

Fachhochschule Dortmund

Sonnenstraße 96

44047 Dortmund

Patentanwalt
Uwe Schneider

Diplom-Ingenieur

European Trademark Attorney
European Patent Attorney

Zugelassener Vertreter beim Euro-
päischen Patentamt (EPA) und beim
Europäischen Markenamt (HABM)

Holbeinstr. 27

D-59423 Unna

Fon +49 (0) 2303/22064

Fax +49 (0) 2303/22054

Email US@Patent-Schneider.de

<http://www.Patent-Schneider.de>

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Erfassung der Konzentration eines zu bestimmenden Bestandteils in Probengas

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erfassung der Konzentration eines zu be-
5 bestimmenden Bestandteils in einem Probengas gemäß Oberbegriff des Anspruches 1
sowie eine hierfür geeignete Vorrichtung gemäß Oberbegriff des Anspruches 14.

Die Messung von Gaskonzentrationen in Probengasen mittels Infrarotstrahlung ist
ein vielfach beschriebenes Verfahren. Üblicherweise werden zur Messung von Gas-
konzentrationen Filterphotometer mit Breitbanddetektor und Interferenzfilter verwen-
10 det. Dabei wird aber auch Ballaststrahlung mit gemessen, die ggf. Messergebnisse
verfälschen kann. Eine andere Methode ist die schmalbandige Messung durch Ver-
wendung von schmalbandigem Laserlicht, das in das Gas eingekoppelt wird und
dann frequenzmäßig einen genau begrenzten Messbereich aufweist.

Eine andere denkbare Messanordnung weist typischerweise eine Messstrecke mit
15 einer Infrarot-Strahlungsquelle auf, die Infrarotstrahlung definierter Wellenlänge oder
definierten Spektrums in Richtung auf eine von dem zu untersuchenden Gas durch-
flossene Kammer oder z.B. eine Küvette abgibt, hinter der in Strahlungsrichtung der
Infrarotstrahlung ein Detektor angeordnet ist. Der Detektor kann dabei auf unter-

schiedlichste Weisen die Veränderung der Infrarotstrahlung messen, die durch die Kammer hindurch getreten ist und dabei durch das Probengas signifikant geändert wurde. Die Veränderung der Infrarotstrahlung lässt sich hierbei mit der Konzentration z.B. eines Messgases in dem Probengas korrelieren und damit die Konzentration des Messgases in dem Probengas ermitteln.

Die nutzbaren physikalischen Effekte zur Messung der Veränderung der Infrarotstrahlung können hierbei unterschiedlich sein. Z.B. kann eine Druckveränderung in dem Detektor gemessen werden, ebenfalls ist es denkbar, Strömungen in dem Detektor zu erzeugen und zu messen, die ein Maß der Veränderung der Infrarotstrahlung aufgrund des Messgases darstellen.

Ein weiterer Effekt kann die Messung von Temperaturveränderungen in dem Detektor sein, die aufgrund der Wechselwirkung der einfallenden Infrarotstrahlung mit einem in dem Detektor befindlichen infrarotempfindlichen Empfängerelement hervorgerufen werden. Wird von dem Empfängerelement mehr Strahlung absorbiert, so wird auch die Temperaturerhöhung stärker ausfallen, was dann über Temperaturmesseinrichtungen erfasst werden kann.

Ebenfalls ist es denkbar, eine Absorption der Infrarotstrahlung mittels eines Gases herbei zu führen, das in dem Detektor angeordnet ist und infrarotempfindlich reagiert. Durch die Absorption der einfallenden Infrarotstrahlung mit den Molekülen dieses Gases in dem Detektor werden diese Moleküle zu Schwingungen angeregt, die eine messbare und auswertbare Erhöhung der Temperatur des Gases in dem Detektor zur Folge haben. Eine solche Messanordnung ist z.B. aus dem sog. Inframeter bekannt, das von Naumann 1953 beschrieben und von der Firma Siemens & Halske vertrieben wurde. Hierbei wird in einer Messanordnung in einer abgeschlossenen und mit einem Messgas befüllten Messkammer ein Messfühler in Form von Platindrähten als Wheatstone-Brücke verschaltet angeordnet. Dieser Messfühler wird von einer Infrarot-Strahlungsquelle mit Infrarotstrahlung beaufschlagt, wobei die Infrarotstrahlung auf dem Weg zwischen Strahlungsquelle und Messkammer ein mit dem zu analysierenden Gas befülltes Volumen durchtritt. Das Messgas in der Messkammer wird durch die Infrarotstrahlung erwärmt und diese Erwärmung mittels der Platindrähte gemessen. Ist nun in dem mit dem zu analysierenden Gas befüllten Volumen auch ein Anteil des Messgases enthalten, findet in diesem Gas eine Vorabsorption

statt, so dass sich die Temperaturerhöhung in der Messkammer verringert. Diese sog. Negativfilterung erlaubt dabei, die Konzentration des Messgases in dem zu analysierenden Gas zu bestimmen. Zur Erhöhung der Genauigkeit und Kompensation von Temperatureffekten wird ein zweiter paralleler Messkanal mittels einer zweiten
5 Messkammer vorgesehen, die aber mit einem infrarot-inert reagierenden Gas befüllt ist. Nachteilig an dieser Anordnung ist zum einen der apparative Aufwand und die fehlende Langzeitstabilität derartiger Messeinrichtungen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren und eine zur Durchführung des Verfahrens geeignete Vorrichtung bereit zu stellen, bei der eine lang-
10 zeitstabile Messeinrichtung für eine Messung der Gaskonzentration realisiert werden kann, die Gase mit einer starken Feinstruktur hinsichtlich der Verteilung schmaler Absorptionslinien im Frequenzverlauf messbar macht.

Die Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe ergibt sich hinsichtlich des Verfahrens aus den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 1 in Zusammenwirken mit
15 den Merkmalen des zugehörigen Oberbegriffes und hinsichtlich der Vorrichtung aus den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 14 in Zusammenwirken mit den Merkmalen des zugehörigen Oberbegriffes. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung gemäß Anspruch 1 geht aus von einem Verfahren zur Erfassung der
20 Konzentration eines zu bestimmenden Bestandteils in einem Probengas, bei dem eine Strahlungsquelle Infrarotstrahlung in Richtung auf eine von dem Probengas durchtretene Kammer abgibt, hinter der ein Detektor zur Erfassung der Gaskonzentration angeordnet wird. Ein derartiges gattungsgemäßes Verfahren wird dadurch in erfinderischer Weise weiter gebildet, dass in dem Detektor in einem zur Strahlungs-
25 quelle hin angeordneten ersten Teilvolumen des Detektors eine Temperaturmesseinrichtung Temperaturveränderungen von einem in dem ersten Teilvolumen befindlichen Messgas misst, die durch die Absorption der von der Strahlungsquelle einfallenden Infrarotstrahlung in dem Messgas des ersten Teilvolumens des Detektors hervorgerufen wird, und in einem in Strahlungsrichtung hinter dem ersten Teilvolu-
30 men angeordneten zweiten Teilvolumen des Detektors eine Referenz-Messeinrichtung diejenigen Strahlungsanteile der Infrarotstrahlung erfasst, die nicht von dem Messgas in dem ersten Teilvolumen des Detektors absorbiert wurden, und das

