



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.03.2002 Patentblatt 2002/11

(51) Int Cl.7: **F23N 5/00**

(21) Anmeldenummer: **01108897.8**

(22) Anmeldetag: **10.04.2001**

(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

(71) Anmelder: **Dambier, Hartmuth
64646 Heppenheim (DE)**

(72) Erfinder: **Dambier, Hartmuth
64646 Heppenheim (DE)**

(30) Priorität: **06.09.2000 DE 10044033
30.03.2001 DE 10116133**

(54) **Verfahren zur Ermittlung und Verifizierung der CO-Einsatzpunkte bei Feuerungsanlagen mit mehreren Brennern**

(57) Bei der Bestimmung des CO-Einsatzpunktes zur Optimierung der Luftzufuhr treten bei Anlagen mit mehreren Brennern Probleme auf. Die CO-Konzentration ist in einem weiten Bereich nicht nur unempfindlich gegen Veränderungen der Luftzufuhr, sie verändert sich auch nicht, wenn dem Rauchgas von Außen, z.B. von einem benachbarten Brenner, CO zugeführt wird. Bei eng zusammenstehenden Brennern kann dies zu Verfälschungen der Messungen führen.

Diese Verfälschungen können vermieden werden, wenn die Luft an den Brennern reihum oder vor der Messung an allen Brennern gleichzeitig so weit reduziert

wird, dass gerade noch kein CO entsteht oder wenn die Luft unter Konstanthaltung ihrer Summe zwischen den Brennern solange umgesteuert wird, bis die CO-Konzentration ein Minimum durchläuft. Wechselwirkungen zwischen den Brennern sind auch an der Form des CO-Verlaufes erkennbar ("Absorptionshügel"). Damit wird ein iteratives Verfahren konstruiert, bei dem die Brenner nacheinander aus dem Wechselwirkungssystem ausgesondert werden.

Die Erfindung ist anwendbar bei Feuerungsanlagen mit mehreren Brennern, insbesondere wenn diese eng zusammenstehen.

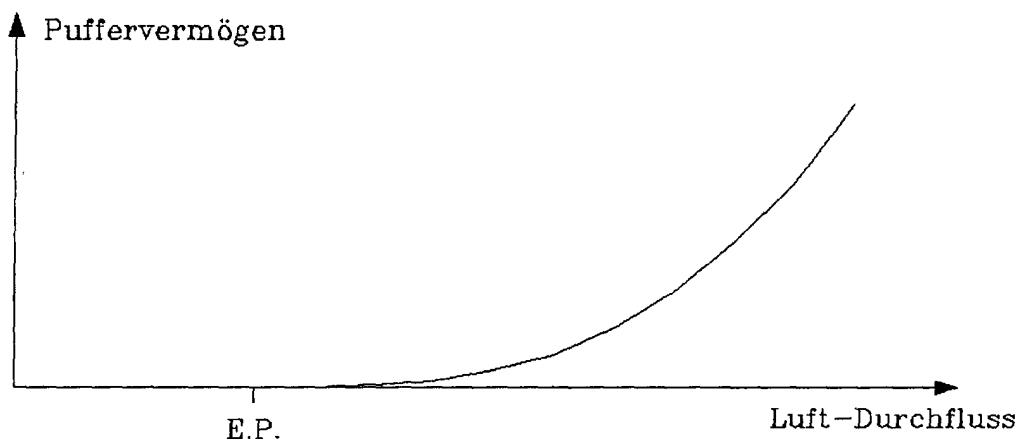


Fig. 2

Beschreibung

I Stand der Technik

5 **[0001]** Aus den Druckschriften DE 30 39 994 C2, DE 34 23 946 A1 und EP 0 915 2 97 A2 sind Verfahren zur Optimierung der Luftzufuhr bei Feuerungsanlagen bekannt geworden, bei denen die Verbrennungsluft an den einzelnen Brennern so lange vermindert wird, bis CO im Rauchgas erscheint und die Luftzufuhr dann um einen Abstand oberhalb dieses Punktes eingestellt wird.

10 **[0002]** Diesen Verfahren liegt ein bemerkenswertes Verhalten der CO-Konzentration im Rauchgas zugrunde (siehe Fig. 1):

Bei einer Verminderung der Luftzufuhr bleibt die CO-Konzentration zunächst konstant und steigt erst bei einem reproduzierbaren Brennstoff / Luft Verhältnis sehr steil an. Dieser Anstieg ist so stark, daß er auch im Rauchgasgemisch von mehreren Brennern leicht nachweisbar ist. Auf diese Weise gewinnt man für jeden einzelnen Brenner einen Bezugspunkt für die Einstellung der Luftzufuhr und damit die Möglichkeit, sie zu optimieren.

15 **[0003]** In der Praxis muss bei diesen Verfahren die Totzeit der CO-Messung berücksichtigt werden. Die Verringerung der Verbrennungsluft erfolgt deshalb in einzelnen Schritten, wobei nach jedem Schritt die Totzeit der Messung abgewartet wird. Dadurch wird der Messvorgang stark verlangsamt. Aus der Patentschrift DE 37 37 354 C1 ist dazu bekannt geworden, daß der Messvorgang beschleunigt werden kann, wenn zunächst die Luft an allen Brennern gleichzeitig reduziert wird, bis CO im Rauchgas erscheint, dann die Luft so weit wieder erhöht wird, bis das CO wieder verschwindet
20 und dann erst mit den Versuchen an den einzelnen Brennern begonnen wird. Die Reduzierung an allen Brennern erfolgt auch hier in einzelnen Schritten nach denen jeweils die Totzeit der CO-Messung abgewartet wird.

II Probleme, die sich aus dem Stand der Technik ergeben

25 **[0004]** Es hat sich gezeigt, dass die genannten Verfahren nicht überall direkt anwendbar sind. Bei Anlagen mit mehreren eng neben- und übereinanderliegenden Brennern kann es zu Wechselwirkungen zwischen diesen kommen, die die Messergebnisse verfälschen.

Die CO-Konzentration im Rauchgas eines einzelnen Brenners ist über einen weiten Bereich nicht nur unempfindlich gegen Veränderung der Luftzufuhr, sie verändert sich auch nicht, wenn dem Rauchgas von Aussen, z.B. von einem
30 benachbarten Brenner, CO zugeführt wird. Sie verhält sich ähnlich wie der pH-Wert einer Pufferlösung, der ebenfalls in einem weiten Bereich unempfindlich gegen Zuführung von Säure oder Lauge ist. Erst wenn das Puffervermögen des Rauchgases erschöpft ist, erfolgt ein CO-Anstieg.

[0005] So kann es vorkommen, dass ein unterer Brenner CO erzeugt, das dann im Pufferbereich des darüberliegenden verschwindet. Umgekehrt kann ungesättigtes Rauchgas vom unteren Brenner das CO des oberen verzehren.
35 In beiden Fällen ist im Rauchgasgemisch kein CO-Anstieg zu beobachten, obwohl einer der Brenner bereits CO erzeugt. Dadurch entstehen natürlich erhebliche Verfälschungen der Messergebnisse, so dass die eingangs geschilderten Methoden nicht anwendbar sind.

[0006] Besonders drängend stellen sich diese Probleme bei manchen Typen von kohlebefeuelten Kesseln, deren Aufbau anhand von Fig. 3 erläutert wird:

40 Ein Zuteiler (1) beschickt eine Mühle (2). Die staubförmige Kohle wird mit einem Teil des im Gebläse (3) erzeugten Luftstroms ausgetragen und den Brennern B1 ...B3 zugeführt. Die Verteilung des Brennstoffes auf die einzelnen Brenner erfolgt dabei allein aufgrund der Strömungswiderstände. Der genaue Brennstoffdurchfluss an einem einzelnen Brenner kann im laufenden Betrieb normalerweise weder gemessen noch beeinflusst werden.

