

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **697 348 B1**

(51) Int. Cl.: **B03C 3/06** (2006.01)

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-lichtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 01905/07

(22) Anmeldedatum: 29.11.2007

(24) Patent erteilt: 29.08.2008

(45) Patentschrift veröffentlicht: 29.08.2008

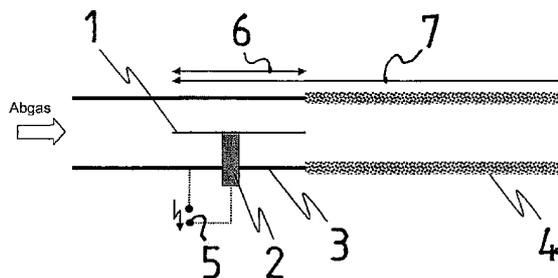
(73) Inhaber:  
Rüegg Cheminée AG, Schwättenmos 4  
8126 Zumikon (CH)

(72) Erfinder:  
Sandro Schärer, 8055 Zürich (CH)  
Fierz, Martin, 8044 Zürich (CH)  
Bunge, Rainer, 8057 Zürich (CH)

(74) Vertreter:  
Felber & Partner AG Patentanwälte, Dufourstrasse 116  
Postfach  
8034 Zürich (CH)

(54) **Vorrichtung zur Abgasreinigung von Feuerungsanlagen.**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Abscheidung von Partikeln aus dem Abgas von Feuerungen mittels Röhren-Elektrofilter. Kennzeichnend für die erfindungsgemässe Vorrichtung ist die Verwendung eines hochohmigen mineralischen Werkstoffes für die Abscheidestrecke (7), z.B. in Form eines Keramikrohrs (4) oder eines gemauerten Kamins. Ein Vorteil gegenüber der Verwendung konventioneller Metallröhren als Abscheidestrecke liegt darin, dass die Aufladungsstrecke (6) unmittelbar vor der Einleitung der Abgase in ein zentrales keramisches Abgassammelrohr angebracht werden kann und dieses dann als Abscheidestrecke (7) dient.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung fällt in das Gebiet der Abgasreinigung. Sie betrifft eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff des entsprechenden unabhängigen Patentanspruches. Die Vorrichtung dient zur Partikelabscheidung aus den Abgasen von Feuerungsanlagen mittels Röhren-Elektrofiltern.

**[0002]** Zur Partikelabscheidung aus den Abgasen von Feuerungsanlagen haben sich Röhren-Elektrofilter bestens bewährt, wie als Beispiel in Fig. 1 gezeigt. Bei diesen wird das Abgas durch ein Metallrohr 3 geleitet, in dessen Zentrum sich eine Sprühelektrode 1 befindet, die an eine Hochspannungsquelle 5 angeschlossen ist. Beim Passieren des elektrischen Feldes laden sich die im Abgas befindlichen Partikel längs der Aufladestrecke 6 auf. Die aufgeladenen Partikeln wandern im elektrischen Feld, von dem einige Feldlinien 8 eingezeichnet sind, über die Abscheidestrecke 7 an die Innenseite des als Gegenelektrode dienenden Metallrohres 3, wo sie sich abscheiden. Nach einer in Fachkreisen verbreiteten Meinung findet eine signifikante Abscheidung der geladenen Partikel nur dort statt, wo ein ausreichend grosses äusseres elektrisches Feld vorliegt, also im Bereich der Sprühelektrode 1 und dem ihr zugewandten Teil des Metallrohres 3 bis etwa sechs Rohrdurchmesser in Strömungsrichtung entfernt vom Ende der Sprühelektrode 1.

**[0003]** Aus diesen Gründen ist das als Gegenelektrode dienende Metallrohr bei allen nach dem Stand der Technik bekannten Röhren-Elektrofiltern für Feuerungsanlagen wenigstens acht Rohrdurchmesser lang. Bei Geräten, in denen die Sprühelektrode sehr kurz ist, lässt man einen grossen Teil der Gegenelektrode über das in Strömungsrichtung befindliche Ende der Sprühelektrode hinausragen, wie in Fig. 1 dargestellt.

