

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
12. Juni 2025 (12.06.2025)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2025/119830 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
**G01D 3/02** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/084294

(22) Internationales Anmeldedatum:  
02. Dezember 2024 (02.12.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2023 212 281.2  
06. Dezember 2023 (06.12.2023) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Post-  
fach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **LAZAR, Aibin Paul**; Pfalzgrafenweg 9, 72766  
Reutlingen (DE). **FIX, Richard**; Paulinenstr. 31, 71093

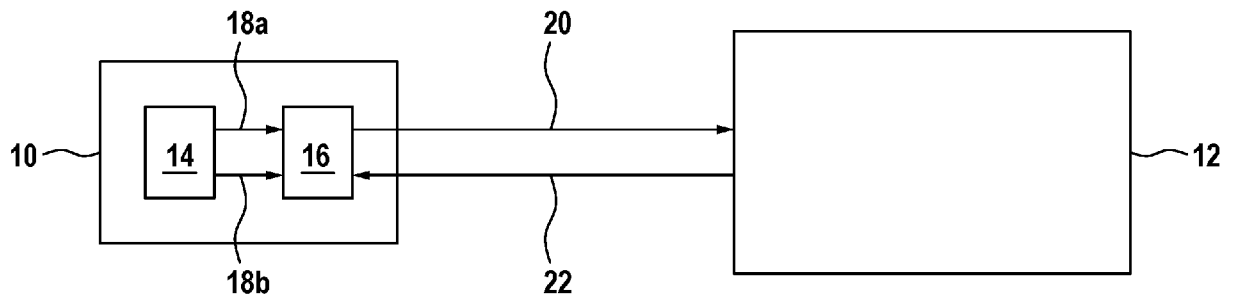
Weil Im Schoenbuch (DE). **PARAMBATH, Muhammad**;  
Parambath House, Narikkatteri, Chelakkad Post, Kozhiko-  
de, Kerala 673506 (IN).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,  
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ,  
DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,  
GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO,  
JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,  
LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,  
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,  
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST,  
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,  
VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: OPERATOR DEVICE AND METHOD FOR CALIBRATING A SENSOR

(54) Bezeichnung: BETREIBERVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM KALIBRIEREN EINES SENSORS

**Fig. 3**



(57) **Abstract:** The present invention relates to an operator device (10) for a sensor (12), having a storage unit (14), which stores a set (18b) of calibration parameters, and an electronic device (16), which is designed and/or programmed in such a way that the electronic device (16) can be used at least once to define at least one sensor-specific operator variable (20) for the sensor (12) taking account of at least one sensor signal (22) provided by the sensor (12) and using the set (18b) of calibration parameters provided by or read out from the storage unit (14), wherein the storage unit (14) also stores, in addition to the set (18b) of calibration parameters, a set (18a) of initial calibration parameters, and the electronic device (16) is additionally designed and/or programmed in such a way that the electronic device (16) can be used at least once to define the at least one sensor-specific operator variable (20) taking account of the at least one sensor signal (22) and using the set (18a) of initial calibration parameters provided by or read out from the storage unit (14).

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Betreibervorrichtung (10) für einen Sensor (12) mit einer Speichereinheit (14), auf welcher ein Satz (18b) von Kalibrierparametern hinterlegt ist, und einer Elektroneinrichtung (16), welche derart ausgelegt und/oder programmiert ist, dass mittels der Elektroneinrichtung (16) zumindest einmalig mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße (20) für den Sensor (12) unter Berücksichtigung mindestens eines von dem Sensor (12) bereitgestellten Sensorsignals (22) und unter Verwendung des von der Speichereinheit (14) bereitgestellten oder ausgelesenen Satzes (18b) von Kalibrierparametern festlegbar ist, wobei auf der Speichereinheit (14) zusätzlich zu dem Satz (18b) von Kalibrierparametern auch ein Satz (18a) von Erst-Kalibrierparametern hinterlegt ist, und die Elektroneinrichtung (16) zusätzlich derart ausgelegt und/oder programmiert ist, dass mittels

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

der Elektronikeinrichtung (16) zumindest einmalig die mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße (20) unter Berücksichtigung des mindestens einen Sensorsignals (22) und unter Verwendung des von der Speichereinheit (14) bereitgestellten oder ausgelesenen Satzes (18a) von Erst-Kalibrierparametern festlegbar ist.

5 Beschreibung

Titel

Betreibervorrichtung und Verfahren zum Kalibrieren eines Sensors

10

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Betreibervorrichtung für einen Sensor. Ebenso betrifft die Erfindung einen Sensor. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Kalibrieren eines Sensors.

15 Stand der Technik

Fig. 1 zeigt ein Koordinatensystem zum Erläutern einer herkömmlichen Vorgehensweise zum Kalibrieren einer Gassensorvorrichtung des Stands der Technik, welche der Anmelderin als interner Stand der Technik bekannt ist.

20

Die Abszisse des Koordinatensystems der Fig. 1 ist die Zeitachse  $t$ . Bei der mittels des Koordinatensystems der Fig. 1 schematisch wiedergegebenen herkömmlichen Vorgehensweise zum Kalibrieren einer Gassensorvorrichtung des Stands der Technik wird zu allen mittels der Abszisse des Koordinatensystems der Fig. 1 wiedergegebenen Zeiten  $t$  unter Verwendung eines bereitgestellten Satzes von Kalibrierparametern und unter zusätzlicher Berücksichtigung mindestens eines zwischenzeitlich von der Gassensorvorrichtung bereitgestellten/ausgegebenen Sensorsignals mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße  $x_{\max}$  und  $x_{\min}$  für die Gassensorvorrichtung festgelegt.

25

Bei allen während des Betriebs der Gassensorvorrichtung ausgeführten

30

Kalibrierprozessen wird somit der gleiche Satz von Kalibrierparametern zur Festlegung der mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße  $x_{\max}$  und  $x_{\min}$  genutzt. Als die mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße  $x_{\max}$  und  $x_{\min}$  gibt die Ordinate des Koordinatensystems der Fig. 1 einen festgelegten Grenzwert  $x_{\max}$  eines Tiefpassfilters der Gassensorvorrichtung (Filter High) und einen festgelegten Grenzwert  $x_{\min}$  eines Hochpassfilters der Gassensorvorrichtung (Filter Low) wieder.

35

Die Gassensorvorrichtung des Stands der Technik soll während ihres Betriebs zum Detektieren von Gasen der Gruppe der flüchtigen organischen Verbindungen (VOC, Volatile Organic Compounds) genutzt werden. Mittels der Ordinate des Koordinatensystems der Fig. 1 ist auch eine tatsächliche Konzentration  $c$  der flüchtigen organischen Verbindungen in einer Umgebung der Gassensorvorrichtung des Stands der Technik angezeigt. Wie anhand des Koordinatensystems der Fig. 1 erkennbar ist, fluktuieren die mittels der hier beschriebenen herkömmlichen Vorgehensweise festgelegten sensorspezifischen Betreibergrößen  $x_{\max}$  und  $x_{\min}$  deutlich in Abhängigkeit von der tatsächlichen Konzentration  $c$  der flüchtigen organischen Verbindungen.

#### Offenbarung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung schafft eine Betreibervorrichtung für einen Sensor mit den Merkmalen des Anspruchs 1, einen Sensor mit den Merkmalen des Anspruchs 6 und ein Verfahren zum Kalibrieren eines Sensors mit den Merkmalen des Anspruchs 9.

