



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 14 781 B4** 2006.11.16

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **102 14 781.7**
(22) Anmeldetag: **03.04.2002**
(43) Offenlegungstag: **30.10.2003**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **16.11.2006**

(51) Int Cl.⁸: **G01N 21/35** (2006.01)
E03D 9/00 (2006.01)
E03D 13/00 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt
am Main, 60325 Frankfurt, DE**

(74) Vertreter:

BOEHMERT & BOEHMERT, 28209 Bremen

(72) Erfinder:

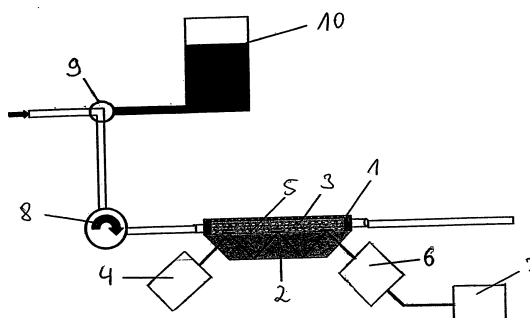
**Mäntele, Werner, Prof. Dr., 63825 Blankenbach,
DE; Klein, Oliver, Dipl.-Phys., 65933 Frankfurt, DE;
Zscherp, Christian, Dr., 61169 Friedberg, DE;
Barth, Andreas, Prof. Dr., 60596 Frankfurt, DE;
Lilienfeld-Toal, Hermann von, Prof. Dr., 63571
Gelnhausen, DE; Prollius, Hellmuth von, 10967
Berlin, DE; Germar, Frithjof von, Dr., 55126 Mainz,
DE; Offermanns, Heribert, Prof. Dr., 63457 Hanau,
DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 197 48 849 A1
DE 43 33 560 A1
DE 43 24 141 A1
DE 36 05 518 A1
DE 34 02 488 A1
US 52 14 286 A
EP 06 70 492 A2
EP 06 52 301 A1
WO 99/66 312 A1
WO 99/05 509 A1

(54) Bezeichnung: **FT-IR-Meßvorrichtung, insbesondere für die Spektrometrie wässriger Systeme**

(57) Hauptanspruch: Infrarotmeßvorrichtung für die qualitative und/oder quantitative Bestimmung von Inhaltsstoffen in nicht-wässrigen oder wässrigen Systemen, umfassend mindestens eine Meßeinheit, umfassend mindestens einen ATR-Körper, der mindestens zwei ebene Begrenzungsflächen (5) umfaßt, der für die Meßstrahlung transparent ist und der einen Brechungsindex aufweist, der größer ist als der eines an mindestens eine Begrenzungsfläche angrenzenden, zu untersuchenden Mediums; mindestens eine Infrarot-Lichtquelle, die ein kontinuierliches Spektrum emittiert, mindestens einen Detektor und mindestens eine Auswerteeinheit, wobei die Strahlung der Lichtquelle (4) mit einem in oder auf der Meßeinheit aufnehmbaren Probensystem wechselwirkt, und wobei das vom Detektor (6) aufgezeichnete Interferogramm in der Auswerteeinheit (7) über Fourier-Transformation auswertbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Infrarot-Lichtquelle eine im mittleren Infrarotbereich elektromagnetische Strahlung emittierende Lichtquelle ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine FT-IR-Meßvorrichtung, insbesondere für die Spektrometrie wässriger Systeme, die mindestens eine Meßeinheit, insbesondere eine Meßzelle, umfassend mindestens einen ATR-Körper; mindestens eine Infrarot-Lichtquelle, die ein kontinuierliches Spektrum emittiert; mindestens einen Detektor und mindestens eine Auswerteeinheit umfaßt. Des weiteren betrifft die Erfindung die Verwendung der erfindungsgemäßen Infrarotmeßvorrichtung für die qualitative und quantitative Bestimmung von Inhaltsstoffen in insbesondere wässrigen Systemen.

Stand der Technik

[0002] Die Infrarotspektroskopie ist dem Fachmann hinlänglich bekannt und wird insbesondere in der organischen Chemie zur Bestimmung funktioneller Gruppen eingesetzt (s.a. Spektroskopische Methoden in der organischen Chemie, M. Hesse et. al., Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1984, Kapitel 2), wobei sich die Proben in allen drei Aggregatzuständen sowie im gelösten Zustand vermessen lassen. Neben dem Einsatz in der Strukturaufklärung ist auch bereits vorgeschlagen worden, IR-spektroskopische Verfahren für die Prozeßanalytik einzusetzen.

[0003] Die DE 43 3560 A1 beschreibt ein FT-IR-Spektrometer mit einer ATR-Meßzelle, mit der Prozeßgemische kontinuierlich spektroskopisch analysiert werden können. Um besonders wartungsfrei arbeiten zu können, wird vor der Meßfläche des ATR-Kristalls eine Ultraschallquelle zwecks Reinigung der Meßfläche von Produktrückständen angeordnet.

[0004] Die WO 99/05509 A1 offenbart ebenfalls ein FT-IR-Spektrometer mit einer ATR-Meßzelle. Die Meßfläche des ATR-Kristalls ist mit einer nur wenige Nanometer dicken Metallschicht, insbesondere Goldschicht, versehen, an der sich Biomoleküle geordnet anlagern können. Auf diese Weise lassen sich spektroskopische Informationen über in wässrigen Systemen vorliegende Biomoleküle erhalten.

[0005] In der DE 36 05 518 A1 wird eine Meßzelle für die IR Spektrometrie beschrieben, mit der sich auch von kleinen Probemengen Absorptions- bzw. Emissionsspektren aufnehmen lassen, so daß z.B. chromatographisch aufgetrennte Probefractionen kontinuierlich detektiert werden können. Man verwendet hierfür eine Meßzelle, die über einen sogenannten ATR-Kristall (ATR = Attenuated Total Reflection) verfügt Als Infrarotlichtquelle kommt eine solche mit kontinuierlichem Spektrum zum Einsatz. Sobald die, eine Innenwand der Meßzelle bildende Fläche des ATR-Kristalls mit einer stationären Phase eines Chromatographieverfahrens versehen werden soll,

um eine die Meßzelle durchströmende Probe zu untersuchen, wird vorgeschlagen, parallel oder nachfolgend auch ATR-Fluoreszenz-, Phosphoreszenz- oder Raman-Spektren zu messen Um auch sehr geringe Probenmengen vermessen DE 36 05 518 A1 eine Meßzelle offenbart, deren mittlerer Bereich durch ein zusätzliches Element ausgefüllt wird, wodurch die Konstruktion dieser Meßzelle sehr kompliziert wird und ein Verstopfen beim Durchfließen nicht mehr ausgeschlossen werden kann. Um die Messung dennoch fortführen zu können, ist dann zumeist die komplette Meßzelle auszuwechseln. Im übrigen sind der DE 36 05 518 über die kontinuierliche Kontrolle von Chromatographieverfahren hinaus keine Hinweise zu entnehmen, ob bzw. gegebenenfalls wie sich mit der beschriebenen Meßzelle bestimmte Substanzen qualitativ oder quantitativ ermitteln lassen.