Messgas in dem Detektor zumindest einen Anteil des zu bestimmenden Bestandteils des Probengases aufweist, wobei aus den von der Temperaturmesseinrichtung erfassten Temperaturveränderungen und den Messwerten der Referenz-Messeinrichtung ein Maß für die Absorption der Infrarotstrahlung in dem Messgas in dem ersten
5 Teilvolumen des Detektors und/oder dem zu bestimmenden Bestandteil des Probengases ermittelt wird. Vorteilhaft bei dieser Art der Gasdetektion ist die Tatsache, dass im wesentlichen nur die Feinstruktur der hinsichtlich ihres Anteils zu bestimmenden Gaskomponente des Probengases, die dem Messgas in dem Detektor entspricht oder dieses aufweist, erfasst wird. Breitbandige Absorptionen, die zu Querempfindlichkeiten führen können, fallen bei dieser Detektionsart weg. So wird in dem
10 ersten Teilvolumen des Detektors aufgrund der Anwesenheit des hinsichtlich ihres Anteils zu bestimmenden Gaskomponente des Probengases mit dem diese Gaskomponente aufweisenden Messgas vornehmlich eine Temperaturerhöhung des Messgases aufgrund der von dem Messgas absorbierten Infrarotstrahlung erfolgen, wobei eine Absorption durch das Messgas genau in dem Spektralbereich auftritt, in dem das Messgas besonders empfindlich auf die einfallende Infrarotstrahlung reagiert. Das Messgas in dem ersten Teilvolumen des Detektors wirkt dabei so ähnlich wie ein Filter, der ein Maximum der Filterung gerade in dem relevanten Spektralbereich für die Detektion dieses Gases in dem Probengas hat. Sorgt man nun durch die
20 Auswahl des Messgases in dem Detektor hinsichtlich des Anteils der zu bestimmenden Gaskomponente des Probengases dafür, dass in diesem vorrangig Infrarotstrahlung des gewünschten Frequenzbereichs absorbiert wird, so bilden sich gute Voraussetzungen für eine Detektion des Messgases auch in dem Probengas und eine quantitative Aussage über das Vorhandensein von Gasanteilen des Messgases auch
25 in dem Probengas.

Unterhalb des ersten Teilvolumens wird in dem Detektor ein zweites, bevorzugt gasdicht abgetrenntes zweites Teilvolumen angeordnet, das ebenfalls mit Messgas oder auch einem infrarot-inerten Gas gefüllt sein kann und eine Referenz-Messeinrichtung aufweist, die breitbandig empfängt. Diese Referenz-Messeinrichtung detektiert jetzt
30 die gesamte Infrarotstrahlung, die nicht durch das Messgas in dem ersten Teilvolumen des Detektors absorbiert wurde. Anschaulich gesprochen absorbiert das Messgas in dem ersten Teilvolumen des Detektors genau die Strahlungsbestandteile der einfallenden Infrarotstrahlung, die den Absorptionsbanden des zu bestimmenden

Bestandteils des Probengases entsprechen. Die zwischen diesen Absorptionsbanden oder außerhalb der Absorptionsbanden liegenden Strahlungsanteile werden hingegen von dem Messgas in dem ersten Teilvolumen nicht beeinflusst und können frei in das zweite Teilvolumen des Detektors gelangen, in dem dann die Referenz-

5 Messeinrichtung genau diese restlichen Strahlungsanteile der durch das erste Teilvolumen hindurch gelassenen Infrarotstrahlung breitbandig detektiert. Aus der Temperaturveränderung in dem ersten Teilvolumen und den Messwerten der Referenz-

10 Messeinrichtung in dem zweiten Teilvolumen kann dann genau die Absorption der Infrarotstrahlung in dem Messgas des ersten Teilvolumens und/oder dem zu bestimmenden Bestandteil des Probengases ermittelt werden. Hierdurch wird die

Langzeitstabilität dieses Verfahrens auch bei Alterungsprozessen oder dgl. gewährleistet, da durch die Referenzmessung derartige Effekte immer ausgeblendet werden. Einsatzbereich des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorteilhaft z.B. die Ab-

15 gasanalyse. Dies kann überall dort erfolgen, wo Gaszusammensetzungen selektiv gemessen werden sollen und dies aufgrund der Struktur der Absorptionsbande des zu messenden Gases schwierig ist. Besonders vorteilhaft kann das Verfahren zur

Messung von CO eingesetzt werden, da dort eine besondere Feinstruktur des Spektrums dieses Gases vorliegt. Alterungsprozesse des Detektors werden durch die Referenz-

20 messung weitgehend ausgeblendet und das Messverhalten bleibt auch nach längerer Betriebsdauer stabil. Es ist ein sehr kleiner und kompakter Aufbau der Messanordnung möglich, erreichbare Messgenauigkeiten liegen im Bereich von Zehntelgrad an Temperaturerhöhung.

Von besonderem Vorteil ist es, wenn ein Vorhandensein oder Änderungen von Anteilen des zu bestimmenden Bestandteils des Probengases in dem durch die Kam-

25 mer vor dem Detektor geleiteten Probengas eine Vorabsorption der Infrarotstrahlung durch den Anteil des zu bestimmenden Bestandteils des Probengases in der Kammer hervorruft und diese Vorabsorption zu einer Änderung, insbesondere Verringerung der Absorption der Infrarotstrahlung in dem Messgas des ersten Teilvolumens des Detektors führt, die proportional zu dem Anteil des zu bestimmenden Bestand-

30 teils des Probengases in der Kammer ist und aus der die Konzentration des zu bestimmenden Bestandteils des Probengases in dem gesamten Probengas ermittelt wird. Hierdurch kann allein durch das Durchleiten der von der Strahlungsquelle kommenden Infrarotstrahlung durch ein Teilvolumen des Probengases dafür gesorgt

werden, dass bei Vorhandensein von Anteilen des Messgases in dem Detektor auch in dem Probengas in der entsprechenden Kammer eine Vorabsorption der Infrarotstrahlung auftritt, die abhängig von der Höhe des Anteils des zu bestimmenden Bestandteils des Probengases in dem gesamten Probengas ist. Liegt kein Anteil des zu bestimmenden Bestandteils des Probengases in dem Probengas selbst vor, so wird auch keine Vorabsorption auftreten. Leitet man nun diese durch das Probengas hindurch geleitete Infrarotstrahlung auf den Detektor, so wird die innerhalb des ersten Teilvolumens auftretende Absorption der Infrarotstrahlung verändert, da ein Teil der Infrarotstrahlung ja schon in dem Probengas absorbiert wurde. Somit wird sich gegenüber dem eingestellten Zustand des Detektors, der ohne Durchtritt der Infrarotstrahlung durch das Probengas eine Art eingeschwungenen Zustand erreicht hat, eine Veränderung ergeben, die abhängig von dem Grad der Vorabsorption und damit von dem im Probengas enthaltenen Anteil des Messgases ist. Liegt ein Anteil Messgas in dem Probengas vor, so wird weniger Infrarotstrahlung in das erste Teilvolumen des Detektors eintreten und das Messgas darin durch Absorption erhitzen, was sich in einer Reduzierung der Temperatur des Messgases äußert, die durch die Temperaturmesseinrichtung erfasst und anschließend in eine Konzentration des Messgases in dem Probengas umgerechnet werden kann. Liegt hingegen in der Kammer ein Probengas vor, das keinerlei Anteil des in dem Detektor vorhandenen Messgases aufweist, geht die Strahlung vollständig unbeeinträchtigt durch die Kammer durch und trifft unverändert auf das Messgas in dem Detektor und wird dort keine Temperaturveränderung hervorrufen. Verändert sich der Anteil des zu bestimmenden Bestandteils des Probengases in dem Probengas, so wird sich auch die gemessene Temperatur des Messgases in dem Detektor ändern. Das Verfahren macht sich damit das Prinzip der Negativfilterung durch den Anteil des zu bestimmenden Bestandteils des Probengases in dem Probengas zunutze, ohne einen hohen apparativen Aufwand treiben zu müssen. Die Umrechnung des Spannungswertes der Temperaturmesseinrichtung erfolgt durch Messung und Normierung, das Umrechnungsverfahren ist eine Standardmethode. Es wird dabei keine Referenzmessung als zweiter Messweg erforderlich, da die Referenz durch die Referenzmesseinrichtung im Detektor selbst vorhanden ist.