#### Vorteile der Erfindung

Die vorliegende Erfindung schafft vorteilhafte Möglichkeiten zum Kalibrieren eines Sensors auf eine Weise, welche ein schnelleres Lernen von spezifischen Sensorcharakteristiken des jeweiligen Sensors ermöglicht. Gleichzeitig kann mittels einer Nutzung der vorliegenden Erfindung der jeweilige Sensor so kalibriert werden, dass die mindestens eine dabei festgelegte sensorspezifische Betreibergröße für den Sensor selbst bei starken Fluktuationen von Umgebungsparametern in der Umgebung des Sensors relativ konstant bleibt. Dies trägt zur Verbesserung eines Betriebs des unter Verwendung der vorliegenden Erfindung kalibrierten Sensors bei. Insbesondere können mittels einer Nutzung der vorliegenden Erfindung mittels des auf diese Weise kalibrierten Sensors genauere Sensorwerte für mindestens eine mittels des Sensors zu bestimmende physikalische Größe und/oder chemische Konzentration gemessen werden. Ebenso treten Fehlerabweichungen bei einem mittels der vorliegenden Erfindung kalibrierten Sensors seltener auf. Die vorliegende Erfindung trägt damit wesentlich zur Verbesserung einer Vielzahl von Sensortypen bei.

Die vorliegende Erfindung basiert auf der Erkenntnis, dass häufig nach einer Fertigstellung und/oder Inbetriebnahme des jeweiligen Sensors sich dieser erst unter seinen Betriebsbedingungen „stabilisieren“ muss, bis der Sensor seine sensorspezifischen Sensorcharakteristiken aufweist. Mittels einer Verwendung der vorliegenden Erfindung kann die Kalibrierung des Sensors jedoch entsprechend angepasst werden. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass diese Anpassung der Kalibrierung lediglich mittels einer Auslegung/Programmierung einer zum Kalibrieren verwendeten Elektronik realisierbar ist. Eine Nutzung der vorliegenden Erfindung ist deshalb nicht/kaum mit zusätzlichen Kosten oder einem signifikanten Mehrarbeitsaufwand verbunden.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Betreibervorrichtung ist die Elektroneinrichtung zusätzlich derart ausgelegt und/oder programmiert, dass zuerst die mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße mindestens einmalig mittels der Elektroneinrichtung unter Verwendung des Satzes von Erst-Kalibrierparametern festlegbar ist, und erst danach oder ab Vorliegen mindestens einer vorgegebenen Bedingung die mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße mindestens einmalig mittels der Elektroneinrichtung unter Verwendung des Satzes von Kalibrierparametern festlegbar ist. Die hier beschriebene Ausführungsform der Betreibervorrichtung ermöglicht deshalb eine Kalibrierung des jeweiligen Sensors, bei welcher berücksichtigt ist, dass der Sensor bei seiner Fertigstellung und/oder Inbetriebnahme in der Regel noch nicht derart „stabilisiert“ ist, dass er seine typischen Sensorcharakteristiken aufweist. Durch die anfängliche Verwendung des Satzes von Erst-Kalibrierparametern und der späteren Verwendung des Satzes von Kalibrierparametern ist jedoch trotzdem eine gute Kalibrierung des Sensors sowohl unmittelbar ab dessen Fertigstellung und/oder Inbetriebnahme als auch während dessen vergleichsweise langer Lebensdauer gewährleistet.

Beispielsweise kann die Elektroneinrichtung zusätzlich derart ausgelegt und/oder programmiert sein, dass, solange eine ab einer Fertigstellung und/oder einer Inbetriebnahme des Sensors abgelaufene Zeit unter einer vorgegebenen Grenz-Zeit liegt, die mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße mindestens einmalig mittels der Elektroneinrichtung unter

Verwendung des Satzes von Erst-Kalibrierparametern festlegbar ist, während, sobald die ab der Fertigstellung und/oder der Inbetriebnahme des Sensors abgelaufene Zeit über der vorgegebenen Grenz-Zeit liegt, die mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße mindestens einmalig mittels der Elektronikeinrichtung unter Verwendung des Satzes von Kalibrierparametern festlegbar ist. Mittels einer einfachen Festlegung der Grenz-Zeit (ungefähr) gleich einer zur „Stabilisierung“ des jeweiligen Sensors „benötigten Zeit“ ist damit sowohl unmittelbar ab Fertigstellung und/oder Inbetriebnahme des Sensors als auch während dessen vergleichsweise langer Lebensdauer ein guter Betrieb des optimal kalibrierten Sensors gewährleistet.

Alternativ kann die Elektronikeinrichtung zusätzlich derart ausgelegt und/oder programmiert sein, dass, solange eine Gesamtanzahl von ab der Fertigstellung und/oder der Inbetriebnahme des Sensors mittels des Sensors ausgeführten Messungen unter einer vorgegebenen Grenz-Anzahl liegt, die mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße mindestens einmalig mittels der Elektronikeinrichtung unter Verwendung des Satzes von Erst-Kalibrierparametern festlegbar ist, während, sobald die Gesamtanzahl von ab der Fertigstellung und/oder der Inbetriebnahme des Sensors mittels des Sensors ausgeführten Messungen über der vorgegebenen Grenz-Anzahl liegt, die mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße mindestens einmalig mittels der Elektronikeinrichtung unter Verwendung des Satzes von Kalibrierparametern festlegbar ist. Auch die hier beschriebene Ausführungsform der Betreibervorrichtung ermöglicht eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte Kalibrierung des jeweiligen Sensors.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Betreibervorrichtung ist die Elektronikeinrichtung zusätzlich derart ausgelegt und/oder programmiert, dass, solange ab der Fertigstellung und/oder der Inbetriebnahme des Sensors mindestens eine vorgegebene Eigenschaft des Sensors noch nicht vorliegt, die mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße mindestens einmalig mittels der Elektronikeinrichtung unter Verwendung des Satzes von Erst-Kalibrierparametern festlegbar ist, während, sobald ab der Fertigstellung und/oder der Inbetriebnahme des

Sensors die mindestens eine vorgegebene Eigenschaft des Sensors vorliegt, die mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße mindestens einmalig mittels der Elektronikeinrichtung unter Verwendung des Satzes von Kalibrierparametern festlegbar ist. Die mindestens eine vorgegebene Eigenschaft kann beispielsweise mindestens eine für einen Sensorbetrieb des Sensors gewünschte Eigenschaft/physikalische Größe eines sensitiven Materials, welches zum Messen mindestens eines Sensorwerts mindestens einer mittels des Sensors zu bestimmenden physikalischen Größe und/oder chemischen Konzentration eingesetzt ist, sein. Die hier beschriebene Ausführungsform der Betreibervorrichtung eignet sich deshalb besonders gut für Sensortypen, bei welchen sich das sensitive Material erst während eines Betriebs des Sensors unter dessen Betriebsumgebung stabilisieren muss.

Auch ein Sensor mit einer derartigen Betreibervorrichtung realisiert die vorausgehend beschriebenen Vorteile. Unter dem Sensor kann insbesondere ein Sensortyp verstanden werden, welcher sich nach seiner Fertigstellung und/oder Inbetriebnahme erst an seiner Betriebsumgebung „stabilisieren“ muss, und deshalb nicht mittels einer Kalibrierung in seiner Fertigungslinie kalibriert werden kann. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass eine Verwendbarkeit der Betreibervorrichtung auf keinen speziellen Sensortyp beschränkt ist.

Beispielsweise kann der Sensor ein Gassensor sein. Eine Vielzahl von Gassensortypen, wie z.B. Gassensoren zum Nachweisen von Wasserstoff, Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoff und/oder Gasen der VOC-Gruppe (Volatile Organic Compounds, flüchtige organische Verbindungen), verwendet ein gassensitives Material zur Wechselwirkung mit dem jeweils nachzuweisenden Gas, welches sich nach der Fertigstellung und/oder Inbetriebnahme des jeweiligen Gassensors erst an der Umgebungsluft „stabilisieren“ muss. Mittels der Ausstattung des erfindungsgemäßen Gassensors mit der oben erläuterten Betreibervorrichtung ist jedoch trotzdem sowohl unmittelbar nach Fertigstellung und/oder Inbetriebnahme des Gassensors als auch während dessen längerer Lebensdauer ein vorteilhafter Betrieb des Gassensors gewährleistet.

