

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/251531 A1

(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,

(54) **Bezeichnung:** MESSGERÄT ZUR PROZESSAUTOMATISIERUNG IM INDUSTRIELLEN ODER PRIVATEN UMFELD

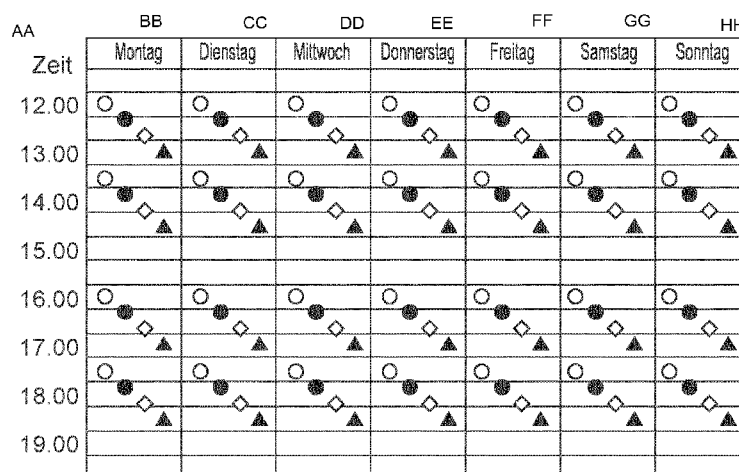


Fig. 3

AA	Time
BB	Monday
CC	Tuesday
DD	Wednesday
EE	Thursday
FF	Friday
GG	Saturday
HH	Sunday

(57) Zusammenfassung: Messgerät, eingerichtet zur Prozessautomatisierung im industriellen oder privaten Umfeld, und zur Durchführung von Messungen zu voreingestellten Messzeitpunkten, sowie zur wiederholten Änderung der voreingestellten Messzeitpunkte, um auch zu andernfalls messfreien Zeitpunkten Messwerte zu erfassen.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2024/251531 A1

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)

5

10

Messgerät zur Prozessautomatisierung im industriellen oder privaten Umfeld

15 Bezugnahme auf verwandte Anmeldungen

Die vorliegende Anmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung Nr. 10 2023 114 705.6, eingereicht am 5. Juni 2023, die in vollem Umfang durch Bezugnahme in das vorliegende Dokument aufgenommen wird.

20

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft die Messgerätetechnik. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein Messgerät, das zur Prozessautomatisierung im industriellen oder privaten Umfeld eingerichtet ist, ein Verfahren zum Durchführen von Messungen zu voreingestellten, sich zyklisch wiederholenden Messzeitpunkten innerhalb eines sich wiederholenden Messintervalls, ein Programmelement und ein computerlesbares Medium.

30 Technischer Hintergrund

Messgeräte zur Prozessautomatisierung im industriellen oder privaten Umfeld werden dazu verwendet, Messwerte zu erfassen, um Prozesse zu überwachen. Beispiele für solche Messgeräte sind Füllstandmessgeräte, wie beispielsweise Füllstandradargeräte, Grenzstandsensoren, Druckmessgeräte und Durchflusssensoren.

Insbesondere bei batteriebetriebenen Messgeräten ist die Energieversorgung stark limitiert. Um die Lebensdauer solcher Messgeräte zu erhöhen, kann die Anzahl der Messungen pro Zeiteinheit reduziert werden. Misst das Messgerät nicht alle fünf Minuten

- 2 -

den Füllstand, sondern beispielsweise nur einmal pro Stunde, kann die Lebensdauer des Messgeräts verzehnfacht werden. Bei großen zeitlichen Abständen zwischen den einzelnen Messungen kann es jedoch passieren, dass bestimmte Ereignisse oder Vorgänge erst spät erkannt werden, beispielsweise die Befüllung oder Entleerung eines
5 Behälters, ein starker Temperaturanstieg, ein starker Druckabfall, etc.

Zusammenfassung

Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung, ein
10 alternatives Messgerät bereitzustellen, das sich durch einen geringen Energieverbrauch und hohe Messgenauigkeit auszeichnet.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Weiterbildungen der vorliegenden Offenbarung ergeben sich aus den Unteransprüchen
15 und der folgenden Beschreibung von Ausführungsformen.