Von besonderem Vorteil ist es, wenn das Messgas in dem Detektor in seiner Zusammensetzung auf den zu messenden Gasanteil an dem Probengas abgestimmt

wird. Hierzu kann das Messgas ganz oder teilweise dem Bestandteil des Probengases entsprechen, der in seiner Konzentration gemessen werden soll. In einem Gemisch des in dem Detektor befindlichen Messgases sollte das zu messende Gas einen deutlichen Anteil der Gasfüllung auch des Detektors haben.

- 5 Besonders vorteilhaft lässt sich das erfindungsgemäße Verfahren immer dann einsetzen, wenn der in seiner Konzentration zu bestimmende Bestandteil des Probengases ein Gas mit einer Feinstruktur des Absorptionsspektrums aufweist. Gerade bei diesen Gasen kann es bei breitbandigerer Messung der Veränderung der Absorption von Infrarotstrahlung durch Querempfindlichkeiten zu Messfehlern kommen, die
10 durch die schmalbandige Absorption der Infrarotstrahlung in dem Messgas des Detektors und die Negativfilterung sicher ausgeschlossen werden können.

Von besonderem Vorteil ist es, wenn als zu bestimmender Bestandteil des Probengases und als Bestandteil des Messgases Kohlenmonoxid CO oder Stickoxid NO oder Kohlenwasserstoffgase, vorzugsweise Methan CH₄ oder Wasserdampf verwendet
15 wird. Gerade diese in technischen Prozessen häufig relevanten und daher zu erfassenden Gasanteile weisen eine Feinstruktur des Absorptionsspektrums auf, die wie oben angegeben eine breitbandige Messung fehleranfällig machen.

Daher ist es von besonderem Vorteil, dass die Temperaturmesseinrichtung in dem ersten Teilvolumen des Detektors eine schmalbandige Erfassung der von der Strahlungsquelle kommenden Infrarotstrahlung vornimmt, die nach dem Durchtreten der
20 Kammer mit dem Probengas von dem Messgas des ersten Teilvolumens des Detektors absorbiert wird. Der Detektor und damit das Verfahren sind auf eine ganz bestimmte Messaufgabe, nämlich die Erfassung der Anteils des zu bestimmenden Bestandteils des Probengases an dem gesamten Probengas abgestimmt und daher
25 optimiert.

Hierzu ist es weiterhin von Vorteil, dass die von dem Messgas des Detektors absorbierte Infrarotstrahlung nahezu vollständig im ersten Teilvolumen des Detektors absorbiert wird. Hierzu macht man sich das Lambert-Beer'sche Gesetz zunutze, das
30 aussagt, dass ein weit überwiegender Teil der Absorption im Anfangsbereich des Detektors stattfindet und danach die Absorption immer schwächer wird. Dies führt dazu, dass im Detektor die Strahlung in Molekülschwingungen dadurch in eine Tem-

peraturveränderung des Messgases in dem ersten Teilvolumen des Detektors umgesetzt wird, die dann mittels der Temperaturmesseinrichtung gemessen werden kann. In dem zweiten Teilvolumen des Detektors wird entsprechend nahezu keine Absorption dieses Anteils der Infrarotstrahlung mehr auftreten, die aufgrund des Messgases entsteht. Statt dessen nimmt die Referenz-Messeinrichtung in dem zweiten Teilvolumen des Detektors eine breitbandige Erfassung der restlichen Infrarotstrahlung vor, die von dem Messgas in dem ersten Teilvolumen des Detektors nicht absorbiert wurde. Diese dient dann als stabiler Referenzwert.

Weiterhin ist es denkbar, dass die Strahlungsquelle der Infrarotstrahlung im DC- oder im AC-Betrieb betrieben wird. Hierbei ist es auch denkbar, dass beim Betrieb der Strahlungsquelle der Infrarotstrahlung im DC-Betrieb mit zwischengeschalteter Dunkelphase, vorzugsweise zwischen 1 und 2 Sekunden, gearbeitet wird. Dadurch lässt sich ggf. ein Offset ermitteln.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine Vorrichtung zur Erfassung der Gaskonzentration eines zu bestimmenden Bestandteils in einem Probengas, aufweisend eine Strahlungsquelle, die Infrarotstrahlung in Richtung auf eine von einem Probengas durchtretene Kammer abgibt, sowie einem in Richtung der Strahlungsabgabe hinter der Kammer angeordneten Detektor zur Erfassung der Gaskonzentration, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens gemäß Anspruch 1, bei der der Detektor zumindest anteilig mit einem Messgas gefüllt ist, wobei in einem ersten, zur Strahlungsquelle hin angeordneten Teilvolumen des Detektors eine Temperaturmesseinrichtung angeordnet ist, die Temperaturveränderungen misst, die durch die Absorption der von der Strahlungsquelle einfallenden Infrarotstrahlung in dem Messgas des ersten Teilvolumens des Detektors hervorgerufen wird, und in einem in Strahlungsrichtung hinter dem ersten Teilvolumen angeordneten zweiten Teilvolumen des Detektors eine Referenz-Messeinrichtung angeordnet ist, die diejenigen Strahlungsanteile der Infrarotstrahlung erfasst, die nicht von dem Messgas in dem ersten Teilvolumen des Detektors absorbiert wurden. Die Vorteile und Eigenschaften einer derartigen Messanordnung wurden schon zu dem vorstehenden Verfahren beschrieben, daher wird hierauf Bezug genommen.

Hierbei kann das Messgas in dem Detektor zumindest einen Anteil des zu bestimmenden Bestandteils des Probengases aufweisen, so dass das Messgas gerade

- genau so die Infrarotstrahlung absorbiert wie der zu bestimmende Bestandteil des Probengases in dem Probengas der Kammer. Liegt in dem Probengas der Kammer tatsächlich ein Anteil des zu bestimmenden Bestandteils des Probengases vor, so wird dieses Gas die Infrarotstrahlung sowohl beim Durchtreten des Probengases als auch des ersten Teilvolumens des Detektors absorbieren und dadurch in dem ersten Teilvolumen des Detektors eine Temperaturveränderung des Messgases hervorrufen, die dann durch die Temperaturmesseinrichtung bestimmt werden kann. Hieraus lässt sich dann der Anteil des zu bestimmenden Bestandteils des Probengases ermitteln.
- Von Vorteil ist es, wenn das erste Teilvolumen des Detektors und das zweite Teilvolumen des Detektors gasdicht gegeneinander abgetrennt sind, da hierdurch die Temperaturveränderung nur in dem ersten Teilvolumen des Messgases und unabhängig von dem Gas in dem zweiten Teilvolumen des Detektors bestimmt werden kann und sich keine gegenseitigen Beeinflussungen der Gasvolumina ergeben.
- Insbesondere sollte darauf geachtet werden, dass der Volumenanteil des zu bestimmenden Bestandteils des Probengases in dem ersten Teilvolumen des Detektors hoch gegenüber dem Volumenanteil weiterer in dem ersten Teilvolumen des Detektors befindlicher Gasbestandteile ist, damit der Absorptionsgrad der Infrarotstrahlung innerhalb des Messgases deutlich ist und damit die Messung der Temperaturerhöhung ebenfalls deutlich erfassbar ermöglicht wird. Hierzu kann der Volumenanteil des Messgases in dem ersten Teilvolumen des Detektors mindestens 10 Volumenprozent betragen, z.B. 20 Volumenprozent für CO betragen. Dieser hohe Anteil sorgt dafür, dass aus der einfallenden Infrarotstrahlung fast die gesamte Strahlung absorbiert wird, auf die das Messgas infrarotsensitiv reagiert. Das hier anzuwendende Lambert-Beer'sche Gesetz sagt dabei aus, dass ein Großteil der Absorption im Anfangsbereich des Detektors und damit im ersten Teilvolumen des Detektors stattfindet und danach die Absorption immer schwächer wird. Dies führt dazu, dass im ersten Teilvolumen des Detektors die Strahlung in Molekülschwingungen und dadurch in eine Temperaturveränderung des Messgases in dem ersten Teilvolumen des Detektors umgesetzt wird, die dann mittels der Temperaturmesseinrichtung gemessen werden kann. Weiterhin ist es denkbar, eine komplette Absorption der von dem zu bestimmenden Bestandteil des Probengases absorbierten Infrarot-

strahlung dadurch zu erreichen, dass das erste Teilvolumen entsprechend groß ausgebildet wird oder dem ersten Teilvolumen ein weiteres Gasvolumen an Messgas zur restlichen Absorption nachgeschaltet wird, bevor die restliche Infrarotstrahlung in das zweite Teilvolumen des Detektors gelangt.