[0006] Gemäß DE 43 24 141 A1 lassen sich auch niedrige Isopropanol-Gehalte (< als 10%) in Feuchtemitteln für Druckmaschinen kontinuierlich bestimmen, wenn man mit einer getakteten IR-Strahlungsquelle nach einem modifiziertem Vier-Strahl-Verfahren arbeitet. Als Infrarot-Strahlungsquelle kommt wiederum eine solche mit einem kontinuierlichen Spektrum im nahen Infrarotbereich in Betracht. Weitergehende Angaben zum Infrarotmeßverfahren sind diesem Dokument ebenfalls nicht zu entnehmen.

[0007] Um die Konzentration von Inhaltsstoffen in wässrigen Flüssigkeiten verlässlich und reproduzierbar bestimmen zu können, ist gemäß DE 197 48 849 A1 der zu messende Analyt vor der Messung gezielt einer chemischen Reaktion zu unterwerfen, welche die übrigen Bestandteile der flüssigen Probe unbeeinflusst läßt. Darüber hinaus hat die chemische Reaktion mit dem Analyten derart zu sein, daß eine einwandfreie IR-spektrometrische Konzentrationsbestimmung ermöglicht wird. Diese Vorgehensweise zur Bestimmung polarer Substanzen in wässrigen Systemen ist sehr aufwendig und kostenintensiv und darüber hinaus nur auf wenige Analyte, d.h. diejenigen, die die erforderliche chemische Reaktion eingehen, beschränkt.

[0008] Bei der Herstellung von alkoholischen wie nicht-alkoholischen Getränken ist es erforderlich, die Konzentration der jeweiligen Inhaltsstoffe möglichst zu jedem beliebigen Zeitpunkt, geeigneter Weise kontinuierlich, bestimmen zu können, um Produktauschuß zu minimieren und eine möglichst hohe Qualität sicherstellen zu können. Der Gehalt an z.B. Zucker oder Alkohol in Getränken wird trotz der mittlerweile zur Verfügung stehenden, weit entwickelten spektrometrischen Verfahren heutzutage immer noch über Dichte-Messungen ermittelt. Diese Verfahren sind sehr aufwendig, erfordern eine ausgefeilte und anspruchsvolle Meßtechnik und eignen sich nur bedingt für kontinuierliche Messungen, also beispielsweise für den On-line-Einsatz.

[0009] Auch bei Qualitätsweinen lässt sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt die Frage der Echtheit der ausgewiesenen Produkte zumeist nur mit Hilfe sehr kostspieliger Techniken, wie z.B. der mehrdimensionalen NMR-Spektroskopie, verlässlich feststellen. Zudem können nur hochqualifizierte Fachleute derartige NMR-Geräte betreiben und die mit diesen erhaltenen Spektren auswerten.

[0010] Darüber hinaus sind z.B. in der medizinischen Diagnostik selbst für Routineuntersuchungen von Blut oder Urin regelmäßig größere Problemengen erforderlich, was einen hohen Materialwie auch Personalaufwand mit sich bringt, und vom behandelten Patienten häufig als unangenehm empfunden wird.

[0011] Es wäre daher wünschenswert, auf Vorrichtungen und Verfahren zurückgreifen zu können, mit denen sich auch geringe Mengen an Inhaltsstoffen in insbesondere wässrigen Systemen qualitativ wie quantitativ auf einfache Weise sehr genau bestimmen lassen.

Aufgabenstellung

[0012] Der vorliegenden Erfindung lag daher die Aufgabe zugrunde, eine Meßvorrichtung zu finden, die einfach herzustellen und zu handhaben ist, die auf einfache Weise in der Prozeßanalytik, auch im Dauerbetrieb einsetzbar ist, z.B. bei der Herstellung von Getränken, und mit der sich Inhaltsstoffe in Flüssigkeiten, insbesondere in wässrigen Systemen, präzise und verlässlich bestimmen lassen.

[0013] Demgemäß wurde eine Infrarotmeßvorrichtung, auch FT-IR-Meßvorrichtung genannt, gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 gefunden.

[0014] Die erfindungsgemäße FT-IR-Meßvorrichtung verfügt über mindestens eine Lichtquelle, die in der Lage ist, fortwährend ein kontinuierliches Spektrum zu emittieren. Derartige Lichtquellen sind dem Fachmann zum Beispiel als Nemst-Stifte, welche im wesentlichen aus Zirkonoxid und Zusätzen an Seltenen Erden bestehen, sowie als sogenannte Globare, im wesentlichen bestehend aus Siliciumcarbid, bekannt. Ferner kommt als Lichtquelle eine elektrisch leitende Keramik in Frage.

[0015] Zur Bestimmung von Inhaltsstoffen mit der erfindungsgemäßen FT-IR-Meßvorrichtung kommen solche Lichtquellen zum Einsatz, die im mittleren Infrarotbereich elektromagnetische Strahlung emittieren, also im Bereich von etwa 2 μm bis etwa 25 μm , insbesondere von etwa 2,5 μm bis etwa 12 μm .

[0016] Das im Detektor aufgezeichnete Interferogramm, das eine Überlagerung aller im Spektrum auftretenden Wellenlängen aufzeichnet, wird in der Auswerteeinheit rechnergestützt durch Fou-

rier-Transformation in die Frequenzen der einzelnen Schwingungen zerlegt. Einzelheiten zur Fourier-Transformation sind z.B. bei N.B. Colthup, L.H. Daly, S.E. Wiberley, Introduction to Infrared and Raman Spectroscopy, Academic Press, San Diego, 1990, zu finden, worauf hiermit Bezug genommen wird. Mit der erfindungsgemäßen FT-IR-Meßvorrichtung lassen sich Inhaltsstoffe mit hoher Empfindlichkeit, Schnelligkeit und Wellenzahlenpräzision bestimmen.

[0017] Als Detektoren für die Registrierung der Meßstrahlung kann auf alle gängigen, in Infrarotmeßvorrichtungen zum Einsatz kommenden Systeme zurückgegriffen werden.