Zur Messung des Brennstoffdurchflusses stehen nur sehr aufwendige und ungenaue Verfahren zur Verfügung, die
45 regelmäßig nur bei der Erstinbetriebnahme einer Anlage zur Anwendung kommen. Im Zuge dieser Messungen wird versucht, durch Schieber in den Zuleitungen die Strömungswiderstände so zu verändern, daß sich eine ungefähr gleichmäßige Verteilung der Brennstoffzufuhr einstellt. Die Ergebnisse sind jedoch nicht sehr befriedigend. In Einzelfällen können Abweichungen bis zu 20 % zwischen den Brennern auftreten. Dadurch ist es nicht möglich, die Luft an den einzelnen Brennern genau passend zu dosieren, so dass sich sehr unterschiedliche Brennstoff/Luftverhältnisse
50 einstellen können. Dies setzt natürlich die Wirtschaftlichkeit des Kessels herab. Bei Anlagen dieser Art ist es also besonders erwünscht, für jeden einzelnen Brenner einen Bezugspunkt für die Einstellung der Verbrennungsluft zu haben. Andererseits stehen gerade bei solchen Anlagen die Brenner oft nahe beieinander, so dass es zu Wechselwirkungen kommt.

III. Hinweis auf die Realisierung

[0007] Die oben beschriebenen Verfahren werden zweckmäßigerweise mit Hilfe einer frei (d.h. in einer höheren Sprache wie C, Pascal oder Basic) programmierbaren Steuerung (5) realisiert. In EP 0 915 2 97 A2 wurde dazu vor-

EP 1 186 830 A1

geschlagen, wie in Fig. 3 dargestellt, die einzelnen Luftregler(4) mit einem in der Steuerung (5) erzeugten Korrektursignal zu beaufschlagen, das der Führungsgröße entgegenwirkt. Damit kann der Luftdurchfluss an den einzelnen Brennern gezielt um definierte Beträge verändert werden. Die Steuerung (5) erhält als Eingangssignal die gemessene CO-Konzentration im Rauchgas und gegebenenfalls die Brennstoffdurchflüsse. Diese Anordnung hat sich als außerordentlich flexibel und anpassungsfähig erwiesen und wird auch hier beibehalten, wiewohl natürlich auch andere Realisierungen möglich sind.

IV Hinweis auf abkürzende Formulierungen

[0008] Im weiteren Text wird folgende abkürzende Formulierungen gebraucht:

Grundwert:	Die CO-Konzentration innerhalb des Pufferbereiches
Einsatzpunkt:	Derjenige Luftdurchfluss, bei dem der Anstieg der CO-Konzentration beginnt.
CO entsteht oder verschwindet:	Die CO-Konzentration steigt über den Grundwert an oder kehrt zu ihm zurück.
Ein Brenner wird verändert:	Die Luftzufuhr am Brenner wird sprunghaft verändert und anschließend wird die Totzeit der CO-Messung abgewartet.

V. Aufgabenstellung und Beobachtungen

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Verfahren anzugeben, die auch bei eng zusammenstehenden, also eventuell wechselwirkenden Brennern die Ermittlung der Einsatzpunkte ermöglichen oder, falls solche bekannt sind, deren Richtigkeit zu überprüfen.

[0010] Die Kenntnis der Einsatzpunkte ist nicht nur für die Optimierung der Luftzufuhr nützlich. Bei den in Abschnitt 2 beschriebenen Kohlekesseln kann aus der Lage der Einsatzpunkte und dem - sehr viel leichter messbaren - Luftdurchfluss pro Brenner auf den Brennstoffdurchfluss am einzelnen Brenner zurückgeschlossen werden. Damit kann die Brennstoffverteilung sehr viel genauer und bequemer gemessen und eingestellt werden,

[0011] Die Lösung der Aufgabe beruht auf zwei grundlegenden Beobachtungen:

A. Nach Überschreiten des Einsatzpunktes nimmt die CO-Konzentration mit dem Luftmangel stärker als linear zu. (Fig. 1)

B. Das Puffervermögen eines Brenners, also seine Fähigkeit fremdes CO ohne Änderung der Konzentration zu absorbieren, nimmt mit seinem Luftüberschuss ab und verschwindet am Einsatzpunkt. (Fig. 2)

VI. Lösungswege

[0012] Aus den genannten Beobachtungen ergeben sich verschiedene Wege das Problem zu lösen.

1. Entkopplung durch Absenkung reihum.

[0013] Beim ersten Lösungsweg werden die Brenner in einer vorher festgelegten Reihenfolge reihum in einzelnen Schritten abgesenkt. Dabei wird zunächst der erste Brenner um einen Schritt reduziert (und anschließend die Totzeit der CO-Messung abgewartet), dann folgt der zweite Brenner, dann der dritte usw. Wenn alle Brenner um einen Schritt abgesenkt sind, wird wieder mit dem ersten Brenner begonnen und so fort. Jeder Schritt nach unten verringert dabei die Gefahr einer Wechselwirkung.

[0014] Irgendwann wird dabei CO im Rauchgas erscheinen. Die Daten des zuletzt geänderten Brenners, also das Korrektursignal aus der Steuerung und der momentane Luftdurchfluss werden gespeichert und anschließend seine Luftzufuhr wieder um einen, eventuell auch um zwei Schritte erhöht, um ihn sicher außerhalb der CO-Produktion zu bringen. Dieser Brenner bleibt dann stehen, während mit den anderen der Zyklus fortgesetzt wird. Auf diese Weise scheidet ein Brenner nach dem anderen aus, bis alle Brenner den Einsatzpunkt erreicht haben.

[0015] Bei dieser Vorgehensweise sollte die Sprungweite nicht zu eng gewählt werden, weil sonst die Brenner zu nahe an ihren Einsatzpunkt herangeführt werden und Zufälligkeiten, z.B. eine geringe Schwankung der Luftzufuhr bei einem Brenner der gerade nicht Gegenstand der Betrachtung ist, die CO-Produktion auslösen können. Sie ist deshalb besonders geeignet, um sich bei der Erstinbetriebnahme einer Anlage einen Überblick über die Lage der Einsatzpunkte zu verschaffen.

[0016] Ein Beispiel für einen typischen Ablauf dieses Verfahrens ist für drei Brenner in Fig. 4 dargestellt. Die Luftdurchflüsse erscheinen dabei als Säulen, wobei wie in Fig. 6 angedeutet nur deren oberster Teil dargestellt ist. Die Pfeile rechts von der Säule zeigen die Bewegungsrichtung an, die Säule selbst stellt den jeweiligen Endpunkt der Bewegung dar.

[0017] Ausgehend von einem Anfangszustand (Gruppe 1) werden die Brenner nacheinander um jeweils eine Stufe abgesenkt (Gruppen 2, 3 und 4). Dazwischen wird wie immer jeweils die Totzeit der CO-Messung abgewartet. Anschließend wird wieder mit dem ersten und zweiten Brenner fortgefahren (Gruppe 5 und 6). Am zweiten Brenner wird CO gefunden. Der Luftdurchfluss und die Größe des Korrektursignals werden gespeichert (angedeutet durch die Markierung) und der Luftdurchfluss wird wieder um eine Stufe erhöht (Gruppe 7). Der zweite Brenner ist damit vorläufig vermessen und bleibt für den Rest des Verfahrens so stehen. Turnusmäßig wird dann mit dem dritten und dann wieder mit dem ersten Brenner fortgefahren. (Gruppen 8 und 9) Auch bei dem ersten Brenner wird jetzt CO gefunden, auch er wird aufgefahren und bleibt dann stehen (Gruppe 10). Jetzt ist nur noch der dritte Brenner im Spiel. Er wird so lange zurückgefahren, bis auch bei ihm CO erscheint (Gruppen 11 und 12). Auch er wird um eine Stufe aufgefahren (Gruppe 13). Zum Schluss werden alle Brenner auf den vorher festgelegten Abstand zu den gefundenen Einsatzpunkten gebracht (Gruppe 14).

