

①9



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

①1

Veröffentlichungsnummer: **0 031 034**  
**B1**

①2

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④5

Veröffentlichungstag der Patentschrift:  
**25.09.85**

⑤1

Int. Cl.<sup>4</sup>: **C 23 C 8/22**, C 21 D 1/76,  
C 21 D 1/74

②1

Anmeldenummer: **80107178.8**

②2

Anmeldetag: **19.11.80**

⑤4

**Verfahren zum regelbaren Aufkohlen oder Erwärmen in Schutzgas von Werkstücken aus Stahl.**

③0

Priorität: **20.12.79 CH 11303/79**

④3

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**01.07.81 Patentblatt 81/26**

④5

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**25.09.85 Patentblatt 85/39**

⑧4

Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT SE**

⑤6

Entgegenhaltungen:  
**DE - A - 2 163 476**  
**DE - B - 1 208 148**  
**GB - A - 816 051**  
**GB - A - 952 363**  
**US - A - 4 175 986**

**Metal Progress**, Bd. 114, Nov. 1978, S. 24-31  
**Härterei Technische Mitteilungen**, Bd. 35, 1980, nr. 6, S.  
284-288

**Die Akte enthält technische Angaben, die nach dem  
Eingang der Anmeldung eingereicht wurden und die  
nicht in dieser Patentschrift enthalten sind.**

⑦3

Patentinhaber: **Maag-Zahnräder und -Maschinen  
Aktiengesellschaft, Hardstrasse 219, CH-8023 Zürich  
(CH)**

⑦2

Erfinder: **Wyss, Urs, dipl. Chem., Bockhornstrasse 17,  
CH-8047 Zürich (CH)**

⑦4

Vertreter: **Travnicek, Richard, c/o MAAG-Zahnräder &  
-Maschinen Aktiengesellschaft  
Hardstrasse 219 Postfach, CH-8023 Zürich (CH)**

**EP 0 031 034 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

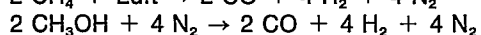
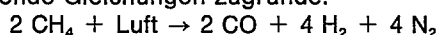
## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum regelbaren Gasaufkohlen von Werkstücken aus Stahl bei vorbestimmtem C-Pegel in einer Ofenatmosphäre von aus Methanol und Stickstoff erhaltenem Trägergas und einem Aufkohlungsmittel bestehend aus Sauerstoffderivaten von Kohlenwasserstoffen. In gleicher Weise eignet sich das Verfahren auch zum Erwärmen von Werkstücken aus Stahl, wobei gewährleistet ist, dass der Kohlenstoffgehalt des Werkstoffs weder ab- noch zunimmt, sondern mit Hilfe des eingestellten C-Pegels konstantgehalten wird.

Es sind verschiedene Gasaufkohlungsverfahren bekannt. Nach einem bekannten Verfahren wird ein Trägergas in einem Generator aus Erdgas, Propan oder anderen Kohlenwasserstoffen und Luft in einer endothermen Reaktion gebildet und dieses Gas dann in den Aufkohlungssofen bzw. Wärmebehandlungssofen eingeführt. Als Aufkohlungsmittel zur Einstellung des gewünschten C-Pegels werden Propan, Erdgas oder andere Kohlenwasserstoffe direkt in die Ofenatmosphäre eingeleitet. Ein solches Verfahren bietet die Möglichkeit, die Zufuhr an Aufkohlungsmittel nach dem momentanen Bedarf zur Einhaltung des vorgegebenen C-Pegels über eine für diesen kritische Gaskomponente der Ofenatmosphäre automatisch zu regeln; dafür eignet sich Wasserdampf (Taupunkt), CO<sub>2</sub> oder O<sub>2</sub>. Nachteilig an diesem Verfahren ist die Notwendigkeit eines Generators zur Herstellung des Trägergases ausserhalb des Wärmebehandlungs- bzw. Aufkohlungssofens und die für den Betrieb des Generators erforderliche Wärmeenergie.