[0018] Soweit die detektierten Signale noch weiter aufbereitet bzw. ausgewertet werden sollen, kommen hierfür dem Fachmann hinlänglich bekannte Auswerteeinheiten, insbesondere computergestützte Auswerteeinheiten in Betracht. Eine Auswerteeinheit im Sinne der vorliegenden Erfindung kann auch einen Datenspeicher und/oder eine Anzeigeeinheit, z.B. einen Schreiber oder einen Bildschirm, umfassen. Diese Elemente können selbstverständlich auch separat vorliegen.

[0019] In einer bevorzugten Ausführungsform verfügt die erfindungsgemäße Meßvorrichtung über eine auswechselbare Auswerteeinheit. Beispielsweise kann eine erste Auswerteeinheit gegen eine zweite oder weitere Auswerteeinheit ausgetauscht werden. Dieses hat den Vorteil, daß z.B. auf einer ersten Auswerteeinheit ein Auswertungsprogramm für ein bestimmtes Analyseproblem vorliegt, das bei Änderung der Analyseaufgabenstellung gegen eine zweite bzw. weitere Auswerteeinheit mit einem auf die neue Aufgabenstellung zugeschnittenen Auswertungsprogramm ausgewechselt werden kann. Bevorzugt liegen die Auswerteeinheiten in Form von Auswertemodulen vor, mit denen sich auf einfache Weise Wirkverbindungen mit der erfindungsgemäßen Meßvorrichtung, insbesondere mit dem Detektor, herstellen lassen, z.B. in Form von Einsteck- oder Einschiebmodulen. Als vorteilhaft hat sich erwiesen, die jeweiligen Auswerteeinheiten durch unterschiedliche Form- und/oder Farbgebung unterscheidbar zu machen. Des weiteren können zwei oder mehrere Auswerteprogramme auf einer Auswerteeinheit vorliegen, die in einer Ausführungsform je nach Bedarf freischaltbar sind.

[0020] Die in der erfindungsgemäßen Infrarotmeßvorrichtung zum Einsatz kommende Meßeinheit enthält mindestens einen ATR-Körper. ATR-Körper werden im Stand der Technik auch als ATR-Kristalle bezeichnet, wenngleich diese Systeme nicht notwendigerweise in Kristallform vorliegen müssen. Demgemäß stellt z.B. auch gesintertes Silberchlorid einen funktionstüchtigen ATR-Körper/-Kristall dar.

[0021] Als Material für den verwendeten ATR-Körper kommt jedes beliebige Material in Frage, das für die verwendete Strahlung, insbesondere für elektromagnetische Strahlung im nahen Infrarotbereich, transparent ist und das darüber hinaus stark lichtbrechend bzw. hochbrechend ist und über einen Brechungsindex verfügt, der größer ist als der von Luft und/oder als der eines mit der erfindungsgemäßen Infrarotmeßvorrichtung zu analysierenden bzw. analysierbaren Mediums. Geeignete Materialien für den ATR-Körper umfassen Diamant, Saphir, Cadmiumtellurid, Thalliumbromid-Jodid, Silizium, Germanium, Zinkselenid, Zinksulphid, Magnesiumdifluorid, Cäsiumjodid, Silberchlorid, Kalziumdifluorid, Kaliumbromid oder Natriumchlorid. Für den Fachmann ist ersichtlich, daß bestimmte der vorgehend genannten Materialien aufgrund ihrer Wasserlöslichkeit für die Vermessung wässriger Systeme nicht in Betracht kommen, z.B. ein ATR-Körper aus Natriumchlorid. In einer weiteren Ausführungsform wird auf ATR-Körper aus einem für Infrarotstrahlung transparenten Werkstoff, insbesondere einem Polymerwerkstoff, mit einem Brechungsindex vorzugsweise ≥ 1.5 , insbesondere aus Polyethylen, zurückgegriffen.

[0022] Der ATR-Körper bildet vorzugsweise mit mindestens einer ebenen Begrenzungsfläche eine Seitenwand der Meßeinheit bzw. -zelle. Der ATR-Körper kann in beliebiger Geometrie vorliegen, solange diese zuläßt, daß ein einfallender Strahl derart justiert werden kann, daß dieser vor seinem Austritt aus dem ATR-Körper insgesamt mindestens zweimal, vorzugsweise mindestens dreimal an einer oder mehreren ebenen Begrenzungsflächen reflektiert worden ist. In einer Ausführungsform verlaufen ebene Begrenzungsflächen des ATR-Körpers, an denen der Strahl reflektiert wird, parallel.

[0023] In einer weiteren Ausführungsform bestehen mindestens zwei Begrenzungsflächen der Meßeinheit oder -zelle, insbesondere sich gegenüberliegende Wände der Meßzelle, aus jeweils einem ATR-Körper. Darüber hinaus kann auch die gesamte Meßzelle aus einem ATR-Körper gefertigt sein.

[0024] In einer weiteren, bevorzugten Ausgestaltung stellt die Meßzelle eine Durchflußzelle dar. Diese hat den Vorteil, daß z.B. auch Prozeßabläufe in unterschiedlichsten Herstellungsverfahren, vorzugsweise im On-line-Modus, untersucht werden können. Diese Durchflußzellen eignen sich besonders für den Einsatz in der Prozeßanalytik.

[0025] Darüber hinaus ist es möglich, die Meßzelle bzw. den ATR-Körper auch als Tauchsonde auszugestalten, um z.B. Probensysteme, die sich anderweitig schlecht oder überhaupt nicht vermessen lassen, mit Hilfe der erfindungsgemäßen Infrarotmeßvorrichtung zu analysieren. Eine derartige Tauchsonde eignet sich insbesondere auch für Stichprobenkontrollen in

unterschiedlichste Verfahren, bei denen wässrige wie auch nicht-wässrige Systeme zum Einsatz kommen. Beispielsweise können bei Verwendung einer Tauchsonde auf einfache Weise Urin, Blut, Fruchtsäfte, Bier, Spirituosen, Wein, Waschlaugen oder Abwasser auf Inhaltsstoffe, z.B. polare Substanzen wie Saccharide, z.B. Glucose, Alkohole, z.B. Ethanol, oder Phosphorsäureester, untersucht werden.

