

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 572 848 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
08.07.1998 Patentblatt 1998/28

(51) Int Cl.⁶: **C21C 5/30**

(21) Anmeldenummer: **93107946.1**

(22) Anmeldetag: **15.05.1993**

(54) **Verfahren zur Bestimmung des Endpunktes für den Frischprozess in Sauerstoffkonvertern**

Method of determination of the end-point during oxygen steelmaking in a converter

Méthode pour la détermination du point final de l'affinage d'acier par l'oxygène dans un convertisseur

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(30) Priorität: **30.05.1992 DE 4217933**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.12.1993 Patentblatt 1993/49

(73) Patentinhaber: **Georgsmarienhütte GmbH**
49124 Georgsmarienhütte (DE)

(72) Erfinder:
• **Patel, Pervez, Dr.**
W-4504 Georgsmarienhütte (DE)
• **Selenz, Hans-Joachim, Dr.**
W-3384 Liebenburg (DE)
• **Höfer, Friedrich, Dr.-Ing.**
W-8458 Sulzbach-Rosenberg (DE)

(74) Vertreter: **Röther, Peter, Dipl.-Phys. et al**
Patentanwalt
Vor dem Tore 16a
47279 Duisburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 2 835 548 **DE-A- 2 836 694**
DE-A- 2 839 316

- **STAHL UND EISEN, Bd.92, Nr.25, 7. Dezember 1972, DUSSELDORF DE Seiten 1278 - 1283 K. D. SCHUY ET AL. 'Massenspektrometrische Prozessgasanalyse'**
- **STAHL UND EISEN, Bd.102, Nr.10, 17. Mai 1982, DUSSELDORF DE Seiten 515 - 519 K. W. LANGE 'Zur Prozess-Steuerung bei Sauerstoffblasverfahren'**
- **TRANSACTIONS ISIJ, Bd.28, 1988, TOKIO, JP Seiten 59 - 67 T. TAKAWA ET AL. 'Analysis of Converter Process'**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents 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).

EP 0 572 848 B1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung des Endpunktes für den Frischprozeß in Sauerstoffkonvertern bei der Stahlerzeugung.

Während des Frischens, also beim Auf- bzw. Einblasen von Sauerstoff auf bzw. in die Stahlschmelze, wird im wesentlichen Kohlenstoff oxidiert. Am Ende des Sauerstoffblasens ist der Kohlenstoffgehalt relativ klein. Daher tritt nun die Reaktion von Eisen mit Sauerstoff in den Vordergrund. Neben der Tatsache, daß durch diese Reaktion der sogenannte braune Rauch entsteht, eine starke Belastung der Umwelt, reagiert das flüssige Eisenoxid mit dem teuren Feuerfest-Futter des Konverters und erhöht so die Feuerfest-Kosten. Gleichzeitig wird das Eisenausbringen verringert. Deshalb ist das rechtzeitige Abschalten der Sauerstoffzufuhr besonders wichtig. Zudem ist ein erhöhter FeO-Gehalt der Schlacke von Nachteil für die Erzeugung von Stahl mit hohem Reinheitsgrad.

Die massenspektrometrische Analyse der Abgasbestandteile ist an sich bekannt, so aus Stahl und Eisen, 1972, Seite 1278 bis 1283 und der DE-A-2 839 316. Bei den vorbekannten Verfahren handelt es sich um den Versuch, in einem dynamischen Prozeß Aussagen über den jeweiligen Zustand der Stahlschmelze zu erhalten.

Darüber hinaus gibt es vielfältige Methoden, den günstigsten Abschaltzeitpunkt zu finden. So sind allgemeine mathematische Modelle bekannt, bei denen der Zeitpunkt auf der Grundlage vorher festgelegter Werte, unter anderem die Schmelze selbst betreffend, ermittelt wird.

Da diese Werte von Charge zu Charge jedoch wechseln, sind diese statischen Modelle nicht in der Lage, den für jede Charge zutreffenden Abschaltzeitpunkt zu ermitteln. Diese Beurteilung derartiger statischer Modelle findet sich auch in der Veröffentlichung Stahl und Eisen von 1982, Nr. 10, Seiten 515 bis 519.

Dagegen sind dynamische Modelle, die ein Signal benutzen, eher geeignet, den Frischprozeß befriedigend zu steuern. Eine dieser dynamischen Methoden ist die sogenannte Sublanzentechnik. Hier werden kurz vor Ende des Blasens eine bzw. zwei Proben durch das Einführen einer Lanze in Blasstellung genommen. Der Kohlenstoffgehalt wird durch eine Schnellbestimmung mittels einer Abhängigkeit von der Erstarrungstemperatur ermittelt. Die Nachteile der Sublanzentechnik sind die sehr hohen Investitions- und Wartungskosten sowie eine unbefriedigende Trefferquote in Bezug auf den Kohlenstoffgehalt.

Weitere dynamische Modelle benutzen die Gasanalyse. Derartige Modelle wären an sich für die Ermittlung des Abschaltzeitpunktes besonders geeignet, wenn eine zufriedenstellende Methode zur Verwendung der Signale zur Steuerung des Frischprozesses vorhanden wäre. Bei der herkömmlichen Abgasanalyse wird die Entkohlgeschwindigkeit aus den gemessenen CO- und CO₂-Volumenanteilen unter Berücksichtigung

der Abgasrate G_A ermittelt. Eine Senkung der Entkohlgeschwindigkeit signalisiert den Endpunkt. Dieses Verfahren ist wegen unzureichender Reproduzierbarkeit der Endkohlenstoffgehalte im Metall sowie der FeO-Gehalte der Schlacke nicht empfehlenswert.