Es ist auch ein generatorloses Gasaufkohlungsverfahren bekannt, bei dem direkt in den Ofen Methanol und Stickstoff in einem entsprechenden Verhältnis eingeführt und somit innerhalb des Ofens das Trägergas gebildet wird. Man erhält auf diese Weise ein Trägergas ähnlicher Zusammensetzung wie das, welches man nach obigem Verfahren im Generator aus Erdgas und Luft erhält («Heat Treatment of Metals», 1979, Seite 53 bis 58).

Diesen beiden bekannten Verfahren liegen folgende Gleichungen zugrunde:



Die gleichgewichtsbedingten geringen Gehalte an Kohlendioxid, Wasserdampf und Methan im Trägergas sind in diesen Gleichungen der Übersichtlichkeit halber vernachlässigt. Bei dem Generator-Verfahren benötigt man auf 2 Volumina Erdgas 5 Volumina Luft. Bei dem Methanol-Verfahren benötigt man auf 100 g Methanol 0,14 m<sup>3</sup> Stickstoff.

Aus der DE-PS 1 192 486 ist ein Verfahren zum regelbaren Aufkohlen von Werkstücken aus Stahl bekannt, wozu 2 Arten von Substanzen angewandt werden; die eine vermag ein einen Überdruck erzeugendes Trägergas zu bilden und die andere ist das eigentliche Aufkohlungsmittel. Nach der Aufkohlungsreaktion besitzen die gasförmigen Produkte der Ofenatmosphäre im wesentlichen

die gleiche und im wesentlichen gleichbleibende Gaszusammensetzung. Dieses Verfahren ermöglicht die automatische Regelung der Zufuhr einer oder beider Substanzen, insbesondere der das Aufkohlungsgas liefernden Substanz, wobei der Gehalt einer der Gaskomponenten der Ofenatmosphäre als Regelgrösse herangezogen wird. So lässt sich nach dem bekannten Verfahren dauernd oder von Zeit zu Zeit der Gehalt der Ofenatmosphäre an Wasserdampf, insbesondere über die Bestimmung des Taupunktes oder der CO<sub>2</sub>-Gehalt bestimmen und über diese Gaskomponente die Einspeisung der Substanz (en) regeln. Wird als die das Trägergas liefernde Substanz Methanol angewandt, so eignet sich als Aufkohlungsmittel Äthylacetat, Aceton, Isopropanol oder ein Gemisch von Isopropanol mit Wasser. Wird Aceton als Kohlungsmittel angewandt, so eignet sich als Trägergas liefernde Substanz ein Gemisch von Methanol und Isopropanol.

Nachteilig bei diesem Verfahren ist jedoch, dass bei niedriger Härtetemperatur und/oder niedrigem C-Pegel der Taupunkt relativ hoch liegt, ja sogar im Bereich der Raumtemperatur, sodass es zu einer Kondensation von Wasser in den Messleitungen kommen kann, was seinerseits zu einer Verfälschung der Regelgrösse und damit fehlerhafter Zusp eisung von Kohlungsmittel führen kann.

Aus «Metal Progress», Band 114, November 1978, Seite 24–31, ist es bekannt, Methanol als Trägergas und Aceton oder Äthylacetat als Aufkohlungsmittel zu verwenden und dabei auch Stickstoff zuzugeben, wobei dieser als Verdünnung der Gasatmosphäre eingesetzt wird, um hohe Taupunkte zu vermeiden.

Aufgabe der Erfindung ist nun ein Verfahren zum regelbaren Gasaufkohlen oder Erwärmen der Oberfläche von Werkstücken aus Stahl bei vorbestimmtem C-Pegel, welches eine einfache und zuverlässige Steuerung gestattet und welches sich durch eine wesentliche Herabsetzung der benötigten Trägergasmenge auszeichnet.

Das erfindungsgemässe Verfahren geht nun aus von einer Gasaufkohlung in einer Ofenatmosphäre von aus Methanol und Stickstoff erhaltenem Trägergas und einem Aufkohlungsmittel und ist dadurch gekennzeichnet, dass man zusätzlich zu dem Aufkohlungsmittel soviel Stickstoff einspeist, dass die Gase nach der Kohlungsreaktion eine im wesentlichen gleiche und im wesentlichen gleichbleibende Gaszusammensetzung aufweisen und man die Zufuhr des Aufkohlungsmittels und/oder des zusätzlichen Stickstoffs in an sich bekannter Weise über den laufend bestimmten Gehalt an einer für den C-Pegel kritischen Gaskomponente der Ofenatmosphäre steuert.