- 5 Von besonderem Vorteil ist es, wenn die Temperaturmesseinrichtung eine auf einem Chip angeordnete Anzahl von Thermoelementen, vorzugsweise eine feldartige Anordnung von sog. Thermopiles aufweist. Thermopiles sind in Reihe geschaltete gestapelte Thermoelemente zur Erhöhung des Messeffektes und deren Verwendung ist ein an sich bekanntes Verfahren zur Temperaturmessung. Die Thermopiles werden
10 zur Verringerung der Baugröße vorteilhaft in Mikrosystemtechnik ausgeführt.

Von besonderem Vorteil ist es, wenn die Temperaturmesseinrichtung derart ausgebildet ist, dass die in den Detektor einfallende Infrarotstrahlung nahezu vollständig in Richtung auf die Referenz-Messeinrichtung durchgelassen wird. Hierdurch wird in dem ersten Teilvolumen eine schmalbandige Messung der Infrarotstrahlung genau in
15 dem Frequenzbereich möglich, in dem das Messgas und der zu bestimmenden Bestandteil des Probengases die Infrarotstrahlung besonders günstig absorbieren, wobei gleichzeitig die Weiterleitung der restlichen, nicht absorbierten Infrarotstrahlung in Richtung auf das zweite Teilvolumen des Detektors eine breitbandige Messung der restlichen, nicht absorbierten Infrarotstrahlung ermöglicht. Hierzu wird in einer
20 denkbaren Ausgestaltung die Blende der ersten Temperaturmesseinrichtung, an der die Thermoelemente angeordnet sind, transluzent ausgebildet.

In Gegensatz hierzu kann die Referenz-Messeinrichtung für eine breitbandige Erfassung der restlichen Infrarotstrahlung eine geschwärzte Empfangsfläche aufweisen, auf die die durch das erste Teilvolumen in das zweite Teilvolumen hindurch getretene
25 Infrarotstrahlung auftrifft. Hierdurch wird eine Breitbandmessung möglich.

Denkbar ist es weiterhin, dass vor dem Detektor ein Interferenzfilter derart in dem Strahlengang der Infrarotstrahlung angeordnet ist, dass nur Infrarotstrahlung eines definierten Frequenzbereiches durchgelassen wird.

Eine besonders bevorzugte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw.
30 des erfindungsgemäßen Verfahrens zeigt die Zeichnung.

Es zeigen:

Figur 1 - den grundsätzlichen Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer Strahlungsquelle, deren Strahlung durch eine Kammer in Richtung auf einen Detektor geschickt wird,

5 Figur 2 - eine vergrößerte Darstellung des Detektors gemäß Figur 1,

Figur 3 - eine Draufsicht auf die Temperaturmesseinrichtung,

Figur 4 - einen Frequenzgang im Bereich der Absorption der Infrarotstrahlung innerhalb des Messgases bzw. des Probengases mit einer typischen Absorptionsbande eines Gases und einer Durchlasskurve eines vor dem Detektor angeordneten Interferenzfilters.

10

Figur 1 zeigt einen grundsätzlichen und stark schematisch dargestellten Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer Strahlungsquelle 3, deren Strahlung durch eine Küvette oder Kammer 2 in Richtung auf einen Detektor 1 geschickt wird. Durch die Küvette oder Kammer 2 wird laufend Probengas 17 durch einen Einlass 4 zu einem Auslaß 5 befördert, wobei das Probengas 17 z.B. aus einem hinsichtlich eines seiner Bestandteile zu analysierenden Probengasstroms abgezweigt wird.

15

Der in Vergrößerung in der Figur 2 noch einmal dargestellte Detektor 1 dient hierbei zur Erfassung der Konzentration eines besonders relevanten oder aus sonstigen Gründen zu überwachenden Gasbestandteils im Probengas 17. Derartige Gasbestandteile eines Probengases 17 können beispielsweise Gase sein, die bei Verbrennungen z.B. in Kraft- und Arbeitsmaschinen wie Kraftfahrzeugmotoren entstehen und bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten sollen oder dürfen. Denkbar wären hier z.B. Gase wie Kohlenmonoxid CO oder Stickoxid NO oder Kohlenwasserstoffgase, vorzugsweise Methan CH₄ oder auch Wasserdampf. Derartigen Gasen ist häufig eigen, dass ihr Absorptionsspektrum eine besondere Feinstruktur aufweist (wie dies rein qualitativ in der Figur 4 angegeben ist), die eine Erfassung mittels herkömmlicher Infrarot-Messtechniken schwierig oder gerätetechnisch aufwendig machen, da übliche breitbandige Messverfahren häufig Querempfindlichkeiten zeigen, die das Messergebnis verfälschen können.

20

25

Der Detektor 1 löst dieses Problem dadurch, dass er einen zweiteiligen Aufbau aufweist und die Absorption eines Messgases 16 nutzt, das zumindest nennenswerte Bestandteile des zu bestimmenden Gases aufweist, dessen Konzentration in dem Probengas 17 bestimmt werden soll.

5 Hier weist der Detektor 1 innerhalb einer gasdicht ausgebildeten Gaseinhausung 8 zwei Teilvolumina 6, 7 auf, die wiederum gasdicht durch eine Trennwand 19 voneinander getrennt sind. Im ersten Teilvolumen 6 und ggf. in einem weiteren Volumenteil 20 ist ein Messgas 16 eingefüllt, das zumindest nennenswerte Bestandteile des zu bestimmenden Gases in dem Probengas 17 aufweist. Fällt nun Infrarotstrahlung 18
10 aus der Strahlungsquelle 3 ohne Durchtreten der Kammer 2 auf den Detektor 1, so wird diese Infrarotstrahlung 18 innerhalb des Messgases 16 zumindest teilweise absorbiert. Dies führt zu einer Temperaturerhöhung innerhalb des Messgases 16 aufgrund der thermischen Aktivierung der Gasmoleküle, die durch eine noch später näher beschriebene Temperaturmesseinrichtungen 10 gemessen werden kann.

15 Sorgt man nun dafür, dass die auf den Detektor 1 auftreffende Infrarotstrahlung 18 ausschließlich oder weitgehend in dem Frequenzband auf den Detektor 1 fällt, in dem das Messgas 16 seine Absorptionsbande aufweist, so kann recht schmalbandig der Grad der Absorption der Infrarotstrahlung 18 innerhalb des Messgases 16 bestimmt werden. Aufgrund der zwei bzw. drei hintereinander angeordneten Teilvolumina 6, 7,
20 20 des Detektors 1 wird dabei aufgrund des Lambert-Beer'sche Gesetzes der weit überwiegende Teil der absorbierten Infrarotstrahlung in dem ersten Teilvolumen 6 absorbiert, so dass hier die Temperaturerhöhung des Messgases 16 aufgrund der Absorption der Infrarotstrahlung 18 in dem relevanten Frequenzband auftritt. Bildlich gesprochen filtert das Messgas 16 in dem ersten Teilvolumen 6 genau den Anteil
25 der einfallenden Infrarotstrahlung 18 heraus, die in den Absorptionsbanden des zu bestimmenden Anteils des Probengases 17 am Messgas 16 liegen und lässt nur diejenigen Frequenzen der Infrarotstrahlung 18 durch, die nicht den Absorptionsbanden des zu bestimmenden Anteils des Probengases 17 am Messgas 16 entsprechen.

