_8$  nicht so ausgeprägt zum Ausdruck. Bei Schutzgasen mit höheren CO-Gehalten im Verhältnis zu  $H_2$  wird diese Erscheinung stärker hervortreten. Trotzdem kann man aus den Versuchen erkennen, daß Schutzgas aus Endogas im Gegensatz zu  $H_2/N_2$ -Gemischen auch bei 5 % reduzierend wirkenden Bestandteilen schon ein Blankanlassen zuläßt. Bei dem Schutzgasgemisch aus Endogas/ $N_2$  wirkt der Stickstoff mit seinem niedrigen Taupunkt förderlich auf das Blankanlassen und die Reduktion.

## Zusammenfassung der Versuchsergebnisse und Ausblick

**[0062]** Die Untersuchungen haben gezeigt, daß ein Schutzgasblankanlassen mit  $H_2/N_2$ -Gemischen als auch mit Gasgemischen aus CO,  $H_2$  und  $N_2$  möglich ist. Die Versuche wurden in einem gasdichten Stahlretortenofen mit ideal trockenen Teilen durchgeführt. In der Praxis sind Teile nach dem Waschen mit Restfeuchtigkeit behaftet. Diese Restfeuchte beeinträchtigt besonders das  $H_2/H_2O$  Verhältnis und verschlechtert somit das Blankanlaßergebnis bei Gasen aus  $H_2/N_2$ . Bei Schutzgasen aus CO/ $N_2$  scheint das nicht so problematisch zu sein, da es möglich ist, auch mit Endogas/ $N_2$ -Gemischen mit einem etwas höheren Taupunkt blanke Oberflächen zu erhalten. Zur Erzielung blanker Oberflächen wird bei reinen  $H_2/N_2$ -Gemischen ein höherer brennbarer Anteil benötigt als bei CO-haltigen Schutzgasen. Auf Grund des günstiger reduzierend wirkenden Bestandteiles CO bei Gasgemischen aus Endogas und Stickstoff werden schon bei 5 % CO +  $H_2$  blanke Oberflächen erreicht. Der dem Endogas zugegebene Stickstoff wirkt auf das Gasgemisch trocknend und vermindert somit eine Oxidation. Der für das Blankanlassen mit Endogas/ $N_2$  geringere benötigte Anteil an brennbaren Bestandteilen macht das Schutzgas explosions sicherer.

**[0063]** Eine Steigerung des CO-Gehaltes bei gleichzeitiger Verminderung des  $H_2$ -Gehaltes im Schutzgas müßten die besseren Reduktionseigenschaften des CO im unteren Temperaturbereich noch stärker hervorheben und die Sicherheit des Schutzgases gegen schlagartige Verbrennung erhöhen. Die dazu benötigten Endogase können durch Zugabe von  $CO_2$  zum Gasspaltungsprozeß erreicht werden. Mit 5 % CO/95 %  $N_2$  sind demnach bessere Reduktionseigenschaften zu erwarten als mit 5 %  $H_2$  und 95 %  $N_2$ .

**[0064]** Der in Figur 1 gezeigte Förderbandanlaßofen 1 zur Verwendung in dem beschriebenen Verfahren weist einen von einem wärmeisolierenden Ofengehäuse 2 umgebenen Glühkanal 3 auf durch den das Obertrum 4 eines endlosen angetriebenen Förderbandes 5 hindurchläuft, dessen Untertrum 6 unterhalb des Gehäuses 3 zurückgeführt wird. Der Glühkanal 3 dieses Förderbandanlaßofens 1 ist durch Strömungshindernisse 7 in Abschnitte unterteilt. Diese Strömungshindernisse 7 sind als Bleche ausgebildet, welche nach Art von Blenden den lichten Querschnitt des Glühkanals 3 stellenweise verengen. Durch diese Strömungshindernisse 7 wird erreicht, daß die Auswirkungen einer Verpuffung auf einen solchen Abschnitt des Glühkanals 3 begrenzt bleiben. Jeder Abschnitt des Glühkanals 3 weist eine permanent wirksame Zündquelle 8 in Form einer Glühkerze auf. Diese Zündquellen 8 gewährleisten, daß Sauerstoff umgesetzt wird, bevor er eine gefährliche Konzentration erreicht.

**[0065]** Jeder Abschnitt des Glühkanals 3 weist außerdem einen Sauerstoffsensoren 9 auf. Diese Sauerstoffsensoren dienen zum einen dazu, ein eventuelles Leck im Ofen frühzeitig zu erkennen und zum anderen dazu den Anteil der reduzierenden Komponente, so zu regeln, daß sich die Schutzgasatmosphäre stets nahe an der Oxidationsgrenze befindet.

