

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 83102205.8

51 Int. Cl.³: **F 23 M 11/04**
F 23 N 5/00

22 Anmeldetag: 07.03.83

30 Priorität: 11.03.82 DE 3208765

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.09.83 Patentblatt 83/38

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

71 Anmelder: **Ruhrgas Aktiengesellschaft**
Huttropstrasse 60 Postfach 10 32 52
D-4300 Essen 1(DE)

72 Erfinder: **Kühn, Friedhelm, Dr.**
Fichtestrasse 108
D-4330 Mülheim(DE)

74 Vertreter: **Zenz, Joachim Klaus, Dipl.-Ing. et al,**
ZENZ & HELBER Patentanwälte Am Ruhrstein 1
D-4300 Essen 1(DE)

54 Verfahren zur Überwachung von Feuerungsanlagen.

57 Ein Verfahren zur Überwachung von Mantelstrahlheizrohren und Rekuperatorbrennern unter Verwendung eines auf den O₂-Partialdruck im Abgas ansprechenden Meßfühlers. Bei niedrigen Abgastemperaturen bis hinunter zu 200 - 300°C wird eine durch den Übergang von überstöchiometrischer auf unterstöchiometrische Verbrennung, und umgekehrt, auftretende sprunghafte Änderung des Meßfühler-Ausgangssignals ermittelt und als Schalt- und/oder Warnsignal wiedergegeben. Das Verfahren kann auch zur Flammenüberwachung, zur Feststellung von Leckstellen und Rissen in Mantelrohren und zur Überwachung der Dichtigkeit von abgesperrten Gas-Magnetventilen verwendet werden.

EP 0 088 975 A2

Verfahren zur Überwachung von Feuerungsanlagen

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Überwachung von Feuerungsanlagen unter Verwendung eines auf den O_2 -Partialdruck im Abgas ansprechenden Meßfühlers.

Bei bekannten Verfahren dieser Art wird durch quantitatives Messen des O_2 -Partialdrucks im Gas die Luftzahl ermittelt und diese durch entsprechende Regelung der Feuerungsanlage bzw. der Gas- und Luftzufuhr auf einen vorgegebenen konstanten Wert eingeregelt. Hierdurch kann die Verbrennungsqualität überwacht und laufend auf einem günstigen Wert konstant gehalten werden. Diese bekannte Verwendung eines O_2 -Partialdruck-Meßfühlers als Meßglied für die laufende Regelung der Verbrennungsqualität setzt aber voraus, daß die Abgastemperaturen in einem relativ hohen Temperaturbereich von 500 bis 600°C liegen. Bei niedrigeren Abgastemperaturen ist der Meßfühler nur dann zu einer quantitativen Messung des O_2 -Partialdrucks im Abgas geeignet, wenn er entsprechend beheizt wird.

Bei Feuerungsanlagen für Industrieöfen, insbesondere solchen für Wärmebehandlungsöfen der Stahlindustrie, sind aber relativ niedrige Abgastemperaturen erwünscht. In jüngster Zeit wird das Abgas bevorzugt zum Vorheizen der Verbrennungsluft verwendet. Dies geschieht beispielsweise in Mantelstrahlheizrohren und Rekuperatorbrennern. Bei derartigen Verbrennungseinrichtungen wurde bisher eine kontinuierliche Überwachung des Abgases nicht durchgeführt. Derzeit gebräuchliche Abgasanalysegeräte sind für eine solche Überwachung zu teuer und außerdem zu träge. Der Einsatz von beheizten Meßfühlern in jeder Verbrennungseinrichtung ist ebenfalls zu teuer. Ohne eine ständige Überwachung der Verbrennungsverhältnisse besteht aber die Gefahr, daß die Feuerungsanlage unter ungünstigen Verbrennungsverhältnissen arbeitet und beispielsweise von