Insbesondere kann der Gassensor ein Metalloxid als gassensitives Material umfassen. Mittels der Ausstattung des erfindungsgemäßen Gassensors mit der oben erläuterten Betreibervorrichtung ist deshalb trotz der erst ab einer gewissen Zeitspanne nach der Fertigstellung und/oder Inbetriebnahme des Gassensors eingetretenen „Stabilisierung“ des Metalloxids der Gassensor dennoch sowohl unmittelbar ab seiner Fertigstellung und/oder Inbetriebnahme als auch während seiner vergleichsweise langen Lebensdauer vorteilhaft kalibriert.

Des Weiteren schafft auch ein korrespondierendes Verfahren zum Kalibrieren eines Sensors die oben erläuterten Vorteile. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass das Verfahren zum Kalibrieren eines Sensors gemäß den oben erläuterten Ausführungsformen der Betreibervorrichtung und/oder des Sensors weitergebildet werden kann.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Koordinatensystem zum Erläutern einer herkömmlichen Vorgehensweise zum Kalibrieren einer Gassensorvorrichtung des Stands der Technik;

Fig. 2a und 2b ein Flussdiagramm und ein Koordinatensystem zum Erläutern einer Ausführungsform des Verfahrens zum Kalibrieren eines Sensors; und

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform einer Betreibervorrichtung für einen Sensor.

Ausführungsformen der Erfindung

Fig. 2a und 2b zeigen ein Flussdiagramm und ein Koordinatensystem zum Erläutern einer Ausführungsform des Verfahrens zum Kalibrieren eines Sensors.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass eine Ausführbarkeit des im Weiteren beschriebenen Verfahrens auf keinen speziellen Sensortyp des verwendeten Sensors beschränkt ist. Die im Weiteren gemachten Angaben zu dem Sensortyp des mittels des hier beschriebenen Verfahrens kalibrierten Sensors sind nur beispielhaft zu interpretieren.

5

Das Verfahren weist einen Verfahrensschritt S1 auf, welcher mindestens einmalig ausgeführt wird. In dem Verfahrensschritt S1 wird mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße  $x_{\max}$  und  $x_{\min}$  für den Sensor unter Berücksichtigung mindestens eines von dem Sensor bereitgestellten/ausgegebenen Sensorsignals und unter Verwendung eines Satzes von Erst-Kalibrierparametern festgelegt. Dazu umfasst der Verfahrensschritt S1 einen Teilschritt S1a, in welchem der Satz von Erst-Kalibrierparametern von einer Speichereinheit, vorzugsweise von einer Speichereinheit des Sensors, bereitgestellt oder ausgelesen wird. In einem weiteren Teilschritt S1b des Verfahrensschritts S1 erfolgt eine sogenannte Erst-Kalibrierung des Sensors durch Festlegen der mindestens einen sensorspezifischen Betreibergröße  $x_{\max}$  und  $x_{\min}$ , wozu der von der Speichereinheit bereitgestellte oder ausgelesene Satz von Erst-Kalibrierparametern verwendet wird. Unter der Erst-Kalibrierung kann insbesondere eine relativ schnelle Kalibrierung verstanden werden. Optionaler Weise kann in einem Teilschritt S1c des Verfahrensschritts S1 überprüft werden, ob die Erst-Kalibrierung erfolgreich abgeschlossen ist und, sofern dies nicht der Fall ist, der Teilschritt S1b wiederholt werden.

20

Nach dem mindestens einmaligen Ausführen des Verfahrensschritts S1 wird anstelle der Erst-Kalibrierung der Sensor durch mindestens einmaliges Ausführen eines Verfahrensschritts S2 neu kalibriert. Beim Ausführen des Verfahrensschritts S2 wird die mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße  $x_{\max}$  und  $x_{\min}$  unter Berücksichtigung des mindestens einen von dem Sensor (zwischenzeitlich) bereitgestellten/ausgegebenen Sensorsignals und unter Verwendung eines Satzes von Kalibrierparametern, welcher von dem Satz von Erst-Kalibrierparametern abweicht, festgelegt. Deshalb umfasst der Verfahrensschritt S2 einen Teilschritt S2a, in welchem der Satz von Kalibrierparametern von der Speichereinheit bereitgestellt oder ausgelesen wird. In einem weiteren Teilschritt S2b des Verfahrensschritts S2 wird dann die mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße  $x_{\max}$  und  $x_{\min}$  als sogenannte Neu-Kalibrierung festgelegt, wozu der Satz von Kalibrierparametern verwendet wird. Die in dem Teilschritt S2b ausgeführte Neu-Kalibrierung kann deutlich länger als die in dem Teilschritt S1b erfolgende Erst-Kalibrierung dauern. Als optionaler Teilschritt S2c des Verfahrensschritts S2 kann noch

25

30

35

überprüft werden, ob die Neu-Kalibrierung erfolgreich beendet ist, und, sofern nicht, kann der Teilschritt S2b wiederholt werden.

Wie mittels des Flussdiagramms der Fig. 2a bildlich wiedergegeben ist, wird unmittelbar nach einer Fertigstellung und/oder einer Inbetriebnahme des Sensors zuerst mindestens einmalig der Verfahrensschritt S1 ausgeführt, während später bei gleichzeitiger Unterlassung eines Ausführens des Verfahrensschritts S1 mindestens einmalig der Verfahrensschritt S2 durchgeführt wird. Somit wird zuerst die mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße  $x_{\max}$  und  $x_{\min}$  mindestens einmalig durch Ausführen des Verfahrensschritts S1 unter (Mit-)Verwendung des Satzes von Erst-Kalibrierparametern festgelegt, und erst danach oder ab Vorliegen mindestens einer vorgegebenen Bedingung die mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße  $x_{\max}$  und  $x_{\min}$  mindestens einmalig durch Ausführen des Verfahrensschritts S2 unter (Mit-)Verwendung des Satzes von Kalibrierparametern ermittelt. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass bei einer mittels des Verfahrensschritts S1 ausgeführten Erst-Kalibrierung der Satz von Kalibrierparametern nicht (mit-)verwendet wird. Entsprechend ist bei einer mittels des Verfahrensschritts S2 ausgeführten Neu-Kalibrierung eine (Mit-)Verwendung des Satzes von Erst-Kalibrierparametern unterbunden.

Der Satz von Erst-Kalibrierparametern weist mindestens einen Kalibrierwert auf, welche in dem Satz von Kalibrierparametern nicht zu finden ist. Entsprechend umfasst auch der Satz von Kalibrierparametern mindestens einen Kalibrierwert, welche in dem Satz von Erst-Kalibrierparametern „fehlt“. Der Satz von Erst-Kalibrierparametern kann sich beispielsweise von dem Satz von Kalibrierparametern zumindest in einer zur jeweiligen Erst-Kalibrierung oder Kalibrierung zu verwendenden Filterzeitkonstante unterscheiden. Speziell kann für die mindestens einmalig ausgeführte Erst-Kalibrierung eine Filterzeitkonstante zwischen 10 Minuten und 5 Stunden, insbesondere zwischen 30 Minuten und 3 Stunden, in dem Satz von Erst-Kalibrierparametern vorgegeben sein, während für die mindestens einmalig ausgeführte Neu-Kalibrierung eine Filterzeitkonstante zwischen einem Tag und 28 Tagen, besonderer Weise zwischen 2 Tagen und 5 Tagen, in den Satz von Kalibrierparametern angegeben ist. Alternativ oder ergänzend kann sich der Satz von Erst-Kalibrierparametern auch von dem Satz von Kalibrierparametern in einer Differenz zwischen einem Amplitudenminimum und einem Amplitudenmaximum des Sensorsignals unterscheiden.