2. Entkopplung durch Absenkung an allen Brennern

[0018] Wenn die Lage der Einsatzpunkte aus dem Verfahren nach 1 oder durch die Erfahrung in der Anlage ungefähr bekannt ist, können die Wechselwirkungen beseitigt werden, indem alle Brenner gleichzeitig so weit abgesenkt werden, dass gerade noch kein CO entsteht. Anschließend werden die Brenner nacheinander bis zum Einsatzpunkt abgesenkt, die dortigen Werte werden gespeichert und die Brenner dann wieder auf ihren Ausgangswert zurückgefahren.

[0019] Der Vorgang hat eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Verfahren nach DE 37 37 354 C1, ist jedoch nach Zielrichtung und Ablauf anders geartet. Die beiden Verfahren werden im Folgenden einander gegenübergestellt:

	DE 37 37 354 C1	diese Anmeldung
Ziel	Die Messungen sollen beschleunigt werden.	Die Messungen werden überhaupt erst ermöglicht, indem die Wechselwirkungen zwischen den Brennern beseitigt werden
Ablauf	Die Brenner werden in einzelnen Schritten so lange zurückgefahren, bis CO im Rauchgas erscheint. Dann werden sie wieder so weit aufgefahren, bis das CO wieder verschwindet.	Die Brenner werden in einem einzigen Schritt so weit zurück- gefahren, dass erfahrungsgemäß gerade noch kein CO entsteht.

[0020] Wenn dabei wider Erwarten dennoch CO entsteht, wird in jedem Fall ein Alarm abgesetzt, denn dann hat in der Anlage eine Veränderung stattgefunden, der man auf den Grund gehen sollte. Anschließend wird nach Wahl des Betreibers entweder die Versuchsreihe abgebrochen oder die Luftzufuhr wieder so weit erhöht, bis das CO wieder verschwindet und dann mit den Einzelversuchen fortgefahren.

[0021] Das Verfahren wird anhand der Fig. 5 erläutert:

[0022] Ausgegangen wird hier vom Ergebnis des Verfahrens nach Abschnitt 1. Die dort gefundenen Einsatzpunkte sind zur Erinnerung als offene Punkte markiert (Gruppe 1). In Gruppe 2 werden dann alle Brenner gleichzeitig um den gleichen Betrag abgesenkt, aber nur so weit, dass noch kein CO im Rauchgas erscheint. Anschließend wird der erste Brenner in Einzelschritten so weit abgesenkt, bis der Einsatzpunkt erreicht ist (Gruppen 3 und 4). Da die einzelnen Schritte hier sehr viel feiner gewählt werden können, ist die Messung auch wesentlich genauer, so dass gewisse Abweichungen gegenüber den Messungen nach dem ersten Verfahren zu erwarten sind..

[0023] Nachdem in Gruppe 4 der Einsatzpunkt des ersten Brenners gefunden wurde, wird dieser in Gruppe 5 wieder um den Betrag aufgefahren um den er bei den Einzelversuchen vorher abgesenkt wurde. Dann erfolgt die Messung am zweiten Brenner (Gruppen 6, 7 und 8). Auch dieser Brenner wird nach Auffinden des Einsatzpunktes wieder aufgefahren (Gruppe 9), was sich beim dritten Brenner wiederholt (Gruppen 10 und 11). Nach Beendigung der Messungen werden alle Brenner wieder gleichzeitig auf den Betriebszustand gebracht (Gruppe 12)

[0024] Es hat sich bewährt, die beiden Verfahren nach 1 und 2 zu kombinieren und zwar derart, dass zunächst mit groben Sprüngen durch Absenkung reihum eine erste Näherung für die Lage der Einsatzpunkte ermittelt wird, um sie dann nach einer allgemeinen Luftabsenkung feinstufig zu vermessen.

3. Ermittlung der Einsatzpunkte durch Luftaustausch

[0025] In Fällen bei denen die Methode der allgemeinen Absenkung der Luftzufuhr keine ausreichende Entkopplung bewirkt oder wenn Zweifel an der Verlässlichkeit der Messungen besteht, können die eventuell wechselwirkenden Brenner gemeinsam optimiert werden.

[0026] Dazu werden die Brenner, die im Verdacht stehen miteinander in Wechselwirkung zu stehen, durch gleichzeitige Drosselung der Luftzufuhr an allen Brennern in eine Position gebracht bei der deutlich CO entsteht. Dann wird

die Verbrennungsluft unter Konstanzhaltung ihrer Summe zwischen den Brennern so lange umgesteuert, bis das CO ein Minimum erreicht. Da die CO-Konzentration stärker als linear mit dem Luftmangel anwächst, kann ein Minimum nur erreicht werden, wenn alle Brenner den gleichen Abstand von ihren Einsatzpunkten haben.

[0027] Bei zwei beteiligten Brennern wird dazu bei einem Brenner die Luft um einen Schritt reduziert und gleichzeitig beim zweiten die Luft um genau den gleichen Betrag erhöht. Wenn dabei eine Erhöhung der CO-Konzentration beobachtet wird, erfolgt der gleiche Eingriff in umgekehrter Richtung andernfalls wird fortgefahren bis ein Minimum der CO-Konzentration durchlaufen wurde.

[0028] Bei drei oder mehr beteiligten Brennern wird reihum bei jedem Brenner die Luftzufuhr um einen Schritt erhöht oder erniedrigt und gleichzeitig diese Veränderung anteilig bei den anderen kompensiert.

[0029] Das Verfahren wird anhand der Fig. 7 für zwei Brenner erläutert:

[0030] Ausgehend vom Betriebszustand werden zum Zeitpunkt t 1 beide Brenner so weit abgesenkt, dass deutlich CO entsteht. Der CO-Anstieg ist erst nach der Totzeit der Messung erkennbar, die in Fig. 7 mit einer Skalenbreite auf der Zeitachse angenommen wurde.

[0031] Erfahrungsgemäß schwankt der CO-Wert oberhalb des Grundwertes erheblich und zwar um so mehr, je höher der Messwert selbst ist. Für eine zuverlässige Messung ist es deshalb erforderlich, die Anlage einige Zeit gerade auslaufen zu lassen und den Mittelwert der CO-Konzentration zu bilden. Der Mittelwert ist in Fig. 7 ebenfalls dargestellt. Nach der Wartezeit zur Mittelwertbildung wird zum Zeitpunkt t2 der erste Brenner erhöht und gleichzeitig der zweite Brenner um den gleichen Betrag erniedrigt. Nach der Totzeit wird dabei eine deutliche Erhöhung der CO-Konzentration beobachtet. Deshalb wird diese Änderung zum Zeitpunkt t3 wieder zurückgenommen, so dass sich der frühere CO-Wert wieder einstellt. Wegen des stark unruhigen Signals ist es unbedingt empfehlenswert vor einer Änderung in Gegenrichtung den Ausgangszustand noch einmal anzufahren, um die Reproduzierbarkeit der Messungen zu verifizieren.