[0026] In einer weiteren Ausführungsform ist wenigstens eine Begrenzungsfläche des ATR-Körpers, die dem zu analysierenden Medium aussetzbar bzw. ausgesetzt ist mit einer Beschichtung versehen, die für die Meßstrahlung transparent ist. Insbesondere wenn die Beschichtung eine Stärke aufweist, die geringer ist als die Wellenlänge der verwendeten Meßstrahlung, kann auf jedwedes für die Meßstrahlung transparente Beschichtungsmaterial zurückgegriffen werden. Die Dicke bzw. Stärke der Beschichtung ist dagegen unkritisch, wenn es sich bei dem Beschichtungsmaterial um ein solches für einen ATR-Körper handelt. Beispielsweise kann ein ATR-Material wie Zinkselenid, das besonders bevorzugt für die erfindungsgemäß eingesetzten ATR-Körper verwendet wird, mit einer Schicht aus Diamant versehen werden. Man erhält auf diese Weise einen mit einer äußerst widerstandsfähigen und inerten Beschichtung versehenen ATR-Körper. Besonders bevorzugt wird die Diamantschicht nach einem von H. J. Neubert in Optics, Februar 2002, Seite 11, beschriebenen Verfahren aufgetragen. Danach wird mit Hilfe eines Kohlendioxidlasers mit einer Leistung von etwa 6 bis 7 kW in der Nähe einer Oberfläche eine Temperatur im Bereich von 15.000 bis 20.000°C erzeugt. Durch Einleiten von Argon in diesen Bereich wird ein Plasma erzeugt. Gibt man gasförmige Kohlenwasserstoffe, beispielsweise Methan, in dieses Plasma werden freie Kohlenstoffatome gebildet, die sich auf einem Substrat, vorliegend auf eine ebene Begrenzungsfläche eines ATR-Körpers, unter Ausbildung einer Diamantschicht sehr geringer Stärke niederschlagen lassen. Von Vorteil ist die vorhergehend beschriebene Beschichtung insbesondere bei Materialien für ATR-Körper, die toxisch, löslich, z. B. im Probenmedium, und/oder empfindlich gegenüber mechanischer Beanspruchung sind.

[0027] In einer bevorzugten Ausgestaltung verfügt die Beschichtung des ATR-Körpers der erfindungsgemäßen Infrarotmeßvorrichtung über eine Stärke, die geringer ist als die, vorzugsweise halbe, Wellenlänge der verwendeten Infrarot-Meßstrahlung, insbesondere über eine Stärke im Bereich von etwa 2 nm bis etwa 25 μm , besonders bevorzugt von etwa 2 μm bis etwa 12 μm . Ein geeigneter Beschichtungsstärkenbereich erstreckt sich somit auch von 2 nm bis 12 μm .

[0028] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann an Stelle einer Diamantbeschichtung auch

eine Schicht aus einem transparenten oder transluzenten Kunststoff, insbesondere Polyethylen eingesetzt werden.

[0029] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung werden die mit einer Beschichtung versehenen ATR-Körper-Materialien ausgewählt aus Saphir, Cadmiumtellurid, Thalliumbromid-Jodid, Silizium, Germanium, Zinksulphid, Magnesiumdifluorid, Cäsiumjodid, Silberchlorid, Kalziumdifluorid, Kaliumbromid und Natriumchlorid, wobei Zinkselenid bevorzugt ist.

[0030] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung stellt die Meßeinheit eine druckstabile Meßeinheit dar. Druckstabil im Sinne der vorliegenden Erfindung soll auch umfassen, daß die Meßeinheit auch bei hohen Außen- wie auch hohen Innendrücken im wesentlichen einwandfrei funktioniert, daß z.B. keine Undichtigkeiten oder Beschädigungen auftreten und daß der Meßvorgang nicht durch hohe Außendrücke gestört wird. Bevorzugt wird auf Meßeinheiten, insbesondere Meßzellen, vor allem Durchflußzellen, sowie Tauchsonden zurückgegriffen, die auch bei insbesondere Außendrücken bis etwa 100 bar noch druckstabil sind. Als besonders zweckmäßig haben sich solche Meßeinheiten erwiesen, die im Bereich von 1 bis 25 bar druckstabil sind. Insbesondere haben auch die ATR-Körper als solche druckstabil ausgeführt zu sein und beispielsweise über angemessene Stärken zu verfügen. Druckstabile Meßeinheiten eignen sich beispielsweise für den Einsatz in der Prozeßanalytik, z.B. um ohne die Herstellbedingungen zu ändern, den tatsächlichen Fortgang des Herstellprozesses in Echtzeit verfolgen zu können. Druckstabile Meßeinheiten können demgemäß bei der Getränkeherstellung, z.B. bei der Bierherstellung, oder auch bei chemischen Verfahren eingesetzt werden. Hierbei ist auch von Vorteil, daß sich mit der erfindungsgemäßen Meßvorrichtung unter Zuhilfenahme einer druckstabilen Meßeinheit polare Substanzen, z.B. Kohlenhydrate und Alkohole, qualitativ und quantitativ bestimmen lassen.

[0031] Mit der erfindungsgemäßen Infrarotmeßvorrichtung lassen sich sowohl einzelne Inhaltsstoffe als auch komplexe Mischungen an Inhaltsstoffen in Probesystemen eindeutig und exakt insbesondere unter Verwendung von elektromagnetischer Strahlung im mittleren Infrarotbereich untersuchen und charakterisieren, wobei es gelingt, Inhaltsstoffe insbesondere in wässrigen Systemen qualitativ und/oder quantitativ zu bestimmen. Damit liegt erstmalig eine, insbesondere auch im On-line-Betrieb einsetzbare, Infrarot-Meßvorrichtung vor, die für die Analyse von wässrigen Systemen, wie insbesondere Bier, Wein, Spirituosen, Softdrinks, Fruchtsäften, Abwasser, Waschlauge, Prozeßflüssigkeiten oder Körperflüssigkeiten, wie Blut, Speichel, Lymphe oder Urin, eingesetzt werden kann. Beispielsweise ist es möglich, den Zu-

cker- und/oder den Alkoholgehalt, wie z.B. den Glucose- und/oder Ethanolgehalt, in Flüssigkeiten gleichzeitig zu bestimmen.

[0032] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung werden z.B. Inhaltsstoffe von Getränken, wie Bier, Wein, Spirituosen, Softdrinks oder Fruchtsäften, bei der Herstellung bzw. Verarbeitung und/oder beim Abfüllen mit Hilfe der erfindungsgemäßen FT-IR-Meßvorrichtung unter Verwendung einer Durchflußzelle qualitativ und quantitativ bestimmt. Bei diesen, gegebenenfalls auch nebeneinander vorliegenden Inhaltsstoffen kann es sich z.B. um Alkohole, wie Ethanol, Methanol, Propanol oder Butanol, Kohlenhydrate, Kohlensäure und/oder Proteine handeln.