In dem weiteren, ebenfalls mit Messgas 16 gefüllten und hinter dem Teilvolumen 6
30 angeordneten Teilvolumen 20 kann nun der Rest der Infrarotstrahlung 18 absorbiert, die durch das Messgas 16 beeinflusst werden kann, so dass sichergestellt ist, dass in das zweite Teilvolumen 7 mit der Referenz-Messeinrichtung 9 nur noch diejenigen

Anteile der ursprünglich von der Strahlungsquelle 3 emittierten Infrarotstrahlung 18 gelangen können, die nicht von dem Messgas 16 absorbiert worden sind.

Das zweite Teilvolumen 7 mit der Referenz-Messeinrichtung 9 dient hierbei als Referenzkanal, in dem die in dem ersten Teilvolumen 6 oder dem weiteren Teilvolumen 20 nicht von dem Messgas 16 absorbierte Infrarotstrahlung 18 breitbandig erfasst und als Referenzwert gewonnen wird. Hierzu durchtritt die nicht absorbierte Infrarotstrahlung 18 das erste Teilvolumen 6 und das weitere Teilvolumen 20 in Richtung auf das zweite Teilvolumen 7 und wird dort von der Referenz-Messeinrichtung 9 erfasst.

Fällt nun die Infrarotstrahlung 18 aus der Strahlungsquelle 3 ungehindert von einer dazwischen angeordneten Kammer 2 oder einem Probengas 17 auf den Detektor 1, so wird die Infrarotstrahlung 18 innerhalb des ersten Teilvolumens 6 aufgrund der Absorption in dem Messgas 16 die vorstehend beschriebene Temperaturerhöhung des Messgases 16 innerhalb des ersten Teilvolumens 6 bewirken. Die noch näher beschriebene Temperaturmesseinrichtung 10 liefert dabei eine Messspannung U_1 , die an dem Detektor 1 abgegriffen werden kann, und die weitgehend dem Anteil der Absorption der Infrarotstrahlung 18 in dem Messgas 16 entspricht. Die Referenz-Messeinrichtung 9 hingegen wird nur noch die Anteile der Infrarotstrahlung 18 detektieren, die nicht in dem ersten Teilvolumen 6 absorbiert wurden und die Referenz-Messeinrichtung 9 erzeugt dabei eine Messspannung U_2 , die gerade diesem nicht in dem ersten Teilvolumen 6 absorbierten Anteil an der Infrarotstrahlung 18 entspricht. Wertet man nun durch geeignete, nicht weiter erläuterte Auswertungseinheiten die beiden Messspannungen U_1 und U_2 aus, so entspricht kann hieraus der Anteil der Absorption der Infrarotstrahlung 18 in dem ersten Teilvolumen 6 des Detektors 1 ermittelt werden. Dieser Wert ist bei gleichbleibender Infrarotstrahlung 18 weitgehend konstant und vor allem von der Konzentration des Messgases 16 in dem ersten Teilvolumen 6 des Detektors 1 abhängig.

Wird nun aber die Kammer 2 oder Küvette in den Strahlungsgang der Infrarotstrahlung 18 gebracht und ist in dem durch diese Kammer 2 strömenden Probengas 17 ein Anteil auch des zu bestimmenden Anteils an dem Probengas 17 in dem Detektor 1 enthalten, so tritt eine Vorabsorption der Infrarotstrahlung 18 in dem Probengas 17 der Kammer 2 auf, da auch dieser Anteil des Probengases 17 Infrarotstrahlung 18

absorbiert. Dies führt aber dazu, dass die durch die Kammer 2 mit dem Probengas 17 hindurch getretene Infrarotstrahlung 18 nun in dem ersten Teilvolumen 6 des Detektors 1 eine geringere Erwärmung des Messgases 16 hervorruft, da ja nur noch eine verringerte Intensität der Infrarotstrahlung 18 gerade im Bereich der Absorptionsbande des Messgases 16 in den Detektor 1 eintritt. Der Rest der Infrarotstrahlung 18 im Bereich der Absorptionsbande ist durch eine Absorption innerhalb des Probengases 17 der Kammer ja schon verloren gegangen. Diese Verringerung der gemessenen Temperatur in dem ersten Teilvolumen 6 entspricht aber genau der Wirkung bzw. dem Anteil des zu bestimmenden Gasanteils des Probengases 17 an dem gesamten Probengas 17. Die Veränderung der Messspannung U_1 aufgrund dieser verringerten Temperatur in dem ersten Teilvolumen 6 kann dann mit an sich bekannten Methoden in die Konzentration des zu bestimmenden Gasanteils des zu bestimmenden Gasanteils des Probengases 17 an dem gesamten Probengas 17 umgerechnet werden.

Zur Messung der Temperatur in dem ersten Teilvolumen 6 des Detektors 1 kann eine an sich bekannte Temperaturmesseinrichtung 10 benutzt werden, die aus einer gestapelten Anordnung sog. Thermopiles 12 bestehen kann. Selbstverständlich sind auch andere Temperaturmesseinrichtungen 10 denkbar. Thermopiles 12 sind gestapelte und in Serie verschaltete Anordnungen einzelner Thermoelemente, die hier z.B. in Mikrostrukturtechnik auf einem Chip 14 angeordnet sind und jeweils mit einem Ende auf dem Chip 14 befestigt sind und mit dem anderen Ende in das jeweilige Teilvolumen 6, 7 hinein ragen. Verändert sich nun die Temperatur des Messgases 16 in dem Teilvolumen 6, so wird dies eine entsprechende Veränderung der Messspannung U_1 hervorrufen. In der Temperaturmesseinrichtungen 10 ist noch als Besonderheit anzumerken, dass der Durchtrittsbereich 15 der Infrarotstrahlung 18 durch den Chip der Temperaturmesseinrichtungen 10 transluzent oder transparent ausgebildet ist, um die Infrarotstrahlung 18 durch das erste Teilvolumen 6 in Richtung auf das zweite Teilvolumen 7 hindurch zu lassen. Damit fällt die gesamte Infrarotstrahlung 18, die nicht in dem ersten Teilvolumen 6 von dem Messgas 16 absorbiert wurde, in das zweite Teilvolumen 7 und kann dort breitbandig durch die Referenz-Messeinrichtung 9 erfasst werden.

- Die Referenz-Messeinrichtung 9 ist hierfür als an sich bekannter Strahlungsdetektor z.B. mit einer geschwärzten Empfangsfläche ausgebildet, die die in das zweite Teilvolumen 7 eingetretene Infrarotstrahlung 18, die ja um die von dem Messgas 16 in dem ersten Teilvolumen 6 und ggf. dem weiteren Teilvolumen 20 absorbierten Bestandteile verringert ist, erfassen kann. Hieraus wird ein zweiter Spannungswert U2 gebildet, der der Intensität der nicht von dem Messgas 16 absorbierten Bestandteile der Infrarotstrahlung 18 proportional ist und auch als Referenzwert für Veränderungen genutzt werden kann, die sich z.B. aufgrund von Alterungserscheinungen der Strahlungsquelle 3 ergeben können und sich hierdurch eliminieren lassen.
- 10 Oberhalb des ersten Teilvolumens 6 kann ein Interferenzfilter 11 angeordnet sein, der zusätzlich dafür genutzt werden kann, dass nur Infrarotstrahlung 18 des gewünschten Spektralbereichs auf den Detektor 1 fallen kann.