Es wird hier auch darauf hingewiesen, dass unter dem Festlegen der mindestens einen sensorspezifischen Betreibergröße  $x_{\max}$  und  $x_{\min}$  unter Berücksichtigung des mindestens einen von dem Sensor bereitgestellten/ausgegebenen Sensorsignals auch ein Festlegen/Berechnen der mindestens einen sensorspezifischen Betreibergröße  $x_{\max}$  und  $x_{\min}$  unter Verwendung mindestens eines aus dem mindestens einen Sensorsignal abgeleiteten Signals verstanden werden kann. Als das mindestens eine aus dem mindestens einen Sensorsignal abgeleitete Signal können beispielsweise kompensierte oder vorausgewertete Signale zur Erst-Kalibrierung und/oder zur Neu-Kalibrierung verwendet werden. Sofern der Sensor beispielsweise ein Gassensor mit einem gassensitiven Material ist, können aus den Sensorsignalen des Sensors abgeleitete Feuchtigkeits-kompensierte Signale zur Erst-Kalibrierung und/oder zur Neu-Kalibrierung genutzt werden.

Bevorzugter Weise umfasst das hier beschriebene Verfahren auch einen (optionalen) Verfahrensschritt S0, welcher jeweils vor einer durch Ausführen des Verfahrensschritts S1 oder des Verfahrensschritts S2 bewirkten Kalibrierung des Sensors ausgeführt wird. In dem Verfahrensschritt S0 kann ermittelt werden, ob die jeweilige Kalibrierung die erste Kalibrierung des Sensors nach dessen Fertigstellung und/oder Inbetriebnahme ist oder ob mindestens eine vorgegebene Bedingung, welche ein Ausführen des Verfahrensschritts S1 anstelle des Verfahrensschritts S2 auslöst, vorliegt. Gegebenenfalls wird dann, sofern die jeweilige Kalibrierung die erste Kalibrierung des Sensors nach dessen Fertigstellung und/oder Inbetriebnahme ist oder sofern die mindestens eine vorgegebene Bedingung, welche ein Ausführen des Verfahrensschritts S2 anstelle des Verfahrensschritts S1 auslöst, vorliegt, der Verfahrensschritt S1 anstelle des Verfahrensschritts S2 ausgeführt, während anderenfalls der Verfahrensschritt S2 anstelle des Verfahrensschritts S1 ausgeführt wird.

Als die mindestens eine Bedingung, welche ein Ausführen des Verfahrensschritts S1 anstelle des Verfahrensschritts S2 auslöst, kann beispielsweise in dem Verfahrensschritt S0 untersucht werden, ob eine ab der Fertigstellung und/oder der Inbetriebnahme des Sensors abgelaufene Zeit unter einer vorgegebenen Grenz-Zeit  $t_0$  liegt, ob eine Gesamtanzahl von ab der Fertigstellung und/oder der Inbetriebnahme des Sensors mittels des Sensors ausgeführten Messungen unter einer vorgegebenen Grenz-Anzahl liegt, und/oder ob ab der Fertigstellung und/oder der Inbetriebnahme des Sensors mindestens eine vorgegebene Eigenschaft des Sensors noch nicht vorliegt. Solange die mindestens eine vorgegebene Bedingung

vorliegt, wird die mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße  $x_{\max}$  und  $x_{\min}$  mittels des Verfahrensschritts S1 unter Verwendung des Satzes von Erst-Kalibrierparametern festgelegt. Sobald jedoch die mindestens eine vorgegebene Bedingung vorliegt, wird die mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße  $x_{\max}$  und  $x_{\min}$  mittels des Verfahrensschritts S2 unter Verwendung des Satzes von Kalibrierparametern festgelegt.

Sofern der Sensor ein Gassensor mit einem gassensitiven Material ist, kann als die mindestens eine vorgegebene Eigenschaft des Sensors z.B. untersucht werden, ob mindestens eine physikalische Größe des gassensitiven Materials in einem jeweils vorgegebenen Normalwertebereich liegt. Häufig braucht das gassensitive Material des Gassensors ab dessen Fertigstellung und/oder Inbetriebnahme erst eine bestimmte Zeit, um sich an normaler Umgebungsluft zu stabilisieren. Diesem Umstand kann Rechnung getragen werden, indem so lange die mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße  $x_{\max}$  und  $x_{\min}$  mittels des Verfahrensschritts S1 unter Verwendung des Satzes von Erst-Kalibrierparametern festgelegt wird, bis die mindestens eine physikalische Größe des gassensitiven Materials in dem jeweils vorgegebenen Normalwertebereich liegt, und erst ab Vorliegen der mindestens einen physikalischen Größe in dem jeweiligen Normalwertebereich die mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße  $x_{\max}$  und  $x_{\min}$  mittels des Verfahrensschritts S2 unter Verwendung des Satzes von Kalibrierparametern festgelegt wird.

Es wird hier auch darauf hingewiesen, dass anstelle von nur einem Satz von Erst-Kalibrierparametern auch mehrere voneinander abweichende Sätze von Erst-Kalibrierparametern auf der Speichereinheit hinterlegt sein können. Entsprechend oder alternativ können auch mehrere Sätze von unterschiedlichen Kalibrierparametern auf der Speichereinheit hinterlegt sein. Gegebenenfalls kann in dem Teilschritt S1a oder S2a der jeweils zum Ausführen des nachfolgenden Teilschritts S1b oder S2b verwendete Satz von Erst-Kalibrierparametern oder Satz von Kalibrierparametern unter Berücksichtigung mindestens einer Umgebungsbedingung einer aktuellen Umgebung des Sensors ausgewählt werden. Die mindestens eine Umgebungsbedingung kann beispielsweise eine Feuchtigkeit, das Wetter, eine Außenluftqualität, ein Ortstyp (wie ein Wohninnenraum, ein Kühlraum, ein Produktionsraum), eine Jahreszeit (Sommer oder Winter) und/oder eine Applikationsbedingung des Sensors (speziell Unterscheidung zwischen Montage des Sensors an einem Mobilgerät oder Montage des Sensors an einem ortsfesten Gerät) sein.

Als die mindestens eine Betreibergröße  $x_{\max}$  und  $x_{\min}$  können mittels der Teilschritte S1b und S2b beispielsweise eine Sensitivität des Sensors und/oder ein Offset des Sensors bestimmt werden. Ebenso kann als die mindestens eine Betreibergröße  $x_{\max}$  und  $x_{\min}$  auch ein weiterer Satz von sensorspezifischen Kalibrierparametern festgelegt werden.

5 Gegebenenfalls können dann, wenn in einem (optionalen) Verfahrensschritt S3 erkannt wird, dass eine weitere Kalibrierung des Sensors vorteilhaft wäre, die zuletzt auf der Speichereinheit abgespeicherten sensorspezifischen Kalibrierparameter in einem (optionalen) Verfahrensschritt S4 bereitgestellt oder ausgelesen werden, so dass diese zum erneuten Ausführen des Teilschritts S2b genutzt werden können.