[0033] Bei Kenntnis der in einer Probe möglicherweise vorliegenden Inhaltsstoffe kann die Suche nach zu detektierenden Signalen auf ganz bestimmte Frequenzen bzw. Frequenzbereiche eingeschränkt werden, wodurch sehr hohe Empfindlichkeiten zu erzielen sind. Beispielsweise können mit Hilfe der erfindungsgemäßen Infrarotmeßvorrichtung auch in wässrigen Systemen nebeneinander vorliegende unterschiedliche Kohlenhydrate bzw. Saccharidverbindungen, wie z.B. Fructose, Glucose, Saccharose und/oder Galaktose, identifiziert werden.

[0034] In einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung wird die erfindungsgemäße Vorrichtung dazu genutzt, die Inhaltsstoffe von Obst und Gemüse quantitativ und/oder qualitativ zu bestimmen. Dabei kann in einer Ausführungsform eine ebene Fläche eines ATR-Körpers einer Meßeinheit auf das, beispielsweise frisch aufgeschnittene, Fruchtfleisch von Obst oder Gemüse aufgelegt oder eingepreßt werden. In gleicher Weise kann z.B. auch der Reifegrad von Trauben bestimmt werden, indem der in Wirkverbindung mit einer erfindungsgemäßen Infrarotmeßvorrichtung stehende ATR-Körper, beispielsweise in Ausgestaltung einer Tauchsonde oder des vorgenannten Hohlkörpers, in direktem Kontakt mit dem Fruchtfleisch gebracht oder in dieses eingetaucht wird.

[0035] Die erfindungsgemäße FT-IR-Meßvorrichtung ist insbesondere auch für die Bestimmung von Inhaltsstoffen insbesondere in der Medizin oder der Tiermedizin besonders geeignet. Beispielsweise können aus Körperflüssigkeiten wie Blut, Urin, Speichel oder Lymphe Inhaltsstoffe qualitativ und/oder quantitativ detektiert werden. Auf diese Weise werden Voraussetzungen für eine schnelle Diagnose geschaffen. So können beispielsweise mit Hilfe einer Durchflußzelle, falls gewünscht sogar On-line, das heißt im Echtzeitmodus, Blutinhaltsstoffe wie Glucose, Harnstoffe, Kreatinin oder Triglyceride sowie Alkohole, z.B. Ethanol, bestimmt werden. Demgemäß eignet sich die erfindungsgemäße Infrarotmeßvorrichtung

z.B. auch für den Einsatz bei der Dialyse. Das ausgetauschte Blut kann fortwährend auf insbesondere relevante oder kritische Inhaltsstoffe untersucht und der Zeitpunkt, zu dem das Blut hinreichend gereinigt ist, exakt ermittelt werden. Hierdurch entfallen unnötig lange Dialysezeiten. Auch aufgrund der kleindimensionierbaren ATR-Körper ist es unproblematisch, für die Verwendung bei der Dialyse auf wegwerfbare oder recycelbare Durchflußzellen zurückzugreifen. Zweckmäßigerweise ist eine solche Durchflußzelle als Modul ausgestaltet, das ohne weiteres in eine Meßstrecke, z.B. in eine blutleitende Kanüle, integriert werden kann.

[0036] Aufschluß über den Zustand des bei der Dialyse zu reinigenden Blutes kann darüber hinaus auch durch die mit Hilfe der erfindungsgemäßen Infrarotmeßvorrichtung vorgenommene spektroskopische Untersuchung der bei der Blutreinigung anfallenden Wasch- bzw. Austauschflüssigkeit liefern. Erfindungsgemäß wird besagte Meßvorrichtung auch für die Bestimmung von Inhaltsstoffen in dieser Waschflüssigkeit eingesetzt. Hiermit geht der Vorteil einher, daß die Messung nicht mehr unter sterilen Bedingungen stattzufinden hat, gleichwohl schnelle Aussagen über den Zustand des gereinigten Blutes möglich gemacht werden.

[0037] Für die Bestimmung z.B. der vorhergehend genannten Blutinhaltsstoffe mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung reichen aber auch bereits Mengen von etwa 100 µl aus, um exakte Angaben darüber zu erhalten, welche Substanzen gegebenenfalls in welcher Konzentration z.B. im Blut vorliegen. Im Gegensatz zu herkömmlichen Blutanalyseverfahren ist man auf wesentlich geringere Mengen an Blut angewiesen und kommt darüber hinaus auch ohne weitere Verbrauchsmittel wie Spritzenkörper und -kanülen aus. Zudem gestaltet sich die Entnahme kleiner Mengen an Blut wesentlich einfacher, z.B. auch im Hinblick auf die Einhaltung steriler Bedingungen.

[0038] In einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform ist ein Urinal vorgesehen, umfassend ein Urinalbecken, enthaltend mindestens einen ATR-Körper mit mindestens zwei ebenen Begrenzungsflächen, der für die Meßstrahlung transparent ist und der einen Brechungsindex aufweist, der größer ist als der eines an mindestens eine Begrenzungsfläche angrenzenden, zu untersuchenden Mediums, insbesondere größer oder gleich 1.5, in den ein Lichtstrahl, insbesondere mindestens ein Strahl einer kontinuierlichen Spektrum, insbesondere im mittleren Infrarotbereich, emittierenden IR-Lichtquelle einkoppelbar ist; und/oder mindestens eine Abflußleitung, in die eine Meßeinheit, insbesondere Meßzelle, enthaltend mindestens einen ATR-Körper mit mindestens zwei ebenen Begrenzungsflächen, der für die Meßstrahlung transparent ist und der einen Brechungsindex aufweist, der größer ist als der eines

an mindestens eine Begrenzungsfläche angrenzenden, zu untersuchenden Mediums, insbesondere größer oder gleich 1.5, in den ein Lichtstrahl, insbesondere mindestens ein Strahl einer kontinuierlichen Spektrum, insbesondere im mittleren Infrarotbereich, emittierenden IR-Lichtquelle einkoppelbar ist. Eine Meßeinheit, umfassend den ATR-Körper, kann z.B. im Urinal selber oder in der herkömmlichen Abflußleitung des Urinals angebracht sein, liegt jedoch vorzugsweise in einer separaten oder von der Abflußleitung abgezweigten Leitung vor. Um reproduzierbare Daten zu erhalten, ist die Meßzelle zweckmäßigerweise als Durchflußzelle mit einem reversibel verschließbaren Ein- und Ausgang ausgestattet. Zudem hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Meßeinheit bzw. -zelle, beispielsweise über entsprechende Kanalsysteme, thermostatiert werden kann. Weiterhin ist es von Vorteil, wenn ein Mittel zum Reinigen der Meßeinheit mit z.B. Reinigungsflüssigkeit und/oder Wasser sowie gegebenenfalls ein Mittel zum Trocknen der Meßeinheit, z.B. ein Gebläse vorgesehen sind.