Luftüberschuß auf Luftunterschuß übergegangen ist. Werden unter diesen Umständen nicht sofortige Wartungs- oder Reparaturmaßnahmen getroffen, so können Rekuperatorbrenner oder Mantelstrahlheizrohre oder auch weitere nachgeschaltete Rekuperatoren derart beschädigt werden, daß sie aufwendigen Reparaturen unterzogen oder sogar ausgetauscht werden müssen. Eine periodische Wartung der Feuerungsanlage oder Überprüfung der Verbrennungsverhältnisse, wie sie üblicherweise vorgenommen werden, helfen wenig, da sich die Verbrennungsverhältnisse unmittelbar nach einem Wartungszyklus wesentlich ändern können. Ein weiteres Problem beim Betrieb von Feuerungsanlagen stellten Undichtigkeiten von Magnetventilen dar, die zum Absperren der Gaszufuhrleitungen zu Strahlheizrohren dienen. Bei undichten Gas-Magnetventilen besteht die Gefahr, daß unverbranntes Gas in das Abgasnetz eingeleitet wird. Dies kann nicht toleriert werden. Diesem Problem ist man bisher dadurch begegnet, daß man Doppelabsperrarmaturen mit einer Abblaseeinrichtung in der Glaszufuhrleitung angeordnet hat. Eine solche Installation ist außerordentlich kostenaufwendig.

Eine weitere Störung, die bei der Verwendung von Mantelstrahlheizrohren auftreten kann, ist ein Riß oder eine sonstige Beschädigung des Mantelrohrs. Dabei diffundiert der im Abgas befindliche Sauerstoff in den mit Schutzgas gefüllten Ofenraum. Die Folge ist eine Oxydation des im Ofenraum befindlichen Wärmegutes. Bisher war es nur durch Einzelabschaltung und einzelnes Abdrücken der Strahlheizrohre möglich, das schadhafte Strahlheizrohr ausfindig zu machen. Es ist daher erwünscht, auch Risse oder sonstige Schäden der Mantelrohre von Mantelstrahlheizrohren ohne aufwendige Zusatzmaßnahmen laufend feststellen zu können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, das mit geringem gerätetechnischen Aufwand eine empfindliche und zuverlässige Überwachung der Verbrennungseinrichtungen auch bei niedrigen Abgastemperaturen ermöglicht, so daß auch

Mantelstrahlheizrohre und Rekuperatorbrenner laufend überwacht werden können. Neben der Feststellung ungünstiger Verbrennungsverhältnisse, die zur Beschädigung von Rekuperatorbrennern oder Mantelstrahlheizrohren führen können, soll das Verfahren auch die Möglichkeit einer Überwachung von Rekuperatorbrennern und Mantelstrahlheizrohren auf andere betriebliche oder gerätetechnische Störungen bieten.

Ausgehend von dem Verfahren der eingangs genannten Art, ist erfindungsgemäß zur Lösung dieser Aufgabe vorgesehen, daß bei niedrigen Abgastemperaturen bis hinunter zu etwa 200 bis 300°C oder sogar darunter eine durch den Übergang von überstöchiometrischer auf unterstöchiometrische Verbrennung, und umgekehrt, auftretende sprunghafte Änderung des Meßfühlerausgangssignals ermittelt und in wenigstens ein Schalt- und/oder Warnsignal umgesetzt wird.

Es ist zwar bekannt, daß die hier verwendbaren Meßfühler beim Einsatz unter hohen Abgastemperaturen von 500-600°C eine sprunghafte Änderung ihres Ausgangssignals zeigen. Neu und durch die Erfindung ausgenutzt ist aber, daß diese sprunghafte Änderung auch dann noch definiert feststellbar und zu Schaltzwecken verwendbar ist, wenn die Meßkennlinie des Meßfühlers wegen der niedrigen Abgastemperaturen un- stetig wird und eine quantitative Erfassung des O₂-Partial- drucks ausgeschlossen ist. Eine sprunghafte Änderung des Meßfühler-Ausgangssignals zeigt an, daß die Verbrennung beispielsweise von Luftüberschuß auf Luftunterschluß über- gegangen ist. Dementsprechend ist eine sofortige Wartung der Feuerungsanlage erforderlich. Durch Abgabe eines Schalt- signals zum Absperren der Gaszufuhr und ggf. anderer Medien- Zu- und -Abgänge kann eine weitere Benutzung der Feuerungs- anlage unter ungünstigen Verbrennungsverhältnissen vermieden werden. Mit Hilfe eines Warnsignals kann alternativ oder zu- sätzlich das Bedienungspersonal zu einer Handabschaltung und

sofortigen Wartung der Feuerungsanlage angehalten werden.

