

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50363/2021
(22) Anmeldetag: 12.05.2021
(43) Veröffentlicht am: 15.06.2022

(51) Int. Cl.: **G01N 27/12** (2006.01)
G01N 33/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
WO 9953300 A1
RU 2209425 C1
WO 2004086021 A2
WO 2010110051 A1
KR 102031900 B1
US 2009261987 A1

(71) Patentanmelder:
AIT Austrian Institute of Technology GmbH
1210 Wien (AT)

(72) Erfinder:
Bintinger Johannes
3430 Tulln (AT)
Aspermair Patrik
1090 Wien (AT)
Reiner-Rozman Ciril
3430 Tulln (AT)

(74) Vertreter:
WIRNSBERGER & LERCHBAUM
Patentanwälte OG
8700 Leoben (AT)

(54) **Verfahren zur Herstellung eines Sensors sowie Sensor**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines einen Schaltkreis mit mehreren Sensorsubstanzen (16) aufweisenden Sensors. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Sensorsubstanzen (16) in flüssigem Zustand auf ein Substrat (7) aufgebracht werden, welches elektrische Leiter (8) aufweist, wonach die Sensorsubstanzen (16) am Substrat (7) aushärten, wobei die Sensorsubstanzen (16) elektrische Leiter (8) verbinden, sodass ein elektrischer Leitwert der Sensorsubstanzen (16) über die elektrischen Leiter (8) des Substrates (7) bestimmbar ist, wobei Sensitivitäten der Leitwerte der Sensorsubstanzen (16) für unterschiedliche Gase in einer Umgebung abhängig von einem oder mehreren Parametern bestimmt werden, mit welchen die Sensorsubstanzen (16) auf das Substrat (7) aufgebracht werden, wonach diese Abhängigkeiten in einer Datenbank (6) gespeichert werden, wonach basierend auf in der Datenbank (6) gespeicherten Daten sowie abhängig von Anforderungen an den Sensor in Bezug auf mit dem Sensor zu bestimmenden Gaskonzentrationen in einer Umgebung sowie vordefinierten Einsatzbedingungen Parameter für die Aufbringung der einzelnen Sensorsubstanzen (16) auf das Substrat (7) gewählt werden, wonach die

Sensorsubstanzen (16) mit entsprechenden Parametern auf das Substrat (7) aufgebracht werden. Weiter betrifft die Erfindung einen Sensor zur Erfassung von Gasbestandteilen in einer Umgebungsluft, aufweisend einen elektrischen Schaltkreis, der zumindest zwei Sensorsubstanzen einer Sensorsubstanzliste aufweist, wobei Leitfähigkeiten der Sensorsubstanzen mittels des Schaltkreises bestimmbar sind. Weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Bestimmen von Gasbestandteilen in einer Umgebung.

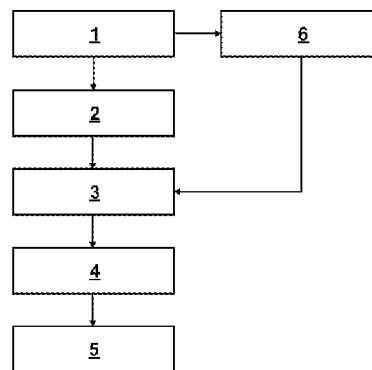


Fig. 1

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines einen Schaltkreis mit mehreren Sensorsubstanzen aufweisenden Sensors. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass

5 elektrische Leitfähigkeiten von Sensorsubstanzen einer Sensorsubstanzliste, welche Sensorsubstanzen jeweils eine elektrische Leitfähigkeit aufweisen, die von einer Konzentration eines oder mehrerer Gase in einer Umgebung der Sensorsubstanz abhängig sind, in Umgebungen mit unterschiedlichen Konzentrationen von unterschiedlichen Gasen und optional unterschiedlichen Feuchtgraden und/oder

10 unterschiedliche Temperaturen gemessen werden, um Sensitivitäten der Leitfähigkeiten der einzelnen Sensorsubstanzen für die unterschiedlichen Gase zu ermitteln, wobei die gemessenen Leitfähigkeiten und ermittelten Sensitivitäten der Sensorsubstanzen der Sensorsubstanzliste in einer Datenbank gespeichert werden, wonach abhängig von Anforderungen an den Sensor in Bezug auf mit dem Sensor zu bestimmende

15 Gaskonzentrationen in einer Umgebung sowie vordefinierten Einsatzbedingungen, insbesondere in Bezug auf einen Feuchtgrad und/oder eine Temperatur, basierend auf der in der Datenbank gespeicherten Sensitivität der jeweiligen Sensorsubstanzen für die zu bestimmenden Gaskonzentrationen zumindest zwei Sensorsubstanzen der Sensorsubstanzliste gewählt werden, welche in einem elektrischen Schaltkreis derart

20 angebracht werden, dass eine Leitfähigkeit der Sensorsubstanzen messbar ist, sodass durch Messung der Leitwerte der Sensorsubstanzen im Schaltkreis und/oder durch Messung von Änderungen der Leitwerte der Sensorsubstanzen im Schaltkreis die Konzentration des zu ermittelnden Gasbestandteiles und/oder eine Änderung der Konzentration des zu ermittelnden Gasbestandteiles in der Umgebung des Schaltkreises

25 bestimmbar ist.

Weiter betrifft die Erfindung einen Sensor zur Erfassung von Gasbestandteilen in einer Umgebungsluft, aufweisend einen elektrischen Schaltkreis, der zumindest zwei Sensorsubstanzen einer Sensorsubstanzliste aufweist, wobei Leitfähigkeiten der

30 Sensorsubstanzen mittels des Schaltkreises bestimmbar sind.

Weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Bestimmen von Gasbestandteilen in einer Umgebung.

Fig. 1

Verfahren zur Herstellung eines Sensors sowie Sensor

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines einen Schaltkreis mit mehreren Sensorsubstanzen aufweisenden Sensors.

5

Weiter betrifft die Erfindung einen Sensor zur Erfassung von Gasbestandteilen in einer Umgebungsluft, welcher einen elektrischen Schaltkreis aufweist.

Aus dem Stand der Technik sind Sensoren zur Bestimmung von Bestandteilen von Gasen in einer Umgebungsluft bekannt geworden. Nachteil bei derartigen Sensoren ist jedoch, dass diese nur mit großem Aufwand und somit hohen Kosten herstellbar sind.

10

Es besteht jedoch ein Bedarf nach kostengünstigen Sensoren, um insbesondere für von Menschen wahrnehmbare Gerüche automatisiert und kostengünstig erfassen zu können.

15

Hier setzt die Erfindung an. Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, mit welchem ein besonders kostengünstiger Sensor zur Erfassung von Gasbestandteilen in einer Umgebungsluft herstellbar ist.

20 Weiter soll ein solcher Sensor angegeben werden.

Darüber hinaus soll ein Verfahren zum Bestimmen von Gasbestandteilen in einer Umgebung mit einem Sensorsystem angegeben werden, welches besonders kostengünstig umsetzbar ist.

25

Die erste Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, wobei elektrische Leitfähigkeiten von Sensorsubstanzen einer Sensorsubstanzliste, welche Sensorsubstanzen jeweils eine elektrische Leitfähigkeit aufweisen, die von einer Konzentration eines oder mehrerer Gase in einer Umgebung der Sensorsubstanz abhängig sind, in Umgebungen mit unterschiedlichen Konzentrationen von unterschiedlichen Gasen und optional unterschiedlichen Feuchtgraden und/oder unterschiedlichen Temperaturen gemessen werden, um Sensitivitäten der Leitfähigkeiten der einzelnen Sensorsubstanzen für die unterschiedlichen Gase zu ermitteln, wobei die gemessenen Leitfähigkeiten und ermittelten Sensitivitäten der Sensorsubstanzen der

30

Sensorsubstanzliste in einer Datenbank gespeichert werden, wonach abhängig von Anforderungen an den Sensor in Bezug auf mit dem Sensor zu bestimmende Gaskonzentrationen in einer Umgebung sowie vordefinierten Einsatzbedingungen, insbesondere in Bezug auf einen Feuchtegrad und/oder eine Temperatur, basierend auf

5 der in der Datenbank gespeicherten Sensitivität der jeweiligen Sensorsubstanzen für die zu bestimmenden Gaskonzentrationen zumindest zwei Sensorsubstanzen der Sensorsubstanzliste gewählt werden, welche in einem elektrischen Schaltkreis derart angebracht werden, dass eine Leitfähigkeit der Sensorsubstanzen messbar ist, sodass durch Messung der Leitwerte der Sensorsubstanzen im Schaltkreis und/oder durch

10 Messung von Änderungen der Leitwerte der Sensorsubstanzen im Schaltkreis die Konzentration des zu ermittelnden Gasbestandteiles und/oder eine Änderung der Konzentration des zu ermittelnden Gasbestandteiles in der Umgebung des Schaltkreises bestimmbar ist.

15 Im Rahmen der Erfindung wurde erkannt, dass je nach Anforderungen an einen Sensor in Bezug auf zu bestimmende Gasbestandteile sowie Einsatzbedingungen bestimmte Sensorsubstanzen eine hohe Spezifität und gleichzeitig eine hohe Selektivität in Bezug auf den Leitwert aufweisen, sodass sich abhängig von den Einsatzbedingungen und den zu bestimmenden Gasbestandteilen die Leitwerte bei einigen Sensorsubstanzen ändern.

20 Somit kann anhand der Änderung der elektrischen Leitwerte der Sensorsubstanzen auf eine bestimmte Konzentration eines bestimmten Gases in einer Umgebung des herzustellenden Sensors und/oder über eine Änderung des Leitwertes auf eine Änderung einer Konzentration eines entsprechenden Gases in einer Umgebung des Sensors geschlossen werden.

25 Weiter kann gegebenenfalls auch eine Korrelation einer Änderung eines Leitwertes einer Sensorsubstanz zu einer Änderung eines Leitwertes einer anderen Sensorsubstanz abhängig von Gasbestandteilen in einer Umgebung sein, sodass anhand von Leitwertänderungen einzelner Sensorsubstanzen relativ zueinander auf Gasbestandteile

30 geschlossen werden kann.

Im Unterschied zu beispielsweise einem Gaschromatographen ist ein in einem erfindungsgemäßen Verfahren gebildeter Sensor somit zwar üblicherweise nur für die Erfassung bestimmter Gasbestandteile in einer Umgebung bei bestimmten

Einsatzbedingungen geeignet, jedoch auch zu nur einem Bruchteil der Kosten eines entsprechenden Gaschromatographen herstellbar, sodass erfindungsgemäß hergestellte Sensoren auch für Low-Cost-Anwendungen geeignet sind, beispielsweise um die Zusammensetzung von Müll in einer Mülltonne zu erfassen. So können mit einem
 5 erfindungsgemäßen Verfahren Sensoren zu Kosten von weniger als einem Euro hergestellt werden.

Des Weiteren sind erfindungsgemäß hergestellte Sensoren auch miniaturisierbar und in einem sehr breiten Bereich von angelegten Spannungen, beispielsweise auch bei einer
 10 Spannung von nur 1 mV, betreibbar und können damit auch mobil mittels eines Energiespeichers betrieben werden, insbesondere mittels einer elektrischen Batterie oder eines Akkus.

Erfindungsgemäß werden somit für einen entsprechenden Sensor infrage kommende
 15 Sensorsubstanzen im Rahmen vorgelagerter Versuche in Bezug darauf analysiert, ob und gegebenenfalls in welcher Weise die einzelnen Sensorsubstanzen einen von einer Konzentration unterschiedlichster Gasbestandteile in einer Umgebung abhängigen elektrischen Leitwert aufweisen. Nachdem dabei die Sensitivität des Leitwertes in Bezug auf unterschiedlichste Gasbestandteile in einer Umgebung untersucht wird, ergibt sich
 20 dadurch auch eine Spezifität einer Änderung des Leitwertes der einzelnen Sensorsubstanzen für einen oder mehrere Gasbestandteile in einer Umgebung. Die Versuche können bei unterschiedlichen Feuchtegraden einer Umgebung und unterschiedlichen Temperaturen sowie unterschiedlichen Einwirkzeiten durchgeführt werden. Weiter können die Versuche auch bei unterschiedlichen Zuständen des
 25 jeweiligen Sensormaterials durchgeführt werden, beispielsweise bei unterschiedlichen Zuständen des Sensormaterials, die sich aus unterschiedlichen Geschwindigkeiten ergeben, mit welchen die Sensormaterialien auf ein Substrat aufgebracht wurden. Darüber hinaus können die Versuche auch bei unterschiedlichen Zeitpunkten nach einem Volumenaustausches eines Gases in einer Umgebung des Sensors durchgeführt werden.

30

Ein Verhalten der Sensorsubstanzen kann auch abhängig von einer vorhergehenden Behandlung der Sensorsubstanzen sein. Beispielsweise kann das Verhalten bzw. die Sensitivität und/oder Spezifität für einzelne Gasbestandteile durch eine vorhergehende Beaufschlagung mit einer besonders hohen oder niedrigen Temperatur, einem

elektromagnetischen Feld oder anderen Umgebungsparametern beeinflussbar sein. Auch diese Änderung des Verhaltens kann durch Versuche analysiert und können je nach Anforderungen an den Sensor die Sensorsubstanzen entsprechend behandelt werden.

- 5 Umgebungsparametern diese Sensorsubstanzen bis dahin ausgesetzt waren, gegebenenfalls auch während eines Einsatzes im Sensor, sodass Messergebnisse entsprechend korrigiert werden können.

Als Gase im Sinne dieser Anmeldung werden auch Aerosole verstanden.

10

Die Datenbank kann beispielsweise direkt auf dem Sensor, in einer zentralisierten Cloud-Lösung bzw. einer über eine Datenverbindung verbundenen Datenspeichereinrichtung oder mittels Blockchainverfahren dezentralisiert abgelegt und ausgewertet werden.

- 15 Insbesondere kann hierzu auch vorgesehen sein, dass Versuche bei Variation der Parameter

- Durchmesser einer Düse, mit welcher die Sensorsubstanz auf ein Substrat aufgebracht wird;
 - Abstand der Düse von einem Substrat, auf welches die Sensorsubstanz mit der
 - 20 Düse aufgebracht wird;
 - Temperatur des Substrates, auf welches die Sensorsubstanz aufgebracht wird, im Verhältnis zu einer Siedetemperatur eines Lösungsmittels, mit welchem die Sensorsubstanz in einen flüssigen Zustand gebracht wird;
 - Abstand von Leiterbahnen;
 - 25 – Modifikation einer Sensoroberfläche;
 - Doping von Sensorsubstanzen;
 - Zugabe von Verdickungsmitteln wie insbesondere Agar Agar oder Hypermellose zu den Sensorsubstanzen;
 - Oberflächenmodifikationen und/oder
 - 30 – Reinigungsschritte,
- durchgeführt werden.

Zwischen den durch Versuche ermittelten Messergebnissen kann mittels Interpolation auf Zwischenwerte geschlossen werden.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden in einer Datenbank gespeichert, wonach abhängig von Anforderungen an einen herzustellenden Sensor diejenigen Sensorsubstanzen basierend auf den in der Datenbank gespeicherten Daten ausgewählt werden, welche für die mit dem Sensor zu bestimmenden Gasbestandteile und die vordefinierten Einsatzbedingungen eine günstige Selektivität und gegebenenfalls eine günstige Spezifität aufweisen, wonach die Sensormaterialien entsprechend in einem Schaltkreis eingebracht werden, sodass mittels des Schaltkreises Leitwerte der Sensormaterialien und Änderungen der Leitwerte der Sensormaterialien gemessen werden können, um mit dem Sensor anhand der Leitwerte der Sensormaterialien Gasbestandteile in einer Umgebung zu bestimmen.

Es kann auch vorgesehen sein, dass Daten, welche mittels der Sensoren bei einer Benutzung bzw. in einem Feldgebrauch aufgenommen werden, kontinuierlich in eine Datensammlung wie beispielsweise eine Cloud oder eine Blockchain aufgenommen und für die automatisierte Optimierung des Ausleseverfahrens genutzt werden.

Es kann auch vorgesehen sein, dass Sensormaterialien gewählt werden, welche in Bezug auf die zu analysierenden Gasbestandteile komplementäre Sensitivitäten und Selektivitäten aufweisen.

Günstig ist es, wenn die Leitfähigkeiten der Sensorsubstanzen bei unterschiedlichen Gaskonzentrationen, unterschiedlichen Feuchtegraden und unterschiedlichen Temperaturen gemessen werden. Diese Daten werden dann üblicherweise ebenfalls in der Datenbank gespeichert, sodass basierend auf gegebenen Einsatzbedingungen und mit dem Sensor zu bestimmenden Gasbestandteilen anhand der Datenbank besonders genau und effizient ermittelt werden kann, welche Sensorsubstanzen für den Sensor zu wählen sind.

Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Leitfähigkeiten der Sensorsubstanzen bei unterschiedlichen Konzentrationen von einem oder mehreren flüchtigen organischen Gasen in der Atmosphäre bzw. einer Umgebung um den Sensor bestimmt wird. Beispielsweise können die Leitfähigkeiten bei unterschiedlichen Konzentrationen von einem oder mehreren der folgenden Stoffe bestimmt werden: 1,5-Diaminopentan

(C₅H₁₄N₂), Butan-1,4-diamin (C₄H₁₂N₂), Ethen (C₂H₄), Triethylamin (C₆H₁₅N), Methylsulfonylmethan (C₂H₆S), 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-cyclohexene (C₁₀H₁₆), Methylacetat (C₃H₆O₂), Ethansäure (C₂H₄O₂), Ethanol (C₂H₆O), 2-Propanol (C₃H₈O), Aceton (C₂H₆O).

5

Flüchtige Substanzen in beliebigen Aggregatzuständen (beispielsweise Gase oder primäre oder sekundäre Aerosole), insbesondere organische Gase, kurz VOC für Volatile Organic Compounds, stellen bei Raumtemperatur flüchtig oder zumindest bei überschaubar moderater Temperatur in die Gasphase übertretende organische

- 10 Verbindungen dar, wie diese beispielsweise in Industrieprozessen, bei der Zersetzung von Abfallstoffen, in der Atemluft von Menschen oder dergleichen vorkommen. Hierzu zählen im Rahmen der Erfindung insbesondere Kohlenwasserstoffe mit bis zu 20, insbesondere mit bis zu etwa zehn Kohlenstoffatomen, wobei die Kohlenstoffatome verzweigte oder unverzweigte Ketten ausbilden und/oder ringförmig vorliegen können.
- 15 Verbindungen mit einem Kohlenstoffatom wie beispielsweise Methan, CH₄, werden hierunter im Rahmen der Erfindung ebenfalls subsummiert. Ringförmige Kohlenstoffverbindungen mit bis zu 20, vorzugsweise bis zu zehn Kohlenstoffatomen, sind hiervon ebenfalls umfasst, beispielsweise aromatische Verbindungen wie Benzol, Toluol oder gesättigte Verbindungen wie Cyclohexan. Sowohl für kettenförmige Moleküle als
- 20 auch für ringförmige Moleküle können ein oder mehrere Kohlenstoffatome beispielsweise durch Stickstoff (N) und/oder Sauerstoff (O) und/oder Schwefel (S) substituiert sein, sodass erfindungsgemäß auch flüchtige Heterozyklen umfasst sind, beispielsweise Pyridin. Die flüchtigen organischen Verbindungen umfassen auch Kohlenwasserstoffe, die substituiert sind, beispielsweise mit Halogenen wie Fluor (F), Chlor (Cl) und/oder Brom
- 25 (Br), Thiolen (-SH), Hydroxylen (-OH), Carbonsäuren (-COOH) und deren Derivaten oder dergleichen. Umfasst sind auch Kohlenwasserstoffe mit Doppelbindungen sowie Alkene wie Ethen oder Dreifachbindungen, somit Alkine wie beispielsweise Ethin.

Wenngleich bevorzugt flüchtige organische Gase gemessen werden, können auch

- 30 Gaszusammensetzungen in Bezug auf Komponenten und deren Konzentrationen analysiert werden, welche nicht zu dieser Kategorie gerechnet werden wie beispielsweise Kohlenstoffdioxid (CO₂), Ammoniak (NH₃), Wasserstoff (H₂), Stickstoff (N₂), Sauerstoff (O₂) und/oder Schwefelwasserstoff (H₂S).

Möglich ist es auch, je nach Anwendungsfall, entsprechende Gemische aus flüchtigen organischen Gasen und anorganischen Gasen wie Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff sowie weitere Komponenten zu messen. Ein Beispiel hierfür stellt die Messung von Biogas dar, welches in der Regel neben Methan und Kohlenstoffdioxid als

- 5 Hauptbestandteile noch Stickstoff, Sauerstoff, Schwefelwasserstoff, Wasserstoff und Ammoniak enthält. Anwendbar ist dies auch auf in einer Mülltonne vorhandene bzw. entstehende Gase, welche darüber hinaus weitere bzw. andere flüchtige organische Gase enthalten können. Somit kann ein mehrkomponentiges Gasgemisch mit flüchtigen organischen Gasen und anorganischen Gasen wie beispielsweise Kohlendioxid
10 gegebenenfalls quasikontinuierlich oder gegebenenfalls auch in Echtzeit oder zumindest echtzeitnah bestimmt werden.

- Günstig ist es, wenn die Sensorsubstanzen in flüssigem Zustand auf ein Substrat aufgebracht werden, insbesondere auf eine Leiterplatte, welches elektrische Leiter
15 aufweist, wonach die Sensorsubstanzen am Substrat aushärten, wobei die Sensorsubstanzen elektrische Leiter verbinden, sodass ein elektrischer Leitwert der Sensorsubstanzen über die elektrischen Leiter des Substrates bestimmbar ist. Das Substrat selbst ist üblicherweise elektrisch nicht leitend bzw. isolierend, kann jedoch wie bei Leiterplatten üblich elektrische Leiter aufweisen, mittels welcher eine Leitfähigkeit der
20 Sensorsubstanzen messbar ist. Dadurch kann ein besonders einfacher kostengünstiger Sensor in einfacher Weise gebildet werden. Die einzelnen Sensorsubstanzen können dabei auf unterschiedlichste aus dem Stand der Technik bekannte Weisen in einen flüssigen Zustand gebracht werden, beispielsweise durch Erwärmen, durch Hinzufügen eines Lösungsmittels, welches bei einem Aushärten in der Sensorsubstanz verbleibt oder
25 aus dieser entfernt, insbesondere verdunstet oder verdampft, wird.

Weiter können einzelne Sensorsubstanzen auch durch mechanische Krafteinwirkung in einen flüssigen Zustand gebracht werden.

- 30 Das Substrat kann oberflächlich modifiziert sein, um eine günstige Oberflächenenergie und Benetzbarkeit zu erreichen.

Die Sensorsubstanzen können grundsätzlich auf beliebige Weise aufgebracht werden, beispielsweise durch Pipettieren oder eine andere Art des Aufbringens, insbesondere

eines automatischen Aufbringens. Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Sensorsubstanzen mittels eines Druckers auf die Leiterplatte aufgedruckt werden. Dadurch ist auch eine Schichtdicke der Sensorsubstanzen auf der Leiterplatte besonders genau definierbar, welche Schichtdicke wiederum für den Leitwert der Sensorsubstanz auf der Leiterplatte
 5 bzw. eine Sensitivität und Spezifität der Sensorsubstanz für unterschiedliche Gasbestandteile relevant sein kann.

Weiter kann auch eine Polymerisation erst auf dem Substrat bzw. auf Elektroden des Schaltkreises erfolgen.

10

Besonders günstig ist es, wenn die Sensorsubstanzen in einem Lösungsmittel gelöst werden, um die Sensorsubstanzen in einen flüssigen Zustand zu bringen. Dadurch ist ein genau definierbarer flüssiger Zustand erreichbar, um die Sensorsubstanz in einem wiederholbaren Verfahrensschritt präzise auf eine Leiterplatte oder dergleichen
 15 aufbringen zu können, sodass die die Sensorsubstanz in präzise reproduzierbarer Weise in den Schaltkreis eingebracht werden können.

Bei einer Herstellung der Sensorsubstanzen bzw. bei einem Anbringen der Sensorsubstanzen im Schaltkreis können auch Nukleation-Agents und/oder
 20 Verdickungsmittel eingesetzt werden, beispielsweise um eine Kristallisation bei einem Polymer zu beschleunigen.

Weiter können Verdickungsmittel auch eingesetzt werden, um die Viskosität zu erhöhen um das gezielte Auftragen auf die Sensoroberfläche bzw. das Substrat zu verbessern.

25

Es ist von Vorteil, wenn Sensitivitäten der Leitwerte der Sensorsubstanzen für unterschiedliche Gase in einer Umgebung abhängig von einem oder mehreren Parametern, insbesondere Druckparametern, bestimmt werden, mit welcher die Sensorsubstanzen auf ein Substrat aufgebracht werden, wonach diese Abhängigkeiten in
 30 der Datenbank gespeichert werden, wonach basierend auf in der Datenbank gespeicherten Daten sowie abhängig von Anforderungen an den Sensor in Bezug auf mit dem Sensor der bestimmenden Gaskonzentrationen in einer Umgebung sowie vordefinierten Einsatzbedingungen, insbesondere in Bezug auf einen Feuchtegrad und/oder eine Temperatur, Parameter für die Aufbringung der einzelnen

Sensorsubstanzen auf das Substrat gewählt werden, wonach die Sensorsubstanzen mit entsprechenden Parametern auf das Substrat aufgebracht werden. Dadurch kann auf einfache Weise ein Sensor gebildet werden, welcher optimal für vordefinierte Einsatzbedingungen und zu bestimmende Gasbestandteile ausgebildet ist.

5

Bevorzugt ist vorgesehen, dass Sensitivitäten der Leitwerte der Sensorsubstanzen für unterschiedliche Gase in einer Umgebung abhängig von einer Geschwindigkeit bestimmt werden, mit welcher die Sensorsubstanzen auf ein Substrat aufgebracht werden, wonach diese Abhängigkeiten in der Datenbank gespeichert werden, wonach basierend auf in der Datenbank gespeicherten Daten sowie abhängig von Anforderungen an den Sensor in Bezug auf mit dem Sensor zu bestimmenden Gaskonzentrationen in einer Umgebung sowie vordefinierten Einsatzbedingungen, insbesondere in Bezug auf einen Feuchtegrad und/oder eine Temperatur, Geschwindigkeiten für die Aufbringung der einzelnen Sensorsubstanzen auf das Substrat gewählt werden, wonach die Sensorsubstanzen mit entsprechenden Geschwindigkeiten auf das Substrat aufgebracht werden.

10

15

Alternativ oder ergänzend zum Druckparameter Geschwindigkeit des Aufbringens können auch die Druckparameter Temperatur der Sensorsubstanz, Temperatur des Substrates, Druck und dergleichen variiert und die Auswirkungen auf den Leitwert beurteilt werden, um durch Anwendung entsprechender Druckparameter bei der Aufbringung der Sensorsubstanzen entsprechend günstige Eigenschaften der Sensorsubstanzen zu erreichen.

20

So hat sich gezeigt, dass Druckparameter einen Einfluss auf ein Sensorverhalten haben, weswegen die Sensorsubstanz bzw. die Sensorsubstanzen üblicherweise mit einer oder mehreren Geschwindigkeiten aufgebracht werden, die abhängig davon gewählt werden, welches Verhalten der einzelnen Sensorsubstanzen gewünscht ist bzw. welche Gasbestandteile mit dem Sensor bestimmbar sein sollen. So hat sich gezeigt, dass unterschiedliche Druckgeschwindigkeiten, beispielsweise von 1 mm/s, 0,4 mm/s und 0,1 mm/s, unterschiedliche Materialstrukturen, gegebenenfalls Kristallstrukturen, der ausgehärteten Sensorsubstanzen, insbesondere von Polymeren und niedermolekulare Verbindungen, zur Folge haben, welche zu unterschiedlichen Leitwerten der Sensorsubstanzen bei identen Umgebungsbedingungen bzw. zu in Bezug auf einzelne Gasbestandteile erhöhten und/oder verringerten Sensitivitäten und/oder Spezifitäten

25

30

führen. Anders ausgedrückt kann ein Sensorverhalten bei gleichen Sensorsubstanzen durch unterschiedliche Druckparameter beeinflusst werden.

Durch ein entsprechendes Aufbringen der Sensorsubstanzen auf das Substrat, welches in der Regel elektrische Leiter gemäß einem Schaltkreis aufweist, werden somit die

- 5 Sensorsubstanzen im Schaltkreis angeordnet. In einer besonders einfachen Ausprägungsform kann der Schaltkreis durch zwei elektrische Leiter gebildet werden, welche durch eine oder mehrere Sensorsubstanzen verbunden werden, sodass Leitwerte und Änderungen der Leitwerte der Sensorsubstanzen über die elektrischen Leiter gemessen werden können.

10

Um einen Sensor bilden zu können, mit welchem Gasbestandteile in einer Umgebung besonders präzise bestimmbar sind, ist bevorzugt vorgesehen, dass die flüssigen Sensorsubstanzen mit einer relativ zum Substrat bewegten Düse auf das Substrat aufgebracht werden, wobei die Düse bevorzugt einen Düsendurchmesser von weniger als

15

Es hat sich gezeigt, dass es günstig ist, wenn die Sensorsubstanzen mit einer Geschwindigkeit von 0,1 mm/s bis 10 mm/s, insbesondere 0,2 mm/s bis 4 mm/s, auf das Substrat aufgebracht werden, insbesondere mit einer Düse wie vorstehend ausgeführt.

20

Dadurch wird eine Schicht des Sensormaterials auf dem Substrat mit besonders genau reproduzierbarem Verhalten erreicht.

Insbesondere dann, wenn die Sensorsubstanz durch Hinzufügung eines Lösungsmittels in einen flüssigen Zustand gebracht wird, welches Lösungsmittel nach Aufbringung der

25

Sensorsubstanz auf das Substrat verdunstet oder verdampft wird, ist es günstig, wenn das Substrat während des Aufbringens der Sensorsubstanzen auf einer vordefinierten Temperatur gehalten wird. Es kann dann insbesondere ein zuverlässiges Verdunsten des Lösungsmittels gewährleistet werden, wodurch insbesondere mikroskopische Kavitäten erzeugbar sein können, welche eine aktive Oberfläche vergrößern und eine Sensitivität

30

und/oder Spezifität verbessern können. Darüber hinaus ist eine vordefinierte Temperatur des Substrates bei Aufbringung der Sensorsubstanzen auch günstig, um reproduzierbare Sensoren mit einem im Wesentlichen identen Verhalten herstellen zu können.

Besonders günstig ist es, wenn das Substrat auf einer Heizeinrichtung, insbesondere einer Heizplatte, positioniert ist, welche auf einer konstanten Temperatur gehalten wird, insbesondere einer Temperatur, bei welcher ein Lösungsmittel, mit welchem die Sensorsubstanz in einen flüssigen Zustand gebracht wird, verdunstet. Durch eine
 5 entsprechende Heizeinrichtung kann eine Temperatur des Substrates besonders genau eingestellt werden, sodass Bedingungen, unter welchen die Sensorsubstanzen auf das Substrat aufgebracht bzw. in den Schaltkreis eingebracht werden, besonders genau vorgegeben werden können. Dies ermöglicht es, Sensoren mit vorhersagbarem Verhalten auf besonders einfache Weise zu erhalten.

10

Üblicherweise weist das Substrat beim Aufbringen der Sensorsubstanzen eine Temperatur von 15 °C bis 150 °C, vorzugsweise 30 °C bis 100 °C, insbesondere 40 °C bis 80 °C, auf.

15 Für einen in einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Sensor können grundsätzlich beliebige Sensorsubstanzen eingesetzt werden, welche einen von einem Gas in einer Umgebung abhängigen elektrischen Leitwert aufweisen. Besonders bewährt hat es sich, wenn zumindest eine der Sensorsubstanzen, die am Schaltkreis angebracht werden, ein Polymer aufweist. Polymere sind einerseits günstig herstellbar und weisen
 20 andererseits vorteilhafte chemische Eigenschaften auf, welche diese für den Einsatz an einem entsprechenden Sensor prädestinieren. Dies betrifft insbesondere organische Polymere und bevorzugt, für die Zwecke der Erfindung, elektrisch leitfähige organische Polymere.

25 Die Polymere können auch als gedopte Polymere ausgebildet sein, beispielsweise Mischungen von Polymeren mit molekularen Dopants, insbesondere F4TCNQ (2,3,5,6-Tetrafluor-7,7,8,8-tetracyan-chinodimethan), wobei beispielsweise 4-Dodecylbenzolsulfonsäure und/oder Eisen(III)-p-toluolsulfonat als Dotierstoffe eingesetzt werden können.

30

Weiter kann vorgesehen sein, dass die Sensorsubstanzen Metalloxide, insbesondere Kupferoxid oder Zinkoxid, Metallpartikel, insbesondere Goldpartikel, und/oder Polymere, insbesondere organische, vorzugsweise elektrisch leitfähige Polymere, vorzugsweise elektrisch leitfähige, insbesondere organische elektrisch leitfähige Polymere, aufweisen

oder aus diesen bestehen, zumal auch diese Substanzen einen von Gaskonzentrationen in einer Umgebung abhängigen Leitwert aufweisen.