[0039] Ferner hat eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform ein Klosett zum Gegenstand, umfassend eine Klosettschüssel, enthaltend mindestens einen ATR-Körper mit mindestens zwei ebenen Begrenzungsflächen, der für die Meßstrahlung transparent ist und der einen Brechungsindex aufweist, der größer ist als der eines an mindestens eine Begrenzungsfläche angrenzenden, zu untersuchenden Mediums, insbesondere größer oder gleich 1.5, in den ein Lichtstrahl, insbesondere mindestens ein Strahl einer kontinuierlichen Spektrum, insbesondere im mittleren Infrarotbereich, emittierenden IR-Lichtquelle einkoppelbar ist; und/oder mindestens eine Abflußleitung, in die eine Meßeinheit, insbesondere Meßzelle, enthaltend mindestens einen ATR-Körper mit mindestens zwei ebenen Begrenzungsflächen, der für die Meßstrahlung transparent ist und der einen Brechungsindex aufweist, der größer ist als der eines an mindestens eine Begrenzungsfläche angrenzenden, zu untersuchenden Mediums, insbesondere größer oder gleich 1.5, in den ein Lichtstrahl, insbesondere mindestens ein Strahl einer kontinuierlichen Spektrum, insbesondere im mittleren Infrarotbereich, emittierenden IR-Lichtquelle einkoppelbar ist. Die erfindungsgemäße Infrarotmeßvorrichtung oder eine Meßeinheit können z.B. entweder in die Abflußleitung des Klosetts integriert sein oder, was bevorzugt ist, in einer separaten oder von der Abflußleitung abgezweigten Leitung vorliegen. Wie beim vorhergehend beschriebenen Urinal kann auch die beim Klosett verwendete Meßzelle thermostatierbar sein. Mit der vorhergehend beschriebenen Kot-Analyse lassen sich z.B. charakteristische Angaben im Hinblick auf die vorliegenden Fette sowie deren Gehalte ermitteln. In den beiden vorhergehend beschriebenen Ausführungsformen steht die Meßeinheit vorzugsweise mit einer über ein Ventil regelbaren Zuleitung

für Reinigungsflüssigkeit in Verbindung, mit der nach jedem Meßvorgang die Meßeinheit/Meßzelle, insbesondere der ATR-Körper, gereinigt wird.

[0040] Erfindungsgemäß ist weiterhin vorgesehen, eine Meßeinheit/Meßzelle, enthaltend mindestens einen ATR-Körper für den automatisierten Analysebetrieb, z.B. mit Hilfe eines Analyseautomaten bzw. -roboters. Dieser Analyseautomat umfaßt neben besagter Meßzelle eine Spülsowie eine Trockenvorrichtung für den ATR-Körper. Auf diese Weise kann z.B. eine Durchflußzelle bzw. eine verschließbare Durchflußzelle nach dem Meßvorgang gereinigt und für die Folgemessung präpariert werden. Das vorhergehend beschriebene automatisierte Meßverfahren ermöglicht sehr kurze Meßzyklen. Beispielsweise reichen pro Meßvorgang bereits etwa 10 Sekunden aus, um beispielsweise sechs Inhaltsstoffe, z.B. in Getränken, im Blut oder Urin, bestimmen zu können. Somit kann unter Verwendung der erfindungsgemäßen Meßvorrichtung eine Vielzahl an Proben automatisiert infrarotspektroskopisch vermessen werden.

Ausführungsbeispiel

[0041] Ausführungsformen der Erfindung werden anhand der nachfolgenden zwei Abbildungen im Detail beschrieben, ohne daß die Erfindung auf diese besondere Ausgestaltungen beschränkt sein soll. [Fig. 1](#) zeigt eine erfindungsgemäße Infrarotmeßvorrichtung mit Durchflußzelle in schematischer Darstellung. [Fig. 2](#) zeigt einen Längsquerschnitt durch einen beschichteten ATR-Körper.

[0042] Wie der [Fig. 1](#) zu entnehmen ist, kann eine erfindungsgemäße Infrarotmeßvorrichtung in einer Ausführungsform mit einer Durchflußzelle **1** ausgestattet sein. Eine Längswand der Durchflußzelle **1** wird von einem ATR-Körper **2** mit trapezförmigem Querschnitt gebildet. Die Durchflußzelle **1** ist mit einem zylinderförmigen Kanal **3** ausgestattet, der vorliegend geradlinig durch die Durchflußzelle geführt wird. Ein Lichtstrahl wird über die IR-Lichtquelle **4**, enthaltend ebenfalls ein Interferometer, mit dessen Hilfe interferenzmoduliertes Licht erzeugt werden kann, über die Schmalseite des ATR-Körpers **2** eingeführt und trifft auf die ebene Begrenzungsfläche **5**, an die das zu untersuchende Medium angrenzt. Nach mehrmaliger abgeschwächter Totalreflektion wird der austretende Lichtstrahl mit Hilfe eines Detektors **6** registriert und das Signal an eine Auswerteeinheit **7**, mit deren Hilfe die Fourier-Transformation vorgenommen wird, weitergegeben. Nicht abgebildet bei der Strahlungsquelle bzw. dem Detektor ist jeweils eine Spiegeloptik, mit deren Hilfe z.B. die Strahlführung optimiert und gesteuert wird. Geeignete Spiegeloptiken sind dem Fachmann jedoch hinlänglich bekannt, insbesondere auch im Zusammenhang mit Infrarotspektrometern. Der Durchfluß des Probemediums wird unterstützt durch eine Pumpe **8**, bei der es sich

beispielsweise um eine Peristaltik- oder Piezopumpe handeln kann. Über ein Steuerventil **9** kann wahlweise entweder das zu analysierende Medium oder eine Spül- oder Referenzlösung, die auch einem separaten Behältnis **10** entstammen kann, durch die Durchflußzelle geleitet werden. Falls die Meßlösung auch quantitativ vermessen werden soll, empfiehlt es sich, auch ein Gebläse vorzusehen, um insbesondere den ATR-Körper vor jeder neuen Messung trocken zu blasen.

[0043] In einer besonderen Ausgestaltung kann es sich bei der Durchflußzelle **1** um eine solche handeln, die ausgewechselt, das heißt durch eine andere Durchflußzelle, z.B. auch mit einem unterschiedlichen ATR-Körper ersetzt, werden kann. Auswechselbare Durchflußzellen kommen insbesondere immer dann zur Anwendung, wenn sichergestellt werden soll, daß sterile Bedingungen eingehalten werden und/oder das Meßergebnis auf gar keinen Fall durch gegebenenfalls auf der Oberfläche des ATR-Körpers haften gebliebene Rückstände der zuvor vermessenen Probe verfälscht werden soll, beispielsweise bei der Dialyse. Die ausgewechselten Durchflußzellen können entweder entsorgt oder recycelt werden.