Eine entsprechende Überwachungsmöglichkeit ist auch bei solchen Mantelstrahlheizrohren oder Rekuperatorbrennern gegeben, die beispielsweise zur Herstellung eines Schutzgases unterstöchiometrisch betrieben werden.

Zur Überwachung von Strahlheizrohren findet vorzugsweise eine Sicherheitskette aus einem Gas-Absperrorgan und einem die Auf- und Zu-Stellung des Gas-Absperrorgans bestätigenden Endstellungsrückmelder Verwendung. Die Dichtigkeit eines solchen Gas-Absperrorgans, beispielsweise eines Magnetventils, kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren einfach dadurch überprüft werden, daß nach dem Schließen des Gas-Absperrorgans und der Bestätigung der Zu-Stellung durch den Endstellungsrückmelder das Meßfühlerausgangssignal mit einem vorgegebenen unteren Grenzwert verglichen wird. Liegt der Istwert des Meßfühlerausgangssignals oberhalb dieses Grenzwerts, so wird ein Warnsignal erzeugt. Daraufhin kann eine Handabsperrarmatur sofort geschlossen werden, um die zugehörige Gaszufuhrleitung abzusperren.

Mit Hilfe des O_2 -Partialdruck-Meßfühlers kann zusätzlich auch eine laufende Flammenüberwachung durchgeführt werden. Findet bei geöffneter Gaszufuhr keine Verbrennung statt, so ist das Ausgangssignal des Meßfühlers deutlich außerhalb des Sollbereichs bei normaler Verbrennung. Unter dieser Bedingung wird automatisch ein Schaltsignal entwickelt, das die Gaszufuhr zum Strahlheizrohr abschaltet.

Das Eindringen von Fremdgas in ein Mantelstrahlheizrohr, wie es beispielsweise bei einem Riß im Mantelrohr auftritt, läßt sich ebenfalls durch das erfindungsgemäße Verfahren feststellen. Das Eindringen von Fremdgas führt nämlich zu einer Verschiebung des Meßfühler-Ausgangssignals. Aufgrund dieser

Verschiebung können alle am Mantelstrahlheizrohr angeschlossenen Strömungsmedien-Zugänge und -Abgänge abgesperrt werden.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Mantelstrahlheizrohrs mit Absperrorganen in allen Medienzugängen und -abgängen und einem O_2 -Partialdruck-Meßfühler im Abgasstrom; und

Figur 2 eine exemplarische Kennlinie eines auf O_2 -Partialdruck ansprechenden Meßfühlers, wobei die Kennlinie die Änderung des Meßfühler-Ausgangssignals in Abhängigkeit vom Sauerstoffpartialdruck im überstöchiometrischen und im unterstöchiometrischen Bereich veranschaulicht.

In Figur 1 ist eine Feuerungsanlage mit einem Mantelstrahlheizrohr 1 gezeigt, das ein zentrales Zuführrohr 2 für Gas und eine diese umgebende Kammer 3 für die Zufuhr der Verbrennungsluft aufweist. Das Verbrennungsgas und die Luft werden in einem Brennermund 4 gemischt. An den Brennermund 4 schließt sich das Verbrennungsrohr 5 an, in dem die Verbrennung stattfindet. Die Abgase werden in einem das Verbrennungsrohr konzentrisch umgebenden Mantelrohr 6 im Rückstrom zurückgeleitet und wärmen in dem der Ringkammer 3 benachbarten Wärmetauschabschnitt des Strahlheizrohrs 1 die Verbrennungsluft vor. Im Abgasstrom (Rohrstutzen 7) des Mantelstrahlheizrohrs 1 ist ein Meßfühler 8 angeordnet, der auf den O_2 -Partialdruck im Abgas anspricht. Sein elektrisches Ausgangssignal (EMK) wird in einem Regler 9 ermittelt und bei einer entsprechenden Signaländerung in ein Warnsignal über den akustischen Störungsmelder 10 und/oder in ein oder mehrere Schaltsignale zum Absperrn der Medien-Zugänge und -Abgänge umgesetzt.