Es hat sich gezeigt, dass Metalloxide als Sensorsubstanzen besonders gut für
 5 Betriebstemperaturen von 250 °C bis 450 °C geeignet sind, während Polymere als
 Sensorsubstanzen insbesondere für Sensoren besonders gut geeignet sind, welche bei
 Raumtemperatur betrieben werden. Um ein günstiges Sensorverhalten zu erreichen, kann
 allerdings auch eine Heiz- und/oder Kühleinrichtung vorgesehen sein, mit welcher eine
 günstige Temperatur der Sensorsubstanz erreicht wird. Entsprechend kann der gesamte
 10 Sensor oder nur eine oder mehrere Sensorsubstanzen gezielt auf eine vordefinierte
 Temperatur gebracht werden. Um einen besonders niedrigen Energiebedarf des Sensors
 zu erreichen, werden bevorzugt solche Sensorsubstanzen eingesetzt, welche im
 entsprechenden Temperaturbereich gut betrieben werden können. Somit werden für
 Sensoren, die bei Raumtemperatur betrieben werden sollen, bevorzugt Polymere als
 15 Sensorsubstanzen eingesetzt.

Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass die Sensorsubstanzen Mn_3O_4 , ZrO_2 , TiO_2 ,
 CeO_2 , ZrO_2 , ZnO , TiO_2 , Cr_2O_3 , Co_3O_4 und/oder SnO_2 enthalten oder aus einem oder
 mehreren dieser Metalloxide bestehen.

20

Als Sensorsubstanzen kommen grundsätzlich jegliche Substanzen infrage, welche für das
 jeweils zu bestimmende Gas unter Berücksichtigung gewünschter Detektionsgrenzen eine
 ausreichende Selektivität und Sensitivität aufweisen. Es ist nicht ausgeschlossen, dass in
 Bezug auf einen einzigen zu bestimmenden Gasbestandteil, beispielsweise ein
 25 bestimmtes flüchtiges organisches Gas, auf zwei oder mehr Sensorsubstanzen zum
 Einsatz kommen, beispielsweise um verschiedene Konzentrationsbereiche abdecken zu
 können und/oder das Messergebnis statistisch besser abzusichern.

Besonders günstig ist es, wenn die Sensorsubstanzliste Polymere, vorzugsweise
 30 leitfähige, insbesondere organische elektrisch leitfähige Polymere, und/oder Metalloxide,
 insbesondere Kupferoxid oder Zinkoxid, und/oder Metallpartikel, insbesondere
 Goldpartikel, enthält oder aus derartigen Substanzen besteht.

In einer ersten Ausführungsvariante kann die Sensorsubstanz auch Nanopartikel enthalten, wie diese an sich bereits aus dem Stand der Technik bekannt sind. Es kann sich beispielsweise um Nanopartikel aus Gold oder Platin handeln, die auf bestimmte Gase ansprechen.

5

Eine andere Materialklasse, welche für die Sensorsubstanzen Anwendung finden kann, sind Metalloxide wie beispielsweise Kupferoxid oder Zinkoxid. Metalloxide können insbesondere auch dann zum Einsatz kommen, ebenso wie Metallpartikel, wenn diese eine gewisse Oxidationsresistenz aufweisen, wie beispielsweise Goldpartikel. Die

10 Metalloxide können dabei als Bulk-Material vorliegen oder ebenso wie die erwähnten Nanopartikel als Nanomaterialien, beispielsweise als Metalloxid-Nanodrähte mit einer Länge von beispielsweise bis maximal 500 Nanometer und einer Breite von beispielsweise nicht mehr als 50 Nanometer.

15 Besonders bevorzugt kommen als Sensorsubstanzen Polymere, insbesondere organische Polymere, zum Einsatz, da diese relativ einfach gedruckt und somit aus einer druckfähigen Masse auf ein nahezu beliebiges Substrat aufgebracht werden können.

Unter den verwendbaren Polymeren haben sich insbesondere elektrisch leitfähige

20 Polymere als besonders gut geeignete Sensorsubstanzen erwiesen. Die elektrisch leitfähigen Polymere, üblicherweise organische Polymere, können wie Polymere im Übrigen auch wiederum als Nanowires vorliegen, wenngleich dies nicht zwingend ist. Die Polymere können auch als flächige Substanz auf einem Substrat aufgebracht sein.

25 Die elektrisch leitfähigen Polymere können mit anderen Sensorsubstanzen auf einem Sensor verbunden sein. Wenn jedoch elektrisch leitfähige Polymere eingesetzt werden, werden diese vorzugsweise als ausschließliche Sensorsubstanzen eingesetzt, da in diesem Fall alle Sensorsubstanzen unter weitgehend gleichen Bedingungen beispielsweise durch Drucken, insbesondere Tintenstrahldrucken, oder auf andere Art wie

30 Besprühen, Spin-Coating, Dip-Coating oder andere flächige Beschichtungsverfahren als flächige Beschichtungslage mit einer Dicke von weniger als einem Millimeter, vorzugsweise weniger als 0,5 Millimeter, aufgebracht werden können.

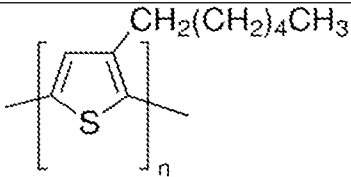
Dabei können auch geeignete Zuschlagsstoffe beigemischt werden, beispielsweise Carbon-Black bzw. Ruß, um die Leitfähigkeit zu adaptieren. Der Terminus „ausschließliche Sensorsubstanzen“ schließt somit auch geeignete Hilfsstoffe mit ein, die vorzugsweise aber nicht mehr als 20 Gewichtsprozent (Gew.-%), vorzugsweise nicht mehr als 10 Gew.-%, insbesondere nicht mehr als 5 Gew.-%, bezogen auf die gesamte Masse (Polymer und Hilfsstoffe) betragen.

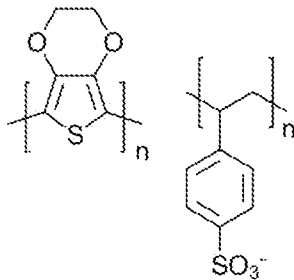
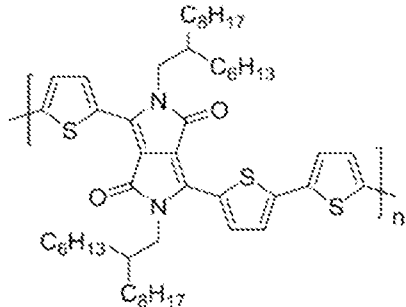
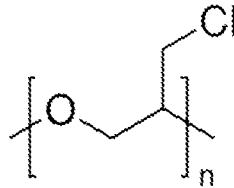
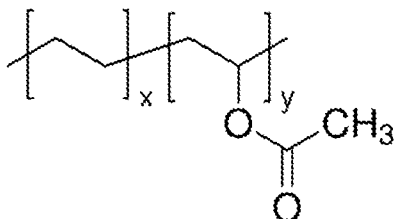
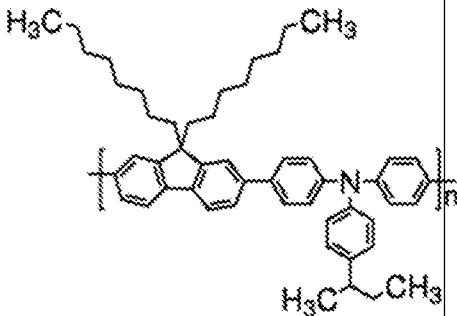
Als elektrisch leitfähige Polymere können insbesondere Polyurethane, Polyanilin (PANI) und dessen Derivate, gegebenenfalls auch in Mischungen mit Carbon-Black, Poly(3-hexylthiophen-2,5-diyl) [P3HT] und dessen Derivate, Poly(3,4-ethyldioxythiophen):Polystyrensulfonat(PEDOT:PSS), Poly(2,2'-[(2,5-bis(2-hexyldezy)l)-3,6dioxo-2,3,5,6-tetrahydropyrol[3,4-c]pyrol-1,4-diyl)dithiophen]-5,5'-diyl-alt-tThiophen-2,5-diyl) } [PDPP3T], Polyepichlorhydrin (PECH) bzw. Poly[(chlormethyl)ethylenoxid, poly[2-(3-thienyl)-ethoxy-4-butylsulfonate] sowie weitere Polymere, einschließlich Co-Polymere, verwendet werden.

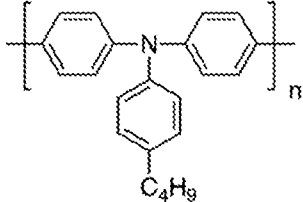
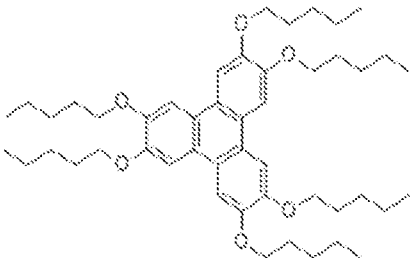
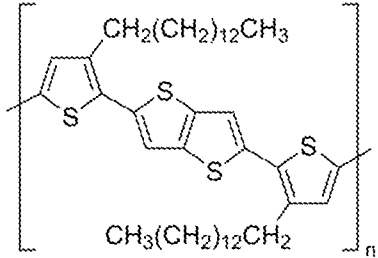
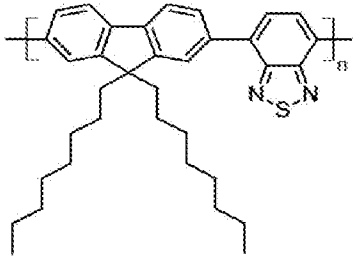
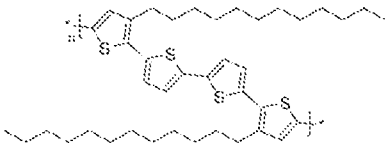
Weitere Beispiele für Substanzen, welche die Sensorsubstanzliste aufweisen oder aus welchen die Sensorsubstanzliste bestehen kann, sind aus der nachstehenden Tabelle 1 samt Strukturformen und CAS Nr. ersichtlich.

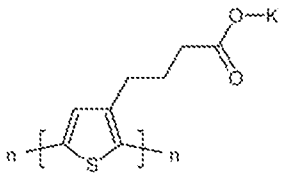
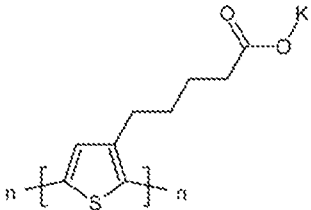
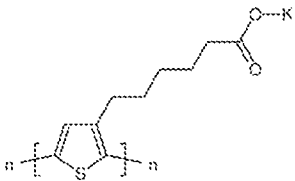
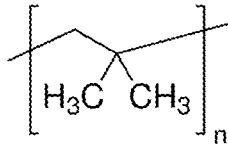
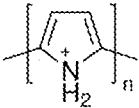
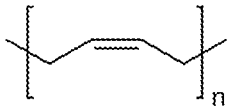
20

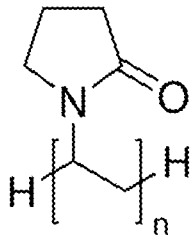
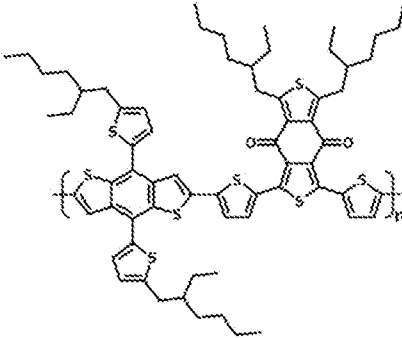
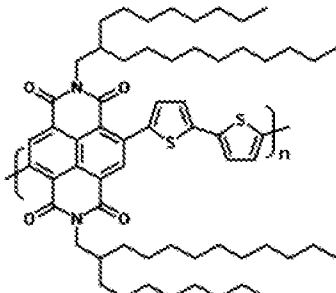
Tabelle 1:

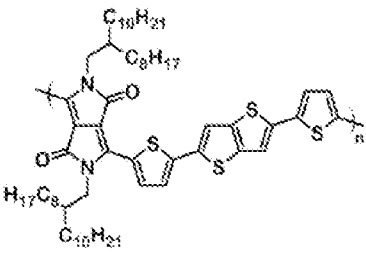
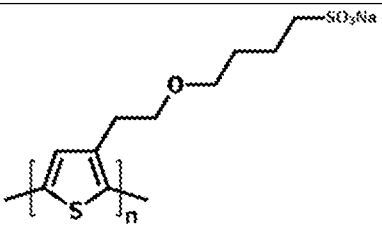
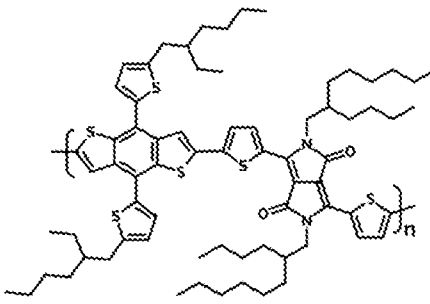
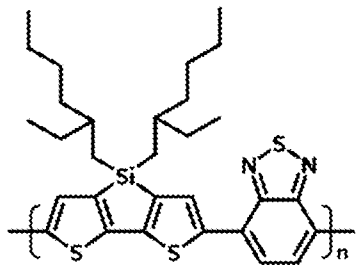
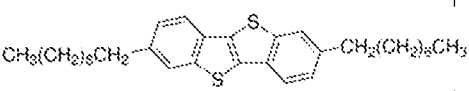
Substanz	Chemische Bezeichnung	CAS Nr.	Darstellung
Polyaniline nanowires & NP			
Polyaniline (PANI)	Polyanilin	25233-30-1	
PANI / carbon black			
P3HT	Poly(3-hexylthiophen-2,5-diyl)	104934-50-1	

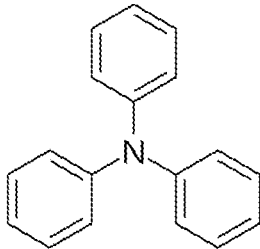
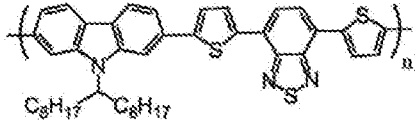
Substanz	Chemische Bezeichnung	CAS Nr.	Darstellung
PEDOT:PSS	Poly(3,4-ethylenedioxythiophen) polystyrene sulfonat	155090-83-8	
PDPP3T	Poly{2,2'-[(2,5-bis(2-hexyldecyl)-3,6-dioxo-2,3,5,6-tetrahydropyrrolo[3,4-c]pyrrol-1,4-diyl)dithiophen]-5,5'-diyl-alt-thiophen-2,5-diyl}	1198291-01-8	
Polyepichlorhydrin (PECH)	Poly[(chloromethyl)ethylenoxide]	24969-06-0	
Poly(ethylen-vinylacetat) (PEVA)	Poly(ethylene-co-vinyl acetat)	24937-78-8	
PEVA			
TFB	Poly[(9,9-dioctylfluorenyl-2,7-diyl)-co-(4,4'-(N-(4-sec-butylphenyl)diphenylamin)]	220797-16-0	

Substanz	Chemische Bezeichnung	CAS Nr.	Darstellung
Poly-TPD	4-butyl- <i>N,N</i> -diphenylanilin	472960-35-3	
HAT7	2,3,6,7,10,11-hexakis(heptyloxy)triphenylen	69079-52-3	
PBTTT	Poly[2,5-bis(3-tetradecylthiophen-2-yl)thieno[3,2-b]thiophen]	888491-19-8	
F8BT	Poly(9,9-dioctylfluorene-alt-benzothiadiazol)	210347-52-7	
PQT-12	Poly(3,3'-didodecyl[2,2':5',2'':5'',2'''-quaterthiophen]-5,5'''-diyl), Poly(4,4'-didodecyl[2,2':5',2'':5'',2'''-quaterthiophen]-5,5'''-diyl)	827343-06-6	

Substanz	Chemische Bezeichnung	CAS Nr.	Darstellung
	Poly[3-(Potassium-4-butanoate)thiophene-2,5-diyl], regioregular		
	Poly[3-(potassium-5-pentanoate)thiophene-2,5-diyl], regioregular		
	Poly[3-(potassium-6-hexanoate)thiophene-2,5-diyl], regioregular		
PIB	Poly(2-methylprop-1-en)	9003-27-4	
Polypyrrol (Ppy)	Poly(1H-pyrrol)	30604-81-0	 X organisches Säureanion
Polybutadien (PBD)	Poly(buta-1,3-dien)	9003-17-2	
Substanz	Chemische Bezeichnung	CAS Nr.	Darstellung

PNVP	N-Vinyl-2-pyrrolidon	9003-39-8	
PBDB-T (PCE12)	Poly[(2,6-(4,8-bis(5-(2-ethylhexyl)thiophen-2-yl)-benzo[1,2-b:4,5-b']dithiophen))-alt-(5,5-(1',3'-di-2-thienyl-5',7'-bis(2-ethylhexyl)benzo[1',2'-c:4',5'-c']dithiophen-4,8-dion)]	1415929-80-4	
PNDI(2OD)2T	Poly{[N,N'-bis(2-octyldodecyl)naphtalen-1,4,5,8-bis(dicarboximid)-2,6-diyl]-alt-5,5'-(2,2'-bithiophen)}	1100243-40-0	
Substanz	Chemische Bezeichnung	CAS Nr.	Darstellung