Bevorzugt wird als Aufkohlungsmittel Äthylacetat, Aceton, Äthanol oder Isopropanol verwendet. Die Steuerung erfolgt zweckmässigerweise entweder über das Sauerstoffpotential oder über den Wasserdampfgehalt der Ofenatmosphäre, d.h. über die Bestimmung des Taupunkts. Die Gase nach der Kohlungsreaktion enthalten 10 bis 25% CO, 20 bis 50% H<sub>2</sub> und 70 bis 20% N<sub>2</sub>.

Erfindungswesentlich ist die Abstimmung des zusätzlich eingespeisten Stickstoffs auf die zugeführte Menge an Aufkohlungsmittel, so dass sich in der Ofenatmosphäre die Gaszusammensetzung entsprechend dem Trägergas ( $2 \text{ CO} + 4 \text{ H}_2 + 4 \text{ N}_2$ ) nicht oder nur unwesentlich ändert, wodurch die Regelbarkeit über eine kritische Gaskomponente der Ofenatmosphäre sichergestellt und das benötigte Volumen an Trägergas oder mit anderen Worten an Methanol gegenüber dem bekannten Verfahren wesentlich herabgesetzt werden kann.

Das erfindungsgemässe Verfahren hat den grossen Vorteil, dass das endotherm im Generator erzeugte und bei der Aufkohlung «verbraachte» Trägergas nicht nur durch Methanol und Stickstoff im entsprechenden Verhältnis ersetzt, sondern dass die benötigte Gasmenge wesentlich kleiner gehalten werden kann, da durch die erfindungsgemässe Zufuhr des Aufkohlungsmittels mit einer entsprechenden Stickstoffmenge zusammen eine Verschiebung der Gaszusammensetzung vermieden wird.

Zur Aufrechterhaltung eines Überdruckes oder auch nur zur Verhinderung des Eindringens von Luft in die Ofenkammer ist nur ein geringer Gaszufluss notwendig. Dies bedeutet also, dass die Wirtschaftlichkeit des erfindungsgemässen Verfahrens in erster Linie in der geringeren benötigten Trägergasmenge liegt.

Durch den Zusatz von Kohlenwasserstoffen als Kohlungsmittel nach obigem Stand der Technik, z.B. im Trägergas-Generator oder bei der Einleitung von Methanol oder Stickstoff, entwickelt sich aufgrund der Kohlungsreaktion (z.B.  $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C} + 2 \text{ H}_2$ ) im Ofen eine umso grössere Wasserstoffmenge, je grösser die aufzukohlende Oberfläche ist. Dadurch kann bei grossen Oberflächen sehr schnell eine Verschiebung der Zusammensetzung der Ofenatmosphäre eintreten. Um dies zu verhindern, musste das endotherm erzeugte Trägergas in grossem Überschuss zugeführt werden, damit nicht nur ein ausreichender Überdruck gewährleistet ist, sondern vor allem auch eine konstante Gaszusammensetzung. Nach dem Massenwirkungsgesetz muss für eine einwandfreie Regelung des C-Pegels über den  $\text{CO}_2$ -Gehalt oder über das Sauerstoffpotential des Ofengases der CO-Gehalt konstant sein.

Bei der bekannten Regelung über den Taupunkt müssen die Produkte der Partialdrücke von  $\text{H}_2$  und CO konstant sein. Alle diese Voraussetzungen für eine einwandfreie Regelung des C-Pegels konnten bisher nur mit einem entsprechend grossen Überschuss an Trägergas eingehalten werden. Dies aber bedeutet einen enormen Verbrauch an Erdgas und damit eine unwirtschaftliche Aufkohlung.