[0032] Zum Zeitpunkt t4 erfolgt dann eine Veränderung in Gegenrichtung, was eine Verringerung der CO-Konzentration zu Folge hat. Also wird in diese Richtung fortgefahren. Nach der gleichartigen Änderung zur Zeit t5 wird eine weitere Verringerung des CO-Wertes beobachtet, der aber nach der ebenfalls gleichsinnigen Veränderung zur Zeit t6 wieder ansteigt. Infolgedessen wird zum Zeitpunkt t7 die letzte Änderung wieder zurückgenommen und der Zustand nach dem Zeitpunkt t5 wieder hergestellt, bei dem die CO-Konzentration offensichtlich ein Minimum durchlaufen hat. Die beiden Brenner befinden sich nun gleich weit von ihren Einsatzpunkten entfernt. Um diese nun konkret zu ermitteln wird die Luft an beiden Brennern gleichzeitig in einzelnen Schritten erhöht, bis das CO im Rauchgas gerade wieder verschwindet. Dies ist nach der Änderung zur Zeit t10 der Fall. Die Einstellungen zur Zeit t10 sind also die gesuchten Einsatzpunkte. Anschließend kann durch weitere Lufterhöhung der Betriebszustand wieder hergestellt werden (Zeitpunkt t11).

4. Verifizierung der Einsatzpunkte aus dem Verlauf der CO-Konzentration

[0033] Aus der Tatsache, dass das Puffervermögen eines Brenners, d.h. die Fähigkeit fremdes CO ohne Änderung der CO-Konzentration zu absorbieren, mit dem Luftüberschuss abnimmt und am Einsatzpunkt verschwindet, lässt sich ein Verfahren zur Verifizierung der Einsatzpunkte ableiten. Es wird anhand der Fig. 8 - 10 am Beispiel eines Systems von zwei Brennern dargestellt:

[0034] Die Luft von Brenner 1 sei auf einen Betrag unterhalb seines Einsatzpunktes reduziert worden, so dass er ein gewisses Quantum CO erzeugt (Fig. 8). Brenner 2 werde zunächst noch mit hohem Luftüberschuss betrieben. Wenn die Brenner miteinander wechselwirken, wird das von Brenner 1 erzeugte CO vollständig vom Puffervermögen des Brenners 2 absorbiert, so dass nach aussen kein CO-Anstieg sichtbar wird (Fig. 9).

[0035] Wenn in dieser Situation die Luft von Brenner 2 schrittweise reduziert wird, verkleinert sich sein Puffervermögen, das CO kann nicht mehr vollständig absorbiert werden und wird nach und nach sichtbar (Fig. 10). Der Anstieg der sichtbaren CO-Konzentration wird dabei immer flacher und in der Nähe der Einsatzpunktes fast waagrecht. Mit Erreichen des Einsatzpunktes entsteht ein sehr scharfer Knick nach oben und die CO-Konzentration wächst mit der normalen Rate, die auch bei nicht gekoppelten Systemen beobachtet wird.

[0036] Dem eigentlichen "normalen" CO-Anstieg bei Erreichen des Einsatzpunktes ist also ein Hügel vorgelagert, der auf die Absorption fremden COs zurückzuführen ist. Diese auffallende Erscheinung, die in dieser Form sonst nicht vorkommt, wird nachfolgend "Absorptionshügel" genannt. Höhe und Breite des Absorptionshügels hängen natürlich von der Menge des zuvor absorbierten COs ab, so dass darüber keine generelle Aussage getroffen werden kann. Der Hügel ist jedoch leicht an der geringen (und sogar abnehmenden) Steigung und dem nachfolgenden scharfen Knick erkennbar. Dies gilt auch dann, wenn wegen der endlichen Schrittweite die Form des Absorptionshügels nur grob abgebildet wird (siehe Fig. 11).

[0037] Der Absorptionshügel ist ein eindeutiger Indikator für das Vorhandensein einer Kopplung. Solange an irgendeinem Brenner ein Absorptionshügel nachweisbar ist, besteht noch eine Wechselwirkung zwischen den Brennern. Dadurch gewinnt man ein Mittel, die Richtigkeit der vermuteten Einsatzpunkte zu überprüfen.

[0038] Dazu werden die Brenner kurz vor die vermuteten Einsatzpunkte gebracht, so dass gerade noch kein CO entsteht (Ausgangsstellung). Dann werden die Brenner nacheinander auf das Vorhandensein eines Absorptionshügels untersucht, indem die Luft in mehreren Schritten reduziert und dabei die Steigung der CO-Konzentration gemessen wird. Die gemessene Steigung wird wahlweise mit der Steigung des vorherigen Schrittes, dem Mittelwert der bisherigen Steigung oder der kleinsten bisher aufgetretenen Steigung verglichen. Wenn sie nicht stetig zunimmt, sondern ungefähr gleichbleibt oder abnimmt liegt ein Absorptionshügel vor und mindestens zwei der vermuteten Einsatzpunkte sind falsch.

[0039] Zur weiteren Absicherung kann die Absenkung so lange fortgesetzt werden bis der scharfe Knick nach oben erkennbar wird oder es besteht die Möglichkeit in einem Vorversuch die "normale" Steigung bei Erreichen des Einsatzpunktes zu bestimmen und mit der tatsächlich aufgetretenen Steigung zu vergleichen. Der "normale" Anstieg hängt vom Brennstoff, den Messbereichen der beteiligten Transmitter, insbesondere aber von der Anzahl der Brenner in der Anlage ab, ist also schwer im voraus zu berechnen. Sie kann jedoch gemessen werden, was zweckmäßig schon bei Ermittlung der Einsatzpunkte, z.B. nach den Verfahren gemäß Abschnitt 1 oder 2, geschieht. (In diesem Abschnitt ist nur von der Überprüfung der Einsatzpunkte die Rede.)

5. Iteratives Verfahren zur Ermittlung der Einsatzpunkte

[0040] Der Asorptionshügel wird durch einen scharfen Knick nach oben abgeschlossen. Seine Lage ist zugleich der Einsatzpunkt des untersuchten Brenners. Damit lässt sich ein iteratives Verfahren zur Ermittlung der Einsatzpunkte angeben, das bei extrem starker Wechselwirkung zwischen den Brennern zum Einsatz kommen kann. Bei diesem Verfahren werden die Brenner nacheinander aus dem wechselwirkenden System entfernt.

[0041] Dazu werden zunächst die Einsatzpunkte nach irgendeinem Verfahren näherungsweise bestimmt, zum Beispiel durch Absenkung der Luft reihum, wie im Abschnitt 1 beschrieben. Dann werden die Brenner auf einen Wert kurz oberhalb dieser Einsatzpunkte eingestellt, so dass gerade noch kein CO entsteht (Ausgangsstellung). Wie im vorigen Abschnitt beschrieben, werden die Brenner nun einzeln auf das Vorhandensein von Absorptionshügeln untersucht. Wenn ein solcher gefunden wird, wird die Luft an diesem Brenner weiter bis zum Knickpunkt der CO-Konzentration reduziert. Das zu diesem Knickpunkt gehörende Korrektursignal und gegebenenfalls der Luftdurchfluss wird als neuer Einsatzpunkt gespeichert. Nach jeder Messung wird natürlich die Ausgangsstellung wieder hergestellt.

[0042] Nachdem alle Brenner auf diese Art vermessen sind, wird bei den Brennern, bei denen ein Absorptionshügel gefunden wurde, die Luft kurz oberhalb des neu bestimmten Einsatzpunktes eingestellt und für die Dauer der weiteren Versuche dort festgehalten. Diese Brenner sind dann in einem Zustand, in dem sie weder CO erzeugen noch fremdes CO absorbieren können. Sie scheiden damit aus dem Wechselwirkungssystem aus.