Sachnummernliste

- 1 - Detektor
- 2 - Kammer/Küvette
- 3 - Strahlungsquelle
- 5 4 - Gaseinlaß Kammer
- 5 - Gasauslaß Kammer
- 6 - erstes Teilvolumen Detektor
- 7 - zweites Teilvolumen Detektor
- 8 - Glaseinhausung
- 10 9 - zweite Temperaturmesseinrichtung
- 10 - erste Temperaturmesseinrichtung
- 11 - Interferenzfilter
- 12 - gestapelte Anordnung Thermopiles
- 13 - Referenz-Temperatursensor
- 15 14 - Chip
- 15 - Blende
- 16 - Messgas
- 17 - Probengas
- 18 - Infrarotstrahlung
- 20 19 - Trennwand
- 20 - weiteres Teilvolumen Detektor
- U1 - Messspannung erste Temperaturmesseinrichtung
- U2 - Messspannung zweite Temperaturmesseinrichtung

Patentanwalt Uwe Schneider

Diplom-Ingenieur

European Trademark Attorney
European Patent Attorney

Zugelassener Vertreter beim Euro-
päischen Patentamt (EPA) und beim
Europäischen Markenamt (HABM)

Holbeinstr. 27
D-59423 Unna
Fon +49 (0) 2303/22064
Fax +49 (0) 2303/22054
Email US@Patent-Schneider.de
<http://www.Patent-Schneider.de>

Fachhochschule Dortmund

Sonnenstraße 96

44047 Dortmund

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erfassung der Konzentration eines zu bestimmenden Bestand-
teils in einem Probengas (17), bei dem eine Strahlungsquelle (3) Infrarotstrah-
lung (18) in Richtung auf eine von dem Probengas (17) durchtretene Kammer
(2) abgibt, hinter der ein Detektor (1) zur Erfassung der Gaskonzentration an-
geordnet wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

in dem Detektor (1) in einem zur Strahlungsquelle (3) hin angeordneten ersten
Teilvolumen (6) des Detektors (1) eine Temperaturmesseinrichtung (10) Tem-
peraturveränderungen eines in dem ersten Teilvolumen (6) befindlichen Mess-
gases (16) misst, die durch die Absorption der von der Strahlungsquelle (3) ein-
fallenden Infrarotstrahlung (18) in dem Messgas (16) des ersten Teilvolumens
(6) hervorgerufen wird, und in einem in Strahlungsrichtung hinter dem ersten
Teilvolumen (6) angeordneten zweiten Teilvolumen (7) des Detektors (1) eine
Referenz-Messeinrichtung (9) diejenigen Strahlungsanteile der Infrarotstrahlung
(18) erfasst, die nicht von dem Messgas (16) in dem ersten Teilvolumen (6) des
Detektors absorbiert wurden, und das Messgas (16) in dem Detektor (1) zu-
mindest einen Anteil des zu bestimmenden Bestandteils des Probengases (17)
aufweist, wobei aus den von der Temperaturmesseinrichtung (10) erfassten
Temperaturveränderung und den Messwerten der Referenz-Messeinrichtung

(9) ein Maß für die Absorption der Infrarotstrahlung (18) in dem Messgas (16) in dem ersten Teilvolumen (6) des Detektors (1) und/oder dem zu bestimmenden Bestandteil des Probengases (17) ermittelt wird.

5 2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Vorhandensein oder Änderungen von Anteilen des zu bestimmenden Bestandteils des Probengases (17) in dem durch die Kammer (2) vor dem Detektor (1) geleiteten Probengas (17) eine Vorabsorption der Infrarotstrahlung (18) durch den Anteil des zu bestimmenden Bestandteils des Probengases (17) in der Kammer (2) hervorruft und diese Vorabsorption zu einer Änderung, insbesondere Verringerung der Absorption der Infrarotstrahlung (18) in dem Messgas (16) des ersten
10 Teilvolumens (6) des Detektors (1) führt, die proportional zu dem Anteil des zu bestimmenden Bestandteils des Probengases (17) in der Kammer (2) ist und aus der die Konzentration des zu bestimmenden Bestandteils des Probengases (17) in dem gesamten Probengas (17) ermittelt wird.

15 3. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zusammensetzung des Messgases (16) in dem Detektor (1) auf den zu bestimmenden Bestandteil des Probengases (17) abgestimmt wird.

4. Verfahren gemäß Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Messgas (16) ganz oder teilweise dem Bestandteil des Probengases (17) entspricht, der
20 in seiner Konzentration gemessen werden soll.

5. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die bei Vorliegen von Anteilen des zu bestimmenden Bestandteils des Probengases (17) in dem Probengas (17) auftretende Vorabsorption der das Probengas (17) durchtretenden Infrarotstrahlung (18) eine verminderte Er-
25 wärmung des Messgases (16) in dem ersten Teilvolumen (6) des Detektors (1) bewirkt.

6. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der in seiner Konzentration zu bestimmende Bestandteil des Probengases (17) ein Gas mit einer Feinstruktur des Absorptionsspektrums auf-
30 weist.

7. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als in seiner Konzentration zu bestimmender Bestandteil des Probengases (17) und als Bestandteil des Messgases (16) Kohlenmonoxid CO oder Stickoxid NO oder Kohlenwasserstoffgase, vorzugsweise Methan CH₄, oder Wasserdampf verwendet wird.
8. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperaturmesseinrichtung (10) in dem ersten Teilvolumen (6) des Detektors (1) eine schmalbandige Erfassung der von der Strahlungsquelle (3) kommenden Infrarotstrahlung (18) vornimmt, die nach dem Durchtreten der Kammer (2) mit dem Probengas (17) von dem Messgas (16) des ersten Teilvolumens (6) des Detektors (1) absorbiert wird.
9. Verfahren gemäß Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die schmalbandige Erfassung der Infrarotstrahlung (18) in dem ersten Teilvolumen (6) des Detektors (1) auf die Feinstruktur des Spektrums des zu bestimmenden Bestandteils des Probengases (17), insbesondere die Struktur der Absorptionsbande des zu bestimmenden Bestandteils des Probengases (17) abgestimmt wird.
10. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die von dem Messgas (16) des Detektors (1) absorbierte Infrarotstrahlung (18) nahezu vollständig im ersten Teilvolumen (6) des Detektors (1) absorbiert wird.
11. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Referenz-Messeinrichtung (9) in dem zweiten Teilvolumen (7) des Detektors (1) eine breitbandige Erfassung der restlichen Infrarotstrahlung (18) vornimmt, die von dem Messgas (16) in dem ersten Teilvolumen (6) des Detektors (1) nicht absorbiert wurde.
12. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strahlungsquelle (3) der Infrarotstrahlung (18) im DC- oder im AC-Betrieb betrieben wird.

13. Verfahren gemäß Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Betrieb der Strahlungsquelle (2) der Infrarotstrahlung (18) im DC-Betrieb mit zwischengeschalteter Dunkelphase, vorzugsweise zwischen 1 und 2 Sekunden, gearbeitet wird.