Bei der in Figur 1 gezeigten Feuerungsanlage ist eine Sicherheitskette aus einem in der Gasleitung 12 angeordneten Magnetventil 13 und einem mechanischen Endschalter 14 vorgesehen, der die Auf- und Zu-Stellungen des Gasmagnetventils 13 feststellt. Mit dem mechanischen Endschalter 14 ist ein Stellungsrückmelder 15 verbunden, der die mechanisch abgegriffene Endstellung in ein elektrisches Signal umsetzt und in den Regler 9 eingibt.

In der Lufzufuhrleitung 16 ist ein weiteres Absperrorgan in Form eines Magnetventils 17 und in der Abgasleitung 18 ist ein Absperrorgan in Form eines Magnetventils 19 angeordnet. Eine Handabsperrarmatur 20 ist dem Magnetventil 13 vorgeschaltet und dient als Sicherheitsabsperrung bei Ausfall des Magnetventils 13.

Im Betrieb des Mantelstrahlheizrohrs 1 gemäß Figur 1 wird der O_2 -Partialdruck bei relativ niedrigen Abgastemperaturen bis hinunter zu 200 bis 300°C über den Meßfühler 8 laufend überwacht. In dem in Figur 2 dargestellten normalen Arbeitsbereich (überstöchiometrisch) ändert sich das elektrische Ausgangssignal des Meßfühlers 8 nur gering, und der Regler 9 gibt innerhalb dieses Sollbereichs des Ausgangssignals weder ein Warnsignal noch ein die Absperrorgane schließendes Schaltsignal ab. Wenn aber die Verbrennung aus dem überstöchiometrischen in den unterstöchiometrischen Bereich überwechselt, so ergibt sich, wie die gestrichelte Kennlinie in Figur 2 zeigt, eine starke sprunghafte Änderung des Ausgangssignals. Diese ist für den Regler eindeutig erkennbar obwohl die Meßkennlinie wegen der niedrigen Abgastemperaturen relativ unstetig ist und sich quantitativ nicht auswerten läßt. Eine solche sprunghafte Änderung des Meßfühler-Ausgangssignals ist als Anzeichen dafür zu werten, daß die Feuerungsanlage, hier das Mantelstrahlheizrohr 1, bei ungünstigen Verbrennungsverhältnissen arbeitet oder die Flamme erloschen ist, so daß vom Bedienungspersonal die entsprechenden Wartungsmaßnahmen

durchgeführt werden müssen. Der Regler 9 erzeugt ein Warnsignal beispielsweise über den akustischen Störmelder 10 oder ein Schaltsignal zur sofortigen Abschaltung zumindest der Gaszufuhr mittels des Magnetventils 13.

Die geschlossene Stellung des Magnetventils 13 wird über den Endschalter 14 und den Endstellungsrückmelder 15 zum Regler 9 bestätigt. Wenn in dieser bestätigten Zu-Stellung über den Meßfühler 8 an den Regler 9 ein Ausgangssignal gegeben wird, das einen im Regler vorgegebenen unteren Grenzwert übersteigt, wird ein Warnsignal abgegeben, damit die Handabsperrarmatur 20 sofort geschlossen werden kann. Auf diese Weise ist eine laufende Überwachung auch von Undichtigkeiten der maßgeblichen Absperrorgane mit Hilfe desselben O₂-Partialdruck-Meßfühlers 8 möglich.

Bei einem Einbruch eines Fremdgases von außen in das Mantelstrahlheizrohr 1 ergibt sich ebenfalls eine deutliche Verschiebung des Meßsignals des Meßfühlers 8. Bei einer solchen Verschiebung werden alle am Mantelstrahlheizrohr 1 angeschlossenen Medienzu- und -abgänge über die Magnetventile 13, 17 und 19 abgesperrt. Auf diese Weise lassen sich auch Risse im Mantelrohr 6 relativ rasch feststellen und die erforderlichen Gegenmaßnahmen einleiten.