**[0066]** Die Eintrittsöffnung des Glühkanals 3 weist aus Sicherheitsgründen Mittel zum Erzeugen eines Flammenschleiers auf. Hierfür ist ein Zündbrenner 10 mit einer stetig brennenden Gasflamme vorgesehen. Ein weiterer Zündbrenner 16 ist aus Sicherheitsgründen an der Austrittsöffnung des Glühkanals 3 vorhanden. Jedem Abschnitt des

## EP 1 203 918 A1

Glühkanals 3 ist eine Gasumwälzeinrichtung 11 zugeordnet, wodurch eine gleichmäßige durch Mischung der inerten Komponente und der reduzierenden Komponente gewährleistet wird. Am Ofen ist ein Endo- oder Exogaserzeuger 12 angebracht, durch welchen diese Gase durch Gaseinlaßöffnungen 13, 14 heiß in den Ofen eingeleitet werden. Thermoelemente 15 dienen zur Messung der Temperatur des Glühkanals.

5 **[0067]** Die zu behandelnden metallischen Werkstücke durchlaufen den Ofen auf dem Förderband 5 liegend im Sinne der Figur 1 von links nach rechts. Innerhalb einer Charge sind die Werkstücke im allgemeinen untereinander gleich und durchlaufen den Ofen mit einigermaßen gleichbleibendem Durchsatz.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5  
10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55

VersSGAnl1		Tabelle 1									
Versuchsprogramm zum Schutzgasanlassen mit verschiedenen Schutzgaszusammensetzungen und Anlaßtemperaturen											
Versuchsproben 55x1,5x1,2mm Werkstoff 50CrV4 gehärtet bei 870°C/45min Cp 0,25 Schutzgas H2+N2											
Anlaßtemm	300°C	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C		
100%N2	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9		
L-Sonde.m.V	149	159	160	156	159	160	159	163	168		
Dn.9C											
Red/Oxidat	k Red blau	k Red Mantelth	k Red Mantelrau	k Red Mantelrau	k Red Mantelrau	k Red Mantelrau	k Red Mantelrau	k Red Mantelrau	k Red Mantelrau		
Oxidisch. um			bis 1	ca 0.5	ca 0.5	ca 0.5	bis 1	ca 0.5	ca 0.5		
6%H2+95%N2	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9		
	1186	1186	1166	1193	1106	1208	1209	1211	1215		
	k Red gelb	k Red gelbthrau	k Red gelbthrau	k Red hell hellblank	k Red blank	Red/beeim blank	Red/beeim blank	Red blank	Red blank		
15%H2+85%N2	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9		
	1260	1260	1256	1264	1265	1261	1262	1263	1257		
	k Red hellgelbth	k Red hell	k Red blank	kein Red blank	keine Red blank	Red blank	Red blank	Red blank	Red blank		
24%H2+75%N2	D1	D2	D3	D4	D5	D6					
	1282	1278	1281	1278	1282	1274					
	k Red hell	keine Red hell	keine Red blank	Red blank	Red blank	Red blank					
40%H2+60%N2	F1	F2	F3	F4	F5						
	1307	1299	1296	1293	1294						
	keine Red blank	Red/beeim blank	Red blank	Red blank	Red blank						
60%H2+40%N2	F1	F2	F3								
	1301	1265									
	keine Red blank	Red blank									
100%H2	G1										
	1204										
<-10°C											
Red/beeim blank											