Zu diesem Ergebnis kommt die zuletzt genannte Druckschrift, in der es sogar ausdrücklich heißt, daß eine dynamische Prozeßleitung zum damaligen Zeitpunkt noch nicht möglich gewesen sei.

Bei der massenspektrometrischen Analyse gemäß der DE-A-2 839 316 werden die ermittelten Werte der Abgasbestandteile einem Computer zugeführt, der anhand eines bestimmten Gleichungssystems aus diesen Werten den jeweiligen prozentualen C-Gehalt berechnet. Erst wenn der vorbestimmte Wert angezeigt wird, wird entschieden, ob die Sauerstoffzufuhr abgeschaltet wird.

Es wird dort ein Verfahren beschrieben, bei dem durch die Überwachung oder Messung mittels Massenspektrometer und mittels Strömungsmesser die Menge der Entkohlung des geschmolzenen Stahls bestimmt wird. Die Konzentrationsmessung von z.B. CO und CO₂ über die Abgasanalyse sowie die Bestimmung der Abgasrate gibt die Entkohlungsrate. Aus dem Produkt von Entkohlungsrate und Meßzeitintervall ergibt sich die entfernte Kohlenstoffmenge, und eine weitere Aufsummierung der Kohlenstoffmengen über die Frischzeit liefert die Gesamtmenge an vergastem Kohlenstoff. Eine Bilanz zwischen eingebrachtem und ausgebrachtem Kohlenstoff ergibt die Endkohlenstoffmenge.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art so zu führen, daß individuell für jede Schmelze möglichst frühzeitig und bei einem bestimmten Bad-Kohlenstoffgehalt über die Abschaltung der Sauerstoffzufuhr beim Frischen entschieden werden kann.

Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, daß während des Frischens fortlaufend die aus dem Converter entweichenden Abgasbestandteile CO und CO₂ und N₂ massenspektrometrisch bestimmt werden, wobei:

- zu Beginn der Messung das Massenspektrometer mit 100 Vol-% Stickstoff beaufschlagt wird und mit der Endpunktbestimmung begonnen wird, wenn der CO-Anteil über 40 Vol-% und der Stickstoffanteil unter 40 Vol-% liegt;
 - die Bedingungen (pro Zeit)
 - a) Stickstoffgehalt steigt und
 - b) Kohlendioxid steigt und
 - c) das Verhältnis CO/N₂ fällt oder der Wert $(CO/N_2) \cdot CO/[100 - N_2]/100$ fällt
- erfüllt sein müssen und mit Hilfe eines Rechnerprogramms fortlaufend mit einer Sollkurve verglichen werden, und daß erst, wenn diese Bedingungen nach zwei bis zehn aufeinanderfolgenden Vergleichsdurchläufen

vom Rechner als erfüllt erkannt worden sind, die Sauerstoffzufuhr beendet wird

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird der zeitliche Verlauf einer Anzahl von Abgasbestandteilen massenspektrometrisch ermittelt. Gegen Ende des Frischvorganges sinkt der Anteil einzelner Abgasbestandteile, während der Anteil anderer Abgasbestandteile steigt.

Wenn mit Hilfe des Massenspektrometers die Abgasbestandteile CO, CO₂ und N₂ analysiert werden, so stellt sich heraus, daß gegen Ende des Frischvorganges der Anteil an CO fällt, während die Anteile an CO₂ und N₂ ansteigen. Der Anstieg an CO₂ ist dabei relativ gering, während der Anstieg an N₂ sehr signifikant ist. Das liegt daran, daß gerade am Ende des Frischvorganges viel Frischluft in den Abgasstrom gelangt. Aus umwelttechnischen Gründen müssen nämlich die Abgase abgesaugt werden. Zwischen Konverteröffnung und Abgashaube befindet sich ein Spalt, durch den mehr und mehr Falschluff angesaugt wird, wenn den Absaugpumpen nicht mehr genug Konvertergas angeboten werden kann.

Da das Sinken des CO-Anteils bzw. das Steigen des N₂-Anteils aber zunächst sehr mäßig verläuft, ist nicht gleich zu entscheiden, ob der Zeitpunkt zum Abschalten der Sauerstoffzufuhr schon erreicht ist. Sicher kann man erst sein, wenn der Abfall des CO-Anteils bzw. der Anstieg des N₂-Anteils signifikant wird. Vor diesem Zeitpunkt kann jedoch schon die Reaktion des Sauerstoffes mit dem Eisen die Überhand über die Reaktion des Sauerstoffes mit dem Kohlenstoff gewonnen haben. Aus diesem Grunde werden aus den gemessenen Abgasbestandteilen Parameter abgeleitet. Dabei bedeutet

$G_K = G_A / 100 \cdot (100 - N_2 - O_2) \approx G_A / 100 \cdot (100 - N_2)$, wobei N₂ bzw. O₂ Volumenanteile in % im Abgas sind.

Die Parameter sind so gewählt, daß diese schon dann eine signifikante Änderung zeigen, wenn die Abgasbestandteile erst langsam steigen bzw. fallen.

Auf diese Weise ist es möglich, die Entscheidung über die Abschaltung der Sauerstoffzufuhr schon etwa 2 Minuten früher zu treffen als bei den bekannten Methoden.