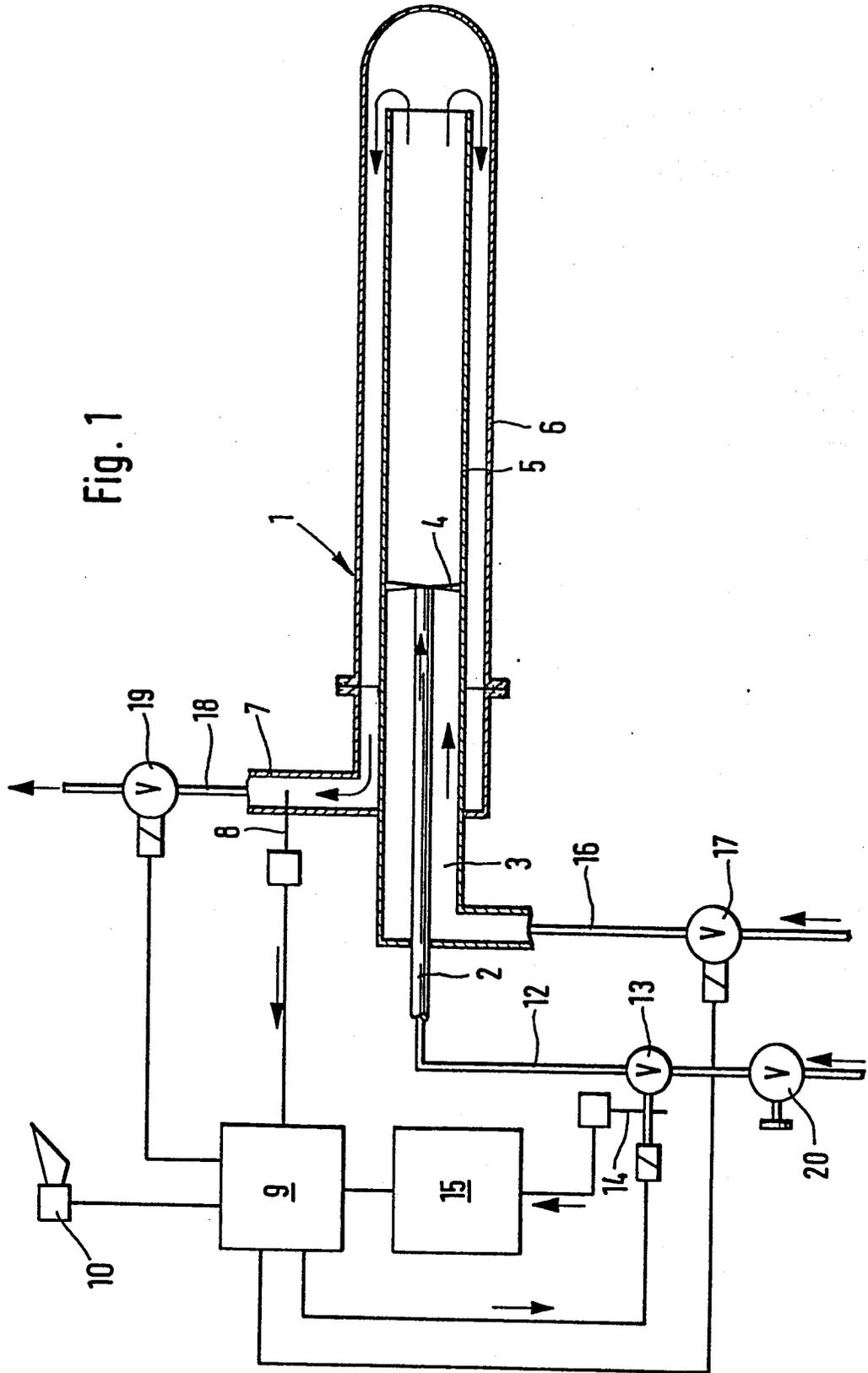
Ansprüche

1. Verfahren zur Überwachung von Feuerungsanlagen unter Verwendung eines auf O_2 -Partialdruck im Abgas ansprechenden Meßfühlers, dadurch gekennzeichnet, daß bei niedrigen Abgastemperaturen bis hinunter zu etwa 200 bis $300^{\circ}C$ und darunter eine durch den Übergang von überstöchiometrischer auf unterstöchiometrische Verbrennung, und umgekehrt, auftretende sprunghafte Änderung des Meßfühlerausgangssignals ermittelt und in wenigstens ein Schalt- und/oder Warnsignal umgesetzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Messung des O_2 -Partialdrucks im Abgasstrom erfolgt, nachdem dem Abgas in wenigstens einem Rekuperator oder in einem Mantelstrahlheizrohr Wärme entzogen worden ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 zur Überwachung von Strahlheizrohren, unter Verwendung einer Sicherheitskette aus einem Gas-Absperrorgan und einem die Auf- und Zu-Stellungen des Gas-Absperrorgans bestätigenden Endstellungsrückmelder, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Schließen des Gas-Absperrventils und der Bestätigung der Zu-Stellung