5  
10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55

VersSGAnl2		Tabelle2							
Versuchsprogramm zum Schutzgasanlassen mit verschiedenen Schutzgaszusammensetzungen und Anlaßtemperaturen		Versuchsproben 55x 1,2mm Werkstoff 50CrV4 gebrätet bei 870°C/45min Cp 0,25 Schutzgas Endogas+ N2							
Anlaßtemp	300°C	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
10%E+90%N2	H1	H3	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9
CO+CO2%	2,11+0,00	1,96+0,00	1,94+0,00	2,04+0,00	2,06+0,00	2,19+0,00	2,30+0,00	2,36+0,00	2,37+0,00
L-Sonde mV	1186	1191	1190	1170	1180	1173	1156	1142	1144
TP °C	+20	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
Redukt/Oxydat	k.Red, blank	k.Red, blank	k.Red, blank	Redbeginn, blank	Red, blank	Red, blank	Red, blank	Red, blank	Red, blank
Oxydsch µm									
20%E+80%N2	I1	I2	I3	I4	I5				
	5,22+0,004	4,01+0,085	4,65+0,155	4,65+0,178	4,81+0,081				
	1188	1121	1138	1111	1135				
	-23	-18	-12	-12	-20				
	k.Red, blank	k.Red, blank	k.Red, blank	Redbeginn, blank	Red, blank				
30%E+70%N2	J1	J2	J3	J4	J5				
	7,54+0,062	6,13+0,046	7,62+0,079	7,60+0,04	7,42+0,101				
	1159	1155	1159	1150	1145				
	-12	-15	-20	-24	-18				
	k.Red, blank	k.Red, blank	Redbeginn, blank	Red, blank	Red, blank				
40%E+60%N2	K1	K2	K3						
	8,23+0,98	8,20+0,098	10,41+0,088						
	1148	1147	1166						
	-9	-12	-20						
	k.Red, blank	k.Red, blank	Red, blank						
50%E+40%N2	L1	L2	L3						
	12,26+0,260								
	1134								
	-3								
	k.Red, blank								
100%E	M1	M2	M3						
	20,38+0,388	20,37+0,380	23,52+0,646						
	1141	1142	1133						
	+1	+1	+7						
	k.Red, blank	k.Red, blank	Redbeginn, blank						

**Bezugszahlenliste:****[0068]**

5	1	Förderbandofen
	2	Gehäuse
	3	Glühkanal
	4	Obertrum
	5	Förderband
10	6	Untertrum
	7	Strömungshindernisse
	8	Zündquellen
	9	Sauerstoffsensoren
	10	Zündbrenner
15	11	Gasumwälzeinrichtung
	12	Endo- oder Exogaserzeuger
	13	Gaseinlaßöffnung
	14	Gaseinlaßöffnung
	15	Thermoelemente
20	16	Zündbrenner

**Patentansprüche**

- 25 1. Verfahren zum Anlassen von Werkstücken in einem Ofen, insbesondere in einem Förderbandofen (1), unter einer Schutzgasatmosphäre, welche eine inerte Komponente und eine Komponente enthält, die reduzierend wirken kann, **dadurch gekennzeichnet, daß** die reduzierende Komponente in einer Menge in den Ofen eingeleitet wird, welche gezielt einem Minimum angenähert wird, bei welchem der Durchsatz der reduzierenden Komponente gerade ausreicht, im Ofen vorhandenen Sauerstoff zu binden und eventuelle Oxide auf der Oberfläche der Werkstücke zu reduzieren.
- 30
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** durch Einstellen des Mischungsverhältnisses der beiden Komponenten gezielt ein Minimum des Anteils der reduzierenden Komponente angenähert wird, der gerade ausreicht, im Ofen vorhandenen Sauerstoff zu binden und eventuelle Oxide auf der Oberfläche der Werkstücke zu reduzieren.
- 35
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** durch Einstellen des Durchsatzes der beiden Komponenten bei gleichbleibendem Mischungsverhältnis durch den Ofen die Menge der reduzierenden Komponente gezielt einem Minimum angenähert wird, bei welchem der Durchsatz der reduzierenden Komponente gerade ausreicht, im Ofen vorhandenen Sauerstoff zu binden und eventuelle Oxide auf der Oberfläche der Werkstücke zu reduzieren.
- 40
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Konzentration der einzelnen Bestandteile der reduzierenden Komponente unterhalb der Grenze ihrer Zündfähigkeit in Luft gehalten wird.
- 45
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die reduzierende Komponente durch Umsetzen von Azetylen, insbesondere mit Kohlendioxid oder durch kontrollierte Sauerstoffzufuhr erzeugt wird.
- 50
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Mischungsverhältnis von verschiedenen Bestandteilen der reduzierenden Komponente derart eingestellt wird, daß man sich gezielt einem Minimum annähert, bei welchem die Werkstücke nach dem Anlassen blank sind und zugleich die Explosionsgefahr minimiert ist.
- 55
7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** vorzugsweise nach dem Einstellen eines Minimums der reduzierenden Komponente der Sauerstoffpartialdruck in der Schutzgasatmosphäre gemessen und geregelt wird, um mit zunehmendem Sauerstoffpartialdruck den Anteil der reduzierenden Komponente des Schutzgases im Ofen entsprechend zu erhöhen und/oder ihren Durchsatz durch den Ofen zu erhöhen.