Wichtig für das Verfahren ist es, daß am Beginn der Endpunktbestimmungsmessung der Kohlenmonoxidanteil über 40 Vol% und der Stickstoffanteil unter 40 Vol% im Abgasstrom beträgt. Denn erst, wenn diese Anfangsbedingungen gegeben sind, ergibt sich im Verlauf des Frischens ein auswertbarer Abfall des Kohlenmonoxidanteils bzw. Anstieg des Stickstoffgehaltes.

Da es also bei dem erfindungsgemäßen Verfahren darauf ankommt, daß die entscheidende signifikante Änderung im zeitlichen Verlauf der Abgasbestandteile bzw. der daraus abgeleiteten Parameter möglichst frühzeitig erkannt wird (Mustererkennung), werden die gemessenen Abgaswerte als Analogwerte mit einem Analog-Digitalwandler digitalisiert und mittels des Compu-

terprogrammes aus den gewonnenen Digitalwerten die abgeleiteten Parameter gebildet. Meßpunkt für Meßpunkt, die zeitlich etwa 3 Sekunden auseinanderliegen, wird abgetastet und die jeweilige zeitliche Veränderung wird mit einem Soll-Zustand verglichen. Dieser Sollzustand bedeutet beispielsweise bei CO "fallen", während er bei Stickstoff "steigen" bedeutet. Ergibt die Abtastung, d.h. der Vergleich der zeitlichen Veränderung der Meßpunkte mit dem jeweiligen Sollzustand in mehreren Durchläufen hintereinander jeweils die gleiche Tendenz (CO fällt ständig, N₂ steigt ständig) wird ein Signal erzeugt, das dazu benutzt wird, die Sauerstoffzufuhr abzuschalten.

Die Zahl der Vergleichsdurchläufe (Loopings) wird vorher festgelegt und beträgt 2 bis 10, vorzugsweise 7.

Da es im zeitlichen Verlauf der gemessenen Abgaswerte aber auch vorher schon zu Situationen kommen kann, in denen die Soll-Zustände mehrmals hintereinander getroffen werden, wird die Mustererkennung erst dann gestartet, wenn im zeitlichen Verlauf ein Punkt erreicht ist, ab dem mit dem endgültigen Abfall des CO-Anteils bzw. dem endgültigen Anstieg des N₂-Gehaltes gerechnet werden kann. Das wird beispielsweise mit Hilfe eines der oben angegebenen statischen Modelle grob bestimmt. Es gibt jedoch auch andere Kriterien, wie z. B. den sogenannten Kohlestop. Bei manchen Stahlherstellungsverfahren wird beispielsweise von unten durch den Konverterboden Kohlenstoff in die Charge eingeblasen. Wenn genügend Kohlenstoff in der Schmelze vorhanden ist, wird die Kohlenstoffzufuhr gestoppt, während das Frischen weitergeht. Das Mustererkennungsverfahren wird dann beispielsweise 5 min. nach dem Kohlenstop begonnen, d. h., wenn ungefähr sicher ist, daß nur noch wenig Kohlenstoff mit Sauerstoff reagieren kann, der Kohlenmonoxidgehalt im Abgasstrom somit beginnt stetig abzunehmen.

Sind dann die oben genannten Bedingungen über eine vorher bestimmte Zeit bzw. vorher bestimmte Anzahl von Vergleichsdurchläufen erfüllt, wird vom Rechner ein Signal erzeugt, das entweder im DDC-Modus (Dynamic Digital Control) die Sauerstoffzufuhr selbständig beendet, oder aber zum Konverterleitstand gesendet wird, wo dann die Sauerstoffzufuhr vom Bedienungspersonal beendet werden kann. Diese zweite Alternative hat den Vorteil, daß das Bedienungspersonal aufgrund von Erfahrungswerten die Sauerstoffzufuhr trotz des Signals noch ein wenig aufrechterhalten kann.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Zeichnungen dargestellt und näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 den prinzipiellen Aufbau der Meß- und Auswerteapparatur am Konverter,
- Fig. 2 den zeitlichen Verlauf der Volumenanteile von CO, CO₂ und N₂,
- Fig. 3 den zeitlichen Verlauf des Verhältnisses von CO und N₂ multipliziert mit dem Konvertergasanteil,
- Fig. 4 den zeitlichen Verlauf des Verhältnisses von

Fig. 5 CO und N₂ und ein Flußdiagramm des erfindungsgemäßen Auswerteverfahrens.

In der Fig. 1 ist schematisch ein Konverter 1 dargestellt. Die Sauerstoffblaseinrichtung ist aus Übersichtlichkeitsgründen weggelassen. Über der Konverteröffnung 2 befindet sich in einem geringen Abstand 4 dazu eine Absaughaube 3, über die die Abgase aus dem Konverter 1 in den Kamin 5 gelangen. Die Absaugpumpen sind ebenfalls aus Übersichtlichkeitsgründen nicht dargestellt. Eine schematisch dargestellte Abzweigung 6 aus dem Kamin 5 beliefert einen Massenspektrometer 7 mit den zu analysierenden Abgasbestandteilen. Die Meßsignale werden beispielsweise mit Hilfe eines Schreibers 8 über der Zeit aufgetragen. Die Analogwerte werden abgetastet und einem Analog-Digitalwandler 9 zugeführt. Die digitalisierten Werte gelangen in den Rechner 10 und werden dort weiter verarbeitet. Nachdem festgestellt worden ist, daß der richtige Zeitpunkt zum Schalten der Sauerstoffzufuhr erreicht ist, wird vom Rechner 10 ein Signal erzeugt, das im vorliegenden Beispiel über den digitalen Ausgang 11 zum nicht dargestellten Konverterleitstand übermittelt wird.