[0043] Die übrigen Brenner werden wieder auf hohen Luftdurchfluss eingestellt und die Luftabsenkung reihum wird mit den verbliebenen Brennern wiederholt. Dann wird wieder auf Absorptionshügel untersucht und bei positivem Befund die betroffenen Brenner ebenfalls separiert. So wird fortgefahren, bis an keinem Brenner mehr ein Absorptionshügel beobachtet wird. Die korrekten Einsatzpunkte sind damit gefunden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung der CO-Einsatzpunkte bei Feuerungsanlagen mit mehreren Brennern, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- a) die Luftzufuhr an den einzelnen Brennern in einer vorher festgelegten Reihenfolge reihum um jeweils einen Schritt abgesenkt und anschließend die Totzeit der CO-Messung abgewartet wird und dies so lange fortgesetzt wird, bis CO im Rauchgas erscheint,
- b) die Luftzufuhr des zuletzt geänderten Brenners wieder um einen oder zwei Schritte erhöht wird, so dass das CO wieder verschwindet und dann dieser dann für das weitere Verfahren unverändert so stehen bleibt,
- c) sodann die Reihe mit den verbleibenden Brennern so lange fortgesetzt wird, bis erneut CO im Rauchgas erscheint,
- d) auch hier bei dem zuletzt veränderten Brenner die Luftzufuhr wieder erhöht wird und auch dieser dann unverändert stehen bleibt,
- e) so fortgefahren wird, bis der Einsatzpunkt der CO-Erzeugung bei allen Brennern ermittelt ist.

2. Verfahren zur Ermittlung der CO-Einsatzpunkte bei Feuerungsanlagen mit mehreren Brennern, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- a) die Luftzufuhr an allen Brennern gleichzeitig um einen aus der Erfahrung gewonnenen Betrag so weit re-

EP 1 186 830 A1

duziert wird, dass gerade noch kein CO im Rauchgas erscheint (Ausgangspunkt) und
b) anschließend nacheinander bei jedem Brenner einzelnen die Luftzufuhr weiter bis zum Einsatzpunkt der CO-Erzeugung reduziert wird und dann wieder zum Ausgangspunkt zurückgekehrt wird.

- 5 **3.** Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Alarm erzeugt wird, wenn bei der ersten gemeinsamen Absenkung wider Erwarten dennoch CO entsteht.
- 10 **4.** Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verfahren kombiniert werden, indem zunächst mit dem Verfahren nach 1. die CO-Einsatzpunkte grob vorbestimmt und anschließend mit dem Verfahren nach 2. fein vermessen werden.
- 15 **5.** Verfahren zur Ermittlung der CO-Einsatzpunkte bei Feuerungsanlagen mit mehreren Brennern, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- 20 a) bei Brennern, die im Verdacht stehen miteinander in Wechselwirkung zu stehen, die Luftzufuhr an allen dieser Brenner so weit reduziert wird, bis deutlich CO im Rauchgas erscheint,
 b) die gesamte Luftzufuhr dann unter Konstanthaltung ihrer Summe zwischen den einzelnen Brennern so lange umgesteuert wird, bis die CO-Konzentration im Rauchgas ein Minimum annimmt,
 c) die Luftzufuhr anschließend bei allen Brennern gleichmäßig so weit erhöht wird, bis das CO im Rauchgas wieder verschwindet.
- 25 **6.** Verfahren zur Verifizierung der CO-Einsatzpunkte und zum Nachweis einer eventuellen Wechselwirkung zwischen den Brennern, **dadurch gekennzeichnet, dass**
bei allen Brennern der Luftdurchfluss kurz vor die vermuteten CO-Einsatzpunkte eingestellt wird und dann die Luft an allen Brennern nacheinander um mehrere Schritte reduziert und dabei die Steigung der CO-Konzentration gemessen wird. Wenn die Steigung relativ klein ist oder abnimmt oder einen scharfen Knick nach oben aufweist, liegt ein Absorptionshügel vor, d. h. es besteht eine Wechselwirkung zwischen den Brennern und mindestens einige der vermuteten CO-Einsatzpunkte sind falsch.
- 30 **7.** Verfahren zur Ermittlung der CO-Einsatzpunkte bei Feuerungsanlagen mit mehreren Brennern, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- 35 1. nach irgendeinem Verfahren, z.B. durch Absenkung der Luft reihum gemäß Anspruch 1 die CO-Einsatzpunkte näherungsweise bestimmt werden und dann
 2. die Luft an allen Brennern kurz oberhalb dieser CO-Einsatzpunkte eingestellt wird, so dass gerade noch kein CO entsteht, sodann
 3. die einzelnen Brenner auf das Vorhandensein eines Absorptionshügels untersucht werden und
 4. falls ein solcher beobachtet wird, die Absenkung der Luft so lange fortgesetzt wird bis ein steiler Anstieg der CO-Konzentration beobachtet wird,
40 5. das Korrektursignal und gegebenenfalls der Luftdurchfluss an dem dies geschieht als neuer CO-Einsatzpunkt gespeichert wird und
 6. nach Abschluss der Messungen der Luftdurchfluss bei den Brennern mit neu bestimmten CO-Einsatzpunkten kurz oberhalb derselben eingestellt und dort festgehalten wird, bei allen anderen Brennern jedoch wieder ein hoher Luftüberschuss erzeugt wird und
45 7. das Verfahren mit letztgenannten Brennern ab Schritt 1 wiederholt wird und
 8. dies so lange fortgesetzt wird, bis bei keinem der Brenner mehr ein Absorptionshügel beobachtet wird.
- 50
- 55