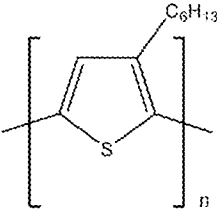
DPP-DTT	Poly[[2,3,5,6-tetrahydro-2,5-bis(2-octyldodecyl)-3,6-dioxopyrrolo[3,4-c]pyrrole-1,4-diyl]-2,5-thiophenediylthieno[3,2-b]thiophen-2,5-diyl-2,5-thiophenediyl]	1260685-66-2 (1444870-74-9)	
PTEBS	Sodium poly[2-(3-thienyl)-ethoxy-4-butylsulfonate]		
PBDTT-DPP	Poly{2,6'-4,8-di(5-ethylhexylthienyl)benzo[1,2-b;3,4-b']dithiophene-alt-5,5'-dibutyloctyl-3,6-bis(5-thiophen-2-yl)pyrrolo[3,4-c]pyrrol-1,4-dion}	1380582-98-8	
PSBTBT	Poly[(4,4-bis(2-ethylhexyl)-dithieno[3,2-b:2',3'-d]silol)-2,6-diyl-alt-(2,1,3-benzothiadiazol)-4,7-diyl]	1089687-02-4	
C8-BTBT	2,7-Dioctyl[1]benzothieno[3,2-b][1]benzothiophene	583050-70-8	
Substanz	Chemische Bezeichnung	CAS Nr.	Darstellung

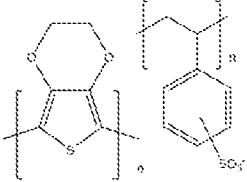
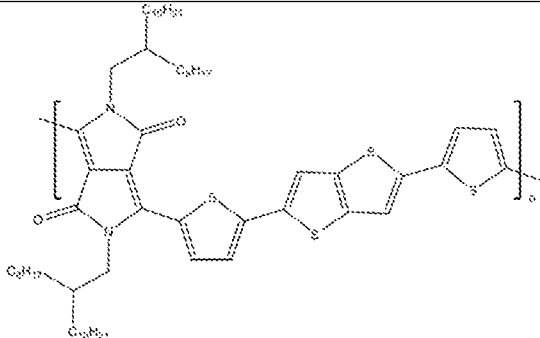
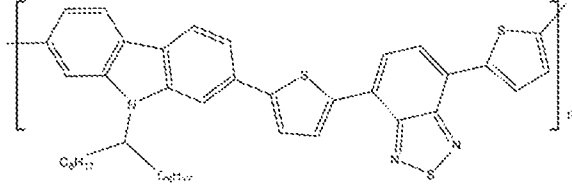
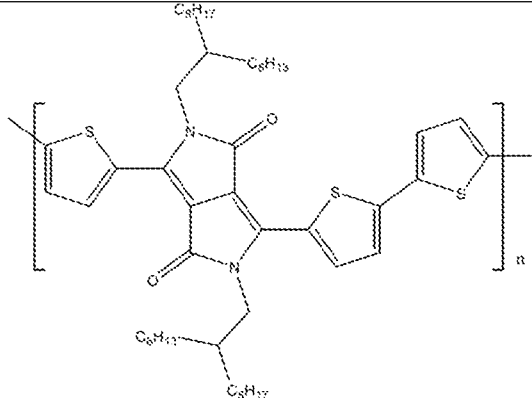
Triphenylamin (TPA)	<i>N,N</i> -Diphenylanilin	603-34-9	
PCDTBT	Poly[N-9'-heptadecanyl-2,7-carbazol-alt-5,5-(4',7'-di-2-thienyl-2',1',3'-benzothiadiazol)]	958261-50-2	

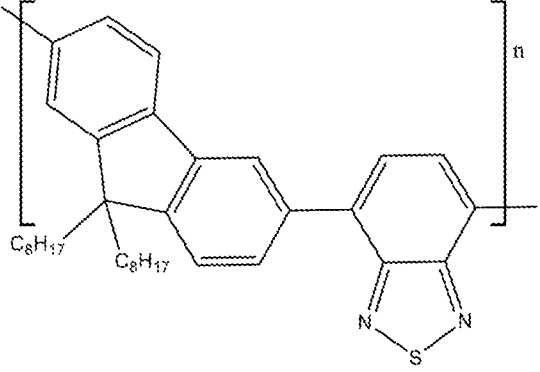
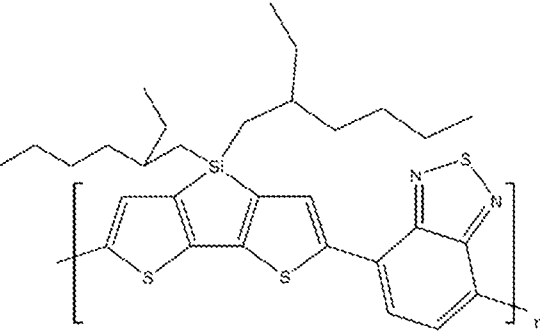
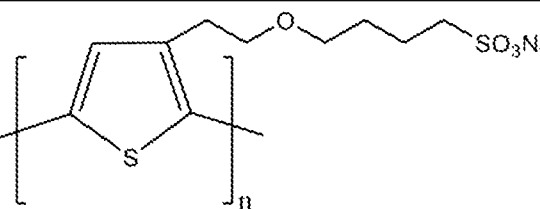
Jene Substanzen, bei welchen keine CAS Nr. angegeben ist, können am Anmeldetag durch Angabe der chemischen Bezeichnung ohne Weiteres bezogen werden, beispielsweise über die Internetseite riekemetals.com.

- 5 In einer Weiterbildung der Erfindung ist es möglich, dass die Sensorsubstanzen zielgerichtet auf den Einsatz abgestimmt werden. Beispielsweise können die Sensorsubstanzen für ein Feststellen von flüchtigen Substanzen in Mülltonen und damit mögliche Rückschlüsse auf einen Mülltonneninhalt gemäß der nachstehenden Tabelle 2 zusammengesetzt sein, in welcher auch angegeben ist, für welche Gerüche die jeweiligen
- 10 Substanzen besonders sensitiv sind.

Tabelle2:

Chemische Struktur	Name	Referenz	Geruch
	P3HT	Chang et al. <i>J. Appl. Phys.</i> 2006, 100, 014506	Fisch
Chemische Struktur	Name	Referenz	Geruch

	PEDOT: PSS	Procedia Engineering 168, 2016, 1184-1187	Essig
	DPP- DTT	J. Mater. Chem. C, 2019,7, 1111- 1130	Zitronenöl, Orangenöl
	PCDTBT	Sensors and Actuators B, 239, 2017, 734-745	Bleichmittel
	PDPP3T	Adv.Sci., 2017, 4, 1700048	Ethanol
Chemische Struktur	Name	Referenz	Geruch

	F8BT	Mine Action, 2015, 201-4	Feuchtigkeit (Wasser)
	PSBTBT	<i>Adv. Funct. Mater.</i> , 2014, 24, 2240–2247	Essig, Fisch
	PTEBS	<i>Mater. Today</i> , 2016, 19-9	Essig, Fleisch

- In einer Weiterbildung der Verwendung elektrisch leitfähiger Polymere als Sensorsubstanzen kann vorgesehen sein, dass die elektrisch leitfähigen Polymere modifiziert sind. Hierzu zählt insbesondere eine Modifikation der elektrisch leitfähigen Polymere mit Peptidseitenketten. Die eingesetzten Peptidseitenketten können dabei an Biopeptide angelehnt sein, die ähnlich dem menschlichen Geruchssinn sensitiv für bestimmte Moleküle sind. Damit kann aufgrund verschiedener Analyt-Polymer-Interaktionen basierend auf aromatischen sowie Dipol-Dipol-Wechselwirkungen und

Wasserstoffbrückenbindungen über Aminosäuren eine Sensitivität gezielt gesteuert bzw. eingestellt werden.

Für die Herstellung entsprechend funktionalisierter elektrisch leitfähiger Polymere, die
 5 auch als biomimetische elektrisch leitfähige Polymere bezeichnet werden können, stehen
 verschiedene Synthesewege offen. In einer ersten Strategie kann 1,4-Di-2-dienyl-1,4-
 butandion in einer Paal-Knorr-Kondensationsreaktion mit einer Aminogruppe der
 gewählten Aminosäuresequenz zum entsprechenden substituierten 2,5-Di(2-dienyl)pyrrol
 umgesetzt werden, welches im Anschluss elektrochemisch zu Poly(2,5-dienylpyrrol)
 10 polymerisiert werden kann. Alternativ ist es möglich, durch Einbringung eines Azides in
 das Pyrrolgrundgerüst durch Click-Chemie (kupferkatalysierte Acid-Alkin-Cycloaddition)
 eine Alkin-substituierte Aminosäuresequenz eingebracht werden. Im Anschluss stehen
 dann bei beiden Strategien reaktive Bindungen für die Kopplung mit einer Peptidsequenz
 zur Verfügung.

15

Als Sensorsubstanz eignen sich auch Graphen sowie insbesondere auch
 Graphenverbindungen. Ähnlich wie bei elektrisch leitfähigen Polymeren kann Graphen in
 diesem Fall durch Anlagerungsreaktionen mit Molekülen kombiniert werden, welche eine
 Spezifität für bestimmte Moleküle aufweisen. Dabei kann gegebenenfalls wiederum auf
 20 Peptide bzw. Aminosäuresequenzen zurückgegriffen werden, die durch Reaktion an
 Spacermoleküle gekoppelt werden, die an Graphen als elektrisch leitfähige Basis
 gebunden sind.

Als Linker kann hier beispielsweise 1-Pyrenbuttersäure oder 1-Pyren-buttersäure-N-
 25 hydroxysuccinimidester verwendet werden. Durch π - π -Wechselwirkungen lagert sich
 eine Pyrene-Gruppe an andere konjugierte Doppelbindungen (Graphen, reduziertes
 Graphen-Oxid und Carbon-Nanotubes), wobei die Carbonsäure am anderen Ende die
 notwendige Funktionalität aufweist um weitere Funktionalitäten anzubinden.

30

Besonders günstig ist es, wenn die Sensorsubstanzen basierend auf in der folgenden Liste angeführten Substanzen gewählt werden:

- PANI;
- P3HT;
- 5 – DPP-DTT;
- PDPP3T;
- PEDOT:PSS;
- F8BT;
- PCDTBT;
- 10 – PTEBS;
- PSBTBT;
- PCE-12;
- C8-BTBT.

- 15 Die Sensorsubstanzen können dabei eine oder mehrere der genannten Substanzen aufweisen oder aus einer oder mehreren der genannten Substanzen gebildet sein.

Hierbei ist unter basierend auf der Liste angeführten Substanzen zu verstehen, dass auch geeignete Derivate der in der Liste genannten Substanzen gewählt werden können.

20

- Bevorzugt ist vorgesehen, dass der Sensor nach Anbringung der Sensorsubstanzen im Schaltkreis kalibriert wird, indem die Leitwerte der einzelnen Sensorsubstanzen des Sensors abhängig von den einzelnen zu bestimmenden Gaskonzentrationen in einer Umgebung gemessen werden, wobei die bei der Kalibrierung in der Umgebung
- 25 befindlichen Gaskonzentrationen sowie eine Temperatur und eine relative Luftfeuchte bekannt sind, wobei Leitwerte der Sensorsubstanzen des Sensors gespeichert werden.

- Es kann somit basierend auf tatsächlichen Konzentrationen von bestimmten Gasbestandteilen in der Umgebung ein Verhalten des Sensors ermittelt werden, um für
- 30 eine spätere Verwendung des Sensors anhand der Leitwerte der einzelnen Sensorsubstanzen, die am Sensor bzw. im Schaltkreis angebracht sind, auf Konzentrationen von Gasbestandteilen in einer Umgebung des Sensors zu schließen.

Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Leitwerte der einzelnen Sensorsubstanzen des Sensors bei unterschiedlichen Temperaturen, unterschiedlichen Feuchtegraden und unterschiedlichen Einwirkzeiten gemessen werden, um Einflüsse von Feuchtigkeit und Temperatur auf ein Sensorverhalten zu bestimmen. Es kann dann anhand von

- 5 Leitfähigkeiten der einzelnen Sensorsubstanzen abhängig von den Gasgemischen in einer Umgebung um den Sensor eine Kalibrierung des Sensors erfolgen, wobei Daten bei Betrieb des Sensors im Rahmen von aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren zur Mustererkennung (Pattern Recognition und/oder künstliche neuronale Netze) genutzt werden können, um anhand von Leitwerten der einzelnen Sensorsubstanzen auf die in
- 10 der Umgebung befindlichen Gase zu schließen. So kann der Sensor durch eine Kombination unterschiedlicher Sensorsubstanzen zur gezielten Bestimmung einzelner Gasbestandteile eingesetzt werden, selbst wenn die einzelnen Sensorsubstanzen keine entsprechend hohe Spezifität für das jeweilige Gas aufweisen.

- 15 Weiter kann vorgesehen sein, dass die Leitwerte der einzelnen Sensorsubstanzen bei unterschiedlichen Umgebungsdrücken gemessen werden, insbesondere bei einem Druckbereich von 0,3 bar bis 4 bar, um auch diesen Parameter bzw. den Umgebungsdruck, welchem der Sensor bei Betrieb ausgesetzt sein soll, bei der Herstellung des Sensors und insbesondere bei der Wahl entsprechender
- 20 Sensorsubstanzen berücksichtigen zu können.

Günstig ist es, wenn die Leitwerte der einzelnen Sensorsubstanzen des Sensors in Anwesenheit von mehreren unterschiedlichen Gasen in einer Umgebung des Sensors bestimmt werden.

25

- Die weitere Aufgabe der Erfindung wird erfindungsgemäß durch einen Sensor der eingangs genannten Art gelöst, welcher zumindest zwei Sensorsubstanzen einer Sensorsubstanzliste aufweist, wobei Leitfähigkeiten der Sensorsubstanzen mittels des Schaltkreises bestimmbar sind. Bevorzugt ist der Sensor in einem erfindungsgemäßen
- 30 Verfahren hergestellt.

Ein entsprechender Sensor ist mit geringem Aufwand und somit mit geringen Kosten herstellbar und dennoch dazu geeignet, die Anwesenheit, Konzentration und/oder Änderung einer Konzentration eines Gasbestandteiles in einer Umgebung um den Sensor

zu bestimmen. Ein entsprechender Sensor kann daher insbesondere dazu eingesetzt werden, um in einer smarten Abfalltonne zur Bestimmung eines Bestandteiles von Abfall eingesetzt zu werden.

- 5 Günstig ist es, wenn zumindest sechs, vorzugsweise zumindest zwölf, unterschiedliche Sensorsubstanzen am Schaltkreis angeordnet sind, wobei von jedem dieser Sensorsubstanzen die Leitfähigkeit bestimmbar ist.

- 10 Dadurch kann über eine entsprechende Kombination unterschiedlicher Sensorsubstanzen trotz des günstigen Herstellungsverfahrens eine vergleichsweise hohe Genauigkeit des Sensors erreicht werden. Hierzu werden bevorzugt solche Sensorsubstanzen kombiniert und am Schaltkreis angeordnet, welche für den oder die zu bestimmenden Gasbestandteile eine besonders hohe Sensitivität, Selektivität und/oder eine besonders hohe Spezifität aufweisen, um durch eine Kombination der jeweiligen Messwerte in Bezug
15 auf die Leitfähigkeit der einzelnen Sensorsubstanzen die zu bestimmenden Gase genau bestimmen zu können.

- Es können auch eine oder mehrere Sensorsubstanzen eingesetzt werden, welche auf einen zu bestimmenden Gasbestandteil keine Reaktion zeigen, um dadurch die
20 Anwesenheit anderer Gase, auf welche diese Sensorsubstanz sensitiv ist, auszuschließen und somit die Reaktionen der anderen im Schaltkreis angebrachten Sensorsubstanzen spezifisch zu verifizieren. Solche Sensorsubstanzen dienen somit zur Negativkontrolle bestimmter Gasbestandteile.

- 25 Bevorzugt ist vorgesehen, dass zumindest eine der Sensorsubstanzen ein Polymer aufweist oder aus einem Polymer besteht.

- Weiter kann mit Vorteil vorgesehen sein, dass eine oder mehrere der im Schaltkreis angeordneten Sensorsubstanzen Metalloxide, insbesondere Kupferoxid oder Zinkoxid,
30 Metallpartikel, insbesondere Goldpartikel, und/oder Polymere, insbesondere organische, vorzugsweise elektrisch leitfähige Polymere, aufweisen und/oder aus diesen bestehen.