Ein erster Aspekt der vorliegenden Offenbarung betrifft ein Messgerät, das zur Prozessautomatisierung im industriellen oder privaten Umfeld eingerichtet ist. Das Messgerät, bei dem es sich beispielsweise um ein Füllstandmessgerät, insbesondere ein
20 Füllstandradarmessgerät, einen Grenzstandsensoren, ein Druckmessgerät oder ein Durchflussmessgerät handelt, ist zur Durchführung von Messungen zu voreingestellten Messzeitpunkten eingerichtet, die innerhalb eines sich wiederholenden Messintervalls liegen. Ein solches sich wiederholendes Messintervall kann beispielsweise ein Kalendertag sein, eine Kalenderwoche, ein Kalendermonat oder Kalenderjahr. Das
25 Messintervall kann aber auch deutlich kürzer sein.

Das Messgerät weist eine Steuerschaltung auf, die eingerichtet ist zur wiederholten Änderung der voreingestellten Messzeitpunkte, insbesondere nachdem das Messintervall durchlaufen wurde und bevor das darauffolgende Messintervall beginnt, um auch zu
30 andernfalls messfreien Zeitpunkten Messwerte zu erfassen. Würden die Messzeitpunkte nicht geändert werden, könnte man von voreingestellten, sich zyklisch wiederholenden Messzeitpunkten sprechen, die in aufeinanderfolgenden Messintervallen immer „zur selben Zeit“ im Messintervall auftreten, beispielsweise immer dienstags um 11 und um 17 Uhr.

- 3 -

Bei dem Messgerät kann es sich insbesondere um ein batteriebetriebenes, autarkes Messgerät handeln.

- 5 Insbesondere kann das Messgerät eingerichtet sein, aus den erfassten Messwerten einen Messwertetrend zu berechnen und es kann auch dazu ausgeführt sein, zu entscheiden, dass, wenn ein neuer erfasster Messwert mit dem berechneten Messwertetrend weitestgehend übereinstimmt, diesen Messwert nicht an eine externe Auswerteeinheit zu übermitteln. Hierdurch kann Energie gespart werden.

10

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung sind die voreingestellten Messzeitpunkte sich im Tages-, Wochen- oder Monatstakt zyklisch wiederholende Messzeitpunkte.

- 15 Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist die Steuerschaltung eingerichtet, einige oder sämtliche voreingestellte Messzeitpunkte um denselben Zeitraum zu verschieben, beispielsweise nachdem ein Messintervall abgeschlossen ist und bevor das folgende Messintervall startet.

- 20 Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist die Steuerschaltung eingerichtet, einige oder sämtliche voreingestellte Messzeitpunkte um jeweils unterschiedliche Zeiträume zu verschieben, ebenfalls beispielsweise nachdem ein Messintervall beendet wurde und bevor das darauffolgende Messintervall beginnt.

- 25 Optional kann das Messgerät bzw. die Steuerschaltung über ein neuronales Netz oder künstliche Intelligenz (KI) verfügen, welche beispielsweise den zweiten Messzeitpunkt anhand eines Lernmusters einstellen und/oder Messzeitpunkte anpassen können.

- 30 An dieser Stelle sei angemerkt, dass die Verschiebung der Messzeitpunkte aber auch während der Abarbeitung eines Messintervalls erfolgen kann. Beispielsweise kann die Steuerschaltung dazu eingerichtet sein, einen oder mehrere Messzeitpunkte in Antwort auf ein oder mehrere Triggerereignisse verschieben, insbesondere während der Abarbeitung eines Messintervalls.

Ein Triggerereignis könnte ein Messwert sein, welcher außerhalb eines vorbestimmten und/oder errechneten Trends liegt. Dann könnten beispielsweise zusätzliche Messungen in einem kürzeren Abstand erfolgen, um die erste Messung zu bestätigen oder eine fehlerhafte Messung (etwa einen Ausreißer) zu erkennen und auszugleichen. Andere

5 Triggereignisse, beispielsweise das Erreichen eines Schwellenwerts durch einen Messwert, sind denkbar.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist die Steuerschaltung eingerichtet, aus einer Änderung eines Messwerts zwischen einer ersten

10 Messung zu einem ersten Messzeitpunkt und einer darauffolgenden zweiten Messung zu einem zweiten Messzeitpunkt, die über oder unter einem voreingestellten Schwellwert liegt, auf einen sich zyklisch wiederholenden Vorgang zwischen dem ersten Messzeitpunkt und dem zweiten Messzeitpunkt zu schließen und daraufhin für das folgende Messintervall den ersten Messzeitpunkt zeitlich nach hinten zu verlegen und den

15 zweiten Messzeitpunkt zeitlich nach vorne zu verlegen, sodass sich der Zeitpunkt des Vorgangs genauer bestimmen lässt.