5 14. Vorrichtung zur Erfassung der Gaskonzentration eines zu bestimmenden Bestandteils in einem Probengas (17), aufweisend eine Strahlungsquelle (3), die Infrarotstrahlung (18) in Richtung auf eine von einem Probengas (17) durchtretene Kammer (2) abgibt, sowie einem in Richtung der Strahlungsabgabe hinter der Kammer (2) angeordneten Detektor (1) zur Erfassung der Gaskonzentration, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens gemäß Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

15 der Detektor (1) zumindest anteilig mit einem Messgas (16) gefüllt ist, wobei in einem ersten, zur Strahlungsquelle (3) hin angeordneten Teilvolumen (6) des Detektors (1) eine Temperaturmesseinrichtung (10) angeordnet ist, die Temperaturveränderungen misst, die durch die Absorption der von der Strahlungsquelle (3) einfallenden Infrarotstrahlung (18) in dem Messgas (16) des ersten Teilvolumens (6) des Detektors (1) hervorgerufen wird, und in einem in Strahlungsrichtung hinter dem ersten Teilvolumen (6) angeordneten zweiten Teilvolumen (7) des Detektors (1) eine Referenz-Messeinrichtung (9) angeordnet ist, die diejenigen Strahlungsanteile der Infrarotstrahlung (18) erfasst, die nicht von dem Messgas (16) in dem ersten Teilvolumen (6) des Detektors absorbiert wurden.

20 15. Vorrichtung gemäß Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Messgas (16) in dem Detektor (1) zumindest einen Anteil des zu bestimmenden Bestandteils des Probengases (17) aufweist.

25 16. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Teilvolumen (6) des Detektors (1) und das zweite Teilvolumen (7) des Detektors (1) gasdicht gegeneinander abgetrennt sind.

30 17. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Volumenanteil des zu bestimmenden Bestandteils des Probengases

(17) in dem Messgas (16) des Detektors (1) hoch gegenüber dem Volumenanteil weiterer in dem ersten Teilvolumen (6) des Detektors (1) befindlicher Gasbestandteile ist.

5 18. Vorrichtung gemäß Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Volumenanteil des zu bestimmenden Bestandteils des Probengases (17) in dem Messgas (16) des Detektors (1) mindestens 10 Volumenprozent beträgt, vorzugsweise mindestens 20 Volumenprozent für CO beträgt.

10 19. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 14 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperaturmesseinrichtung (10) eine auf einem Chip (14) angeordnete Anzahl von Thermoelementen (12), vorzugsweise eine feldartige Anordnung von Thermopiles (12) aufweist.

15 20. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 14 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperaturmesseinrichtung (10) derart ausgebildet ist, dass die in den Detektor (1) einfallende Infrarotstrahlung (18) in Richtung auf die Referenz-Messeinrichtung (9) durchgelassen wird.

21. Vorrichtung gemäß Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blende der Temperaturmesseinrichtung (10), an der die Thermoelemente (12) angeordnet sind, transluzent ausgebildet ist.

20 22. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 14 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Referenz-Messeinrichtung (9) für eine breitbandige Erfassung der restlichen Infrarotstrahlung (18) eine geschwärzte Empfangsfläche aufweist, auf die die nicht von dem Messgas (16) in dem ersten Teilvolumen (6) des Detektors (1) absorbierte Infrarotstrahlung (18) auftrifft.

25 23. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 14 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Detektor (1) ein vorzugsweise breitbandiger Interferenzfilter derart in dem Strahlengang der Infrarotstrahlung (18) angeordnet ist, dass nur Infrarotstrahlung (18) eines definierten Frequenzbereiches durchgelassen wird.

Patentanwalt Uwe Schneider

Diplom-Ingenieur

European Trademark Attorney
European Patent Attorney

Zugelassener Vertreter beim Euro-
päischen Patentamt (EPA) und beim
Europäischen Markenamt (HABM)

Holbeinstr. 27
D-59423 Unna
Fon +49 (0) 2303/22064
Fax +49 (0) 2303/22054
Email US@Patent-Schneider.de
<http://www.Patent-Schneider.de>

Fachhochschule Dortmund

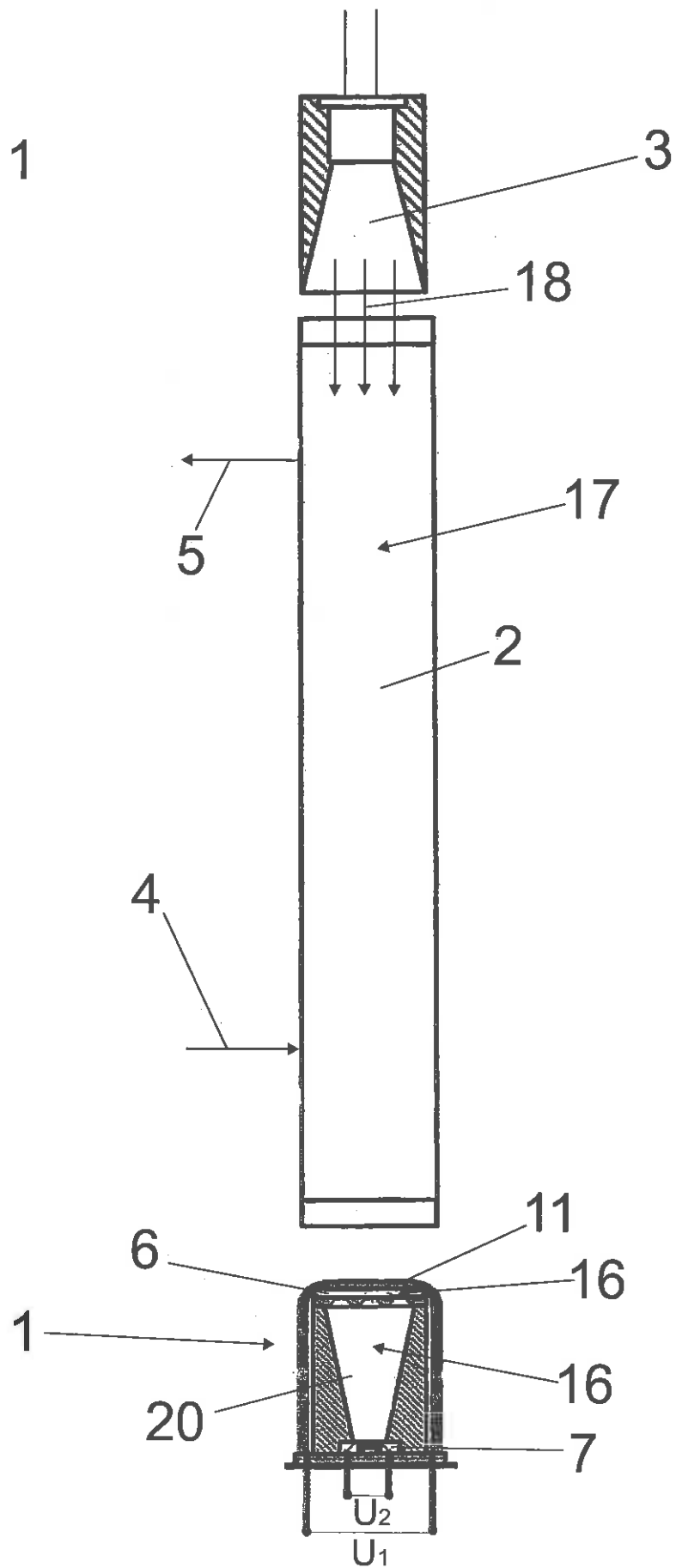
Sonnenstraße 96

44047 Dortmund

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erfassung der Konzentration eines zu bestimmenden Bestandteils in einem Probengas (17), bei dem eine Strahlungsquelle (3) Infrarotstrahlung (18) in Richtung auf eine von dem Probengas (17) durchtretene Kammer (2) abgibt, hinter der ein Detektor (1) zur Erfassung der Gaskonzentration angeordnet wird, bei dem in dem Detektor (1) in einem zur Strahlungsquelle (3) hin angeordneten ersten Teilvolumen (6) des Detektors (1) eine Temperaturmesseinrichtung (10) Temperaturveränderungen eines in dem ersten Teilvolumen (6) befindlichen Messgases (16) misst, die durch die Absorption der von der Strahlungsquelle (3) einfallenden Infrarotstrahlung (18) in dem Messgas (16) des ersten Teilvolumens (6) hervorgerufen wird, und in einem in Strahlungsrichtung hinter dem ersten Teilvolumen (6) angeordneten zweiten Teilvolumen (7) des Detektors (1) eine Referenz-Messeinrichtung (9) diejenigen Strahlungsanteile der Infrarotstrahlung (18) erfasst, die nicht von dem Messgas (16) in dem ersten Teilvolumen (6) des Detektors absorbiert wurden, und das Messgas (16) in dem Detektor (1) zumindest einen Anteil des zu bestimmenden Bestandteils des Probengases (17) aufweist, wobei aus den von der Temperaturmesseinrichtung (10) erfassten Temperaturveränderung und den Messwerten der Referenz-Messeinrichtung (9) ein Maß für die Absorption der Infrarotstrahlung (18) in dem Messgas (16) in dem ersten Teilvolumen (6) des Detektors (1) und/oder dem zu bestimmenden Bestandteil des Probengases (17) ermittelt wird. (hierzu Fig. 2)