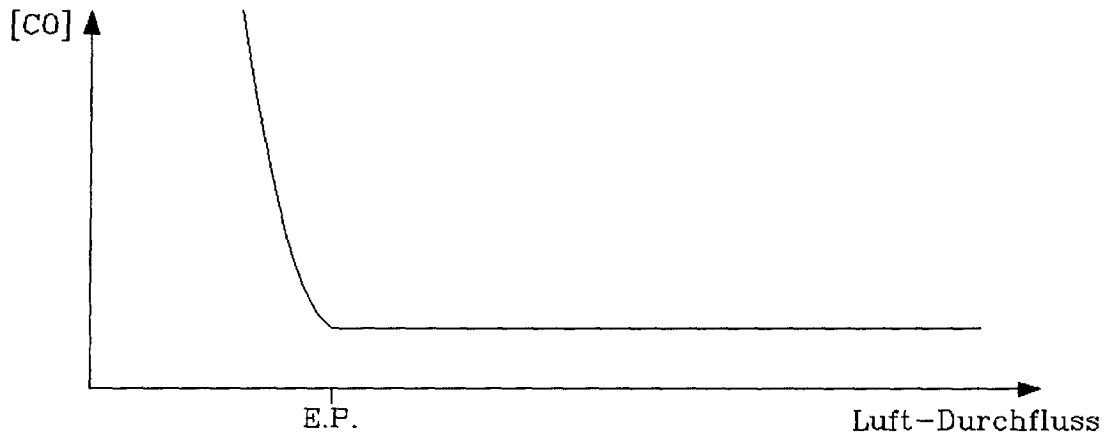


Fig. 1

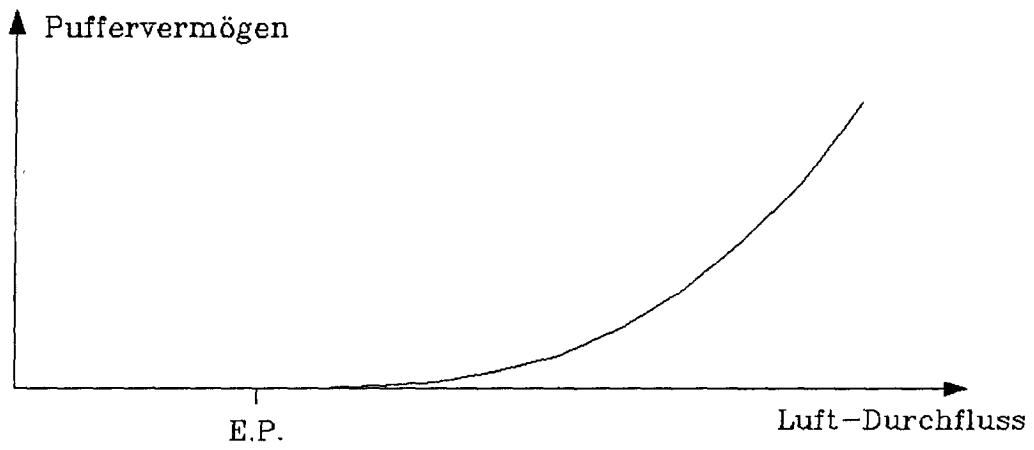


Fig. 2

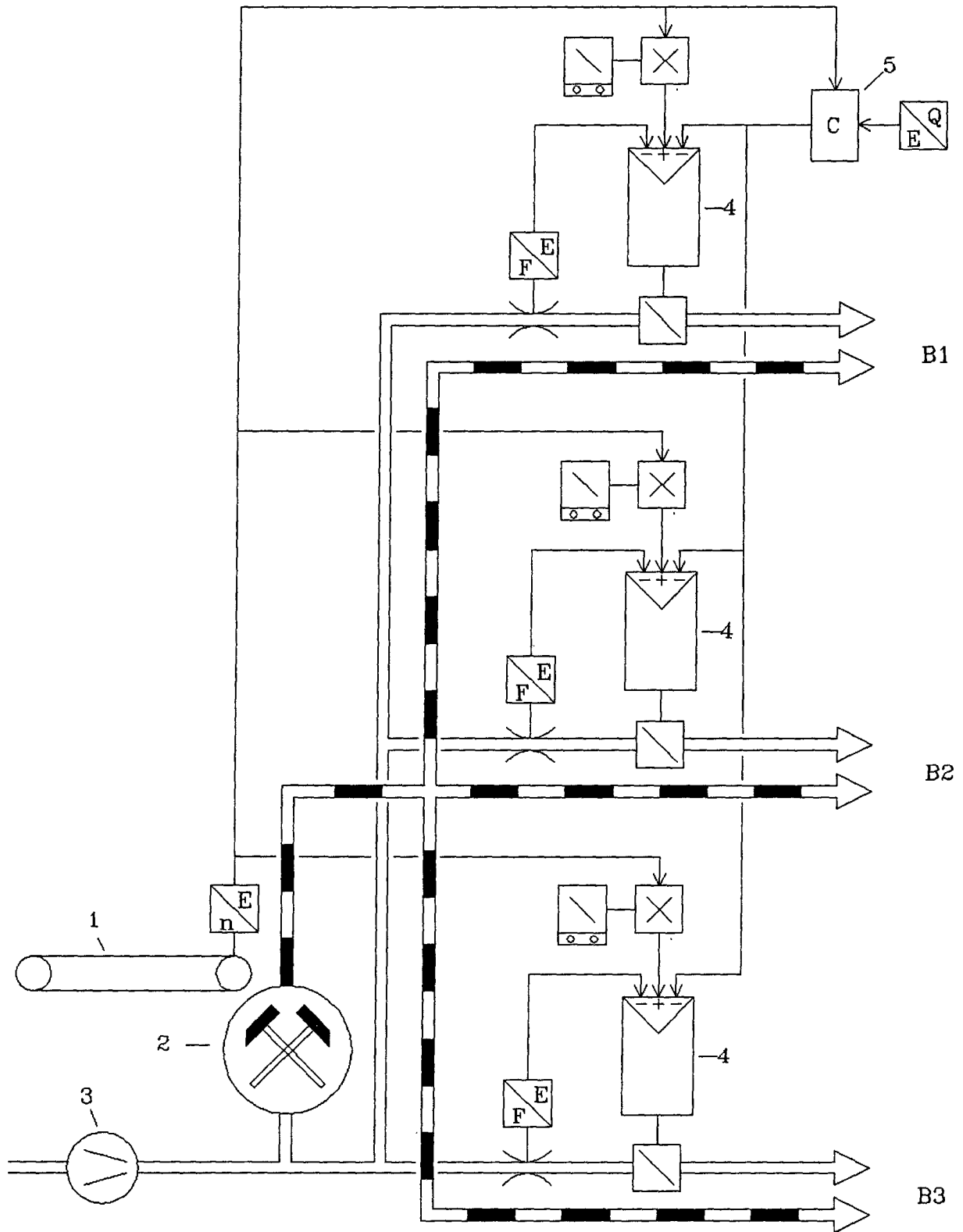


Fig. 3



Fig. 4

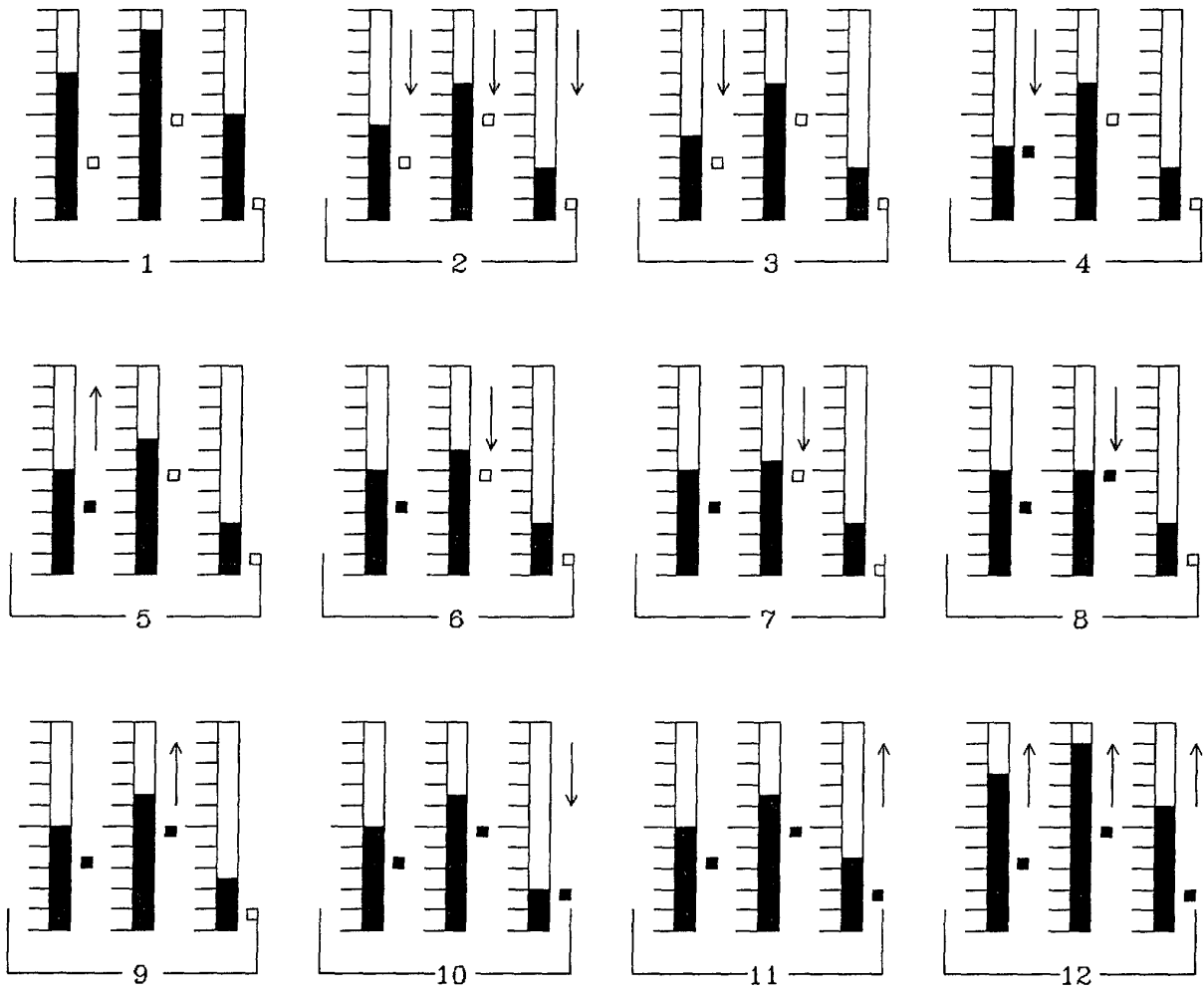


Fig. 5

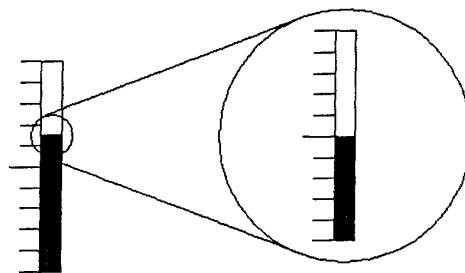


Fig. 6

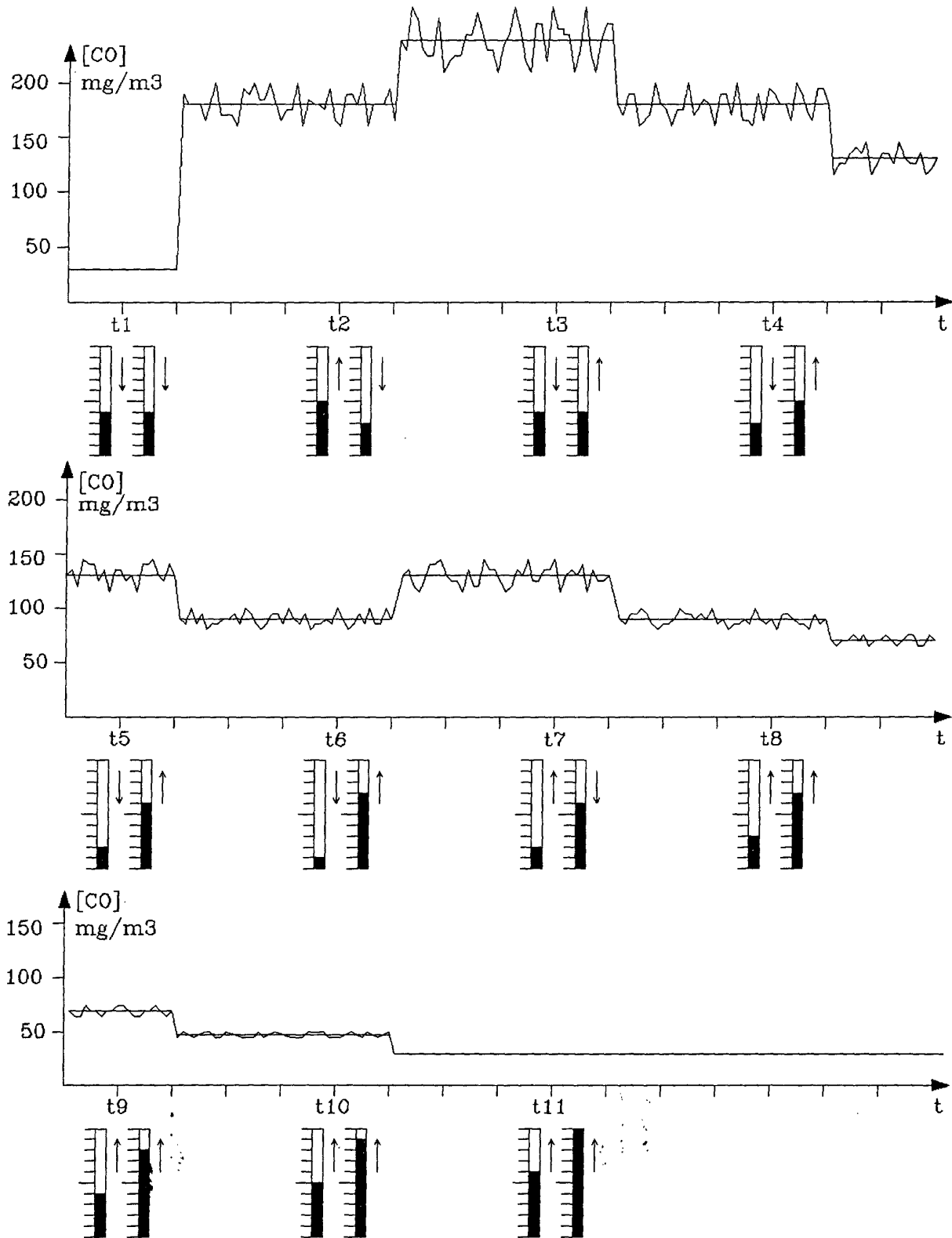


Fig. 7

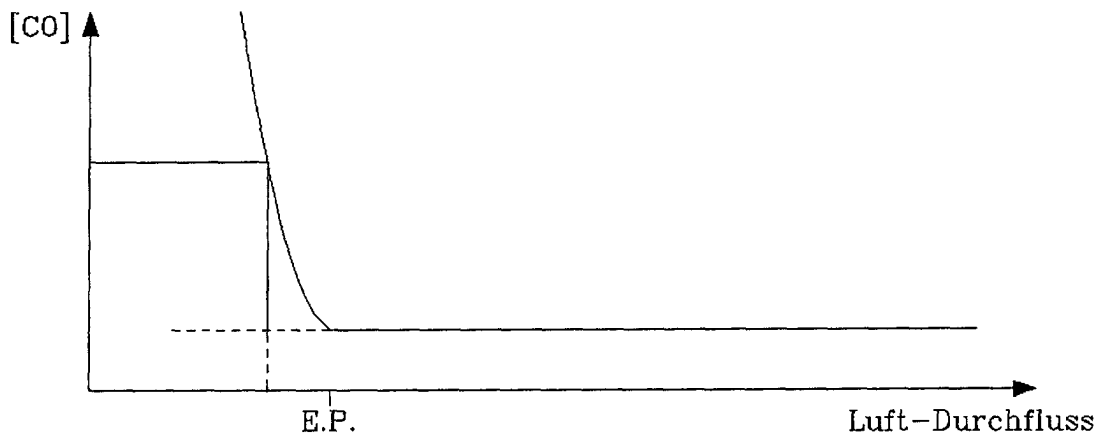


Fig. 8

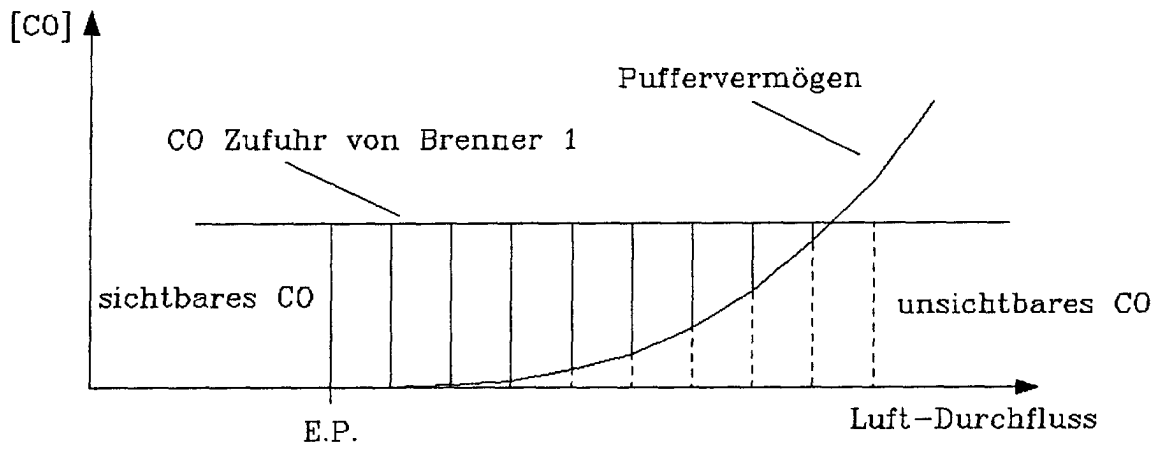


Fig. 9

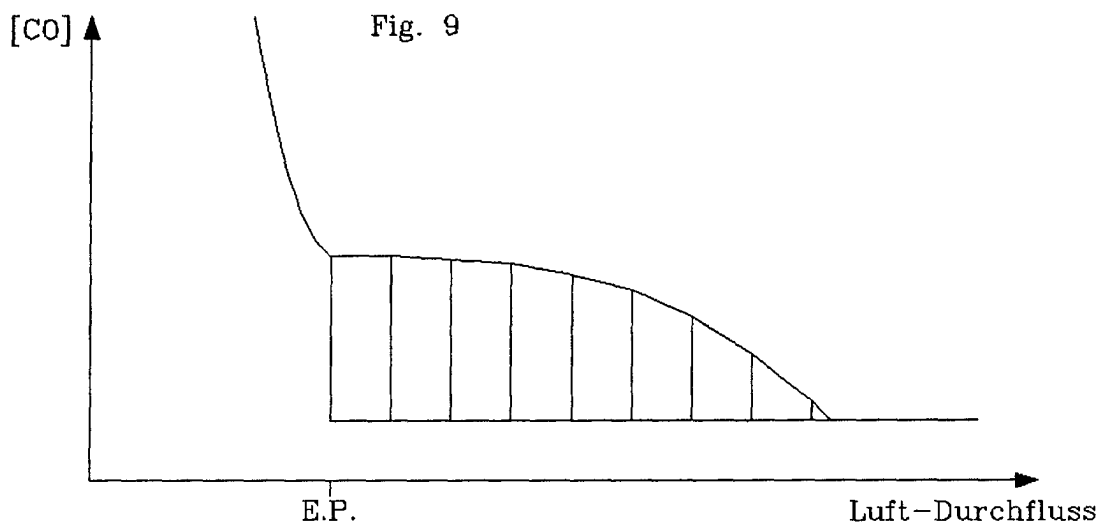


Fig. 10