In der Fig. 2 ist der zeitliche Verlauf der gemessenen Volumenanteile in % von Kohlenmonoxid, Kohlendioxid und Stickstoff dargestellt. Die Messungen sind während des Frischens nach einer vorher festgelegten Zeit begonnen worden. Es ist zu erkennen, daß am Frischende, d. h. in diesem Fall im Bereich 10 bis 12 min., die CO-Kurve sinkt und die CO₂- und N₂-Kurven steigen. Die Verläufe der Meßsignale sind nach ca. 10,5 min. eindeutig.

Werden nun bestimmte, abgeleitete Größen, wie z. B. CO/N₂ oder CO² (1/N₂ - 1/100), in Abhängigkeit von der Frischzeit aufgetragen, so ist ein eindeutiger Verlauf noch früher als nach 10, 5 min. zu erkennen.

In Fig. 3 ist für die gleiche Charge wie in Fig. 2 eine Auftragung von $(\text{CO}/\text{N}_2) \cdot (\text{CO} [100 - \text{N}_2]/100)$, was CO² (1/N₂ - 1/100) entspricht, als Funktion der Frischzeit durchgeführt worden. Hier ist schon ein eindeutiger Trend nach ca. 8,5 min. erkennbar. Der Verlauf von CO/N₂ in Abhängigkeit von der Frischzeit wird in Fig. 4 dargestellt. Auch in diesem Fall ist ein deutlicher Abfall nach ca. 8,5 min. zu sehen.

Das Verfahren basiert auf dem Erasten der oben angegebenen zeitveränderlichen Größen. Dazu ist es erforderlich, ein Rechnerprogramm zu erstellen, wie es schematisch in Fig. 5 dargestellt ist, und die Analogwerte in Digitaldaten umzusetzen. Das Rechnerprogramm erzeugt zunächst einmal die abgeleiteten Größen und vergleicht ständig die zeitliche Veränderung mit dem Soll-Zustand.

Damit dieser Vergleich nicht schon am Anfang des Frischverfahrens bzw. am Anfang der Meßzeit erfolgt, in einem Bereich also, in dem noch keine sinnvollen Entscheidungen getroffen werden können, wird das Programm erst zu einem späteren Zeitpunkt gestartet. Im

vorliegenden Beispiel erst 5 Minuten nach dem Kohlestop.

Am Beginn der Messung ist das Massenspektrometer völlig mit Stickstoff beaufschlagt. Beginnt nun die Messung, d. h. werden dem Massenspektrometer die zu untersuchenden Abgase zugeführt, sinkt der Eichgas-Stickstoff-Anteil im Massenspektrometer. Sinkt er unter 95 %, wird durch Reset das Programm erst einmal außer Funktion gesetzt. Sind die 5 min. nach Ende der Kohlenstoffzufuhr erreicht, wird wieder abgefragt, ob der Eichgasanteil des Massenspektrometers auf unter 95 % abgesunken ist. Wird diese Frage bejaht, wird der Zähler im Programm auf 0 gesetzt und die erste Bedingung wird abgefragt. In diesem Fall lautet die Bedingung "steigt der Stickstoffgehalt". Wird dies verneint, wird der Durchlauf neu gestartet. Ist die Bedingung erfüllt, wird die zweite Bedingung abgefragt, in diesem Fall "steigt der Kohlendioxidgehalt". Wird dies verneint, wird der Durchlauf neu gestartet, wird dies bejaht, wird die dritte Bedingung abgefragt, in diesem Fall "fällt der Kohlenmonoxidanteil". Wird dies verneint, wird erneut gestartet. Anderenfalls werden noch andere Bedingungen berücksichtigt, so z. B. fällt der zeitliche Verlauf des Verhältnisses von CO zu N₂. Eine weitere Bedingung könnte sein, ob der Gradient der abfallenden Flanke dieses Verhältnisses (CO/N₂) einen bestimmten Wert überschreitet. Sind alle Bedingungen erfüllt, wird der Zähler um eins höhergesetzt und die Abfragung der Bedingungen erfolgt für den nächsten Meßpunkt. Erreicht die Anzahl der Durchläufe (Loopings) einen vorher eingestellten Wert, wird das Verfahren beendet und das Signal zum Abschalten der Sauerstoffzufuhr erzeugt.

Das eben erläuterte Flußdiagramm aus Fig. 5 ist rein beispielsweise zu verstehen. So ist es natürlich möglich, daß lediglich zwei Bedingungen abgefragt werden und daß die Anzahl der Durchläufe zwischen n = 2 und n = 10, vorteilhafterweise jedoch auf 7 vorher festgelegt werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung des Endpunktes für den Frischprozeß in Sauerstoffkonvertern bei der Stahlerzeugung, bei dem während des Frischens fortlaufend die aus dem Konverter entweichenden Abgasbestandteile CO und CO₂ und N₂ massenspektrometrisch bestimmt werden, wobei:

- zu Beginn der Messung das Massenspektrometer mit 100 Vol-% Stickstoff beaufschlagt wird und mit der Endpunktbestimmung begonnen wird, wenn der CO-Anteil über 40 Vol-% und der Stickstoffanteil unter 40 Vol-% liegt;
- die Bedingungen (pro Zeit)

a) Stickstoffgehalt steigt und

- b) Kohlendioxid steigt und
c) das Verhältnis CO/N_2 fällt oder der Wert $(\text{CO}/\text{N}_2) \text{CO}[100 - \text{N}_2]/100$ fällt

erfüllt sein müssen und mit Hilfe eines Rechnerprogramms fortlaufend mit einer Sollkurve verglichen werden, und daß erst, wenn diese Bedingungen nach zwei bis zehn aufeinanderfolgenden Vergleichsdurchläufen vom Rechner als erfüllt erkannt worden sind, die Sauerstoffzufuhr beendet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die gemessenen Werte Analogwerte sind, die digitalisiert werden und dann dem Rechner zugeführt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2 dadurch gekennzeichnet, daß der Rechner im Dynamic Digital Control Modus (DDC-Modus) die Sauerstoffzufuhr selbständig beendet.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Rechner das Signal zur Beendigung der Sauerstoffzufuhr über einen digitalen Ausgang zum Konverterleitstand sendet, wo dann die Sauerstoffzufuhr abgeschaltet wird.

Claims

1. Process for determining the end point for the refining process in oxygen converters in the manufacture of steel, in which during the refining the exhaust gas constituents CO and CO_2 and N_2 which leave the converter are determined in continuous manner by mass spectrometry, with:

- at the start of measuring, 100 vol-% nitrogen impinging on the mass spectrometer and the end point determination being started when the proportion of CO is more than 40 vol-% and that of nitrogen less than 40 vol-%;

- the following conditions (per time) having to be met:

- a) nitrogen content increases and
- b) carbon dioxide increases and
- c) the CO/N_2 ratio decreases or the value $(\text{CO}/\text{N}_2) \text{CO}[100 - \text{N}_2]/100$ decreases

and being compared with a desired curve in continuous manner with the aid of a computer program, and the supply of oxygen being terminated only when, after two to ten consecutive comparison runs, the computer has recognised the latter condi-

tions as met.

2. Process according to Claim 1, characterised in that the measured values are analog values which are digitalised and then supplied to the computer.
3. Process according to Claim 2, characterised in that the computer terminates the supply of oxygen in autonomous manner in the dynamic digital control mode (DDC mode).
4. Process according to Claim 2, characterised in that the computer sends the signal to terminate the supply of oxygen by way of a digital output to the converter control station, where the supply of oxygen is then switched off.

Revendications

1. Procédé de détermination du point d'arrêt du procédé d'affinage dans des convertisseurs à oxygène pour la production d'acier, dans lequel, pendant l'affinage, les constituants gazeux CO, CO_2 et N_2 s'échappant du convertisseur sont déterminés en continu par spectrométrie de masse, procédé dans lequel :

- au début de la mesure, on alimente le spectromètre de masse avec 100 % en volume d'azote et on commence la détermination du point d'arrêt lorsque la proportion de CO est supérieure à 40 % en volume et la proportion d'azote est inférieure à 40 % en volume ;
- en respectant les conditions suivantes (par unité de temps)

- a) la teneur en azote augmente et
- b) la teneur en dioxyde de carbone augmente et
- c) le rapport CO/N_2 diminue ou la valeur $(\text{CO}/\text{N}_2) \text{CO}[100 - \text{N}_2]/100$ diminue

et en les comparant de façon continue, à l'aide d'un programme informatique, à une courbe des valeurs de consigne, et c'est seulement après que le respect de ces conditions a été reconnu par l'ordinateur au cours de deux à dix périodes de comparaison successives que l'on déconnecte l'amenée d'oxygène.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les valeurs mesurées sont des valeurs analogiques, qui sont numérisées et ensuite, introdui-

tes dans l'ordinateur.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé par le fait que l'ordinateur arrête automatiquement l'amenée d'oxygène selon le mode de commande numérique Dynamic Digital Control (DDC-Modus). 5
4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé par le fait que l'ordinateur émet le signal d'arrêt de l'amenée d'oxygène, par l'intermédiaire d'une sortie numérique, vers le poste de contrôle du convertisseur, où l'amenée d'oxygène est alors déconnectée. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