Fig. 1



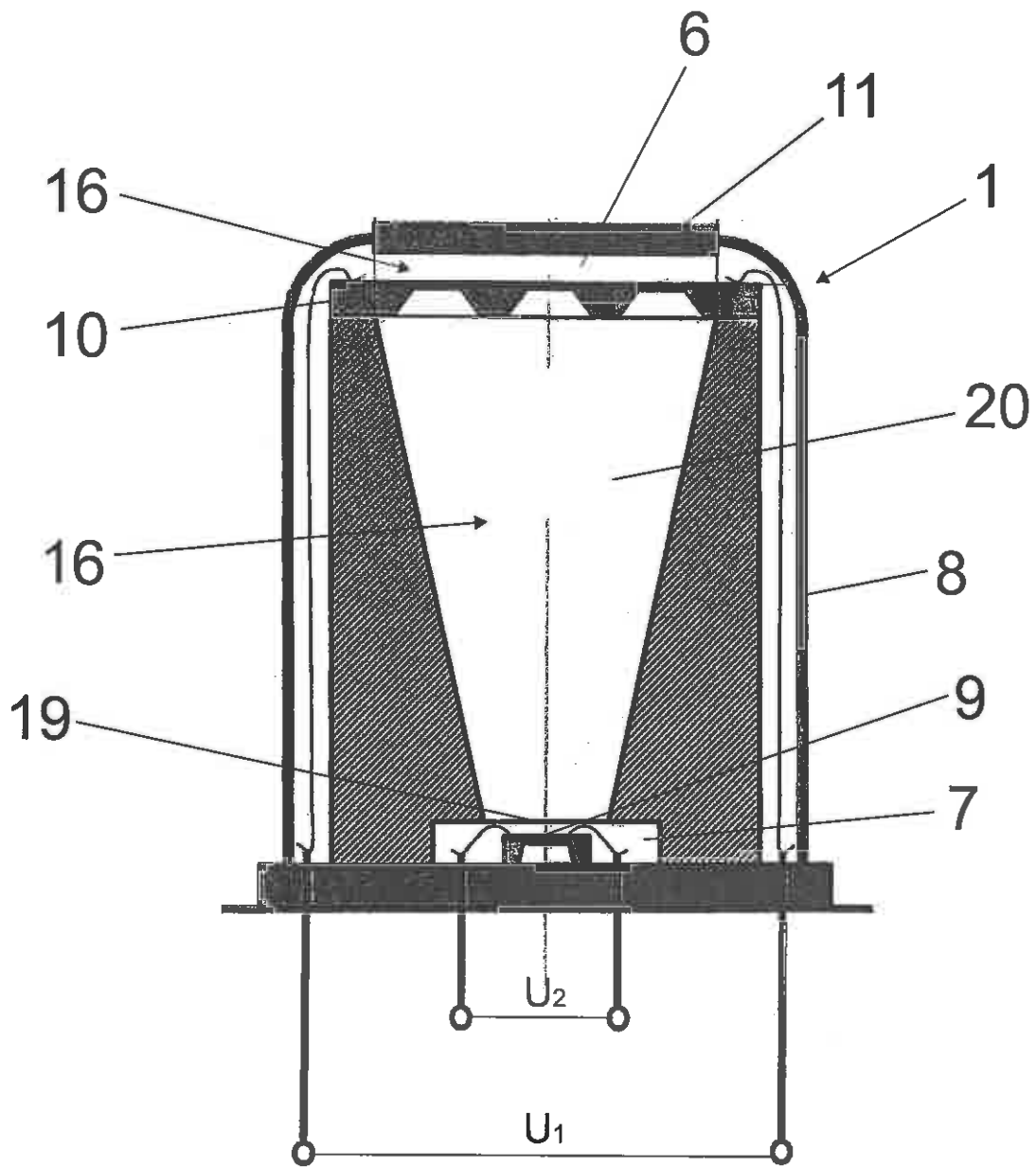


Fig. 2

Fig. 3

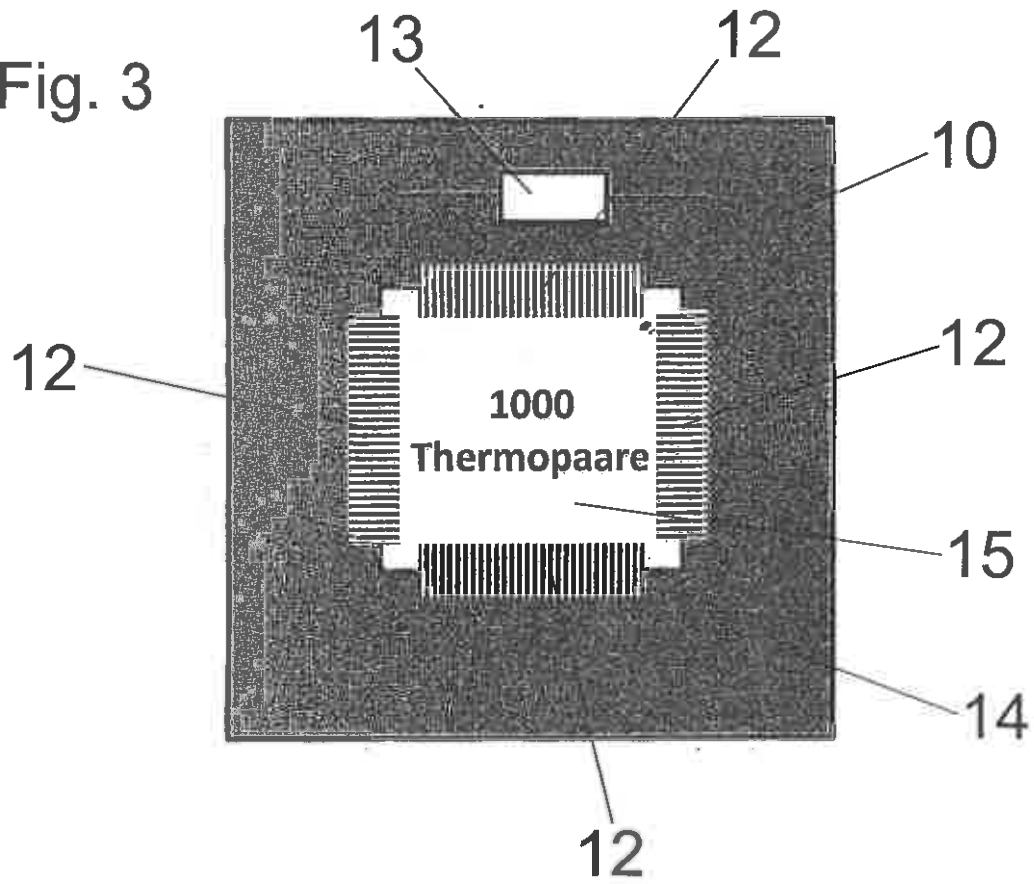


Fig. 4