## EP 1 203 918 A1

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** mit Erreichen eines vorgegebenen oberen Grenzwertes des Sauerstoffpartialdruckes die Zufuhr der reduzierenden Komponente unterbrochen und der Ofen nur noch mit der inerten Komponente gespült wird.
- 5 9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** im schutzgasführenden Ofeninnenraum mindestens eine permanent wirksame Zündquelle verwendet wird, z.B. eine oder mehrere Glühkerzen.
- 10 10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Bestandteile des Schutzgases heiß, vorzugsweise mit einer Temperatur über 750°C, in den Ofen eingeleitet werden.
11. Anwendung des Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche auf ein Anlassen bei Temperaturen unterhalb von 750°C.
- 15 12. Förderbandanlaßofen zur Verwendung in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, welcher in einem wärmeisolierenden Gehäuse (2) einen Glühkanal (3) aufweist, durch den das Obertrum (4) eines endlosen, angetriebenen Förderbandes (5) hindurchläuft, dessen Untertrum (6) unterhalb des Gehäuses (2) zurückgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Glühkanal (3) durch Strömungshindernisse (7) in Abschnitte unterteilt ist.
- 20 13. Förderbandanlaßofen nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Strömungshindernisse (7) Bleche sind, welche nach Art von Blenden den lichten Querschnitt des Glühkanals (3) stellenweise verengen.
- 25 14. Förderbandanlaßofen nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** jeder Abschnitt des Glühkanals (3) eine permanent wirksame Zündquelle (8), insbesondere eine Glühkerze, aufweist.
- 30 15. Förderbandanlaßofen nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** jeder Abschnitt des Glühkanals (3) einen Sauerstoffsensoren (9) aufweist.
- 35 16. Förderbandanlaßofen nach einem der Ansprüche 11 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Ofen (1) an der Eintrittsöffnung des Glühkanals (3) Mittel (10) zum Erzeugen eines Flammenschleiers aufweist.
- 40 17. Förderbandofen nach einem der Ansprüche 11 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** jedem Abschnitt eine Gasmwälzeinrichtung (11) zugeordnet ist.
- 45 18. Förderbandofen nach einem der Ansprüche 11 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Endo- oder Exogaserzeuger (12) unmittelbar am Ofen (1) angebracht ist.
- 50 19. Förderbandofen nach einem der Ansprüche 11 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Förderbandanlaßofen eine Gaseinlaßöffnung mit einem selbsttätig den Durchsatz auf einem vorgegebenen Wert regulierenden Ventil aufweist.
- 55