[0044] Gemäß [Fig. 2](#) kann eine Meßeinheit **1**, **11** einen in ATR-Körper **12** mit trapezförmigem Querschnitt umfassen, der auf derjenigen ebenen Begrenzungsfläche, die dem Probenmedium ausgesetzt ist, mit einer Beschichtung **14**, insbesondere einer Diamantschicht, versehen ist. An die Beschichtung schließt sich ein Raum **13** zur Aufnahme von Probenflüssigkeit an, der auch als Rohr bzw. Rohrleitung ausgestaltet sein kann, womit die Meßeinheit **11** auch eine Durchflußzelle darstellen kann. [Fig. 2](#) ist darüber hinaus ein Ausschnitt im Bereich der beschichteten Begrenzungsfläche in vergrößerter Darstellung zu entnehmen.

[0045] Die erfindungsgemäße Infrarotmeßvorrichtung erlaubt damit erstmals einen einfachen verlässlichen und kostengünstigen Zugang für die Analyse und Charakterisierung von insbesondere polaren Substanzen, z.B. solchen mit Hydroxyfunktionen, selbst in wässrigen Systemen mit hoher Genauigkeit. Von Vorteil ist weiterhin, daß auch kleinste Probenmengen insbesondere auch kontinuierlich detektiert werden können.

[0046] Die in der vorstehenden Beschreibung, in den Ansprüchen sowie in den Zeichnungen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in jeder beliebigen Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

Bezugszeichenliste

1	Meßzelle, Durchflußzelle
2	ATR-Körper
3	zylinderrörmiger Kanal
4	IR-Lichtquelle, enthaltend ein Interferometer
5	ebene Begrenzungsfläche des ATR-Körpers
6	Detektor
7	Auswerteeinheit, enthaltend Programm zur Fourier-Transformation
8	Pumpe
9	Steuerventil
10	separates Behältnis für Spül- und/oder Referenzlösung
11	Meßeinheit
12	beschichteter ATR-Körper
13	Raum bzw. Rohr zur Aufnahme von Probenflüssigkeit
14	Beschichtung, Diamantschicht

Patentansprüche

1. Infrarotmeßvorrichtung für die qualitative und/oder quantitative Bestimmung von Inhaltsstoffen in nicht-wäßrigen oder wäßrigen Systemen, umfassend mindestens eine Meßeinheit, umfassend mindestens einen ATR-Körper, der mindestens zwei ebene Begrenzungsflächen (5) umfaßt, der für die Meßstrahlung transparent ist und der einen Brechungsindex aufweist, der größer ist als der eines an mindestens eine Begrenzungsfläche angrenzenden, zu untersuchenden Mediums; mindestens eine Infrarot-Lichtquelle, die ein kontinuierliches Spektrum emittiert, mindestens einen Detektor und mindestens eine Auswerteeinheit, wobei die Strahlung der Lichtquelle (4) mit einem in oder auf der Meßeinheit aufnehmbaren Probensystem wechselwirkt, und wobei das vom Detektor (6) aufgezeichnete Interferogramm in der Auswerteeinheit (7) über Fourier-Transformation auswertbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Infrarot-Lichtquelle eine im mittleren Infrarotbereich elektromagnetische Strahlung emittierende Lichtquelle ist.

2. Infrarotmeßvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die IR-Messstrahlung an mindestens einer ebenen Begrenzungsfläche (5) des ATR-Körpers (2) abgeschwächt totalreflektierbar ist.

3. Infrarotmeßvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinheit (1) eine, insbesondere druckstabile, Durchflußzelle oder eine im Eingangs- und Ausgangsbereich jeweils reversibel verschließbare, insbesondere druckstabile, Durchflußzelle darstellt.

4. Infrarotmeßvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der ATR-Körper (2) mindestens eine Wandung einer Meßzelle oder einen Teil davon bildet.

5. Infrarotmeßvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der ATR-Körper (2) die Meßeinheit (1) darstellt.

6. Infrarotmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinheit (1) oder der ATR-Körper (2) eine, insbesondere druckstabile, Tauchsonde darstellen.

7. Infrarotmeßvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der ATR-Körper (2) aus Diamant, Saphir, Cadmiumtellurid, Thalliumbromid-Jodid, Silizium, Germanium, Zinkselenid, Zinksulphid, Magnesiumdifluorid, Cäsiumjodid, Silberchlorid, Kalziumdifluorid, Kaliumbromid, Natriumchlorid und/oder einem für Infrarotstrahlung transparenten Werkstoff, insbesondere Polymerwerkstoff, mit einem Brechungsindex vorzugsweise ≥ 1.5 , insbesondere aus Polyethylen, gebildet wird.

8. Infrarotmeßvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens der ATR-Körper (2) und/oder die Meßeinheit (1) thermostatisierbar ist bzw. sind.

9. Infrarotmeßvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der ATR-Körper (2, 12) wenigstens auf einer Begrenzungsfläche (5), die dem zu analysierenden Probensystem aussetzbar ist, eine für die Meßstrahlung transparente Beschichtung (14) umfaßt.

10. Infrarotmeßvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung (14) eine Stärke aufweist, die geringer ist als die, vorzugsweise halbe, Wellenlänge der verwendeten Infrarotmeßstrahlung, insbesondere im Bereich von etwa 2 nm bis etwa 25 μm , vorzugsweise von etwa 2 μm bis etwa 12 μm .

11. Infrarotmeßvorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung (14) eine ATR-Körper-Materialschicht, insbesondere eine Diamantschicht, umfaßt und daß der beschichtete ATR-Körper vorzugsweise Zinkselenid umfaßt.

12. Infrarotmeßvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinheit (1) druckstabil ist, insbesondere gegenüber Drücken bis zu 100 bar.

13. Infrarotmeßvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinheit (7) gegen eine zweite oder weitere Auswerteeinheit (7) auswechselbar ist.

14. Verwendung der Infrarotmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13 zur qualitativen und/oder quantitativen Bestimmung von Inhaltsstoffen.

fen, insbesondere von Sacchariden, Harnstoff, Kreatinin, Triglyceriden, Kohlensäure, Protein, Alkoholen und/oder Phosphorsäureestern, in nicht-wässrigen und insbesondere wässrigen Systemen.

15. Verwendung nach Anspruch 14, wobei als wässriges System insbesondere Bier, Wein, Fruchtsaft, Spirituosen oder Softdrinks eingesetzt wird.