Bei einem solchen Vorgang kann es sich beispielsweise um eine Befüllung oder eine Entleerung eines Behälters handeln, um einen starken Druckanstieg oder einen starken

20 Druckabfall, um eine starke Temperaturerhöhung, etc.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung handelt es sich bei dem Messgerät um ein Füllstandmessgerät, wobei die Steuerschaltung eingerichtet ist, aus einem Anstieg eines Füllstandmesswerts zwischen einer ersten Messung zu

25 einem ersten Messzeitpunkt und einer darauffolgenden zweiten Messung zu einem zweiten Messzeitpunkt auf einen sich zyklisch wiederholenden Befüllungsvorgang zwischen dem ersten Messzeitpunkt und dem zweiten Messzeitpunkt zu schließen, und daraufhin für die Folgewoche den ersten Messzeitpunkt zeitlich nach hinten zu verlegen und den zweiten Messzeitpunkt zeitlich nach vorne zu verlegen, sodass sich der genaue

30 Zeitpunkt des Befüllungsvorgangs genauer bestimmen lässt. Entsprechendes kann auch durchgeführt werden, wenn ein Sinken des Füllstandmesswerts zwischen zwei Messungen um einen Schwellwert festgestellt wird.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist die Steuerschaltung eingerichtet, Zeitintervalle festzustellen, in denen die Messungen konstante Messergebnisse liefern, und die Anzahl der Messungen in diesen Zeitintervallen zu reduzieren. Ein Beispiel für ein solches mögliches Zeitintervall ist
5 beispielsweise das Wochenende oder zumindest der Sonntag.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist die Steuerschaltung zumindest teilweise in der Cloud angeordnet, sodass zumindest einige der zu folgenden Berechnungen aus dem Messgerät ausgelagert werden können.
10

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Offenbarung ist ein Verfahren zum Durchführen von Messungen zu voreingestellten Zeitpunkten innerhalb eines sich, insbesondere täglich, wöchentlich oder monatlich, wiederholenden Messintervalls angegeben, das die folgenden Schritte aufweist: Durchführen von Messungen zu
15 voreingestellten Messzeitpunkten innerhalb eines sich, insbesondere täglich, wöchentlich oder monatlich, wiederholenden Messintervalls; Ändern der voreingestellten Messzeitpunkte nach Durchlaufen des Messintervalls, um auch zu andernfalls messfreien Zeitpunkten Messwerte zu erfassen; und Durchführen von Messungen zu den geänderten Messzeitpunkten innerhalb des folgenden Messintervalls.

20 Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Offenbarung ist ein Programmelement angegeben, das, wenn es auf einer Steuerschaltung eines Messgeräts ausgeführt wird, das Messgerät anleitet, die oben und im Folgenden beschriebenen Schritte durchzuführen.

25 Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist ein computerlesbares Medium angegeben, auf dem ein oben beschriebenes Programmelement gespeichert ist.

30 Unter dem Begriff „Prozessautomatisierung im industriellen Umfeld“ kann ein Teilgebiet der Technik verstanden werden, welches Maßnahmen zum Betrieb von Maschinen und Anlagen ohne Mitwirkung des Menschen beinhaltet. Ein Ziel der Prozessautomatisierung ist es, das Zusammenspiel einzelner Komponenten einer Werksanlage in den Bereichen Chemie, Lebensmittel, Pharma, Erdöl, Papier, Zement, Schifffahrt oder Bergbau zu

automatisieren. Hierzu können eine Vielzahl an Sensoren eingesetzt werden, welche insbesondere an die spezifischen Anforderungen der Prozessindustrie, wie bspw. mechanische Stabilität, Unempfindlichkeit gegenüber Verschmutzung, extremen Temperaturen und extremen Drücken, angepasst sind. Messwerte dieser Sensoren werden üblicherweise an eine Leitwarte übermittelt, in welcher Prozessparameter wie Füllstand, Grenzstand, Durchfluss, Druck oder Dichte überwacht und Einstellungen für die gesamte Werksanlage manuell oder automatisiert verändert werden können.