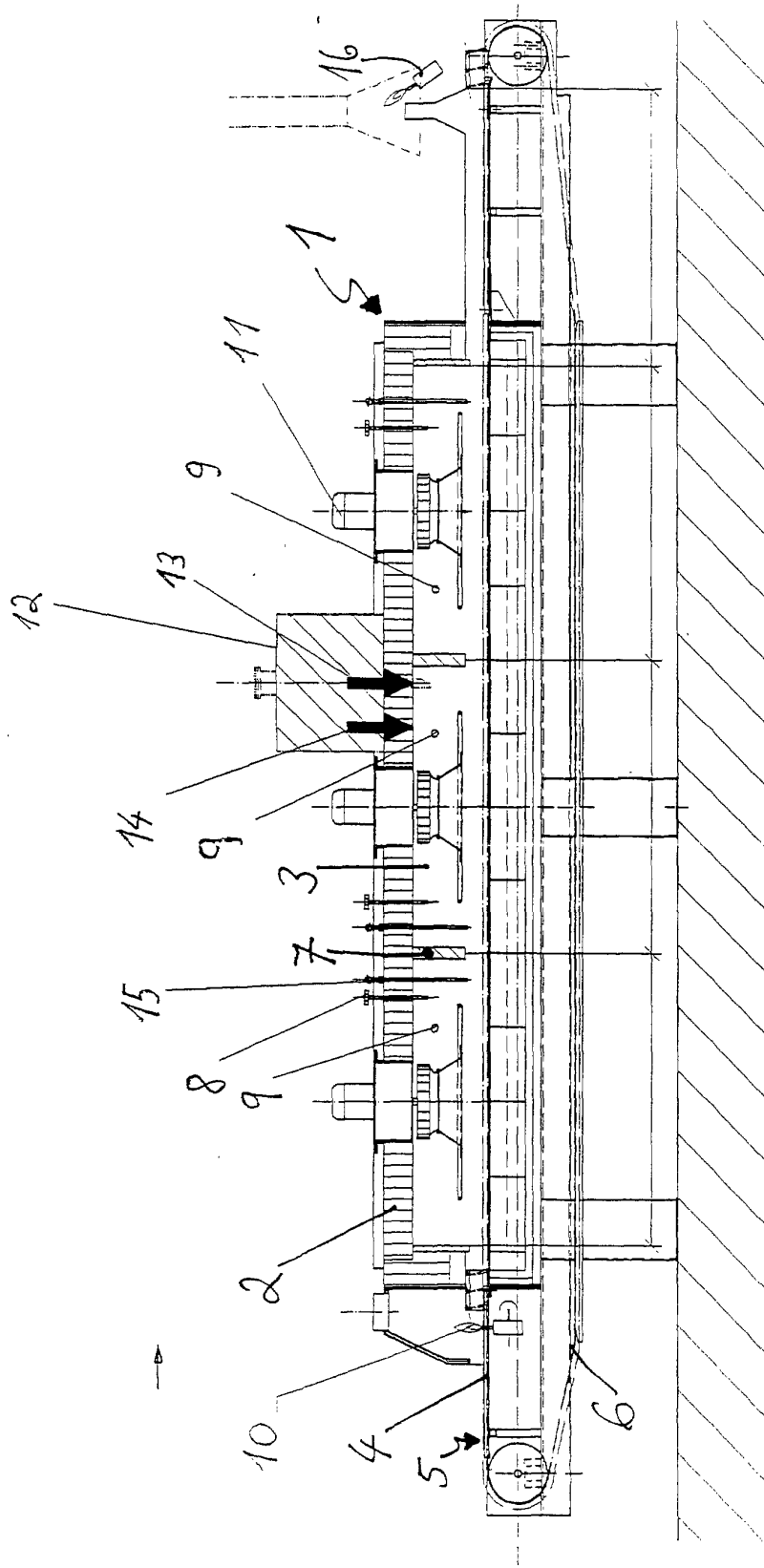


Fig. 1



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 5 385 337 A (SCHULTZ THOMAS J., MAUMEE, US) 31. Januar 1995 (1995-01-31) * Spalte 5, Zeile 34 - Zeile 63 * * Spalte 14, Zeile 39 - Zeile 53 * * Abbildung 4 *	1, 4, 7	F27B9/24 C21D1/74
A	---	2, 3	
X	GB 1 577 179 A (BOC LTD, LONDON, GB) 22. Oktober 1980 (1980-10-22) * Seite 2, Zeile 7 - Zeile 35 *	1-3	
X	EP 0 522 444 A (AIR PROD & CHEM, ALLENTOWN, US) 13. Januar 1993 (1993-01-13) * Seite 3, Zeile 40 - Seite 4, Zeile 46 * * Beispiele 2-11 * * Beispiele 2-12 * * Abbildung 1 *	1, 2, 4, 6, 11	
A	EP 0 075 438 A (BRITISH OXYGEN CO LTD, LONDON, GB) 30. März 1983 (1983-03-30) * Seite 7, Zeile 32 - Seite 8, Zeile 10 * * Tabelle 2 * * Abbildung 1 *	1-19	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F27B C21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	15. Februar 2002	Peis, S	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03/92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 12 3802

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

15-02-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5385337	A	31-01-1995	US 5261976 A	16-11-1993
GB 1577179	A	22-10-1980	AU 517089 B2	09-07-1981
			AU 3859078 A	07-02-1980
EP 0522444	A	13-01-1993	US 5221369 A	22-06-1993
			BR 9202531 A	16-03-1993
			CA 2073137 A1	09-01-1993
			CN 1069332 A	24-02-1993
			DE 69217421 D1	27-03-1997
			DE 69217421 T2	28-05-1997
			EP 0522444 A2	13-01-1993
			ES 2100254 T3	16-06-1997
			HK 58297 A	09-05-1997
			JP 7224322 A	22-08-1995
			KR 9513284 B1	02-11-1995
			MX 9204000 A1	01-01-1993
			SG 50404 A1	20-07-1998
			US 5348593 A	20-09-1994
			US 5259893 A	09-11-1993
			US 5298089 A	29-03-1994
			US 5342455 A	30-08-1994
			ZA 9205095 A	10-01-1994
EP 0075438	A	30-03-1983	AU 556896 B2	27-11-1986
			AU 8850882 A	31-03-1983
			DE 3277843 D1	28-01-1988
			EP 0075438 A1	30-03-1983
			ES 515780 D0	01-03-1984
			ES 8403163 A1	01-06-1984
			ES 526964 D0	16-09-1984
			ES 8407573 A1	16-12-1984
			GB 2108156 A ,B	11-05-1983
			JP 1047524 B	16-10-1989
			JP 1561332 C	31-05-1990
			JP 58110617 A	01-07-1983
			JP 1127618 A	19-05-1989
			JP 1906862 C	24-02-1995
			JP 6017501 B	09-03-1994
			ZA 8304103 A	29-02-1984

EPC FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82