**[0004]** Probleme treten auf, wenn die Platzverhältnisse beengt sind, z.B. wenn sich der Ofen so nah an einem ausgemauerten Kamin befindet, dass das metallische Abgasrohr (bei einem typischen Durchmesser von 100–300mm) nur etwa 1–2 Meter lang ist. Um in diesem Fall eine hinreichend lange Abscheidestrecke zu gewährleisten, wird die Sprühelektrode nahe am Ofen installiert. Dies kann zur thermischen Beschädigung der Elektrode bzw. des Isolators führen.

**[0005]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Röhren-Elektrofilter zum Einbau in kurze metallische Abgasrohre zu schaffen, wobei die Sprühelektrode weit genug vom Ofen entfernt ist, sodass diese nicht überhitzt wird, und dennoch hinter der Aufladestrecke eine hinreichend lange Abscheidestrecke vorhanden ist, um eine effiziente Abscheidung von Feinstpartikeln zu gewährleisten.

**[0006]** Diese Aufgabe wird gelöst durch die Vorrichtung, wie sie in den Patentansprüchen definiert ist. Bei der erfindungsgemässen Vorrichtung wird die Abscheideelektrode im Wesentlichen nur auf der Strecke im Bereich der Sprühelektrode metallisch ausgeführt. Die restliche Strecke wird mit einem hochohmigen mineralischen Werkstoff ausgeführt.

**[0007]** Versuche mit Keramik- und Glasröhren zeigten überraschend, dass es für die Abscheideeffizienz praktisch unbedeutend ist, ob der Teil der Abscheideelektrode, der sich ausserhalb des in Strömungsrichtung befindlichen Endes der Sprühelektrode befindet, aus einem guten elektrischen Leiter (Metall) besteht oder nicht.

**[0008]** Eine metallische Gegenelektrode ist bevorzugt in dem Bereich des Abgasrohrs angeordnet, dessen Innenseite unmittelbar der Sprühelektrode zugewandt ist. In diesem Bereich der Elektrode fliesst ein relativ starker Strom (bis 300  $\mu$ A). Dieser Strom wird nicht nur durch die Aufladung der Partikel verursacht, sondern auch durch Coronastrom selbst. In dem hinter der Aufladungsstrecke angeordneten Abscheiderohr spielt es hingegen keine Rolle, ob dessen Innenseite die zur Ausbildung eines elektrischen Feldes notwendige gute elektrische Leitfähigkeit bietet oder nicht. Hier ist, entgegen der in Fachkreisen verbreiteten Meinung, nicht das durch die Elektroden erzeugte elektrische Feld für die Abscheidung wesentlich. Vielmehr führt das durch die Raumladung der geladenen Partikel herrschende elektrische Feld zur Abscheidung der Partikel. Ein zusätzliches von aussen angelegtes elektrisches Feld ist also dort nicht notwendig.

**[0009]** Die erfindungsgemässe Vorrichtung ist in Fig. 2 skizziert. Hier ist der metallische Teil der Abscheidestrecke 7 in Form eines elektrisch leitenden und als Gegenelektrode wirkenden rohrförmigen Mantels 3 beschränkt auf den Bereich unmittelbar gegenüber der Sprühelektrode 1, also auf die Aufladungsstrecke 6. Der Rest der Abscheidestrecke 7 ist als Abströmkanal 4 aus Keramik ausgeführt. Dieser Versuchsaufbau wurde verwendet, um die Abscheideeffizienz eines Elektrofilters bei einem Röhrendurchmesser von  $D = 160$  mm zu bestimmen. Die Spannung an der Sprühelektrode 1 betrug 18 kV. Die Länge der Sprühelektrode 1 (Aufladungsstrecke) betrug 300 mm. Das Abscheiderohr war ein handelsübliches Keramikrohr und Teil des Abströmkanals 4, mit einem bei Raumtemperatur gemessenen spezifischen Widerstand von  $1.44 \times 10^{10}$  Ohm/m. Die Abscheideeffizienz wurde durch die Messung der Anzahl von Partikeln  $<1$  Mikrometer mit einem «Diffusion Charger» der Firma Matter Engineering, Bremgartenstrasse 62, CH-5610 Wohlen bestimmt. Verteilt auf eine Länge von 3m wurden drei Messstellen eingerichtet. Der Abscheidegrad wurde ermittelt aus den Messergebnissen mit eingeschalteter Hochspannung relativ zu denen mit ausgeschalteter Hochspannung (Basisversuch).