10 Lediglich beispielhaft ist der bei dieser Ausführungsform des Verfahrens verwendete Sensor ein Gassensor zum Detektieren von Gasen der Gruppe der flüchtigen organischen Verbindungen (VOC, Volatile Organic Compounds). Bei dem Koordinatensystem der Fig. 2b ist die Abszisse die Zeitachse  $t$ , während mittels der Ordinate ein als erste sensorspezifische Betreibergröße  $x_{\max}$  festgelegter Grenzwert  $x_{\max}$  eines Tiefpassfilters (Filter High) des Gassensors, ein als zweite sensorspezifische Betreibergröße  $x_{\min}$  festgelegter Grenzwert  $x_{\min}$  eines Hochpassfilters (Filter Low) des Gassensors, und eine tatsächliche Konzentration  $c$  der flüchtigen organischen Verbindungen in einer Umgebung des Gassensors wiedergegeben sind. Der Grenzwert  $x_{\max}$  des Tiefpassfilters (Filter High) des Gassensors entspricht einem Sensor-Offset des Gassensors, während der Grenzwert  $x_{\min}$  eines Hochpassfilters (Filter Low) des Gassensors Rückschlüsse auf die Sensitivität des Gassensors ermöglicht.

25 Die in dem Koordinatensystem der Fig. 2b eingezeichneten Grenzwerte/sensorspezifischen Betreibergrößen  $x_{\max}$  und  $x_{\min}$  sind jeweils durch Ausführen des Verfahrens der Fig. 2a festgelegt, wobei vor einem Zeitpunkt  $t_0$  (als der Grenz-Zeit  $t_0$ ) lediglich der Verfahrensschritt S1 zum Bestimmen der Grenzwerte/sensorspezifischen Betreibergrößen  $x_{\max}$  und  $x_{\min}$  ausgeführt wird, und nach dem Zeitpunkt  $t_0$  ausschließlich der Verfahrensschritt S2 zur Bestimmung der Grenzwerte/sensorspezifischen Betreibergrößen  $x_{\max}$  und  $x_{\min}$  verwendet wird. Wie anhand eines Vergleichs der Koordinatensysteme der Fig. 1 und 2b auffällt, können im Unterschied zu der oben erläuterten herkömmlichen Vorgehensweise durch Ausführen des Verfahrens der Fig. 2a die Grenzwerte/sensorspezifischen Betreibergrößen  $x_{\max}$  und  $x_{\min}$  als Sensorcharakteristiken des Sensors schneller und genauer ermittelt/„gelernt“ werden. Insbesondere können trotz des Auftretens von großen Fluktuationen der Konzentration  $c$  der flüchtigen organischen Verbindungen in der Umgebung des

Gassensors verlässlichere, d.h. weniger stark mitfluktuierende Grenzwerte/sensorspezifische Betreibergrößen  $x_{\max}$  und  $x_{\min}$  durch Ausführen des Verfahrens der Fig. 2a gewonnen werden. Das Verfahren der Fig. 2a bietet deshalb einen adaptiven Algorithmus zum individuellen Erlernen der Sensorcharakteristiken des Sensors auch in einer Umgebung mit stark fluktuierenden Umgebungseigenschaften.

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Ausführungsform einer Betreibervorrichtung für einen Sensor.

Eine Verwendbarkeit der im Weiteren beschriebenen Betreibervorrichtung 10 ist auf keinen speziellen Sensortyp eines damit kalibrierbaren Sensors 12 limitiert. Die nachfolgende Beschreibung des Sensors 12 ist darum nur beispielhaft zu interpretieren. Wahlweise kann die Betreibervorrichtung 10 eine Untereinheit des Sensors 12 oder eine von dem Sensor 12 getrennte Einheit sein.

Die Betreibervorrichtung 10 umfasst eine Speichereinheit 14 und eine Elektroneinrichtung 16. Auf der Speichereinheit 14 sind zumindest ein Satz 18a von Erst-Kalibrierparametern und zumindest ein Satz von Kalibrierparametern 18b hinterlegt/abgespeichert. Die Elektroneinrichtung 16 ist derart ausgelegt und/oder programmiert, dass mittels der Elektroneinrichtung 16 zumindest einmalig mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße 20 für den Sensor 12 unter Berücksichtigung mindestens eines von dem Sensor 12 bereitgestellten/ausgegebenen Sensorsignals 22 und unter Verwendung des von der Speichereinheit 14 bereitgestellten oder ausgelesenen Satzes 18a von Erst-Kalibrierparametern festlegbar ist/festgelegt wird. Ebenso ist/wird mittels der Elektroneinrichtung 16 zumindest einmalig die mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße 20 unter Berücksichtigung des mindestens einen von dem Sensor 12 bereitgestellten/ausgegebenen Sensorsignals 22 und unter Verwendung des von der Speichereinheit 14 bereitgestellten oder ausgelesenen Satzes 18b von Kalibrierparametern festlegbar/festgelegt. Damit bewirkt auch die hier beschriebene Betreibervorrichtung 10 die oben beschriebenen Vorteile.

Bevorzugter Weise ist die Elektroneinrichtung 16 derart ausgelegt und/oder programmiert, dass zuerst die mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße 20 mindestens einmalig mittels der Elektroneinrichtung 16 unter Verwendung

des Satzes 18a von Erst-Kalibrierparametern festlegbar ist/festgelegt wird, und erst danach oder ab Vorliegen mindestens einer vorgegebenen Bedingung die mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße 20 mindestens einmalig mittels der Elektronikeinrichtung 16 unter Verwendung des Satzes 18b von Kalibrierparametern bestimmbar ist/bestimmt wird. Beispielsweise kann die Elektronikeinrichtung 16 derart ausgelegt und/oder programmiert sein, dass, solange eine ab einer Fertigstellung und/oder einer Inbetriebnahme des Sensors 12 abgelaufene Zeit unter einer vorgegebenen Grenz-Zeit liegt, solange eine Gesamtanzahl von ab der Fertigstellung und/oder der Inbetriebnahme des Sensors 12 mittels des Sensors 12 ausgeführten Messungen unter einer vorgegebenen Grenz-Anzahl liegt, und/oder solange ab der Fertigstellung und/oder der Inbetriebnahme des Sensors 12 mindestens eine vorgegebene Eigenschaft des Sensors 12 noch nicht vorliegt, die mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße 20 mindestens einmalig mittels der Elektronikeinrichtung 16 unter Verwendung des Satzes 18a von Erst-Kalibrierparametern festlegbar ist/festgelegt wird. Gegebenenfalls ist/wird dann erst, sobald die ab der Fertigstellung und/oder der Inbetriebnahme des Sensors 12 abgelaufene Zeit über der vorgegebenen Grenz-Zeit liegt, sobald die Gesamtanzahl von ab der Fertigstellung und/oder der Inbetriebnahme des Sensors 12 mittels des Sensors 12 ausgeführten Messungen über der vorgegebenen Grenz-Anzahl liegt, und/oder sobald ab der Fertigstellung und/oder der Inbetriebnahme des Sensors 12 die mindestens eine vorgegebene Eigenschaft des Sensors 12 vorliegt, die mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße 20 mindestens einmalig mittels der Elektronikeinrichtung 16 unter Verwendung des Satzes 18b von Kalibrierparametern festlegbar/festgelegt.

Der Sensor 12 kann z.B. ein Gassensor 12 sein. Aufgrund der mittels der vorteilhaften Ausbildung/Programmierung der Betreibervorrichtung 10/ihrer Elektronikeinrichtung 16 gewährleisteten verbesserten Kalibrierung des Gassensors 12 kann während eines Betriebs des Sensors 12 eine Konzentration mindestens eines zu detektierenden Gases, wie beispielsweise Wasserstoff, Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoff und/oder Gase der Gruppe der flüchtigen organischen Verbindungen (VOC, Volatile Organic Compounds) verlässlich und mit einer hohen Messgenauigkeit bestimmt werden.