Mit Vorteil ist vorgesehen, dass die Sensorsubstanzliste basierend auf den nachstehend angegebenen Substanzen, den in Tabelle 1 genannten Substanzen und/oder den in Tabelle 2 angegebenen Substanzen gebildet ist und/oder aus diesen Substanzen besteht:

- 5 – PANI;
- P3HT;
- DPP-DTT;
- PDPP3T;
- PEDOT:PSS;
- 10 – F8BT;
- PCDTBT;
- PTEBS;
- PSBTBT.

- 15 Die Sensorsubstanzliste kann in diesem Fall natürlich auch geeignete Derivate der genannten Substanzen aufweisen. Geeignete Derivate sind solche, welche für den Zweck der Erfindung noch eine ausreichende Sensitivität aufweisen.

- 20 Die Sensorsubstanzen können grundsätzlich auf verschiedenste Weise im Schaltkreis angebracht sein, sodass eine Leitfähigkeit der Sensorsubstanz mittels des Schaltkreises bestimmbar ist. Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass die Sensorsubstanzen auf den Schaltkreis aufgedruckt sind.

- 25 Üblicherweise sind am Schaltkreis Elektroden angeordnet, welche durch die Sensorsubstanzen verbunden werden. Dadurch kann anhand eines elektrischen Leitwertes zwischen den Elektroden bzw. eines elektrischen Widerstandes zwischen den Elektroden unmittelbar auf einen Leitwert der Sensorsubstanz geschlossen werden.

- 30 Um insbesondere Messungenauigkeiten aufgrund von Alterungseffekten auf besonders einfache Weise zu minimieren bzw. gänzlich ausschließen zu können, ist bevorzugt vorgesehen, dass parallel und/oder seriell zu jeder Sensorsubstanz, die zwei Elektroden des Schaltkreises verbindet und mit einer Umgebung in Verbindung steht, eine idente Sensorsubstanz im Schaltkreis angeordnet ist, welche hermetisch bzw. im Wesentlichen hermetisch von der Umgebung getrennt ist. Es kann dann zur Bestimmung eines

Gasbestandteiles in einer Umgebung beispielsweise mit einer Brückenschaltung, einem Spannungsteiler oder dergleichen ein Unterschied zwischen dem Leitwert der mit der Umgebung in Verbindung stehenden Sensorsubstanz und der identen, hermetisch von der Umgebung getrennten Sensorsubstanz ermittelt werden. Dadurch werden

- 5 beispielsweise Effekte von Alterungsprozessen der Sensorsubstanzen und Einflüsse von Temperaturänderungen auf die Leitfähigkeit der jeweiligen Sensorsubstanz bei Messung von Gasbestandteilen egalisiert.

Auf diese Weise kann somit insbesondere eine differentielle Messung umgesetzt werden, 10 mittels welcher nur Unterschiede zwischen den Leitwerten der einzelnen Sensorsubstanzen erfasst werden, jedoch Alterungseffekte unberücksichtigt bleiben, welche bei mehreren Sensorsubstanzen synchron auftreten.

Bevorzugt wird zur Erfassung einer Leitwertänderung eine Spannung an einem durch 15 entsprechend angeordnete Sensorsubstanzen gebildeten Spannungsteiler mittels eines Analog-Digital-Wandlers gemessen und ein somit digitalisierter Messwert in einer Datenverarbeitungseinrichtung weiterverarbeitet. Mit dem Spannungsteiler ist somit eine Differenz zwischen den Leitwerten der Sensorsubstanzen und eine Änderung eines Leitwertes einer Sensorsubstanz relativ zum Leitwert einer zweiten Sensorsubstanz des 20 Spannungsteilers leicht messbar.

Ein erfindungsgemäßer Sensor wird üblicherweise in Verbindung mit einem Datenverarbeitungssystem eingesetzt, um anhand gemessener Leitwerte der einzelnen Sensorsubstanzen auf Gasbestandteile in einer Umgebung schließen zu können,

- 25 beispielsweise durch ermittelte Korrelationen und/oder gezieltes Ausnutzen multivarianter Aspekte der einzelnen Sensorsubstanzen. So können beispielsweise die einzelnen Sensorsubstanzen unterschiedliche funktionelle Gruppen aufweisen, um die sich daraus ergebenden überlappenden Spezifitäten eine möglichst große Bandbreite an Analyten abdecken zu können. Beispielsweise können hier Sensorsubstanzen, die ein Polymer 30 aufweisen auf einem Sensor mit Sensorsubstanzen kombiniert werden, die ein Metalloxid aufweisen. Für eine Auswertung können auch maschinelles Lernen, Methoden zur Mustererkennung wie insbesondere Support Vector Machines sowie künstliche neuronale Netzwerke, überwachtes und unüberwachtes maschinelles Lernen, und Methoden aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung wie beispielsweise Gaußsche Mischmodelle eingesetzt

werden. Der Sensor wird somit üblicherweise im Rahmen eines Sensorsystems eingesetzt, welches ergänzend zum Sensor auch eine Datenverarbeitungseinrichtung aufweist.

- 5 Es ist daher bevorzugt, dass bei einem Sensorsystem, welches einen Sensor und eine mit dem Sensor verbundene Datenverarbeitungseinrichtung, welche insbesondere einen Mikroprozessor und einen Datenspeicher aufweist, der Sensor erfindungsgemäß ausgebildet ist.
- 10 Die Datenverarbeitungseinrichtung kann dabei für unterschiedlichste Anwendungsbereiche eingesetzt werden, während der Sensor je nach Anwendungsgebiet unterschiedliche Sensorsubstanzen aufweisen kann. Es ist daher günstig, wenn der Sensor lösbar mit der Datenverarbeitungseinrichtung verbindbar ist. Eine mechanische und elektrische Verbindung des Sensors mit der Datenverarbeitungseinrichtung kann
15 dabei beispielsweise kraft- und/oder formschlüssig erfolgen.

- Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass der Sensor als Steckkarte ausgebildet ist und mit der Datenverarbeitungseinrichtung über eine Aufnahme verbunden ist, sodass der Sensor in die Aufnahme einsteckbar ist, wobei durch ein Einstecken des Sensors in die
- 20 Aufnahme eine elektrische Verbindung zwischen dem Sensor und der Datenverarbeitungseinrichtung herstellbar ist. Dies ermöglicht einerseits eine einfache Austauschbarkeit von Sensoren, sodass das Sensorsystem leicht an unterschiedliche Anwendungsbereiche anpassbar ist. Darüber hinaus kann durch eine Austauschbarkeit des Sensors durch eine lösbare Verbindung wie eine Steckverbindung eine
25 gegebenenfalls kurze Lebensdauer von einzelnen Sensorsubstanzen kostengünstig kompensiert werden, ohne das gesamte Sensorsystem zu tauschen.

- Weiter ist es günstig, wenn die Datenverarbeitungseinrichtung zur Durchführung eines Verfahrens geeignet ist, wobei anhand von gemessenen Leitwerten der
- 30 Sensorsubstanzen sowie in einer Datenbank gespeicherten Sensitivitäten der einzelnen Sensorsubstanzen Konzentrationen eines oder mehrerer Gase in einer Umgebung des Sensors bestimmt werden. Es kann dann anhand der ermittelten Sensitivitäten trotz des kostengünstigen Sensoraufbaues eine vergleichsweise genaue Bestimmung von Gasbestandteilen in einer Umgebung um den Sensor erfolgen.

Die Datenbank kann zentral oder dezentral gespeichert sein, beispielsweise auch verteilt auf unterschiedliche Datenspeicher, welche über ein Internet-of-Things-Netzwerk verbunden sind.

- 5 Insbesondere kann vorgesehen sein, dass eine Datenverarbeitungssoftware in einer Weise gestaltet ist, dass durch diese Software für verschiedene Kombinationen von Sensorsubstanzen entsprechende Leitbahnen spezifisch zugeordnet und ein Abgleich mit der Datenbank in Bezug auf eine exakte Positionierung der Sensorsubstanzen durchgeführt wird.

10

Dabei kann die Datenverarbeitungseinrichtung auch zur Durchführung von Verfahren zur Mustererkennung und Verfahren, welche aus einem Bereich eines maschinellen Lernens bekannt sind, eingesetzt werden, um anhand von gemessenen Leitwerten der einzelnen Sensorsubstanzen auf in der Umgebung befindliche Gasbestandteile zu schließen.

15

Es kann dabei auch günstig sein, wenn das Sensorsystem einen Akustiksensor und/oder einen Optiksensoren, insbesondere ein Lichtsensor oder ein Helligkeitssensor, aufweist, um insbesondere ausgelöst durch akustische und/oder optische Änderungen in einer Umgebung des Sensorsystems eine Messung mittels des Sensors durchzuführen.

- 20 Beispielsweise kann dann ausgelöst durch ein Öffnungsgeräusch und/oder einen plötzlich veränderten Lichteinfall eine Messung durchgeführt werden. Dadurch ist insbesondere bei der Bestimmung einer Zusammensetzung eines Inhalts von Abfalltonnen auf besonders effiziente Weise möglich. So muss eine Messung nicht kontinuierlich durchgeführt werden, sondern ist es häufig ausreichend, eine Messung nach einem Trigger-Ereignis
25 wie einem Öffnen der Mülltonne durchzuführen.

- Daten des Trigger-Ereignisses können auch zur Berechnung von Wahrscheinlichkeiten von zu bestimmenden Gasbestandteilen genutzt werden, insbesondere von einer Software in der Datenverarbeitungseinrichtung. Beispielsweise kann bei Anwendung des Sensors
30 in einer Mülltonne ein bestimmtes Geräusch auf den Einwurf einer Getränkedose in die Mülltonne schließen lassen, sodass eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für eine Konzentrationserhöhung von Gasbestandteilen in der Mülltonne gegeben ist, welche Gasbestandteile mit einer Getränkedose in Verbindung stehen. Diese erhöhte Wahrscheinlichkeit kann bei Auswertung der Sensorsignale bzw. einer automatisierten

Interpretation von Leitwertänderungen der Sensorsubstanzen genutzt werden, um durch die Kombination der Daten des Trigger-Ereignisses mit den gemessenen Leitwerten der Sensorsubstanzen bzw. die Messung von Änderungen der Leitwerte eine besonders hohe Messgenauigkeit zu erreichen.

5

Alternativ oder ergänzend können natürlich auch weitere Sensoren am Sensorsystem vorgesehen sein, beispielsweise Abstands- und/oder Bewegungs- bzw. Beschleunigungssensoren.

- 10 Um Änderungen einer Gaszusammensetzung in einer Umgebung des Sensors besonders rasch bestimmen zu können, kann vorgesehen sein, dass eine Transporteinrichtung vorgesehen ist, mit welcher ein zu analysierendes Gas aktiv zu den Sensorsubstanzen des Sensors transportierbar ist, insbesondere eine Pumpe, ein Kompressor, ein Gebläse oder dergleichen. Eine derartige Transporteinrichtung kann beispielsweise ausgelöst
- 15 durch ein Trigger-Ereignis aktiviert werden, welches Trigger-Ereignis wiederum automatisiert erfasst werden kann, beispielsweise mittels eines Abstandssensors, eines Bewegungssensors, eines Akustiksensors und/oder eines optischen Sensors, wie beispielsweise einer Kamera. Die Analyse kann auch eine Headspace-Sampling-Methode umfassen.

20

Weiter kann vorgesehen sein, dass dem Sensor ein Volumen, insbesondere ein abgeschlossener Raum, der von einer Transporteinrichtung mit einem zu analysierenden Gas beschickt wird, vorgeschaltet ist, in welchem eine Aufkonzentrierung eines Analyten erfolgt.

25

- Ein Algorithmus, welcher in einem Programm in der Datenverarbeitungseinrichtung hinterlegt sein kann, kann dann beispielsweise derart ausgestaltet sein, dass eine Auswertung nur für eine vordefinierte Zeit nach dem Trigger-Ereignis, beispielsweise ein Öffnen einer Tür oder eines Deckels, durchgeführt wird. Dies kann insbesondere dann
- 30 zweckmäßig sein, wenn Änderungen einer Gaszusammensetzung im Wesentlichen nur bei Eintritt dieses Trigger-Ereignisses erwartet werden.

Die weitere Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zum Bestimmen von Gasbestandteilen in einer Umgebung mit einem Sensorsystem gelöst, bei welchem ein

erfindungsgemäßes Sensorsystem eingesetzt wird. So ist das Sensorsystem besonders kostengünstig herstellbar, weswegen auch das Verfahren auf einfache und kostengünstige Weise umsetzbar ist.

- 5 Bevorzugt ist vorgesehen, dass anhand von gemessenen Leitwerten der Sensorsubstanzen sowie in einer Datenbank gespeicherten Sensitivitäten der einzelnen Sensorsubstanzen Konzentrationen eines oder mehrerer Gase in einer Umgebung des Sensors bestimmt werden.
- 10 Das Verfahren kann für verschiedenste Zwecke eingesetzt werden, beispielsweise um automatisiert einen Geruch in einer sanitären Anlage zu überwachen, Anomalien zu erfassen, insbesondere Leckagen. Weiter kann vorgesehen sein, dass das Verfahren zur Bestimmung von Inhaltsstoffen einer Abfalltonne eingesetzt wird. In das Verfahren können dann auch ergänzende Daten, welche mit weiteren Sensoren, beispielsweise einer
- 15 Kamera, erfasst werden können, einfließen, um beispielsweise durch maschinelles Lernen und/oder mit Methoden der Mustererkennung eine stetige Verbesserung von Ergebnissen des Verfahrens zu erreichen.

- Um eine besonders hohe Energieeffizienz zu erreichen, kann vorgesehen sein, dass ein
- 20 Trigger-Ereignis erfasst und eine Analyse von Gasbestandteilen beginnend mit dem Trigger-Ereignis durchgeführt wird.

- Es erfolgt somit in der Regel keine kontinuierliche Analyse der Gasbestandteile, sondern erfolgt eine solche Analyse nur dann, wenn dies durch ein Trigger-Ereignis ausgelöst
- 25 wurde, welches wiederum automatisiert erfasst werden kann, beispielsweise mit einem akustischen Sensor, einem optischen Sensor, einem Abstandssensor oder dergleichen. So kann beispielsweise bei Anwendung des Verfahrens an einer Abfalltonne immer dann eine Analyse durchgeführt werden, wenn ein Öffnen und/oder Schließen eines Deckels der Abfalltonne erkannt wurde, zumal sich eine Zusammensetzung des Abfalls in der
 - 30 Abfalltonne üblicherweise nur nach einem solchen Ereignis ändert.

Weiter kann vorgesehen sein, dass anhand von zeitlichen Änderungen der Leitwerte der einzelnen Sensorsubstanzen, welche beginnend mit dem Trigger-Ereignis erfasst werden, Konzentrationen und/oder Änderungen von Gasbestandteilen in einer Umgebung des

Sensors bestimmt werden. So hat sich gezeigt, dass unterschiedliche Sensorsubstanzen auf unterschiedliche Gasbestandteile in einer Umgebung unterschiedlich stark ansprechen. Folglich kann nicht nur über einen Leitwert auf eine Konzentration und/oder eine Änderung einer Konzentration eines Gasbestandteiles in einer Umgebung
 5 geschlossen werden, sondern auch über eine zeitliche Änderung des Leitwertes, insbesondere nach dem Trigger-Ereignis.

Natürlich kann eine Analyse auch zeitabhängig erfolgen, beispielsweise eine Zusammensetzung eines Gases nach fixen Zeitintervallen durchgeführt werden. Dabei
 10 kann auch vorgesehen sein, dass die Zeitintervalle anpassbar sind. Somit können auch bei einer kontinuierlichen Messung Datenpunkte beispielsweise in einem zeitlichen Abstand von nur wenigen Millisekunden oder aber einem Abstand von mehreren Minuten aufgenommen werden. Dies optimiert eine Energieeffizienz in Abhängigkeit von jeweiligen Anforderungen bzw. einer zu beantwortenden Fragestellung.

15 Beispielsweise können zwei unterschiedliche Gasbestandteile bei einer Sensorsubstanz denselben Leitwert bewirken, jedoch die Leitwertänderung unterschiedlich schnell erfolgen. Durch eine Erfassung von zeitlichen Änderungen der Leitwerte der einzelnen Sensorsubstanzen ist es folglich möglich, genauer zwischen unterschiedlichen
 20 Gasbestandteilen zu unterscheiden, ohne dass weitere Sensorsubstanzen am Sensor angeordnet werden müssten.

Weitere Merkmale, Vorteile und Wirkungen der Erfindung ergeben sich anhand des nachfolgend dargestellten Ausführungsbeispiels. In den Zeichnungen, auf welche dabei
 25 Bezug genommen wird, zeigen:

- Fig. 1 ein Flussdiagramm eines Verfahrens zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Sensors;
- Fig. 2 einen erfindungsgemäßen Sensor in schematischer Darstellung;
- 30 Fig. 3 einen Prozessschritt während der Aufbringung einer Sensorsubstanz.