**[0010]** Eine Zusammenfassung der Ergebnisse ist Fig. 5 dargestellt. Während etwa 80% der Partikeln bereits im Aufladungsbereich an der Innenseite des als Aufladungsstrecke verwendeten Metallrohres, das einen elektrisch leitenden Mantel 3 um die Sprühelektrode 1 bildet, abgeschieden wurden, wurde auch eine Abscheidung geladener Partikel im Keramikrohr festgestellt, welches den Abströmkanal 4 bildete. Erstaunlicherweise und entgegen dem in Fachkreisen verbreiteten Vorurteil ist die Abscheidung in dem als Keramikrohr ausgebildeten Abströmkanal 4 nicht weniger gut, als die bei Vergleichsversuchen erzielte Abscheidung in einem Metallrohr in einer Anordnung wie in Fig. 1 gezeigt, wie das aus den Messergebnissen in Fig. 5 hervorgeht.

**[0011]** Auch der Abtransport der von den abgeschiedenen Partikeln abfliessenden Ladungsträger wird durch den Umstand, dass die Oberfläche des Keramikrohrs, welches an dieser Stelle den Abströmkanal 4 bildet, schlecht elektrisch leitet, nicht wesentlich behindert. Berechnungen ergaben, dass bei der Abscheidung von Partikeln aus einer Feuerungsanlage ein Strom von nur ca. 1  $\mu$ A fliesst, was auch bei hochohmigen Werkstoffen problemlos möglich ist. Aus diesem Grunde ist auch die in der Fachliteratur diskutierte Beschichtung von keramischen Abscheideelektroden mit elektrisch leitenden Stoffen nicht notwendig. Versuche mit sorgfältig gesäuberten und geheizten Keramikröhren haben gezeigt, dass der Aufbau einer (elektrisch leitenden Russschicht) an der Innenseite der Keramikröhre, welche dort den Abströmkanal 4 bildet, ebenso wenig erforderlich ist, wie die Erzeugung von Leitfähigkeit durch Kondensation von Feuchtigkeit. Die Massnahmen zur elektrisch leitenden Beschichtung der Innenseite von Keramikrohren, welche zur Abscheidung von geladenen Partikeln dienen sollen, ist zwar erforderlich bei Elektrofiltern, in denen grosse Partikelmengen abgeschieden werden müssen, und damit grosse Ladungsmengen abgeleitet werden müssen (z.B. Elektrofilter in der Zementindustrie), nicht hingegen bei Elektrofiltern, die nur zur Entfernung von mitgerissenen Partikeln aus Feuerungsanlagen verwendet werden.

**[0012]** Bei der erfindungsgemässen Vorrichtung geht der als Gegenelektrode in der Aufladestrecke 6 dienende elektrisch leitende Mantel 3 in Form zum Beispiel eines Metallrohrs in kurzer Entfernung hinter dem abstromseitigen Ende der Sprühelektrode 1 und des Isolators 2 in einen Abströmkanal 4 über, welcher aus einem mineralischen Werkstoff besteht und ebenfalls als Abscheidestrecke 7 wirkt. In diesem Sinne kann beispielsweise ein Keramikrohr oder auch ein gemauerter Kamin 9 als Abströmkanal 4 und Abscheidestrecke dienen, wie das in Fig. 3 dargestellt ist. Bei beengten Platzverhältnissen ist es also gar nicht notwendig, wie bislang üblich ein 1–2 m langes Metallrohr als Abscheidestrecke vor dem Anschluss an einen gemauerten Kamin zu installieren und aus diesem Grunde die Aufladestrecke nahe am Ofen zu installieren. Vielmehr kann die Aufladestrecke unmittelbar vor dem Übergang in den gemauerten Kamin angebracht werden, womit die Gefahr der thermischen Beschädigung der Elektrode 1 bzw. des Isolators 2 durch sehr heisse Ofenabgase gegenüber dem Stand der Technik wesentlich verringert wird.