16. Verwendung nach Anspruch 14, wobei als wässriges System Prozeßflüssigkeit, Abwasser oder Waschlauge eingesetzt wird.

17. Verwendung nach Anspruch 14, wobei als wässriges System Urin und/oder Kot eingesetzt wird.

18. Verwendung nach Anspruch 14, wobei als wässrige Systeme Lymphe, Speichel und/oder Blut eingesetzt wird.

19. Verwendung nach Anspruch 14, wobei als wässriges System die bei der Dialyse anfallende Waschflüssigkeit eingesetzt wird.

20. Verwendung der Infrarotmeßvorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 13 zur qualitativen und/oder quantitativen Bestimmung von Inhaltsstoffen in Obst und Gemüse.

21. Urinal, umfassend ein Urinalbecken, enthaltend mindestens einen ATR-Körper (2, 12) mit mindestens zwei ebenen Begrenzungsflächen (5), der für die Meßstrahlung transparent ist und der einen Brechungsindex aufweist, der größer ist als der eines an mindestens eine Begrenzungsfläche angrenzenden, zu untersuchenden Mediums, insbesondere größer oder gleich 1.5, in den ein Lichtstrahl, umfassend ein kontinuierliches Spektrum, insbesondere im mittleren Infrarotbereich, einkoppelbar ist; und/oder mindestens eine Abflußleitung, in die eine Meßeinheit (1), insbesondere Meßzelle, enthaltend mindestens einen ATR-Körper (2, 12) mit mindestens zwei ebenen Begrenzungsflächen (5), der für die Meßstrahlung transparent ist und der einen Brechungsindex aufweist, der größer ist als der eines an mindestens eine Begrenzungsfläche angrenzenden, zu untersuchenden Mediums, insbesondere größer oder gleich 1.5, in den ein Lichtstrahl, umfassend ein kontinuierliches Spektrum, insbesondere im mittleren Infrarotbereich, einkoppelbar ist.

22. Urinal nach Anspruch 21, insbesondere umfassend eine Infrarotmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der ATR-Körper (2) in Wirkverbindung mit mindestens einer Lichtquelle, die ein kontinuierliches Spektrum im Infrarotbereich emittiert, und/oder einem Detektor (6) und/oder einer Auswerteeinheit (7) steht.

23. Klosett, umfassend eine Klosettschüssel,

enthaltend mindestens einen ATR-Körper (2) mit mindestens zwei ebenen Begrenzungsflächen (5), der für die Meßstrahlung transparent ist und der einen Brechungsindex aufweist, der größer ist als der eines an mindestens eine Begrenzungsfläche angrenzenden, zu untersuchenden Mediums, insbesondere größer oder gleich 1.5, in den ein Lichtstrahl, umfassend ein kontinuierliches Spektrum, insbesondere im mittleren Infrarotbereich, einkoppelbar ist; und/oder mindestens eine Abflußleitung, in die eine Meßeinheit (1), insbesondere Meßzelle, enthaltend mindestens einen ATR-Körper (2) mit mindestens zwei ebenen Begrenzungsflächen (5), der für die Meßstrahlung transparent ist und der einen Brechungsindex aufweist, der größer ist als der eines an mindestens eine Begrenzungsfläche angrenzenden, zu untersuchenden Mediums, insbesondere größer oder gleich 1.5, in den ein Lichtstrahl, umfassend ein kontinuierliches Spektrum, insbesondere im mittleren Infrarotbereich, einkoppelbar ist.

24. Klosett nach Anspruch 23, insbesondere umfassend eine Infrarotmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der ATR-Körper (2) in Wirkverbindung mit mindestens einer Lichtquelle, die ein kontinuierliches Spektrum im Infrarotbereich emittiert, und/oder einem Detektor (6) und/oder einer Auswerteeinheit (7) steht.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

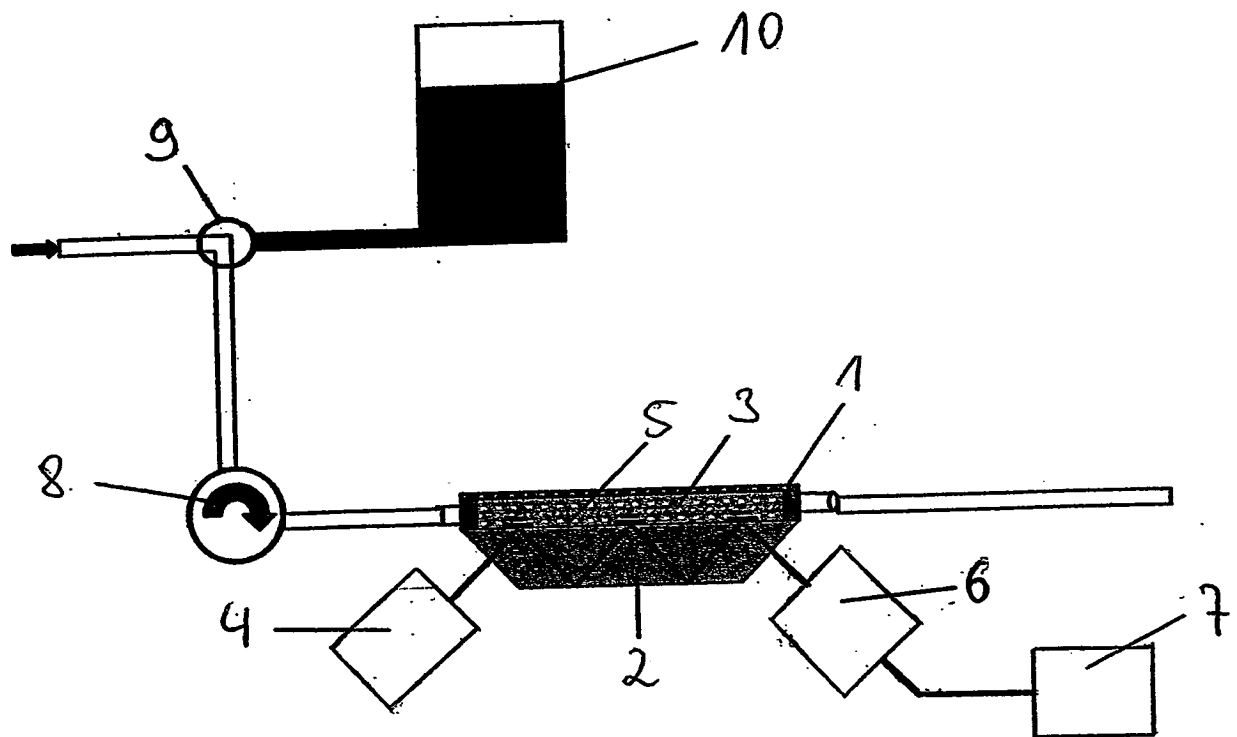


Fig. 2