Fig. 1 zeigt ein Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens. Dabei werden in einem ersten Schritt 1 eine Vielzahl von möglichen Sensorsubstanzen 16 daraufhin analysiert, ob und gegebenenfalls wie sich eine elektrische Leitfähigkeit der jeweiligen

Sensorsubstanz 16 ändert, wenn sich Konzentrationen unterschiedlicher Gase in einer Umgebung der Sensorsubstanz 16 ändern. Dabei werden bevorzugt auch Versuche bei unterschiedlichen Feuchtegraden einer Umgebungsluft und unterschiedlichen Geschwindigkeiten, mit welchen die Sensorsubstanzen 16 in flüssigem Zustand auf ein Substrat 7 aufgebracht werden, durchgeführt.

Ergebnisse dieser Versuche werden in einer Datenbank 6 gespeichert, sodass in der Datenbank 6 Daten in Bezug auf einen Leitwert einzelner Sensorsubstanzen 16 in Anwesenheit unterschiedlicher Konzentrationen von unterschiedlichen Gasen bei unterschiedlichen Feuchtegraden der Luft und unterschiedlichen Aufbringungsgeschwindigkeiten der Sensorsubstanzen 16 sowie gegebenenfalls abhängig von weiteren Parametern vorliegen. Die Versuche werden üblicherweise bei unterschiedlichen Konzentrationen von flüchtigen organischen Gasen in einer Umgebung der jeweiligen Sensorsubstanz 16 durchgeführt. Beispielsweise können Leitwerte unterschiedlicher Sensorsubstanzen 16 bei unterschiedlichen Konzentrationen der in Tabelle 3 angegebenen Stoffe in einer Umgebungsluft bestimmt und in der Datenbank 6 gespeichert werden:

Tabelle 3:

Name	CAS	Formel	Zugeordneter Geruch	Trivial Name
Pentane-1,5-diamin	462-94-2	$C_5H_{14}N_2$	Verwesungsprozess	cadaverine
Butane-1,4-diamin	110-60-1	$C_4H_{12}N_2$	Verwesungsprozess	putrescine
Ethen	74-85-1	C_2H_4	Reifungsprozess von Früchten	ethene
Triethylamin	121-44-8	$C_6H_{15}N$	Fisch	triethylamine
Methylsulfonyl methan	75-18-3	C_2H_6S	Verrottungsprozess von Gemüse	dimethyl sulfide
1-Methyl-4-(1-methylethenyl)-cyclohexen	138-86-3	$C_{10}H_{16}$	Schalen von Zitrusfrüchten sowie Putzmittel (Duftzugabe)	DL-limonene
Methylacetat	79-20-9	$C_3H_6O_2$	Pflanzenöle; Lösungsmittel, Leim	methyl acetate
	64-19-7	$C_2H_4O_2$	Säuerlich, essigartig	acetic acid
Ethanol	64-17-5	C_2H_6O	Gärungsprozess, Alkoholrückstände	ethanol
Propan-2-ol	67-63-0	C_3H_8O	Reinigungsmittel, Desinfektionsmittel	isopropanol
Propan-2-on	67-64-1	C_3H_6O	Fermentationsprozess, Nagellack, Lösungsmittel	acetone

Basierend auf diesen Daten können somit Sensoren mit den jeweiligen Sensorsubstanzen 16 hergestellt werden, mit welchen kostengünstig entsprechende Gerüche bestimmbar sind bzw. mit welchen Konzentrationen der Gase bestimmbar sind, die beim Menschen entsprechende Geruchswahrnehmungen auslösen.

5

In einem zweiten Schritt 2 werden Anforderungen an den Sensor in Bezug auf zu bestimmende Gase sowie Einsatzbedingungen definiert.

In einem dritten Schritt 3 werden basierend auf den Anforderungen und in der

10 Datenbank 6 gespeicherten Daten zumindest zwei Sensorsubstanzen 16 ausgewählt, welche in weiterer Folge in einem vierten Schritt 4 an einem Schaltkreis angebracht werden, sodass mittels des Schaltkreises Leitwerte der einzelnen Sensorsubstanzen 16 bestimmbar sind, um über die Leitwerte auf in der Umgebung befindliche Konzentrationen von Gasen zu schließen.

15

In einem optionalen fünften Schritt 5 wird der Sensor anschließend kalibriert, indem der Sensor definierten Randbedingungen, insbesondere in Bezug auf Konzentrationen von bestimmten Gasbestandteilen in einer Umgebung, ausgesetzt wird, wonach Leitwerte der einzelnen Sensorsubstanzen 16 über den Schaltkreis gemessen werden.

20

Fig. 2 zeigt einen entsprechenden Sensor in schematischer Darstellung. Wie ersichtlich weist der Sensor einen auf einem Substrat 7, welches in der Regel aus einem elektrisch nicht leitfähigen Material besteht, angebrachten Schaltkreis mit Elektroden bzw.

elektrischen Leitern 8, die beispielsweise aus Kupfer oder Gold bestehen können, auf,

25

wobei die Elektroden durch Sensorsubstanzen 16 verbunden werden, um über die Elektroden Leitwerte der einzelnen Sensorsubstanzen 16 zu bestimmen. Die

Sensorsubstanzen 16 sind dabei auf das Substrat 7 aufgedruckt, üblicherweise mit einer Dicke von weniger als einem Millimeter und vordefinierter Geschwindigkeit, da häufig eine Geschwindigkeit, mit welcher die Sensorsubstanz 16 auf das Substrat 7 aufgedruckt wird,

30

auch einen Einfluss auf ein Verhalten der Sensorsubstanz 16 hat.

Der dargestellte Sensor weist zwei unterschiedliche Sensorsubstanzen 16 auf, wobei ein durch eine Sensorsubstanz 16, die beispielsweise durch eine der in Tabelle 1 oder eine der in Tabelle 2 angegebenen Substanzen gebildet sein kann, gebildetes erstes

Kontaktierungselement 10 zwischen einer Spannungselektrode 14 bzw. einem elektrischen Leiter 8, an welchem im Betrieb des Sensors eine Spannung von beispielsweise +1,5 V oder + 5 Volt gegenüber einem Bezugspotential anliegt, und einer Messelektrode 15 angeordnet sein kann, sodass die Messelektrode 15 elektrisch im

5 Wesentlichen nur durch das erste Kontaktierungselement 10 mit der Spannungselektrode 14 verbunden ist.

Die Messelektrode 15 ist ferner durch ein zweites Kontaktierungselement 11 mit einer Masseelektrode 9 verbunden, an welcher das Bezugspotential anliegt, wobei das zweite

10 Kontaktierungselement 11 ebenfalls durch die Sensorsubstanz 16 gebildet wird, welche auch das erste Kontaktierungselement 10 bildet. Das erste Kontaktierungselement 10 und das zweite Kontaktierungselement 11 bilden somit in Verbindung mit der Messelektrode 15, der Spannungselektrode 14 und der Masseelektrode 9 einen Spannungsteiler, sodass grundsätzlich an der Messelektrode 15 eine Spannung

15 entsprechend einer Hälfte der Spannung der Spannungselektrode 14 anliegt, wenn die Leitwerte bzw. Widerstände von erstem Kontaktierungselement 10 und zweiten Kontaktierungselement 11 ident sind.

Für einen Betrieb des Sensors wird das erste Kontaktierungselement 10 oder das zweite

20 Kontaktierungselement 11 hermetisch von einer Umgebung getrennt, beispielsweise durch Aufbringen einer Beschichtung auf das erste Kontaktierungselement 10. Dadurch ist gewährleistet, dass eine Änderung einer Zusammensetzung einer Umgebungsluft nur zur Änderung eines Leitwertes des zweiten Kontaktierungselementes 11 führt, während das erste Kontaktierungselement 10 als Referenz in der Schaltung verbleibt. Dadurch

25 können beispielsweise Messfehler, die auf Änderungen der Leitwerte der entsprechenden Sensorsubstanz 16 basieren, welche unabhängig von der Zusammensetzung einer Umgebungsluft sind, insbesondere Alterungseffekte und Temperatureinflüsse, leicht vermieden werden. Mit dem ersten Kontaktierungselement 10 und dem zweiten Kontaktierungselement 11 wird somit ein mit einer Sensitivität der ersten

30 Sensorsubstanz 16 korrespondierender Messwert erhalten.

Analog kann beim dargestellten Sensor ein weiterer Messwert basierend auf einem dritten Kontaktierungselement 12 und einem vierten Kontaktierungselement 13 erhalten werden, welche jeweils aus einer zweiten Sensorsubstanz 16 bestehen, die verschieden von der

im ersten Kontaktierungselement 10 und zweitem Kontaktierungselement 11 eingesetzten Sensorsubstanz ist und ebenfalls aus Tabelle 1 oder Tabelle 2 entnommen sein kann. Auch hier ist wieder entweder das dritte Kontaktierungselement 12 oder das vierte Kontaktierungselement 13 von einer Umgebung hermetisch getrennt.

5

Beispielsweise kann die Sensorsubstanz 16, welche erstes Kontaktierungselement 10 und zweites Kontaktierungselement 11 bildet, eine hohe Sensitivität für einen ersten zu bestimmenden Gasbestandteil und die Sensorsubstanz 16, welche drittes

10 Kontaktierungselement 12 und viertes Kontaktierungselement 13 bildet, eine hohe Sensitivität bzw. eine Selektivität für einen zweiten zu bestimmenden Gasbestandteil aufweisen, sodass mit dem Sensor die Anwesenheit und gegebenenfalls die Konzentration von zwei unterschiedlichen Gasbestandteilen in einer Umgebung des Sensors bestimmt werden kann.

15 Natürlich sind alternativ zur dargestellten Schaltung auch alternative Schaltungen der Sensorsubstanzen 16 denkbar, um die Leitwerte der Sensorsubstanzen 16 zu bestimmen, beispielsweise eine Matrixschaltung.

Je nach Anforderungen an den Sensor können auch mehr als zwei unterschiedliche
20 Sensorsubstanzen 16 am Sensor angeordnet sein. Beispielsweise kann ein erfindungsgemäßer Sensor zwölf unterschiedliche Sensorsubstanzen 16 in 24 Kontaktierungselementen aufweisen, welche in einer Schaltung ähnlich der in Fig. 2 dargestellten am Sensor angeordnet sind, um bei zwölf Sensorsubstanzen 16 Änderungen der Leitwerte messen zu können.

25

Eine Änderung der Leitwerte wirkt sich bei der in Fig. 2 dargestellten Anwendung als Potentialverschiebung an der Messelektrode 15 aus. Somit wird nicht der absolute Leitwert sondern die relative Änderung der beiden Leitwerte von erstem Kontaktierungselement 10 und zweitem Kontaktierungselement 11 bestimmt. Die

30 Erfassung dieser Spannung kann beispielsweise mit einem Analog-Digital-Wandler erfolgen, welcher bei identen Leitwerten von erstem Kontaktierungselement 10 und zweitem Kontaktierungselement 11 50 % der an der Spannungselektrode 14 anliegenden Spannung als analoges Eingangssignal erhält und diesen Wert digitalisiert, um es weiter zur Datenverarbeitungseinrichtung zu leiten. Bei einer Änderung des Leitwertes von

erstem Kontaktierungselement 10 relativ zum Leitwert des zweiten Kontaktierungselementes 11 ändert sich somit auch diese Spannung und kann die Spannungsänderung mit dem Analog-Digital-Wandler erfasst und automatisiert weiterverarbeitet werden.

5

Natürlich sind auch mehr als zwölf Sensorsubstanzen 16 möglich. Beispielsweise können bei einem erfindungsgemäßen Sensor auch 96 unterschiedliche Sensorsubstanzen vorgesehen sein.

- 10 Insbesondere bei einer hohen Anzahl an vorgesehenen Sensorsubstanzen kann auch vorgesehen sein, dass Elektroden in fraktalen Mustern am Sensor angeordnet werden.

Dadurch können unterschiedliche Konzentrationen von unterschiedlichen Gasen in einer Umgebung und/oder eine Konzentration von einem Gas in einer Umgebung besonders
 15 genau bestimmt werden. So kann eine Sensorsubstanz 16 auch nur zur Bestimmung einer Konzentration eines Gasbestandteiles innerhalb eines bestimmten Bereiches geeignet sein und bei Überschreiten dieses Konzentrationsbereiches beispielsweise in eine Sättigung gehen, sodass zur Bestimmung einer Konzentration eines Gases über einen großen Bereich mehrere unterschiedliche Sensorsubstanzen 16 erforderlich sein
 20 können.

Entsprechend können bestimmte Gasgemische nur durch eine Kombination von bestimmten Sensorsubstanzen 16 mit akzeptabler Genauigkeit bestimmbar sein. Beispielsweise kann der Leitwert einer Sensorsubstanz bei steigender Konzentration von
 25 zwei unterschiedlichen Gasbestandteilen in der Umgebung steigen, während der Leitwert einer weiteren Sensorsubstanz unter anderem bei steigender Konzentration einer dieser beiden Gasbestandteile in einer Umgebung sinken kann. Durch Herstellung eines Sensors, welcher beide Sensorsubstanzen aufweist, kann somit präzise auf das Vorhandensein und gegebenenfalls eine Konzentration eines bestimmten Gases in der
 30 Umgebung geschlossen werden, obwohl keine einzige Sensorsubstanz einen spezifisch nur von diesem einen Gas abhängigen Leitwert aufweist, sondern die Leitwerte jeweils auch von anderen Gasen in einer Umgebung abhängig sein können. Der Sensor kann somit durch Kombination unterschiedlicher Sensorsubstanzen spezifischer als jede einzelne Sensorsubstanz sein.

Hierzu kann in einer Datenverarbeitungseinrichtung, mit welcher der Sensor im Rahmen eines Sensorsystems verbunden ist und mit welcher die Leitwerte der Sensorsubstanzen gemessen und ausgewertet werden, ein Verfahren gemäß einem Algorithmus durchgeführt werden, welcher Algorithmus eine entsprechende Korrelation beinhaltet. Die

5 Korrelation der Leitwerte der einzelnen Sensorsubstanzen zu den Konzentrationen der jeweiligen Gasbestandteile kann beispielsweise vorab empirisch ermittelt und in einem Datenspeicher im Sensorsystem hinterlegt sein. Alternativ oder ergänzend kann das Sensorsystem natürlich auch mit einer zentralen Datenbank über eine gegebenenfalls drahtlose Datenverbindung in Verbindung stehen, sodass entsprechende Korrelationen

10 auch noch nach Inbetriebnahme geändert werden können, ohne dass am Sensorsystem selbst Änderungen vorgenommen werden müssten.

Zur Kalibrierung eines entsprechenden Sensors kann ein solcher Sensor mit einer Vielzahl unterschiedlicher Sensorsubstanzen 16 unterschiedlichen Konzentrationen von

15 unterschiedlichen Gasen in einer Umgebung ausgesetzt werden. Anhand der Leitwerte, welche die einzelnen Sensorsubstanzen dann in Anwesenheit der einzelnen Gasbestandteile aufweisen, kann anhand unterschiedlicher Sensitivitäten der einzelnen Sensorsubstanzen auf die Konzentrationen der einzelnen Gasbestandteile in der Umgebung geschlossen werden. Hier kann auch auf aus einem Bereich der

20 Mustererkennung (Pattern Recognition) bekannte Verfahren zurückgegriffen werden, um durch Kombination unterschiedlicher Sensorsubstanzen einen Sensor mit einer hohen Spezifität für bestimmte Gasbestandteile zu erhalten.

Für einen Betrieb wird der Sensor üblicherweise in ein Sensorsystem integriert, welches

25 eine Datenverarbeitungseinrichtung und einen Datenspeicher aufweist, sodass beispielsweise anhand von ermittelten Korrelationen, die vorab ermittelt und im Datenspeicher gespeichert sind, und gemessenen Leitwerten auf bestimmte Gasbestandteile geschlossen werden kann. Insbesondere kann hierzu auch eine Regressionsanalyse eingesetzt werden.

30 Besonders bevorzugt ist der Sensor dabei lösbar mit der Datenverarbeitungseinrichtung verbindbar, insbesondere durch eine Steckverbindung. Dadurch können unterschiedlichste Sensoren, welche je nach Anwendungsfall unterschiedliche Sensorsubstanzen 16 aufweisen, mit der gleichen Datenverarbeitungseinrichtung bzw.

dem gleichen Typ einer Datenverarbeitungseinrichtung kombiniert werden, sodass bezüglich der Datenverarbeitungseinrichtung ein hoher Gleichteil erreicht werden kann, auch wenn die einzelnen Sensorsysteme für verschiedenste Anwendungen eingesetzt werden.