Ein Teilgebiet der Prozessautomatisierung im industriellen Umfeld betrifft die Logistikautomation von Anlagen und die Logistikautomation von Lieferketten. Mit Hilfe von Distanz- und Winkelsensoren werden im Bereich der Logistikautomation Abläufe innerhalb oder außerhalb eines Gebäudes oder innerhalb einer einzelnen Logistikanlage automatisiert. Typische Anwendungen finden z.B. Systeme zur Logistikautomation im Bereich der Gepäck- und Frachtabfertigung an Flughäfen, im Bereich der Verkehrsüberwachung (Mautsysteme), im Handel, der Paketdistribution oder aber auch im Bereich der Gebäudesicherung (Zutrittskontrolle). Gemein ist den zuvor aufgezählten Beispielen, dass eine Präsenzerkennung in Kombination mit einer genauen Vermessung der Größe und der Lage eines Objektes von der jeweiligen Anwendungsseite gefordert wird. Hierfür können Sensoren auf Basis optischer Messverfahren mittels Laser, LED, 2D-Kameras oder 3D-Kameras, die nach dem Laufzeitprinzip (time of flight, ToF) Abstände erfassen, verwendet werden.

Ein weiteres Teilgebiet der Prozessautomatisierung im industriellen Umfeld betrifft die Fabrik-/Fertigungsautomation. Anwendungsfälle hierzu finden sich in den unterschiedlichsten Branchen wie Automobilherstellung, Nahrungsmittelherstellung, Pharmaindustrie oder allgemein im Bereich der Verpackung. Ziel der Fabrikautomation ist, die Herstellung von Gütern durch Maschinen, Fertigungslinien und/oder Roboter zu automatisieren, d. h. ohne Mitwirkung des Menschen ablaufen zu lassen. Die hierbei verwendeten Sensoren und spezifischen Anforderungen im Hinblick auf die Messgenauigkeit bei der Erfassung der Lage und Größe eines Objektes sind mit denen der im vorigen Beispiel der Logistikautomation vergleichbar.

Die in den Ansprüchen verwendeten Begriffe sollten so ausgelegt werden, dass sie die weitestmögliche vernünftige Interpretation in Übereinstimmung mit der vorstehenden

Beschreibung erhalten. Zum Beispiel sollte die Verwendung des Artikels "ein" oder "der" bei der Einführung eines Elements nicht so ausgelegt werden, dass sie eine Vielzahl von Elementen ausschließt. Ebenso sollte die Erwähnung von "oder" so ausgelegt werden, dass sie eine Vielzahl von Elementen einschließt, so dass die Erwähnung von "A oder B" nicht "A und B" ausschließt, es sei denn, aus dem Kontext oder der vorangehenden Beschreibung geht klar hervor, dass nur eines von A und B gemeint ist. Ferner ist die Formulierung "mindestens eines von A, B und C" als eines oder mehrere Elemente aus einer Gruppe von Elementen zu verstehen, die aus A, B und C besteht, und nicht so auszulegen, dass mindestens eines von jedem der aufgeführten Elemente A, B und C erforderlich ist, unabhängig davon, ob A, B und C als Kategorien oder auf andere Weise miteinander verbunden sind. Darüber hinaus sollte die Erwähnung von "A, B und/oder C" oder "mindestens eines von A, B oder C" so ausgelegt werden, dass sie jede einzelne Einheit der aufgeführten Elemente, z. B. A, jede Teilmenge der aufgeführten Elemente, z. B. A und B, oder die gesamte Liste der Elemente A, B und C umfasst.

15

Im Folgenden werden mit Verweis auf die Figuren weitere Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung beschrieben. Die Darstellungen in den Figuren sind schematisch und nicht maßstäblich. Werden in der folgenden Figurenbeschreibung die gleichen Bezugszeichen verwendet, so bezeichnen diese gleiche oder ähnliche Elemente.

20

Kurze Beschreibung der Figuren

Fig. 1 zeigt ein Messsystem mit einem Messgerät gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

25

Fig. 2 zeigt die zeitliche Einteilung von Messungen in vier aufeinanderfolgenden Messintervallen, die jeweils eine Woche andauern.

Fig. 3 zeigt die Messintervalle der Fig. 2 mit zeitversetzten Messungen.

30

Fig. 4 zeigt die Messintervalle der Fig. 2 mit einer chaotischen zeitlichen Verteilung der Messungen.

Fig. 5 zeigt die Messintervalle der Fig. 2 mit einer chaotischen zeitlichen Verteilung der Messungen mit Anpassung der Messzeitpunkte durch eine Steuerschaltung.