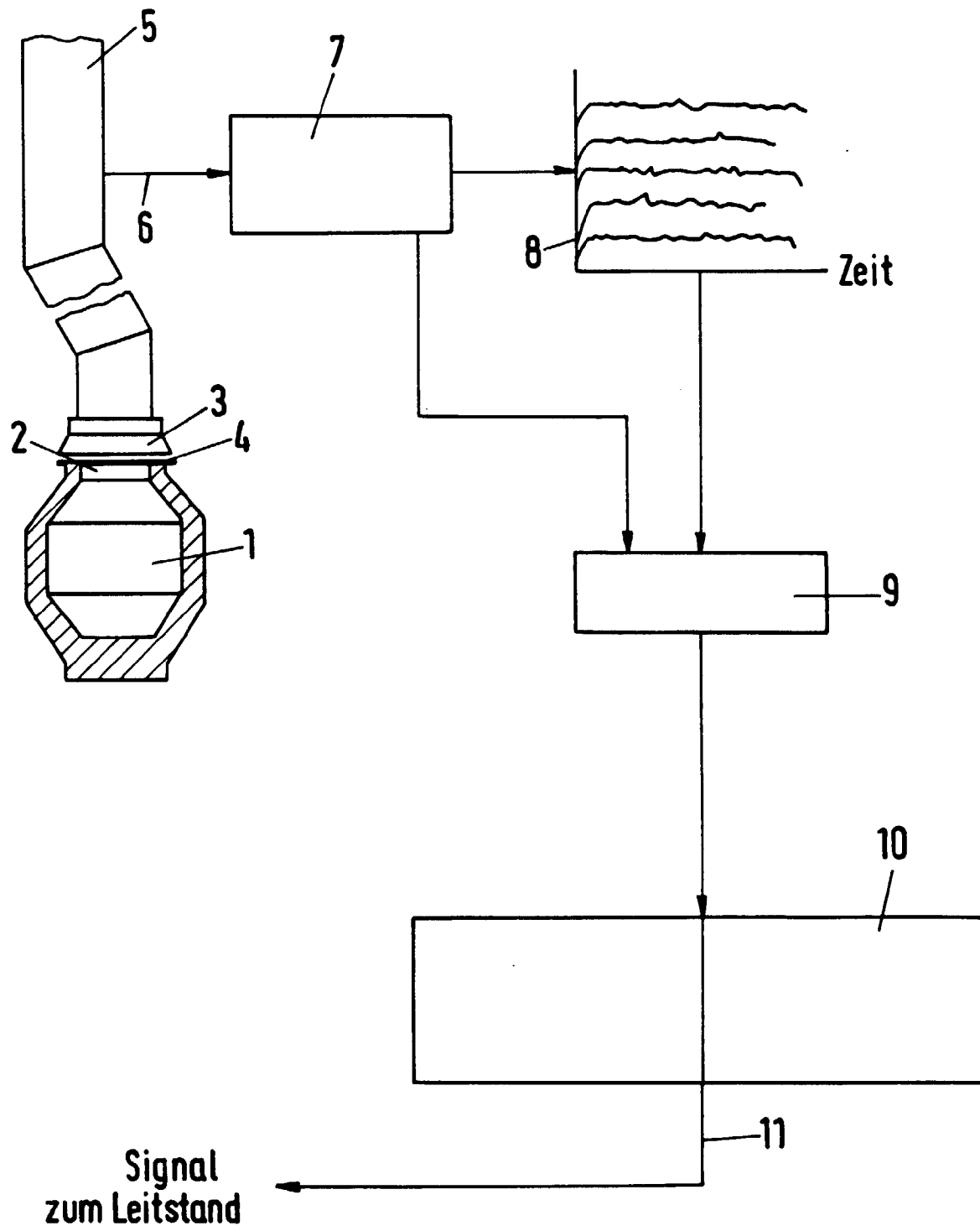


Fig.2

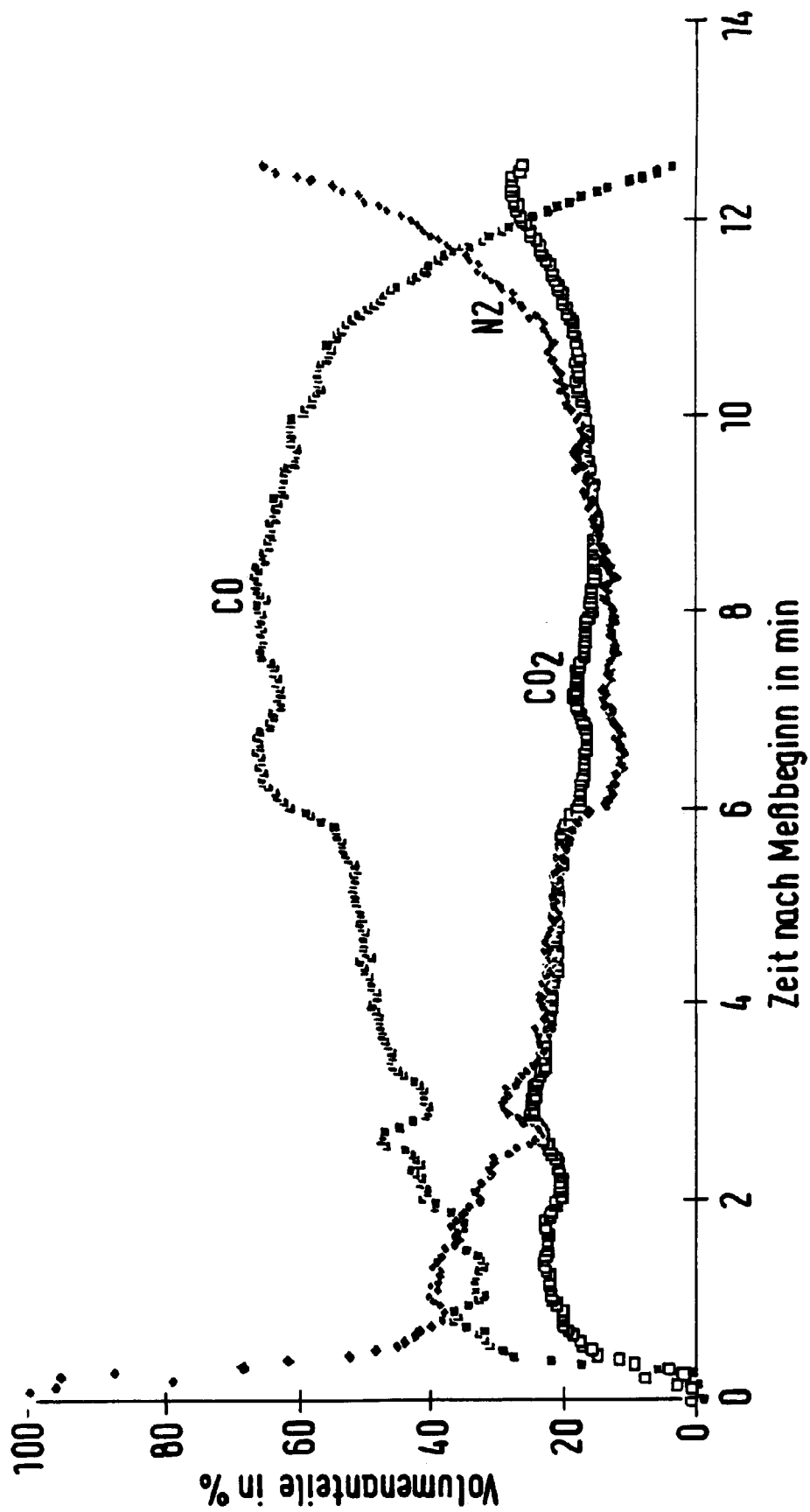


Fig.3