Insbesondere kann der Gassensor 12 ein Metalloxid, speziell ein halbleitendes Metalloxid, als gassensitives Material aufweisen. Ein derartiger Gassensor 12 kann auch als ein MOX-Gassensor bezeichnet werden. Sobald das gassensitive Material des Gassensors 12 sich im geeigneten Zustand befindet, entspricht eine Leitfähigkeit oder ein Widerstand des auf eine vorgegebene Temperatur erwärmten gassensitiven Materials der jeweiligen Konzentration des mindestens einen mit dem gassensitive Material wechselwirkenden zu detektierenden Gas in der Umgebung des Sensors 12. Allerdings braucht dieses gassensitive Material ab der Fertigstellung und/oder der Inbetriebnahme des Sensors 12 erst eine bestimmte Zeit, um sich an normaler Umgebungsluft zu stabilisieren. Mittels der vorteilhaften Ausbildung/Programmierung der Betreibervorrichtung 10 ist jedoch die Kalibrierung des Sensors 12 optimal an diese Materialeigenschaft seines gassensitiven Materials angepasst, so dass anschließend ein verlässlicher Betrieb des jeweiligen Gassensors gewährleistet ist.

Die Betreibervorrichtung 10/ihre Elektronikeinrichtung 16 kann zusätzlich derart ausgebildet/programmiert sein, dass alle Verfahrensschritte des vorausgehend beschriebenen Verfahrens damit ausführbar sind. Insbesondere können auf der Speichereinheit 14 auch mehrere voneinander abweichende Sätze von Erst-Kalibrierparametern und/oder mehrere Sätze von unterschiedlichen Kalibrierparametern hinterlegt/abgespeichert sein. Gegebenenfalls ist die Elektronikeinrichtung dazu ausgelegt/programmiert, unter Berücksichtigung mindestens einer Umgebungsbedingung einer aktuellen Umgebung des Sensors 12 einen anschließend verwendeten Satz von Erst-Kalibrierparametern oder Satz von Kalibrierparametern auszuwählen. Mittels der Betreibervorrichtung 10 kann außerdem auch (aufgrund von auf der Elektronikeinrichtung 16 ausgebildeten Software-Algorithmen) ein „Nullpunkt“ der Sensorsignale 22 des Sensors 12 während dessen Betrieb mindestens einmal bestimmbar sein. Insbesondere kann auf diese Weise auch ein Tracking von zeitlichen Änderung des „Nullpunkts“ der Sensorsignale 22 realisiert werden. Auf diese Weise kann eine Genauigkeit des mindestens einen mittels des Sensors 12 gemessenen Sensorwerts durch eine verlässliche Basislinienverfolgung gesteigert werden.

## Ansprüche

### 1. Betreibervorrichtung (10) für einen Sensor (12) mit:

einer Speichereinheit (14), auf welcher ein Satz (18b) von Kalibrierparametern hinterlegt ist; und

einer Elektronikeinrichtung (16), welche derart ausgelegt und/oder programmiert ist, dass mittels der Elektronikeinrichtung (16) zumindest einmalig mindestens eine sensorspezifische Betreibergroße (20,  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$ ) für den Sensor (12) unter Berücksichtigung mindestens eines von dem Sensor (12) bereitgestellten Sensorsignals (22) und unter Verwendung des von der Speichereinheit (14) bereitgestellten oder ausgelesenen Satzes (18b) von Kalibrierparametern festlegbar ist;

dadurch gekennzeichnet, dass

auf der Speichereinheit (14) zusätzlich zu dem Satz (18b) von Kalibrierparametern auch ein Satz (18a) von Erst-Kalibrierparametern hinterlegt ist; und

die Elektronikeinrichtung (16) zusätzlich derart ausgelegt und/oder programmiert ist, dass mittels der Elektronikeinrichtung (16) zumindest einmalig die mindestens eine sensorspezifische Betreibergroße (20,  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$ ) unter Berücksichtigung des mindestens einen von dem Sensor (12) bereitgestellten Sensorsignals (22) und unter Verwendung des von der Speichereinheit (14) bereitgestellten oder ausgelesenen Satzes (18a) von Erst-Kalibrierparametern festlegbar ist.

2.    Betreibervorrichtung (10) nach Anspruch 1, wobei die  
Elektronikeinrichtung (16) zusätzlich derart ausgelegt und/oder  
programmiert ist, dass zuerst die mindestens eine sensorspezifische  
Betreibergröße (20,  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$ ) mindestens einmalig mittels der  
Elektronikeinrichtung (16) unter Verwendung des Satzes (18a) von  
Erst-Kalibrierparametern festlegbar ist, und erst danach oder ab  
Vorliegen mindestens einer vorgegebenen Bedingung die mindestens  
eine sensorspezifische Betreibergröße (20,  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$ ) mindestens  
einmalig mittels der Elektronikeinrichtung (16) unter Verwendung des  
Satzes (18a) von Kalibrierparametern festlegbar ist.
3.    Betreibervorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die  
Elektronikeinrichtung (16) zusätzlich derart ausgelegt und/oder  
programmiert ist, dass, solange eine ab einer Fertigstellung und/oder  
einer Inbetriebnahme des Sensors (12) abgelaufene Zeit unter einer  
vorgegebenen Grenz-Zeit ( $t_0$ ) liegt, die mindestens eine  
sensorspezifische Betreibergröße (20,  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$ ) mindestens einmalig  
mittels der Elektronikeinrichtung (16) unter Verwendung des Satzes  
(18a) von Erst-Kalibrierparametern festlegbar ist, während, sobald die  
ab der Fertigstellung und/oder der Inbetriebnahme des Sensors (12)  
abgelaufene Zeit über der vorgegebenen Grenz-Zeit ( $t_0$ ) liegt, die  
mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße (20,  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$ )  
mindestens einmalig mittels der Elektronikeinrichtung (16) unter  
Verwendung des Satzes (18b) von Kalibrierparametern festlegbar ist.
4.    Betreibervorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die  
Elektronikeinrichtung (16) zusätzlich derart ausgelegt und/oder  
programmiert ist, dass, solange eine Gesamtanzahl von ab der  
Fertigstellung und/oder der Inbetriebnahme des Sensors (12) mittels  
des Sensors (12) ausgeführten Messungen unter einer  
vorgegebenen Grenz-Anzahl liegt, die mindestens eine  
sensorspezifische Betreibergröße (20,  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$ ) mindestens einmalig  
mittels der Elektronikeinrichtung (16) unter Verwendung des Satzes  
(18a) von Erst-Kalibrierparametern festlegbar ist, während, sobald die  
Gesamtanzahl von ab der Fertigstellung und/oder der

Inbetriebnahme des Sensors (12) mittels des Sensors (12) ausgeführten Messungen über der vorgegebenen Grenz-Anzahl liegt, die mindestens eine sensorspezifische Betreibergroße (20,  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$ ) mindestens einmalig mittels der Elektronikeinrichtung (16) unter Verwendung des Satzes (18b) von Kalibrierparametern festlegbar ist.

- 5
5. Betreibervorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Elektronikeinrichtung (16) zusätzlich derart ausgelegt und/oder programmiert ist, dass, solange ab der Fertigstellung und/oder der Inbetriebnahme des Sensors (12) mindestens eine vorgegebene Eigenschaft des Sensors (12) noch nicht vorliegt, die mindestens eine sensorspezifische Betreibergroße (20,  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$ ) mindestens einmalig mittels der Elektronikeinrichtung (16) unter Verwendung des Satzes (18a) von Erst-Kalibrierparametern festlegbar ist, während, sobald ab der Fertigstellung und/oder der Inbetriebnahme des Sensors (12) die mindestens eine vorgegebene Eigenschaft des Sensors (12) vorliegt, die mindestens eine sensorspezifische Betreibergroße (20,  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$ ) mindestens einmalig mittels der Elektronikeinrichtung (16) unter Verwendung des Satzes (18b) von Kalibrierparametern festlegbar ist.