durch den Endstellungsrückmelder das Meßfühlerausgangssignal mit einem vorgegebenen unteren Grenzwert verglichen wird und ein Warnsignal erzeugt wird, wenn das Meßfühlerausgangssignal oberhalb des unteren Grenzwerts liegt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zur Überwachung von Strahlheizrohren, unter Verwendung einer Sicherheitskette aus einem Gas-Absperrorgan und einem die Auf- und Zu-Stellungen des Gas-Absperrorgans bestätigenden Endstellungsrückmelder, dadurch gekennzeichnet, daß bei geöffnetem Gas-

Absperrorgan und bestätigter Auf-Stellung das Ausbrechen des Meßfühlerausgangssignals aus einem vorgegebenen Sollbereich ermittelt und in ein Schaltsignal zum Absperrn der Gaszufuhr umgesetzt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Gas-Absperrorgan elektromagnetisch betätigt wird, daß die Stellung des Absperrorgans von einem Endschalter mechanisch abgetastet wird und die mechanisch abgetastete Endstellung in ein elektrisches Signal umgewandelt wird, wobei das elektrische Signal zur Rückmeldung der Endstellung übertragen wird.

Fig. 1



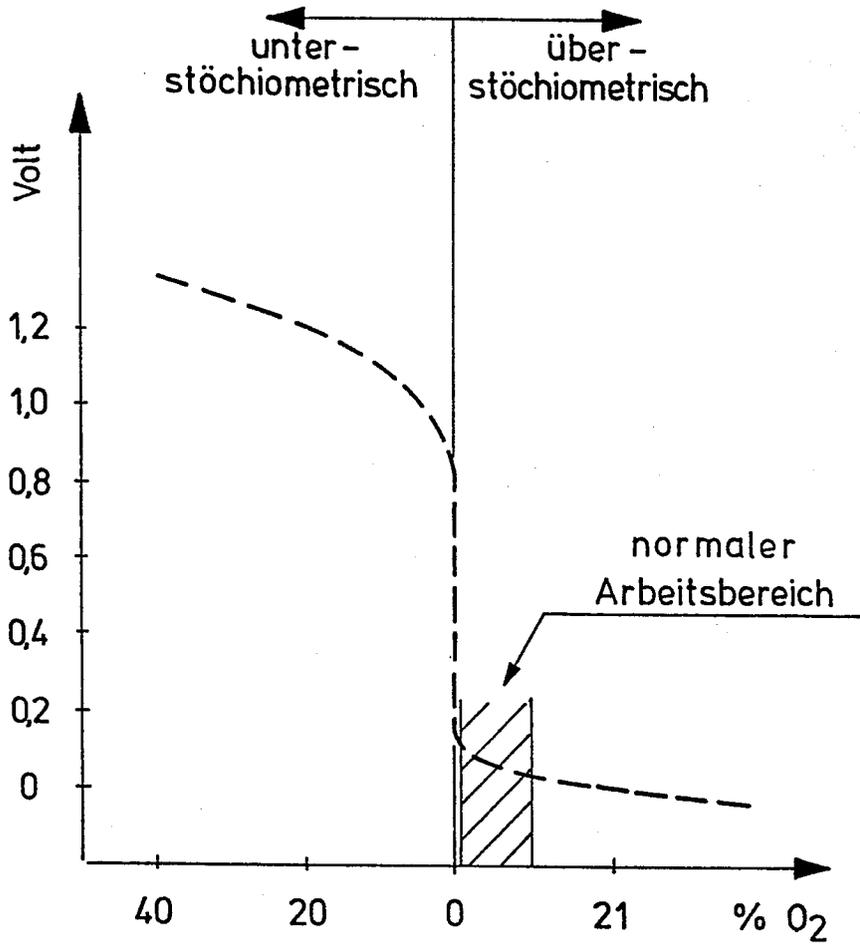


Fig. 2