Fig. 6 zeigt die Messintervalle der Fig. 5, wobei Messungen von ereignislosen Zeiten
5 (Wochenende) zur Verbesserung der Energieerfassung genutzt werden.

Fig. 7 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

10 Detaillierte Beschreibung von Ausführungsformen

Fig. 1 zeigt ein Messsystem mit einem Messgerät 100 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Das Messgerät 100 ist zur Prozessautomatisierung im industriellen oder privaten Umfeld eingerichtet und dient beispielsweise zur
15 Füllstandmessung. Hierfür weist es eine Steuerschaltung 101 auf, welche auch die zur Messung verwendeten Radarsignale erzeugt. Die Steuerschaltung 101 ist an die Antenne 102 angeschlossen, die die Radarsignale in Richtung Füllgutoberfläche abstrahlt und die von dort reflektierten Radarsignale empfängt. Um die erfassten Messwerte und/oder andere Daten an eine externe Einheit übermitteln zu können, ist eine Antenne 103
20 vorgesehen. Zusätzlich oder alternativ kann auch eine drahtgebundene Datenschnittstelle vorgesehen sein, durch die das Messgerät auch mit Energie versorgt werden kann. Die Steuerschaltung 101 kann zumindest teilweise in die Cloud 104 ausgelagert sein, die Trendberechnungen und Messzeitpunktbestimmungen vornehmen kann.

25 Das Messgerät 100 – an dieser Stelle sei angemerkt, dass es sich hierbei auch um ein anderes Messgerät als ein Füllstandmessgerät handeln kann, beispielsweise ein Druckmessgerät, ein Durchflussmessgerät, einen Grenzstandsensoren oder ein Temperaturmessgerät – ist in der Lage, eine „statistikoptimierte“ Anpassung der Messzeitpunkte eines Messintervalls vorzunehmen.

30

Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung dienen der Optimierung von Trends/Prognosen, welche auf Basis von Sensormesswerten die in der Zukunft erwartete Entwicklung von Füllständen oder auch Drücken abschätzen können. Diese Prognosen

sind vor allem für automatisierte oder zeitlich kritische Nachschub- oder Entleerungsplanungen wichtig.

Es kann als ein Kernaspekt der vorliegenden Offenbarung angesehen werden, dass trotz
5 starker Reduzierung der Frequenz von Messungen (aus Energiespargründen, insbesondere in Bezug auf autarke bzw. batteriebetriebene Messtechnik) möglichst zuverlässige Trends/Prognosen zu ermitteln. Diese Optimierung wird durch eine möglichst effiziente zeitliche Verteilung der zur Verfügung stehenden Messungen erreicht.

10 Aufgrund unterschiedlicher Ausführungsoptionen können feste zeitliche Ereignisse zuverlässig erkannt und in der Trendermittlung berücksichtigt werden. Solche Ereignisse können jegliche zeitlich gesteuerten Prozesse oder fest geplante Lieferungen oder Entnahmen sein. Solche Ereignisse könnten auch von einem Drittsystem (z.B. Lieferplanungssystem) an den Sensor, das Messgerät 100 bzw. die Steuerschaltung 101
15 übertragen werden, um Messzeitpunkte sinnvoll zu planen, etwa um die geplante Lieferung zu bestätigen.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Messungen nicht wie üblich alle x Stunden durchgeführt werden, sondern zeitlich so versetzt, dass über Tage und Wochen hinweg
20 ein möglichst durchgängiges Messprofil entsteht, durch welches regelmäßige Vorgänge (Ereignisse) zwischen zwei Messpunkten erkannt und über eine Anpassung des Messzeitpunktes im nächsten Zyklus näher eingegrenzt werden können.

Alle oben genannten Verfahren ermöglichen eine bessere zeitliche Abdeckung von
25 Messungen, um so zyklische Ereignisse möglichst gut zu erkennen und hierdurch eine bessere Berechnungsgrundlage für zukünftige Prognosen zu schaffen.

Durch Anpassung der Zeitpunkte, zu denen ein Messwert erfasst wird, soll eine möglichst gute Abdeckung aller Tageszeiten bzw. Betriebszeiten des Messgeräts erreicht werden,
30 um hierdurch zyklische Ereignisse, wie Befüllungen oder Entleerungen zu erfassen und dadurch möglichst effizient aussagekräftige Trends/Prognosen zu errechnen.