- 10
- 15
- 20
- 25
6. Sensor (12) mit:  
einer Betreibervorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

7. Sensor (12) nach Anspruch 6, wobei der Sensor (12) ein Gassensor (12) ist.

- 30
8. Sensor (12) nach Anspruch 7, wobei der Gassensor (12) ein Metalloxid als gassensitives Material umfasst.

9. Verfahren zum Kalibrieren eines Sensors (12) mit dem Schritt:

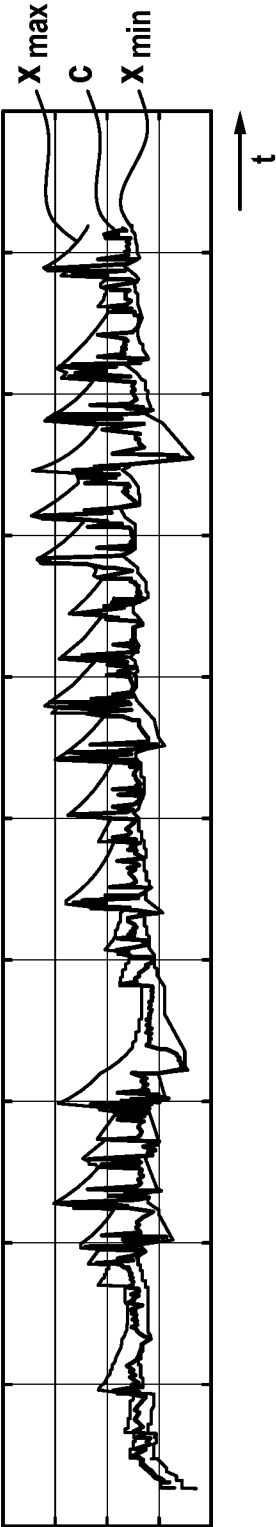
zumindest einmaliges Festlegen mindestens einer  
sensorspezifischen Betreibergröße (20,  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$ ) für den Sensor (12)  
unter Berücksichtigung mindestens eines von dem Sensor (12)  
bereitgestellten Sensorsignals (22) und unter Verwendung eines von  
5 einer Speichereinheit (14) bereitgestellten oder ausgelesenen Satzes  
(18b) von Kalibrierparametern (S2);

gekennzeichnet durch:

10 zumindest einmaliges Festlegen der mindestens einen  
sensorspezifischen Betreibergröße (20,  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$ ) unter  
Berücksichtigung des mindestens einen von dem Sensor (12)  
bereitgestellten Sensorsignals (22) und unter Verwendung eines von  
der Speichereinheit (14) bereitgestellten oder ausgelesenen Satzes  
15 (18a) von Erst-Kalibrierparametern (S1).

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei zuerst die mindestens eine  
sensorspezifische Betreibergröße (20,  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$ ) mindestens einmalig unter  
Verwendung des Satzes (18a) von Erst-Kalibrierparametern festgelegt  
20 wird, und erst danach oder ab Vorliegen mindestens einer vorgegebenen  
Bedingung die mindestens eine sensorspezifische Betreibergröße (20,  $x_{\max}$ ,  
 $x_{\min}$ ) mindestens einmalig unter Verwendung des Satzes (18b) von  
Kalibrierparametern festgelegt wird.