**[0013]** Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung besteht in der Verwendung von hitzereisistenter durchsichtiger Glaskeramik als Abströmkanal 4 in der Abscheidestrecke 7. Auf diese Weise kann die Funktionsweise des Elektrofilters optisch kontrolliert werden. Als zweckmässig hat es sich erwiesen, das Glaskeramikrohr auch als Aufladestrecke 6 zu verwenden, wobei entlang dem Bereich der Sprühelektrode 1 ein elektrisch leitender rohrförmiger Mantel 3 in Form eines geerdeten grobmaschigen Drahtgitters auf der Innenseite des Glaskeramikrohres angebracht war. Damit wird einerseits gewährleistet, dass sich das für die Partikelaufladung notwendige elektrische Feld ausbilden kann. Andererseits ist eine optische Inspektion auch der Aufladungsstrecke möglich.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Partikelabscheidung aus dem Abgas von Feuerungsanlagen mittels Röhren-Elektrofilter, bestehend aus einer Sprühelektrode (1) und einer Gegenelektrode, wobei die Aufladungsstrecke (6) des Filters von der Sprühelektrode (1) gebildet ist, welche zentral in einem elektrisch leitenden und als Gegenelektrode wirkenden rohrförmigen Mantel (3) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass dieser elektrisch leitende rohrförmige Mantel (3) nur einen Teilabschnitt der gesamten Gegenelektrode bildet und ein daran anschliessender Teilabschnitt der Gegenelektrode von einem in Strömungsrichtung hinter der Sprühelektrode und diesem rohrförmigen Mantel anschliessenden, aus einem mineralischen Werkstoff bestehenden Abströmkanal (4) des Abgases als Teil der Abscheidestrecke (7) gebildet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrisch leitende rohrförmige Mantel (3) und die zentral in seinem Innern angeordnete Sprühelektrode (1) in ihrer Länge um höchstens 15% voneinander abweichen.
3. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der als elektrisch leitende Gegenelektrode wirkende elektrisch leitende rohrförmige Mantel (3) als integraler Bestandteil eines Keramikrohres ausgeführt ist, indem dieses Keramikrohr eine aufgespritzte oder aufgetragene leitende Masse oder ein in die Keramik eingearbeitetes Metallrohr oder Metallfließ enthält.
4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie als Röhrenfilter ausgebildet ist, indem die Sprühelektrode (1) und der elektrisch leitende und als Gegenelektrode wirkende rohrförmige Mantel (3) infolge ihrer Kürze als solch kompaktes Bauteil ausgeführt sind, dass dieses in einen bestehenden oder in einen neuen mineralischen Abströmkanal (4) ohne dessen Auftrennung einbaubar ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der aus einem elektrisch leitenden, rohrförmigen Mantel (3) bestehende Teilabschnitt der Gegenelektrode einen Durchmesser von weniger als 400 mm aufweist, wobei der umschliessende Mantel (3) von einem Rohr oder von einem Rohr mit durchgehendem Längsschlitz gebildet ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der aus einem elektrisch leitenden, rohrförmigen Mantel (3) bestehende Teilabschnitt der Gegenelektrode einen Durchmesser von weniger als 400 mm aufweist, wobei der umschliessende Mantel (3) aus einem Lochblech, einem Gitter oder einem Geflecht besteht und somit eine nicht durchgehend geschlossene Oberfläche bildet.