5

Fig. 3 zeigt einen Verfahrensschritt des Aufdruckens einer Sensorsubstanz 16 auf ein Substrat 7 in einem erfindungsgemäßen Verfahren. Wie ersichtlich wird die in einen flüssigen Zustand gebrachte Sensorsubstanz 16 mittels einer pneumatischen Düse auf ein elektrisch nicht leitendes Substrat 7 aufgebracht, wobei die Nadel üblicherweise einen Durchmesser von weniger als einem Millimeter aufweist. Die Sensorsubstanz 16 kann innerhalb der Nadel dabei unter einem Unterdruck bzw. einem Vakuum stehen und beispielsweise nur durch einen kurzen Druckimpuls oder aber auch durch einen kontinuierlichen Druck aus der Nadel ausgestoßen und in Verbindung mit dem Substrat 7 gebracht werden, wonach die Nadel über das Substrat 7 bewegt wird, um die Sensorsubstanz 16 auf das Substrat 7 aufzubringen. Dabei wird die Nadel in der Regel mit einer Geschwindigkeit von 0,2 mm/s bis 10 mm/s entlang einer Vorschubrichtung 18 über das Substrat 7 bewegt, sodass die Sensorsubstanz 16 mit einer Schichtdicke von beispielsweise 0,5 mm in einem ausgehärteten Zustand auf dem Substrat 7 verbleibt.

10

15

20

25

Grundsätzlich kann die Geschwindigkeit auch 0 mm/s betragen. Die Aufbringung ist dann einem Pipettieren gleichwertig, kann jedoch auch über den Druck kontrolliert werden, mit welchem die Sensorsubstanz 16 auf das Substrat 7 aufgebracht wird. Weiter kann alternativ oder ergänzend auch direkt pipettiert werden, wobei ein Auftragen der Sensorsubstanz 16 auf das Substrat 7 über ein jeweils aufgebrachtes Volumen kontrolliert werden kann.

30

Üblicherweise ist die Sensorsubstanz 16 durch ein Lösungsmittel in einen flüssigen Zustand gebracht. Um bei einem Aufdrucken reproduzierbare Materialeigenschaften der Sensorsubstanz 16 am Substrat 7 zu gewährleisten, wird die Sensorsubstanz 16 bevorzugt auf das Substrat 7 aufgebracht, wenn das Substrat 7 auf einer vordefinierten Temperatur gehalten wird. Beispielsweise kann das Substrat 7 hierzu auf einer in Fig. 3 nicht dargestellten Heizplatte angeordnet sein, wobei eine Temperatur üblicherweise höher ist als eine Temperatur, bei welcher das Lösungsmittel, mit welchem die Sensorsubstanz 16 in einen flüssigen Zustand gebracht wurde, verdunstet.

Ein entsprechender Sensor kann insbesondere die in Tabelle 2 angegebenen Substanzen aufweisen, um die Gase in einer Umgebung bestimmen zu können, welche bei einem Menschen die in Tabelle 2 in der letzten Spalte angegebenen Geruchsempfindungen auslösen. Insbesondere kann ein derartiger Sensor auch dazu eingesetzt werden, anhand
 5 einer Gaszusammensetzung einen Inhalt einer Abfalltonne zu bestimmen, zumal mit diesen Sensorsubstanzen 16 insbesondere eine Bestimmung von flüchtigen organischen Gasen, wie diese beispielsweise bei der Zersetzung von Abfallstoffen in einer Mülltonne auftreten, besonders genau bestimmbar ist.

- 10 Ein erfindungsgemäßer Sensor kann zu sehr geringen Kosten hergestellt werden, sodass ein solcher Sensor für verschiedenste Anwendungen eingesetzt werden kann, beispielsweise um in Mülltonnen kontinuierlich eine Zusammensetzung von in der Mülltonne befindlichem Abfall zu bestimmen, welche Zusammensetzung wiederum beispielsweise über ein Modem an einen Abfallentsorger übermittelt werden kann, sodass
 15 bei einem entsprechenden Füllgrad der Mülltonne das dem jeweiligen Abfall entsprechende Sammelfahrzeug zur Mülltonne geschickt werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines einen Schaltkreis mit mehreren
Sensorsubstanzen (16) aufweisenden Sensors, dadurch gekennzeichnet, dass elektrische
5 Leitfähigkeiten von Sensorsubstanzen (16) einer Sensorsubstanzliste, welche
Sensorsubstanzen (16) jeweils eine elektrische Leitfähigkeit aufweisen, die von einer
Konzentration eines oder mehrerer Gase in einer Umgebung der Sensorsubstanz (16)
abhängig sind, in Umgebungen mit unterschiedlichen Konzentrationen von
unterschiedlichen Gasen und optional unterschiedlichen Feuchtegraden und/oder
10 unterschiedlichen Temperaturen gemessen werden, um Sensitivitäten der Leitfähigkeiten
der einzelnen Sensorsubstanzen (16) für die unterschiedlichen Gase zu ermitteln, wobei
die gemessenen Leitfähigkeiten und ermittelten Sensitivitäten der Sensorsubstanzen (16)
der Sensorsubstanzliste in einer Datenbank (6) gespeichert werden, wonach abhängig
von Anforderungen an den Sensor in Bezug auf mit dem Sensor zu bestimmende
15 Gaskonzentrationen in einer Umgebung sowie vordefinierten Einsatzbedingungen,
insbesondere in Bezug auf einen Feuchtegrad und/oder eine Temperatur, basierend auf
der in der Datenbank (6) gespeicherten Sensitivität der jeweiligen Sensorsubstanzen (16)
für die zu bestimmenden Gaskonzentrationen zumindest zwei Sensorsubstanzen (16) der
Sensorsubstanzliste gewählt werden, welche in einem elektrischen Schaltkreis derart
20 angebracht werden, dass eine Leitfähigkeit der Sensorsubstanzen (16) messbar ist,
sodass durch Messung der Leitwerte der Sensorsubstanzen (16) im Schaltkreis und/oder
durch Messung von Änderungen der Leitwerte der Sensorsubstanzen (16) im Schaltkreis
die Konzentration des zu ermittelnden Gasbestandteiles und/oder eine Änderung der
Konzentration des zu ermittelnden Gasbestandteiles in der Umgebung des Schaltkreises
25 bestimmbar ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitfähigkeiten der
Sensorsubstanzen (16) bei unterschiedlichen Gaskonzentrationen, unterschiedlichen
Feuchtegraden und unterschiedlichen Temperaturen gemessen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die
Leitfähigkeiten der Sensorsubstanzen (16) bei unterschiedlichen Konzentrationen von
einem oder mehreren flüchtigen organischen Gasen in der Atmosphäre bestimmt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorsubstanzen (16) in flüssigem Zustand auf ein Substrat (7) aufgebracht werden, insbesondere auf eine Leiterplatte, welches elektrische Leiter (8) aufweist, wonach die Sensorsubstanzen (16) am Substrat (7) aushärten, wobei die Sensorsubstanzen (16)
- 5 elektrische Leiter (8) verbinden, sodass ein elektrischer Leitwert der Sensorsubstanzen (16) über die elektrischen Leiter (8) des Substrates (7) bestimmbar ist.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorsubstanzen (16) in einem Lösungsmittel gelöst werden, um die
- 10 Sensorsubstanzen (16) in einen flüssigen Zustand zu bringen.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass Sensitivitäten der Leitwerte der Sensorsubstanzen (16) für unterschiedliche Gase in einer Umgebung abhängig von einem oder mehreren Parametern, insbesondere Druckparametern,
- 15 bestimmt werden, mit welcher die Sensorsubstanzen (16) auf ein Substrat (7) aufgebracht werden, wonach diese Abhängigkeiten in der Datenbank (6) gespeichert werden, wonach basierend auf in der Datenbank (6) gespeicherten Daten sowie abhängig von Anforderungen an den Sensor in Bezug auf mit dem Sensor zu bestimmenden Gaskonzentrationen in einer Umgebung sowie vordefinierten Einsatzbedingungen,
- 20 insbesondere in Bezug auf einen Feuchtegrad und/oder eine Temperatur, Parameter für die Aufbringung der einzelnen Sensorsubstanzen (16) auf das Substrat (7) gewählt werden, wonach die Sensorsubstanzen (16) mit entsprechenden Parametern auf das Substrat (7) aufgebracht werden.
- 25 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass Sensitivitäten der Leitwerte der Sensorsubstanzen (16) für unterschiedliche Gase in einer Umgebung abhängig von einer Geschwindigkeit bestimmt werden, mit welcher die Sensorsubstanzen (16) auf ein Substrat (7) aufgebracht werden, wonach diese Abhängigkeiten in der Datenbank (6) gespeichert werden, wonach basierend auf in der
- 30 Datenbank (6) gespeicherten Daten sowie abhängig von Anforderungen an den Sensor in Bezug auf mit dem Sensor zu bestimmenden Gaskonzentrationen in einer Umgebung sowie vordefinierten Einsatzbedingungen, insbesondere in Bezug auf einen Feuchtegrad und/oder eine Temperatur, Geschwindigkeiten für die Aufbringung der einzelnen Sensorsubstanzen (16) auf das Substrat (7) gewählt werden, wonach die

Sensorsubstanzen (16) mit entsprechenden Geschwindigkeiten auf das Substrat (7) aufgebracht werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die
5 flüssigen Sensorsubstanzen (16) mit einer relativ zum Substrat (7) bewegten Düse (17) auf das Substrat (7) aufgebracht werden, wobei die Düse (17) bevorzugt einen
Düsendurchmesser von weniger als 1 mm, insbesondere 100 µm bis 500 µm, aufweist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das
10 Substrat (7) während des Aufbringens der Sensorsubstanzen (16) auf einer vordefinierten Temperatur gehalten wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das
Substrat (7) auf einer Heizeinrichtung, insbesondere einer Heizplatte, positioniert ist,
15 welche auf einer konstanten Temperatur gehalten wird, insbesondere einer Temperatur, bei welcher ein Lösungsmittel, mit welchem die Sensorsubstanz (16) in einen flüssigen Zustand gebracht wird, verdunstet.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass
20 zumindest eine der Sensorsubstanzen (16), die am Schaltkreis angebracht werden, ein Polymer aufweist.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die
Sensorsubstanzen (16) Metalloxide, insbesondere Kupferoxid oder Zinkoxid,
25 Metallpartikel, insbesondere Goldpartikel, und/oder Polymere, vorzugsweise elektrisch leitfähige, insbesondere organische elektrisch leitfähige Polymere, aufweisen oder aus diesen bestehen.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der
30 Sensor nach Anbringung der Sensorsubstanzen (16) im Schaltkreis kalibriert wird, indem die Leitwerte der einzelnen Sensorsubstanzen (16) des Sensors abhängig von den einzelnen zu bestimmenden Gaskonzentrationen in einer Umgebung gemessen werden, wobei die bei der Kalibrierung in der Umgebung befindlichen Gaskonzentrationen sowie

eine Temperatur und eine relative Luftfeuchte bekannt sind, wobei Leitwerte der Sensorsubstanzen (16) des Sensors gespeichert werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die
5 Leitwerte der einzelnen Sensorsubstanzen (16) des Sensors bei unterschiedlichen Temperaturen, unterschiedlichen Feuchtgraden und unterschiedlichen Einwirkzeiten gemessen werden, um Einflüsse von Feuchtigkeit und Temperatur auf ein Sensorverhalten zu bestimmen.

10 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitwerte der einzelnen Sensorsubstanzen (16) des Sensors in Anwesenheit von mehreren unterschiedlichen Gasen in einer Umgebung des Sensors bestimmt werden.

16. Sensor zur Erfassung von Gasbestandteilen in einer Umgebungsluft, aufweisend
15 einen elektrischen Schaltkreis, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor zumindest zwei Sensorsubstanzen (16) einer Sensorsubstanzliste aufweist, wobei Leitfähigkeiten der Sensorsubstanzen (16) mittels des Schaltkreises bestimmbar sind, wobei der Sensor insbesondere in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15 hergestellt ist.

20 17. Sensor nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest sechs, vorzugsweise zumindest zwölf, unterschiedliche Sensorsubstanzen (16) am Schaltkreis angeordnet sind, wobei von jedem dieser Sensorsubstanzen (16) die Leitfähigkeit bestimmbar ist.

25 18. Sensor nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorsubstanzliste Polymere, vorzugsweise leitfähige, insbesondere organische elektrisch leitfähige Polymere, und/oder Metalloxide, insbesondere Kupferoxid oder Zinkoxid, und/oder Metallpartikel, insbesondere Goldpartikel, enthält oder aus derartigen Substanzen besteht.

30

19. Sensor nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorsubstanzen (16) auf den Schaltkreis aufgedruckt sind.

20. Sensor nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass am Schaltkreis Elektroden angeordnet sind, welche durch die Sensorsubstanzen (16) verbunden werden.

5 21. Sensor nach einem der Ansprüche 15 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass parallel und/oder seriell zu jeder Sensorsubstanz (16), die zwei Elektroden des Schaltkreises verbindet und mit einer Umgebung in Verbindung steht, eine idente Sensorsubstanz (16) im Schaltkreis angeordnet ist, welche hermetisch von der Umgebung getrennt ist.

10

22. Sensorsystem mit einem Sensor und einer mit dem Sensor verbundenen Datenverarbeitungseinrichtung, welche insbesondere einen Mikroprozessor und einen Datenspeicher aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor nach einem der Ansprüche 16 bis 21 ausgebildet ist.

15

23. Sensorsystem nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor lösbar mit der Datenverarbeitungseinrichtung verbindbar ist.

24. Sensorsystem nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor als Steckkarte ausgebildet ist und mit der Datenverarbeitungseinrichtung über
20 eine Aufnahme verbunden ist, sodass der Sensor in die Aufnahme einsteckbar ist, wobei durch ein Einstecken des Sensors in die Aufnahme eine elektrische Verbindung zwischen dem Sensor und der Datenverarbeitungseinrichtung herstellbar ist.

25. Sensorsystem nach einem der Ansprüche 22 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenverarbeitungseinrichtung zur Durchführung eines Verfahrens geeignet ist, wobei anhand von gemessenen Leitwerten der Sensorsubstanzen sowie in einer Datenbank gespeicherten Sensitivitäten der einzelnen Sensorsubstanzen Konzentrationen eines oder mehrerer Gase in einer Umgebung des Sensors bestimmt werden.

30

26. Sensorsystem nach einem der Ansprüche 22 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorsystem einen Akustiksensord und/oder einen Optiksensord aufweist, um insbesondere ausgelöst durch akustische und/oder optische Änderungen in einer Umgebung des Sensorsystems eine Messung mittels des Sensors durchzuführen.

27. Sensorsystem nach einem der Ansprüche 22 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass eine Transporteinrichtung vorgesehen ist, mit welcher ein zu analysierendes Gas aktiv zu den Sensorsubstanzen des Sensors transportierbar ist, insbesondere eine Pumpe, ein Kompressor, ein Gebläse oder dergleichen.

5

28. Verfahren zum Bestimmen von Gasbestandteilen in einer Umgebung mit einem Sensorsystem, dadurch gekennzeichnet, dass ein Sensorsystem nach einem der Ansprüche 22 bis 27 eingesetzt wird.

10 29. Verfahren nach 26, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Bestimmung der Gasbestandteile Kreuzkorrelationen von Leitwerten der Sensorsubstanzen der Sensorsubstanzen des Sensors berücksichtigt werden.

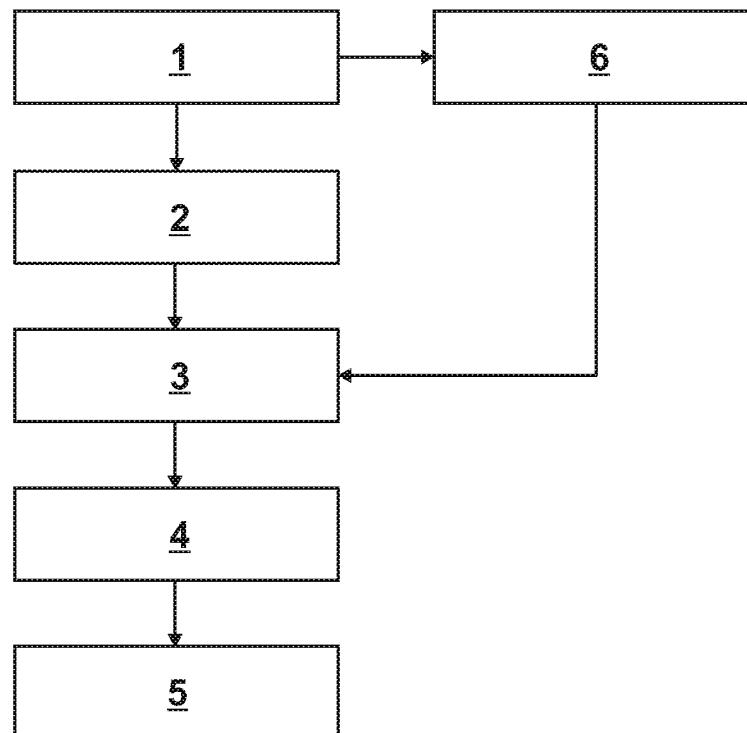
15 30. Verfahren nach Anspruch 28 oder 29, dadurch gekennzeichnet, dass anhand von gemessenen Leitwerten der Sensorsubstanzen sowie in einer Datenbank gespeicherten Sensitivitäten der einzelnen Sensorsubstanzen Konzentrationen eines oder mehrerer Gase in einer Umgebung des Sensors bestimmt werden.