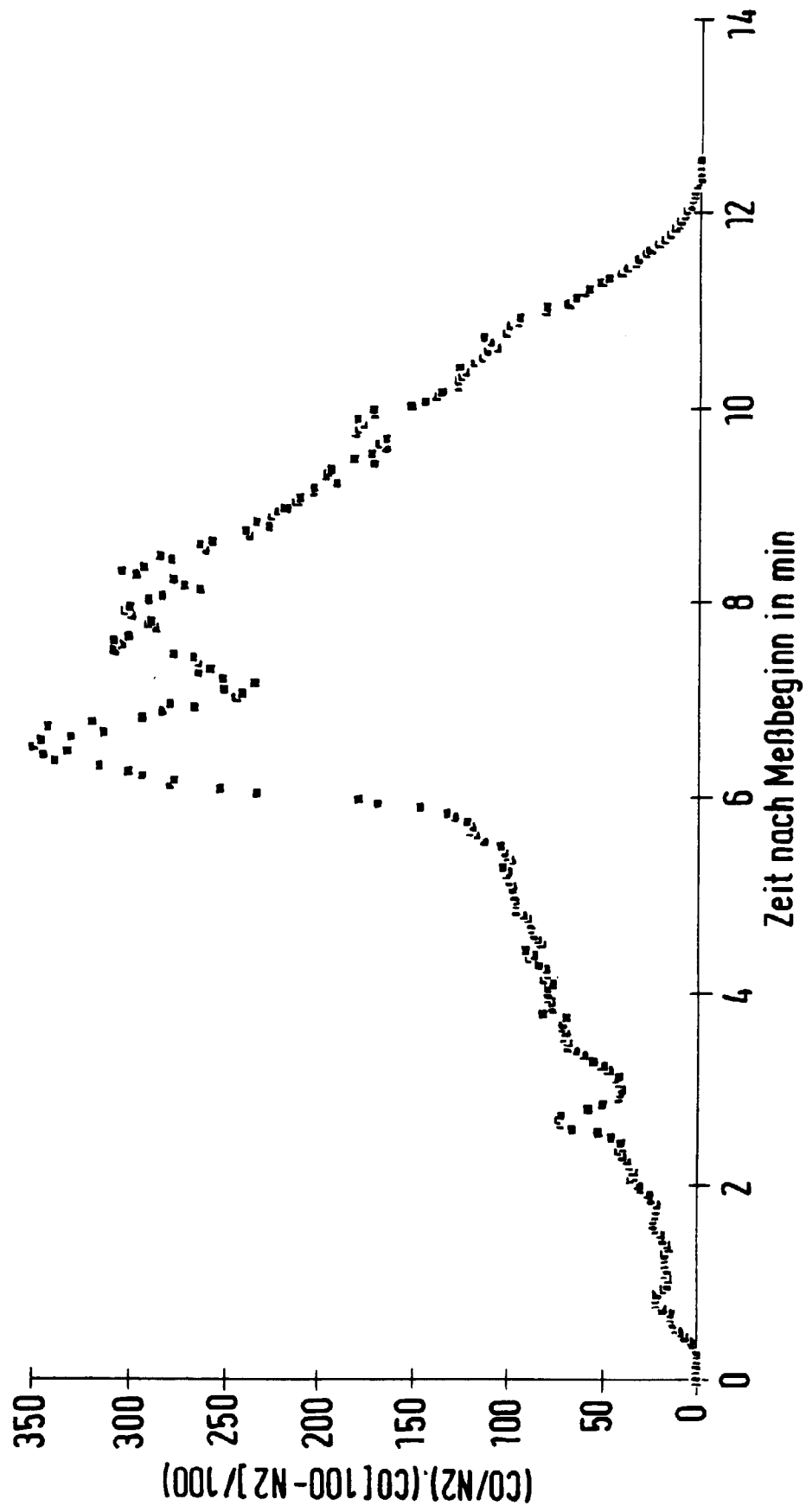
 $(CO/N_2).(CO[100-N_2]/100)$ 

Fig.4

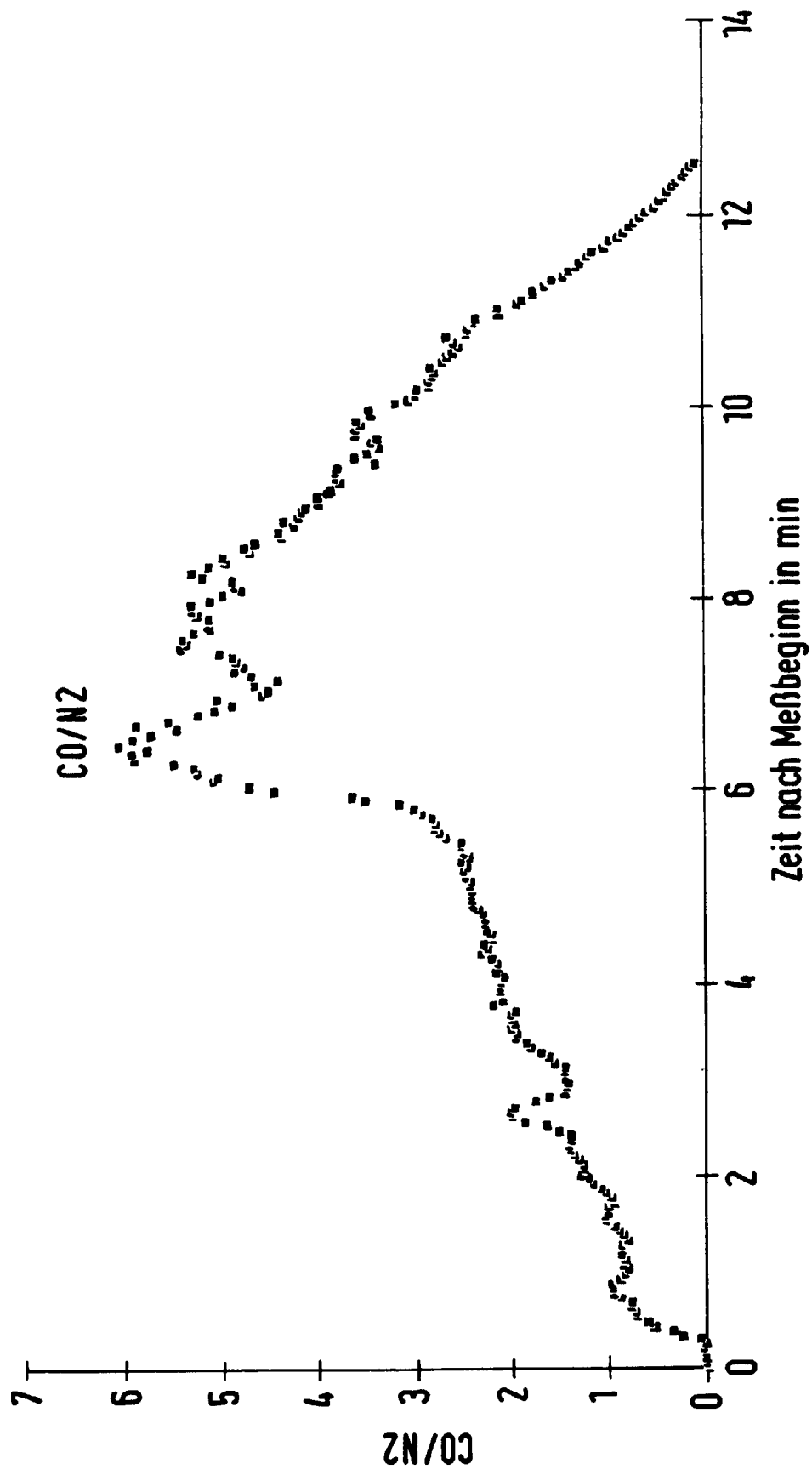