Andererseits hat man festgestellt, dass nach dem Stand der Technik bei Verringerung der Trägergasmenge sich die Kohlungsreaktionen nur sehr schwer beherrschen lassen. Bei der Verwendung von Kohlenwasserstoffen als Kohlungsmittel wird bekanntlich bei der Kohlungsreaktion nur Wasserstoff erzeugt; bei zu kleinen Trägergas-

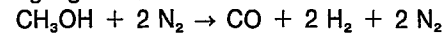
mengen tritt eine wesentliche Verschiebung der Zusammensetzung der Ofenatmosphäre ein, so dass der C-Pegel durch Regelung über die hierfür kritischen Gaskomponenten ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_2$ ) nicht mehr zuverlässig beherrschbar ist. Beim erfindungsgemässen Verfahren werden diese Schwierigkeiten vermieden, weil

a) dem Trägergas als Kohlungsmittel anstelle von reinen Kohlenwasserstoffen deren Sauerstoffderivate zugeführt werden, z.B. Alkohole, Ester, Ketone oder Aldehyde – dadurch wird eine zu starke Veränderung des CO-Gehaltes der Ofenatmosphäre vermieden – und

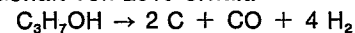
b) gleichzeitig mit der geregelten intermittierenden oder kontinuierlichen Zufuhr des Kohlungsmittels eine an die Kohlungsmittelmenge angepasste Stickstoffmenge in den Ofen geleitet wird, so dass das beim Aufkohlungsvergange entstehende Gasgemisch der Zusammensetzung des Trägergases entspricht oder dieser sehr nahe kommt.

Anhand folgender Beispiele werden die Grundlagen des erfindungsgemässen Verfahrens näher erläutert:

A.) Methanol und Stickstoff zur Erzeugung des Trägergases:



CO-Gehalt des Gases ca. 20%. Es wird Isopropanol als Kohlungsmittel bzw. zur Einstellung des C-Pegels eingeführt, wodurch man bei der Kohlungsreaktion ebenfalls ein Gas mit einem CO-Gehalt von 20% erhält:



Bei der Regelung des C-Pegels über den  $\text{CO}_2$ -Gehalt ist auch bei sehr geringen Trägergasmenngen kein Stickstoffzusatz erforderlich, da der CO-Gehalt auch bei hohem Isopropanol-Anteil konstant bleibt.

Da hingegen das Produkt  $p_{\text{H}_2} \cdot p_{\text{CO}}$  durch Isopropanol stark erhöht wird, muss bei Regelung über den Taupunkt, insbesondere bei grösserem Kohlungsmittelbedarf und verringerter Trägergasmenge, gleichzeitig mit der Isopropanolzugabe auch Stickstoff zugeführt werden.

B.) Aceton als Kohlungsmittel bzw. zur Regelung des C-Pegels: Werden zur Erzeugung des Trägergases 100 g Methanol und Stickstoff ( $0,14 \text{ m}^3_{\text{s}}$ ) angewandt, so würde Aceton allein als Kohlungsmittel zu einer leichten Erhöhung des CO-Gehaltes führen, so dass bei starker Verringerung der Trägergasmenge oder hoher Zufuhrgeschwindigkeit des Acetons bei Regelung des C-Pegels über konstanten  $\text{CO}_2$ -Gehalt oder konstantes  $\text{O}_2$ -Potential sich ein zu hoher C-Pegel einstellen würde.

Werden aber gleichzeitig mit der geregelten Aceton-Zufuhr auf 100 g Aceton zusätzlich  $0,0386 \text{ m}^3_{\text{s}}$  Stickstoff zugeführt, so bleibt der CO-Gehalt und – bei gleicher Regler-Stellung – auch der C-Pegel konstant. Damit andererseits bei der Regelung des C-Pegels über den Taupunkt das Produkt  $p_{\text{H}_2} \cdot p_{\text{CO}}$  praktisch konstant bleibt, müssen bei gleichem Trägergas zusammen mit 100 g Aceton noch  $0,082 \text{ m}^3_{\text{s}}$  Stickstoff zugeführt werden.