20 31. Verfahren nach einem der Ansprüche 28 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren zur Bestimmung von Inhaltsstoffen einer Abfalltonne eingesetzt wird.

32. Verfahren nach einem der Ansprüche 28 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass ein Trigger-Ereignis erfasst und eine Analyse von Gasbestandteilen beginnend mit dem Trigger-Ereignis durchgeführt wird.

25

33. Verfahren nach einem der Ansprüche 28 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass anhand von zeitlichen Änderungen der Leitwerte der einzelnen Sensorsubstanzen, welche beginnend mit dem Trigger-Ereignis erfasst werden, Konzentrationen und/oder Änderungen von Gasbestandteilen in einer Umgebung des Sensors bestimmt werden.

**Fig. 1**

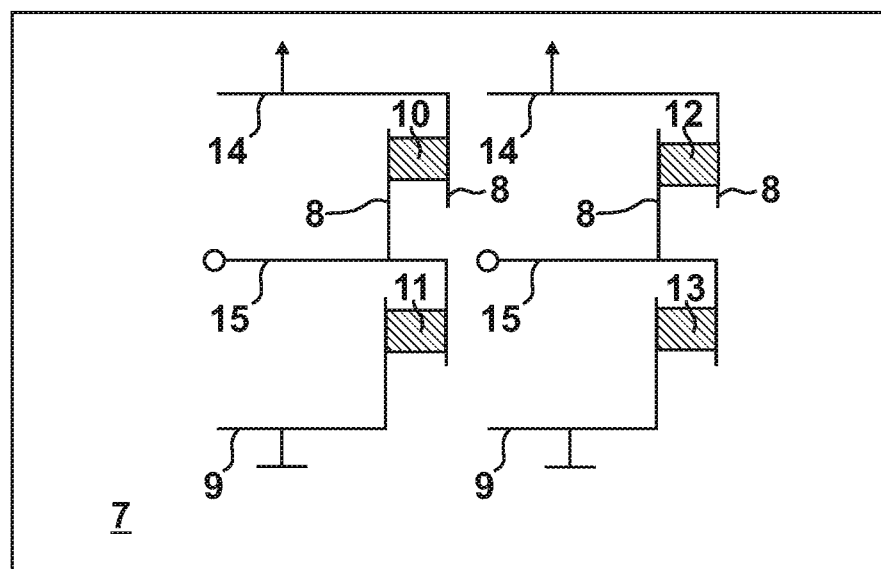


Fig. 2

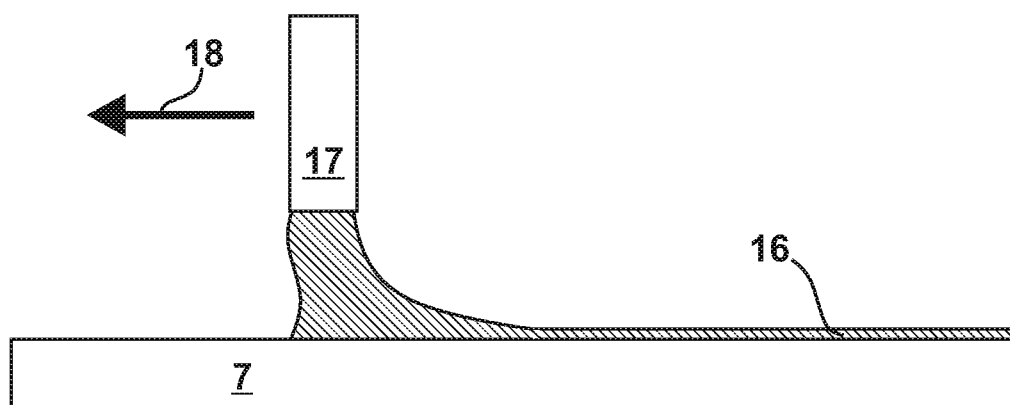


Fig. 3

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines einen Schaltkreis mit mehreren Sensorsubstanzen (16) aufweisenden Sensors, wobei elektrische Leitfähigkeiten von
5 Sensorsubstanzen (16) einer Sensorsubstanzliste, welche Sensorsubstanzen (16) jeweils eine elektrische Leitfähigkeit aufweisen, die von einer Konzentration eines oder mehrerer Gase in einer Umgebung der Sensorsubstanz (16) abhängig sind, in Umgebungen mit unterschiedlichen Konzentrationen von unterschiedlichen Gasen und optional unterschiedlichen Feuchtgraden und/oder unterschiedlichen Temperaturen gemessen
10 werden, um Sensitivitäten der Leitfähigkeiten der einzelnen Sensorsubstanzen (16) für die unterschiedlichen Gase zu ermitteln, wobei die gemessenen Leitfähigkeiten und ermittelten Sensitivitäten der Sensorsubstanzen (16) der Sensorsubstanzliste in einer Datenbank (6) gespeichert werden, wonach abhängig von Anforderungen an den Sensor in Bezug auf mit dem Sensor zu bestimmende Gaskonzentrationen in einer Umgebung
15 sowie vordefinierten Einsatzbedingungen, insbesondere in Bezug auf einen Feuchtgrad und/oder eine Temperatur, basierend auf der in der Datenbank (6) gespeicherten Sensitivität der jeweiligen Sensorsubstanzen (16) für die zu bestimmenden Gaskonzentrationen zumindest zwei Sensorsubstanzen (16) der Sensorsubstanzliste gewählt werden, welche in einem elektrischen Schaltkreis derart angebracht werden, dass
20 eine Leitfähigkeit der Sensorsubstanzen (16) messbar ist, sodass durch Messung der Leitwerte der Sensorsubstanzen (16) im Schaltkreis und/oder durch Messung von Änderungen der Leitwerte der Sensorsubstanzen (16) im Schaltkreis die Konzentration des zu ermittelnden Gasbestandteiles und/oder eine Änderung der Konzentration des zu ermittelnden Gasbestandteiles in der Umgebung des Schaltkreises bestimmbar ist,
25 dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorsubstanzen (16) in flüssigem Zustand auf ein Substrat (7) aufgebracht werden, welches elektrische Leiter (8) aufweist, wonach die Sensorsubstanzen (16) am Substrat (7) aushärten, wobei die Sensorsubstanzen (16) elektrische Leiter (8) verbinden, sodass ein elektrischer Leitwert der Sensorsubstanzen (16) über die elektrischen Leiter (8) des Substrates (7) bestimmbar ist,
30 wobei Sensitivitäten der Leitwerte der Sensorsubstanzen (16) für unterschiedliche Gase in einer Umgebung abhängig von einem oder mehreren Parametern bestimmt werden, mit welchen die Sensorsubstanzen (16) auf das Substrat (7) aufgebracht werden, wonach diese Abhängigkeiten in der Datenbank (6) gespeichert werden, wonach basierend auf in der Datenbank (6) gespeicherten Daten sowie abhängig von Anforderungen an den

Sensor in Bezug auf mit dem Sensor zu bestimmenden Gaskonzentrationen in einer Umgebung sowie vordefinierten Einsatzbedingungen, insbesondere in Bezug auf einen Feuchtegrad und/oder eine Temperatur, Parameter für die Aufbringung der einzelnen Sensorsubstanzen (16) auf das Substrat (7) gewählt werden, wonach die

5 Sensorsubstanzen (16) mit entsprechenden Parametern auf das Substrat (7) aufgebracht werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitfähigkeiten der Sensorsubstanzen (16) bei unterschiedlichen Gaskonzentrationen, unterschiedlichen

10 Feuchtegraden und unterschiedlichen Temperaturen gemessen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitfähigkeiten der Sensorsubstanzen (16) bei unterschiedlichen Konzentrationen von einem oder mehreren flüchtigen organischen Gasen in der Atmosphäre bestimmt wird.

15

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorsubstanzen (16) in flüssigem Zustand auf ein als Leiterplatte ausgebildetes Substrat (7) aufgebracht werden.

20 5. Verfahren nach Anspruch einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorsubstanzen (16) in einem Lösungsmittel gelöst werden, um die Sensorsubstanzen (16) in einen flüssigen Zustand zu bringen.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der
25 eine oder mehrere Parameter Druckparameter sind und die Sensorsubstanzen (16) mit entsprechenden Druckparametern auf das Substrat (7) aufgebracht werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass Sensitivitäten der Leitwerte der Sensorsubstanzen (16) für unterschiedliche Gase in einer
30 Umgebung abhängig von einer Geschwindigkeit bestimmt werden, mit welcher die Sensorsubstanzen (16) auf ein Substrat (7) aufgebracht werden, wonach diese Abhängigkeiten in der Datenbank (6) gespeichert werden, wonach basierend auf in der Datenbank (6) gespeicherten Daten sowie abhängig von Anforderungen an den Sensor in Bezug auf mit dem Sensor zu bestimmenden Gaskonzentrationen in einer Umgebung

sowie vordefinierten Einsatzbedingungen, insbesondere in Bezug auf einen Feuchtegrad und/oder eine Temperatur, Geschwindigkeiten für die Aufbringung der einzelnen Sensorsubstanzen (16) auf das Substrat (7) gewählt werden, wonach die Sensorsubstanzen (16) mit entsprechenden Geschwindigkeiten auf das Substrat (7) aufgebracht werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die flüssigen Sensorsubstanzen (16) mit einer relativ zum Substrat (7) bewegten Düse (17) auf das Substrat (7) aufgebracht werden, wobei die Düse (17) bevorzugt einen Düsendurchmesser von weniger als 1 mm, insbesondere 100 µm bis 500 µm, aufweist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (7) während des Aufbringens der Sensorsubstanzen (16) auf einer vordefinierten Temperatur gehalten wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (7) auf einer Heizeinrichtung, insbesondere einer Heizplatte, positioniert ist, welche auf einer konstanten Temperatur gehalten wird, insbesondere einer Temperatur, bei welcher ein Lösungsmittel, mit welchem die Sensorsubstanz (16) in einen flüssigen Zustand gebracht wird, verdunstet.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der Sensorsubstanzen (16), die am Schaltkreis angebracht werden, ein Polymer aufweist.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorsubstanzen (16) Metalloxide, insbesondere Kupferoxid oder Zinkoxid, Metallpartikel, insbesondere Goldpartikel, und/oder Polymere, vorzugsweise elektrisch leitfähige, insbesondere organische elektrisch leitfähige Polymere, aufweisen oder aus diesen bestehen.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor nach Anbringung der Sensorsubstanzen (16) im Schaltkreis kalibriert wird, indem die Leitwerte der einzelnen Sensorsubstanzen (16) des Sensors abhängig von den

einzelnen zu bestimmenden Gaskonzentrationen in einer Umgebung gemessen werden, wobei die bei der Kalibrierung in der Umgebung befindlichen Gaskonzentrationen sowie eine Temperatur und eine relative Luftfeuchte bekannt sind, wobei Leitwerte der Sensorsubstanzen (16) des Sensors gespeichert werden.

5

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitwerte der einzelnen Sensorsubstanzen (16) des Sensors bei unterschiedlichen Temperaturen, unterschiedlichen Feuchtgraden und unterschiedlichen Einwirkzeiten gemessen werden, um Einflüsse von Feuchtigkeit und Temperatur auf ein

10 Sensorverhalten zu bestimmen.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitwerte der einzelnen Sensorsubstanzen (16) des Sensors in Anwesenheit von mehreren unterschiedlichen Gasen in einer Umgebung des Sensors bestimmt werden.

15

16. Sensor zur Erfassung von Gasbestandteilen in einer Umgebungsluft, aufweisend einen elektrischen Schaltkreis, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor zumindest zwei Sensorsubstanzen (16) einer Sensorsubstanzliste aufweist, wobei Leitfähigkeiten der Sensorsubstanzen (16) mittels des Schaltkreises bestimmbar sind, wobei der Sensor in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15 hergestellt ist.

20

17. Sensor nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest sechs, vorzugsweise zumindest zwölf, unterschiedliche Sensorsubstanzen (16) am Schaltkreis angeordnet sind, wobei von jedem dieser Sensorsubstanzen (16) die Leitfähigkeit

25 bestimmbar ist.

18. Sensor nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorsubstanzliste Polymere, vorzugsweise leitfähige, insbesondere organische elektrisch leitfähige Polymere, und/oder Metalloxide, insbesondere Kupferoxid oder Zinkoxid, und/oder Metallpartikel, insbesondere Goldpartikel, enthält oder aus derartigen Substanzen besteht.

30

19. Sensor nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorsubstanzen (16) auf den Schaltkreis aufgedruckt sind.

35

20. Sensor nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass am Schaltkreis Elektroden angeordnet sind, welche durch die Sensorsubstanzen (16) verbunden werden.

5 21. Sensor nach einem der Ansprüche 15 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass parallel und/oder seriell zu jeder Sensorsubstanz (16), die zwei Elektroden des Schaltkreises verbindet und mit einer Umgebung in Verbindung steht, eine idente Sensorsubstanz (16) im Schaltkreis angeordnet ist, welche hermetisch von der Umgebung getrennt ist.

10

22. Sensorsystem mit einem Sensor und einer mit dem Sensor verbundenen Datenverarbeitungseinrichtung, welche insbesondere einen Mikroprozessor und einen Datenspeicher aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor nach einem der Ansprüche 16 bis 21 ausgebildet ist.

15

23. Sensorsystem nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor lösbar mit der Datenverarbeitungseinrichtung verbindbar ist.

20

24. Sensorsystem nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor als Steckkarte ausgebildet ist und mit der Datenverarbeitungseinrichtung über eine Aufnahme verbunden ist, sodass der Sensor in die Aufnahme einsteckbar ist, wobei durch ein Einstecken des Sensors in die Aufnahme eine elektrische Verbindung zwischen dem Sensor und der Datenverarbeitungseinrichtung herstellbar ist.

25

25. Sensorsystem nach einem der Ansprüche 22 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenverarbeitungseinrichtung zur Durchführung eines Verfahrens geeignet ist, in welchem Verfahren anhand von gemessenen Leitwerten der Sensorsubstanzen sowie in einer Datenbank gespeicherten Sensitivitäten der einzelnen Sensorsubstanzen Konzentrationen eines oder mehrerer Gase in einer Umgebung des Sensors bestimmt werden.

30

26. Sensorsystem nach einem der Ansprüche 22 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorsystem einen Akustiksensord und/oder einen Optiksensord aufweist, um

insbesondere ausgelöst durch akustische und/oder optische Änderungen in einer Umgebung des Sensorsystems eine Messung mittels des Sensors durchzuführen.

27. Sensorsystem nach einem der Ansprüche 22 bis 26, dadurch gekennzeichnet,
5 dass eine Transporteinrichtung vorgesehen ist, mit welcher ein zu analysierendes Gas aktiv zu den Sensorsubstanzen des Sensors transportierbar ist, insbesondere eine Pumpe, ein Kompressor, ein Gebläse.

28. Verfahren zum Bestimmen von Gasbestandteilen in einer Umgebung mit einem
10 Sensorsystem, dadurch gekennzeichnet, dass ein Sensorsystem nach einem der Ansprüche 22 bis 27 eingesetzt wird.

29. Verfahren nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Bestimmung der Gasbestandteile Kreuzkorrelationen von Leitwerten der Sensorsubstanzen der
15 Sensorsubstanzen des Sensors berücksichtigt werden.

30. Verfahren nach Anspruch 28 oder 29, dadurch gekennzeichnet, dass anhand von gemessenen Leitwerten der Sensorsubstanzen sowie in einer Datenbank gespeicherten Sensitivitäten der einzelnen Sensorsubstanzen Konzentrationen eines oder mehrerer
20 Gase in einer Umgebung des Sensors bestimmt werden.

31. Verfahren nach einem der Ansprüche 28 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren zur Bestimmung von Inhaltsstoffen einer Abfalltonne eingesetzt wird.

25 32. Verfahren nach einem der Ansprüche 28 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass ein Trigger-Ereignis erfasst und eine Analyse von Gasbestandteilen beginnend mit dem Trigger-Ereignis durchgeführt wird.

30 33. Verfahren nach einem der Ansprüche 28 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass anhand von zeitlichen Änderungen der Leitwerte der einzelnen Sensorsubstanzen, welche beginnend mit dem Trigger-Ereignis erfasst werden, Konzentrationen und/oder Änderungen von Gasbestandteilen in einer Umgebung des Sensors bestimmt werden.