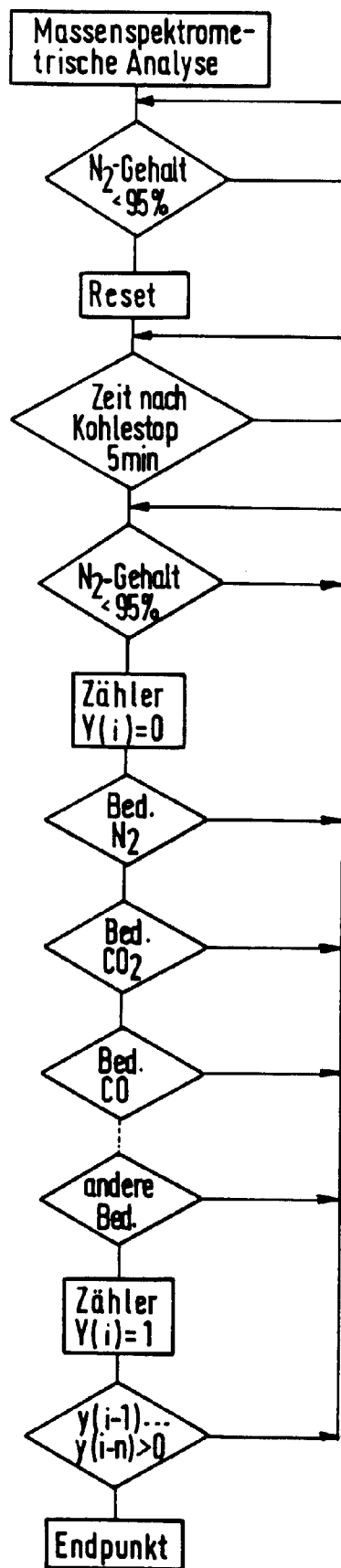


Fig.5



Flußdiagramm der
rechnergesteuerten
Endpunktbestimmung
(Beispiel)