C.) Wird nun in Abwandlung von B Äthylacetat als Kohlungsmittel angewandt, würden sich durch alleinige Zufuhr von Äthylacetat stark erhöhte CO- und H<sub>2</sub>-Gehalte ergeben, was bei gleicher Einstellung der Regelgeräte zu überhöhten C-Pegeln führt. Bei einer verringerten Trägergasmenge ist es nun erforderlich, je 100 g Äthylacetat gleichzeitig 0,102 m<sup>3</sup> Stickstoff zuzuführen, damit der CO-Gehalt und das Produkt der Partialdrücke von CO und H<sub>2</sub> konstant bleiben. Auf diese Weise kann über das Sauerstoffpotential oder den Taupunkt der C-Pegel zuverlässig geregelt werden. Die Regelung über CO<sub>2</sub> ist infolge des sich bei der Spaltung intermediär bildenden CO<sub>2</sub> nicht geeignet.

Auf die in A, B und C beschriebene Art der zusätzlichen an den Kohlungsmittelbedarf angepassten Stickstoff-Zufuhr kann eine den exakten Regelvorgang störende Veränderung der Gaszusammensetzung vermieden werden. Es besteht somit erfindungsgemäss die Möglichkeit, die in der Zeiteinheit zuzuführende Trägergasmenge sehr stark herabzusetzen, im Extremfall auf die zur Aufrechterhaltung eines leichten Überdruckes notwendige Menge.

Das erfindungsgemässe Verfahren lässt sich sowohl zum Aufkohlen als auch zum Erhitzen auf Härtetemperatur bei eingestelltem C-Pegel anwenden. In beiden Fällen ist das Prinzip der Regelung dasselbe.

Das erfindungsgemässe Verfahren kann mit einer Anlage, wie sie beispielsweise schematisch in beiliegender Zeichnung dargestellt ist, durchgeführt werden:

Ein Aufkohlungssofen 1 ist über eine Kontrollgasleitung 1a mit einem C-Pegel-Regelgerät 2 verbunden. Bei dem Aufkohlungssofen 1 kann es sich dabei um einen Topfsofen, Schachtofen, Kammerofen oder Durchlaufsofen handeln. Das C-Pegel-Regelgerät 2 kann ein Gerät sein, welches über den IR-spektrometrisch bestimmten CO<sub>2</sub>-Gehalt, über den Taupunkt oder das Sauerstoff-Potential als Regelgrösse arbeitet. Der Aufkohlungssofen 1 steht mit einer Methanol-Zufuhrleitung 6 mit einem ersten Schauglas 6a und einer ersten Pumpe 5 mit einstellbarer Leistung mit einem Methanolbehälter 3 in Verbindung sowie mit einem Vorratsgefäss 4 für Kohlungsmittel über eine Leitung 8 mit einem zweiten Schauglas 8a und einer zweiten Pumpe 7 mit einstellbarer Leistung. Die zweite Pumpe wird von dem Regelgerät 2 betätigt. Die Stickstoff-Zuleitung 13 zu dem Aufkohlungssofen 1 ist über einen ersten Durchflussmesser 12 mit einem ersten Regelventil 11 und einem zweiten Durchflussmesser 15 mit einem zweiten Regelventil 14 über einen gemeinsamen Druckregler 10 mit einem Stickstoffbehälter 9 verbunden. Zwischen dem zweiten Durchflussmesser 15 und der Stickstoffleitung 13 ist ein Magnetventil 16 vorgesehen, welches durch das Regelgerät 2 betätigbar ist und dafür sorgt, dass die Stickstoffzufuhr nur dann erfolgt, wenn auch die zweite Pumpe 7 Kohlungsmittel in den Ofen fördert. Am ersten Regelventil 11 wird also die dem Methanol proportionale und am zweiten Regelventil 14 die zusammen

mit dem Kohlungsmittel zuzuführende Stickstoffmenge eingestellt.

Bei dem Ofen kann es sich beispielsweise um einen solchen handeln, wie er in der DE-PS 1 192 486 dargestellt ist. Er weist eine Ausmauerung 17 mit Heizelementen 18 auf. In der Ausmauerung befindet sich eine Retorte 19 mit einem isolierten Deckel 20, welcher an der Stelle 21 gasdicht verschlossen ist. Innerhalb der Retorte steht bei Betrieb des Ofens ein Chargiergestell 22, welches die zu behandelnden Werkstücke 23 trägt. Diese werden allseitig von dem mit einem Ventilator 24 umgewälzten Ofengas umspült. Durch die Anordnung des Ventilators 24, eines oberen Leitblechs 25 und eines seitlichen Leitblechs 26 ergibt sich eine Gasströmung, wie sie durch die Pfeile angedeutet ist. Ofengas kann bei 27 abgelassen werden.