## CH 697 348 B1

7. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der in Strömungsrichtung hinter der Sprühelektrode (1) angeordnete Teil der Gegenelektrode, der aus einem mineralischen Werkstoff besteht, sich gemessen ab dem anströmungsseitigen Ende der Sprühelektrode (1) um weniger als acht Rohrdurchmesser in Strömungsrichtung erstreckt.
8. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Teil der Gegenelektrode, der aus einem mineralischen Werkstoff besteht, bei Raumtemperatur einen spezifischen Widerstand von mehr als  $10^3$  Ohm/m aufweist.
9. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Abströmkanal (4) des Abgases aus einem keramischen Werkstoff besteht, vorzugsweise aus Mauerwerk (9).
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Abströmkanal (4) des Abgases aus einem durchsichtigen mineralischen Werkstoff besteht, vorzugsweise aus Glaskeramik.

FIG. 1

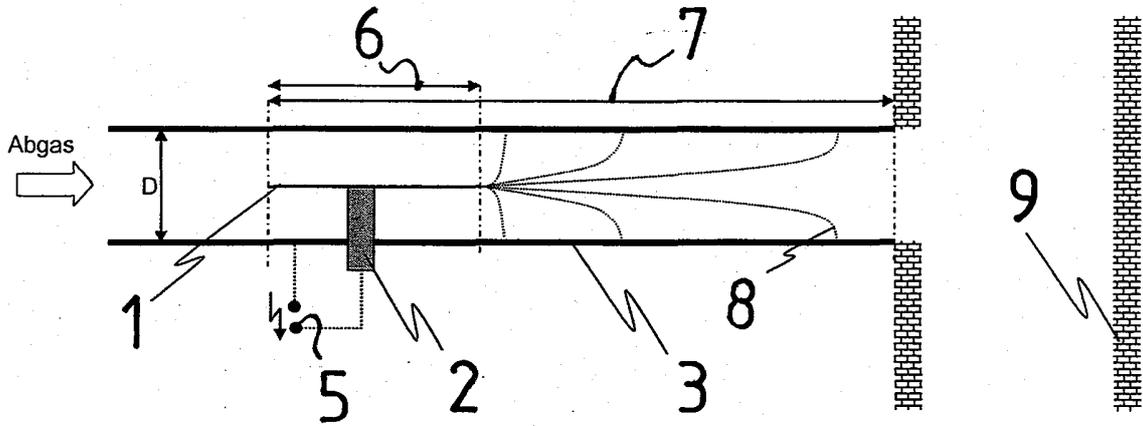


FIG. 2

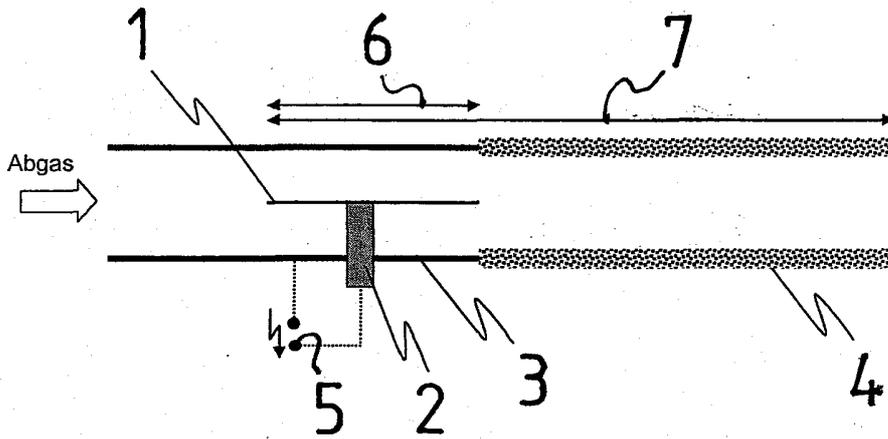


FIG. 3

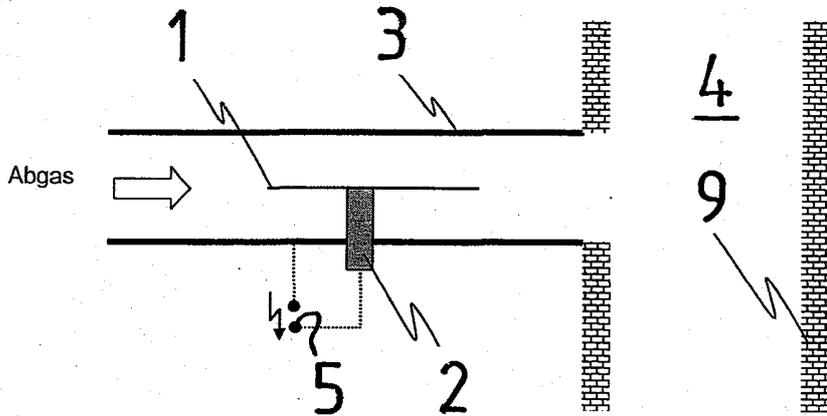


FIG. 4

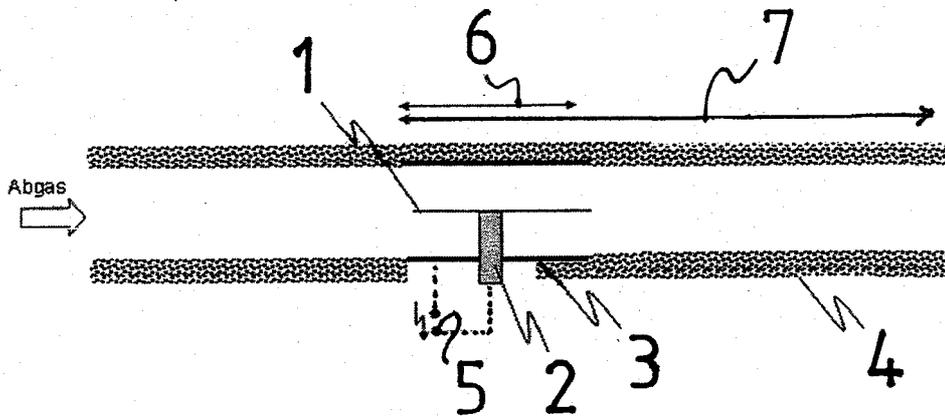
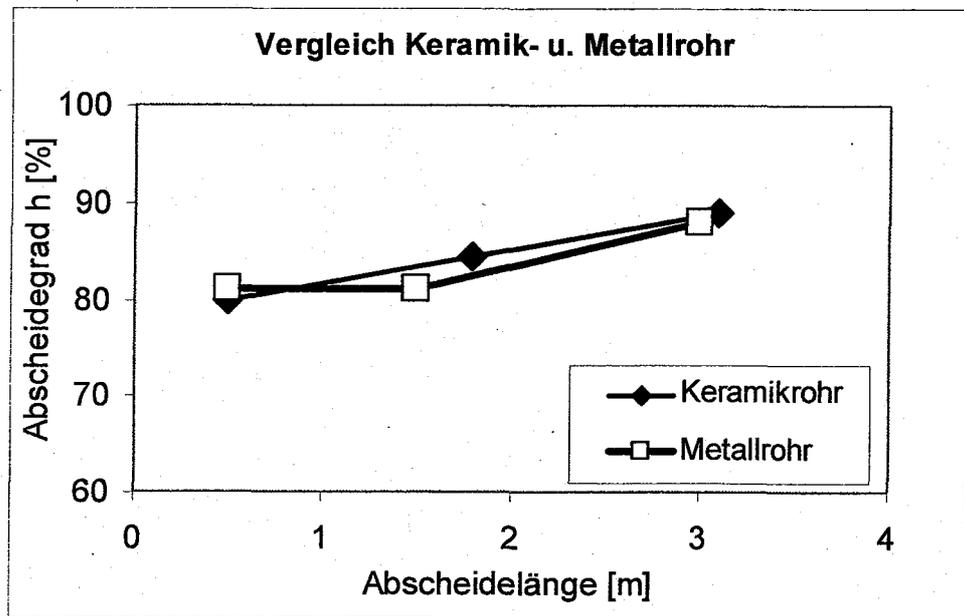


FIG. 5



*Abscheidegrad als Funktion der Abscheidelänge*