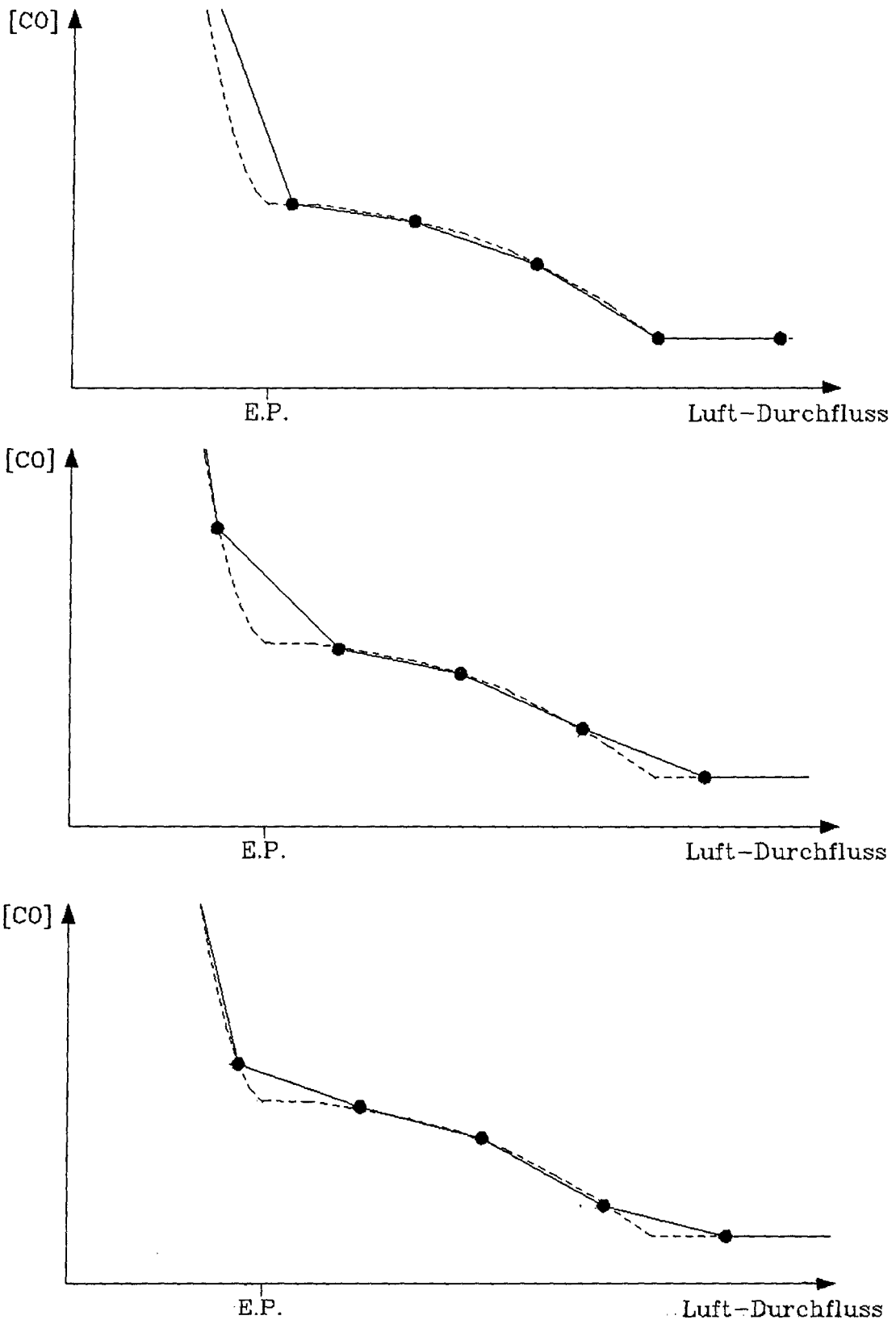


Fig. 11



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 10 8897

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A,D	DE 37 37 354 C (SCHOPPE & FÄSER) 11. Mai 1989 (1989-05-11) * das ganze Dokument *	1,2,5-7	F23N5/00
			RECHERCHIERTER SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F23N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
DEN HAAG		11. Dezember 2001	
		Prüfer	
		Kooijman, F	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		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 & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EP 01 FORM 1 (03.03.82) (P.4/03)

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

EP 01 10 8897

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.

11-12-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3737354 C	11-05-1989	DE 3737354 C1	11-05-1989

EPC FORM P/461

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