Im folgenden wird das Aufkohlen in einer Anlage entsprechend der Zeichnung erläutert:

#### Beispiel 1

In einem Topfsofen soll eine Charge von 20 Ritzeln aus 17CrNiMo6 auf eine Einsattiefe von 1 mm aufgekohlt werden.

Die Ritzel wurden in einem üblichen Gestell in den auf ca. 750 °C vorgewärmten Ofen eingeführt, der Ofen verschlossen und der Ofenraum sofort mit Stickstoff gespült, um die Luft zu verdrängen. Die Ofentemperatur wurde (am Temperaturregler) auf die Aufkohlungstemperatur eingestellt. Schon während des Aufheizens wurde die Stickstoffmenge mit Hilfe des von Hand betätigten Ventils 11 auf 0,63 m<sup>3</sup>/h und die Methanolmenge über die Pumpe 5 auf 450 g/h eingestellt, so dass sich beim Erreichen der Aufkohlungstemperatur von 920 °C bereits die gewünschte Grundzusammensetzung der Ofenatmosphäre von 18–20% CO, 38–40% H<sub>2</sub> und ca. 40% N<sub>2</sub> eingestellt hatte. Nun wurde über das Ventil 14 die zusätzliche Stickstoffmenge auf 0,574 m<sup>3</sup>/h und die Acetonpumpe auf eine Fördermenge von 700 g/h eingestellt. Das Regelgerät steuerte nun die zur Aufrechterhaltung des gewünschten C-Pegels notwendige Zufuhr von Aceton und Zusatzstickstoff. Die Methanolpumpe 5 konnte jetzt auf eine niedrigere Fördermenge von 300 g/h und die Stickstoffzufuhr über das von Hand betätigbare Ventil 14 und den Durchflussmesser 15 auf 0,420 m<sup>3</sup>/h eingestellt werden. Es sanken der Taupunkt, der CO<sub>2</sub>-Gehalt und das Sauerstoffpotential; diese wurden nun mit dem Regler 2 auf einem konstanten Wert gehalten, d.h. 1% C. Nach 6,25 h war die Aufkohlung beendet.

#### Beispiel 2

Beim Erwärmen einer Charge von 6 Ritzeln aus Stahl 14NiCr14 Wiedererwärmen nach dem Aufkohlen und Abkühlen auf eine Härtetemperatur von 800 °C musste die Ofenatmosphäre so eingestellt werden, dass ein C-Pegel von 0,80% gewährleistet war. Dadurch wird einerseits eine Entkohlung vermieden und andererseits werden teilweise entkohlte Oberflächenbereiche auf den

Sollwert des Rand-Kohlenstoffgehaltes wieder aufgekohlt.