Fig. 1  
Stand der Technik



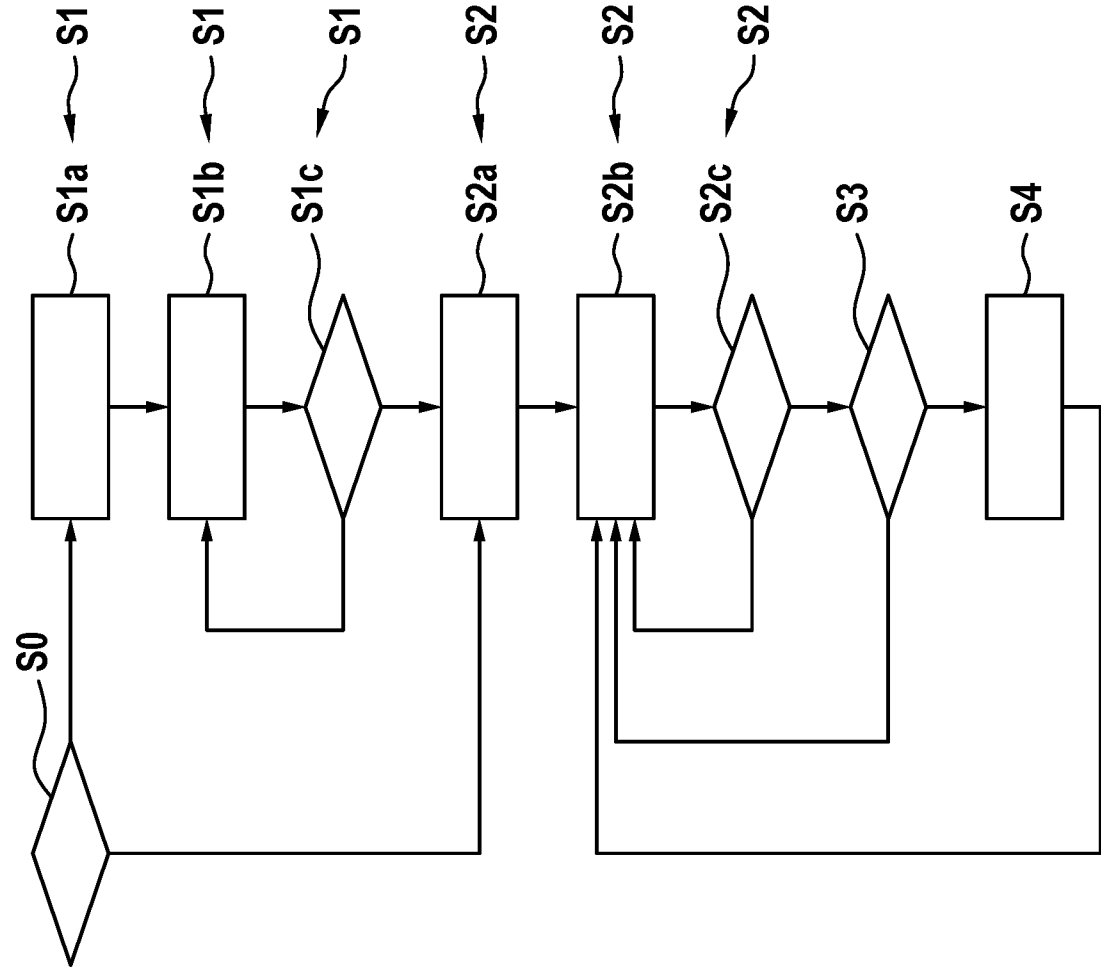


Fig. 2a

Fig. 2b

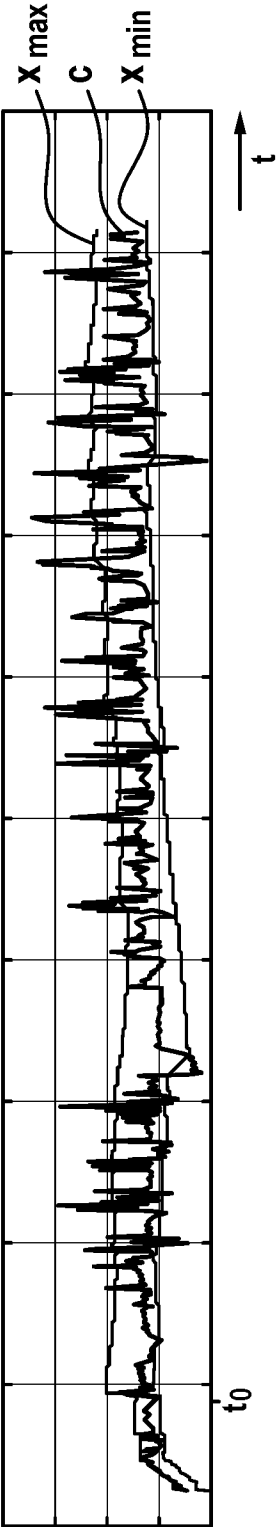
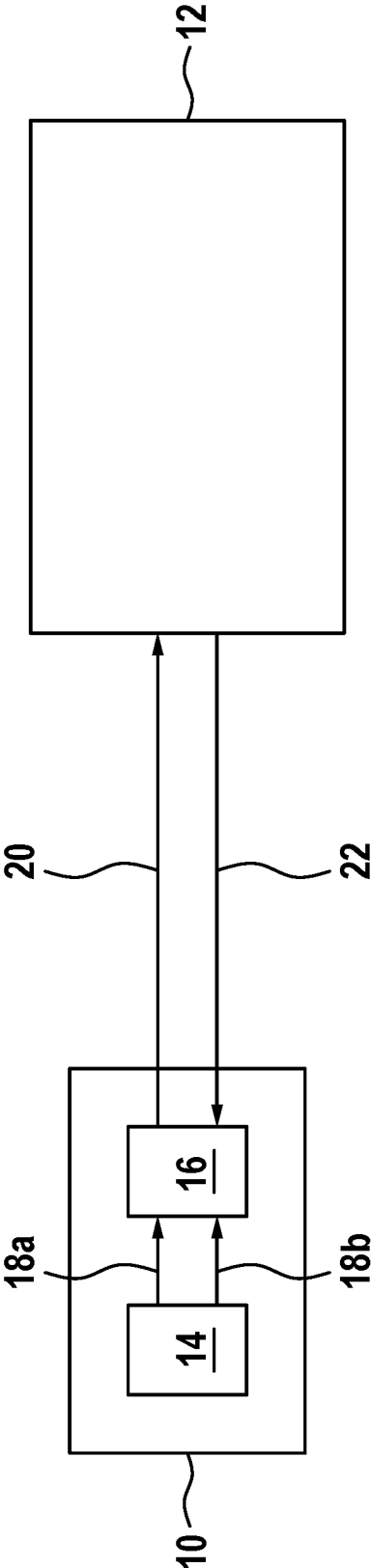


Fig. 3



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/084294

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                 |                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br><b>G01D 3/02</b> (2006.01)i<br><br>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                 |                                                                               |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b><br><br>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>G01D; F02D<br><br>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched<br><br>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)<br>EPO-Internal, WPI Data                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                 |                                                                               |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                 |                                                                               |
| Category*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages              | Relevant to claim No.                                                         |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DE 102020209481 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 03 February 2022 (2022-02-03)<br>figure 3           | 1–10                                                                          |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | WO 2021243470 A1 (THE ARMSTRONG MONITORING CORP [CA]) 09 December 2021 (2021-12-09)<br>figure 5 | 1–10                                                                          |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | US 2009063081 A1 (XU GANG [CN]) 05 March 2009 (2009-03-05)<br>Claim 1                           | 1–10                                                                          |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                 |                                                                               |
| <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p> |                                                                                                 |                                                                               |
| Date of the actual completion of the international search<br><b>17 February 2025</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                 | Date of mailing of the international search report<br><b>25 February 2025</b> |
| Name and mailing address of the ISA/EP<br><b>European Patent Office</b><br><b>p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk</b><br><b>Netherlands (Kingdom of the)</b><br>Telephone No. (+31-70)340-2040<br>Facsimile No. (+31-70)340-3016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                 | Authorized officer<br><b>Kuchenbecker, J</b><br><br>Telephone No.             |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2024/084294**

| Patent document<br>cited in search report |              |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |              |    | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|--------------|----|--------------------------------------|-------------------------|--------------|----|--------------------------------------|
| DE                                        | 102020209481 | A1 | 03 February 2022                     | CN                      | 116134295    | A  | 16 May 2023                          |
|                                           |              |    |                                      | DE                      | 102020209481 | A1 | 03 February 2022                     |
|                                           |              |    |                                      | US                      | 2023297814   | A1 | 21 September 2023                    |
|                                           |              |    |                                      | WO                      | 2022023174   | A1 | 03 February 2022                     |
| -----                                     |              |    |                                      |                         |              |    |                                      |
| WO                                        | 2021243470   | A1 | 09 December 2021                     | AU                      | 2021284927   | A1 | 19 January 2023                      |
|                                           |              |    |                                      | CA                      | 3186266      | A1 | 09 December 2021                     |
|                                           |              |    |                                      | EP                      | 4162236      | A1 | 12 April 2023                        |
|                                           |              |    |                                      | JP                      | 2023529386   | A  | 10 July 2023                         |
|                                           |              |    |                                      | US                      | 2023280320   | A1 | 07 September 2023                    |
|                                           |              |    |                                      | WO                      | 2021243470   | A1 | 09 December 2021                     |
| -----                                     |              |    |                                      |                         |              |    |                                      |
| US                                        | 2009063081   | A1 | 05 March 2009                        | NONE                    |              |    |                                      |
| -----                                     |              |    |                                      |                         |              |    |                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                 |                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b><br>INV. G01D3/02<br>ADD.<br><br>Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                 |                                                                       |
| <b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b><br>Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )<br>G01D F02D<br><br>Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen<br><br>Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)<br><br>EPO-Internal, WPI Data                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                 |                                                                       |
| <b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                 |                                                                       |
| Kategorie*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile              | Betr. Anspruch Nr.                                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | DE 10 2020 209481 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3. Februar 2022 (2022-02-03)<br>Abbildung 3<br>-----              | 1 - 10                                                                |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | WO 2021/243470 A1 (THE ARMSTRONG MONITORING CORP [CA])<br>9. Dezember 2021 (2021-12-09)<br>Abbildung 5<br>----- | 1 - 10                                                                |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | US 2009/063081 A1 (XU GANG [CN])<br>5. März 2009 (2009-03-05)<br>Anspruch 1<br>-----                            | 1 - 10                                                                |
| <div><input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen</div> <div><input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                 |                                                                       |
| <div><div>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :<br/>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist<br/>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br/>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)<br/>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht<br/>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</div><div>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist<br/>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden<br/>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist<br/>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</div></div> |                                                                                                                 |                                                                       |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche<br><br>17. Februar 2025                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                 | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts<br><br>25/02/2025 |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                 | Bevollmächtigter Bediensteter<br><br>Kuchenbecker, J                  |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/084294

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 102020209481 A1                                 | 03-02-2022                    | CN 116134295 A                    | 16-05-2023                    |
|                                                    |                               | DE 102020209481 A1                | 03-02-2022                    |
|                                                    |                               | US 2023297814 A1                  | 21-09-2023                    |
|                                                    |                               | WO 2022023174 A1                  | 03-02-2022                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| WO 2021243470 A1                                   | 09-12-2021                    | AU 2021284927 A1                  | 19-01-2023                    |
|                                                    |                               | CA 3186266 A1                     | 09-12-2021                    |
|                                                    |                               | EP 4162236 A1                     | 12-04-2023                    |
|                                                    |                               | JP 2023529386 A                   | 10-07-2023                    |
|                                                    |                               | US 2023280320 A1                  | 07-09-2023                    |
|                                                    |                               | WO 2021243470 A1                  | 09-12-2021                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| US 2009063081 A1                                   | 05-03-2009                    | KEINE                             |                               |
| -----                                              |                               |                                   |                               |