Dabei ging man grundsätzlich in einem Doppelkammerofen in gleicher Weise vor wie bei der Aufkohlung. Die Ritzel wurden im Beschickungskorb durch die Vorkammer in die auf ca. 750°C vorgewärmte Ofenkammer geführt. Nach dem Schliessen der Zwischentür und der Vorkammertür wurden Ofenraum und Vorkammer sofort mit Stickstoff gespült, um die Luft zu verdrängen, die Ofentemperatur auf 800°C eingestellt und während des Aufheizens die Stickstoffmenge auf 0,630 m<sup>3</sup>/h und die Methanolmenge auf 450 g/h eingestellt, so dass beim Erreichen der Härtetemperatur von 800°C bereits die gewünschte Grundgaszusammensetzung von 18–20% CO, 38–40% H<sub>2</sub> und ca. 49% N<sub>2</sub> erreicht war. Nun wurde über das Handventil 14 die zusätzliche Stickstoffmenge auf 0,155 m<sup>3</sup>/h und die Acetonpumpe auf eine Fördermenge von 400 g/h eingestellt. Das Regelgerät 2 übernahm nun die zur Aufrechterhaltung des C-Pegels von 0,80% notwendige Zufuhr von Aceton und Stickstoff. Die Methanolpumpe 5 wurde auf eine Fördermenge von 300 g/h und die Stickstoffzufuhr auf 0,420 m<sup>3</sup>/h eingestellt. Nach einer Durchwärmezeit von 2 h wurden die Methanolpumpe 5 und die Acetonpumpe 7 abgestellt, während die Stickstoffzufuhr zum Ausspülen von Ofenraum und Vorkammer auf einen wesentlich höheren Wert eingestellt wurde. Anschliessend erfolgte das Abschrecken der Ritzel in der Vorkammer.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum regelbaren Gasaufkohlen oder Erwärmen in Schutzgas von Werkstücken aus Stahl bei vorbestimmtem C-Pegel in einer Ofenatmosphäre von aus Methanol und Stickstoff erhaltenem Trägergas und einem Aufkohlungsmittel, bestehend aus Sauerstoffderivaten von Kohlenwasserstoffen, dadurch gekennzeichnet, dass man zusätzlich zu diesem Aufkohlungsmittel soviel Stickstoff einspeist, dass die Gase nach der Kohlungsreaktion eine im wesentlichen gleiche und im wesentlichen gleichbleibende Gaszusammensetzung aufweisen und man die Zufuhr des Aufkohlungsmittels und/oder des zusätzlichen Stickstoffs in an sich bekannter Weise über den laufend bestimmten Gehalt an einer für den C-Pegel kritischen Gaskomponente der Ofenatmosphäre steuert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man als Aufkohlungsmittel Äthylacetat, Aceton, Äthanol oder Isopropanol verwendet.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass man über das Sauerstoffpo-

tential, den CO<sub>2</sub>-Gehalt oder Wasserdampfgehalt der Ofenatmosphäre, insbesondere durch Bestimmung des Taupunktes, steuert.

#### Claims

1. A method for the controllable gas carburization or heating in a protective gas of workpieces of steel with a predetermined C-level in a furnace atmosphere of carrier gas containing methanol and nitrogen and a carburizing agent consisting of oxygen derivatives of hydrocarbons, characterised in that, in addition to this carburizing agent, so much nitrogen is fed in that, after the carburization reaction, the gases have a substantially identical and substantially constant gas composition and the supply of the carburizing agent and/or of the additional nitrogen is controlled, in a manner known per se, via the continuously determined content of a gas component of the furnace atmosphere which is critical for the C-level.

2. A method as claimed in Claim 1, characterised in that ethyl acetate, acetone, ethanol or isopropanol is used as a carburizing agent.

3. A method as claimed in Claim 1 or 2, characterised in that control is effected via the oxygen potential, the CO<sub>2</sub> content or water-vapour content of the furnace atmosphere, particularly by determining the dew point.

#### Revendications

1. Procédé de carburation gazeuse, ou de réchauffage, réglable, de pièces d'acier sous atmosphère protectrice à un niveau de C prédéterminé, mis en œuvre dans une atmosphère de four comprenant un gaz porteur obtenu à partir de méthanol et d'azote et un agent de carburation composé de dérivés oxygénés d'hydrocarbures, caractérisé en ce qu'en complément de cet agent de carburation, on introduit suffisamment d'azote pour qu'après la réaction de carburation, les gaz présentent une composition pratiquement constante et qui reste pratiquement constante, et en ce qu'on règle l'introduction de l'agent de carburation et/ou celle de l'azote additionnel, d'une façon connue en soi, d'après la teneur, mesurée en continu, d'un constituant gazeux de l'atmosphère du four qui est critique pour le niveau de C.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'on utilise comme agent de carburation de l'acétate d'éthyle, de l'acétone, de l'éthanol ou de l'isopropanol.

3. Procédé suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'on effectue le réglage d'après le potentiel en oxygène, la teneur en CO<sub>2</sub> ou la teneur de l'atmosphère du four en vapeur d'eau, notamment par détermination du point de rosée.