Fig. 2 zeigt vier aufeinanderfolgende Messintervalle, die sich jeweils über eine Woche von Montag bis Sonntag erstrecken. Die nebeneinander angeordneten Punkte in den

einzelnen Tagen stellen die Messzeiten in vier aufeinanderfolgenden Wochen dar. Die jeweils ersten Punkte in den beiden Zeilen symbolisieren die Messzeitpunkte in Woche 1, die zweiten Punkte die Messzeitpunkte in Woche 2, die dritten Punkte die Messzeitpunkte in Woche 3 und die letzten Punkte die Messzeitpunkte in Woche 4. Die Messzeitpunkte
5 liegen jeweils um 12 Uhr an jedem Wochentag und um 16 Uhr.

Fig. 2 zeigt ein Beispiel für konventionelle, zyklische Erfassung von Messwerten. Üblicherweise werden die Messgeräte so eingestellt, dass Messwerte zu festen Zeiten oder festen Intervallen ermittelt werden. Bei Messzeiten in einem Abstand von jeweils vier
10 Stunden ergibt sich das in Fig. 2 gezeigte Messprofil.

Angenommen, es findet eine Befüllung des gemessenen Behälters mit plus 1.000 Liter jeden Mittwoch um 14 Uhr statt, so kann durch das eingestellte Messprofil (die eingestellten Messzeiten) nur ein linearer Trend zwischen 12 und 16 Uhr angenommen
15 werden, da der genaue Zeitpunkt der Befüllung und ihre Dauer nicht festgestellt werden kann. So könnte die Befüllung vier Stunden in Anspruch nehmen oder auch nur wenige Minuten.

Genauere Erkenntnisse über die Befüllung ermöglicht das in Fig. 3 gezeigte Zeitschema der Messungen. Hierbei handelt es sich um zeitversetzte Messungen, die beispielsweise
20 über acht Wochen erfolgen. Werden die Messungen, wie in Fig. 3 dargestellt, jede Woche einige Minuten später durchgeführt, so ergibt sich über mehrere Wochen hinweg ein zeitlich versetztes Messprofil, welches es ermöglicht, die Befüllung, die unter Bezugnahme auf Fig. 2 beschrieben wurde, deutlich besser zeitlich einzugrenzen.
25 Hierdurch lässt sich eine deutlich exaktere Prognose ableiten, ohne die Messfrequenz und den dadurch verbundenen Energieverbrauch zu erhöhen.

Fig. 4 zeigt ein weiteres Beispiel, diesmal mit einer chaotischen zeitlichen Verteilung der Messungen. Ähnlich wie bei einer festen zeitlichen Verschiebung der Messzeitpunkte,
30 kann auch eine chaotische zeitliche Verteilung der Messzeitpunkte dazu führen, dass zyklische Ereignisse schneller und zuverlässiger erkannt werden können als bei einer konventionellen Verteilung wie in Fig. 2 gezeigt.

Fig. 5 zeigt ein weiteres Beispiel für die Verteilung der Messzeiten über mehrere Messintervalle hinweg. Hierbei handelt es sich um die chaotische zeitliche Verteilung der Messungen, die bereits in Fig. 4 beschrieben wurde, in Kombination mit einer Anpassung der Messzeitpunkte durch die Steuerschaltung. Der grundsätzliche Ansatz ist ähnlich wie
5 der chaotische Ansatz der Fig. 4, wird jedoch durch die Steuer-/Rechenschaltung unterstützt, um bei Erkennen von Zustandsänderungen eine logische Anpassung der Messzeitpunkte vornehmen zu können. Hierdurch kann der Ereigniszeitpunkt (einer Befüllung oder Entleerung, oder eines anderen Vorgangs) deutlich effizienter und exakter ermittelt werden. Der blaue Balken in Fig. 5 skizziert das Ereignis der Befüllung (Mittwoch,
10 14 Uhr), welches nach der ersten Erkennung in Woche 1 (die jeweils linken Punkte an jedem Tag) durch Anpassung der Messzeitpunkte in den Folgewochen immer weiter zeitlich eingeschränkt werden kann.

Die Steuer-/Rechenschaltung kann sich direkt im oder am Messgerät befinden. Alternativ
15 kann diese auch dezentral über ein drahtloses oder drahtgebundenes Netzwerk angebunden sein. Alternativ kann sich die Steuer-/Rechenschaltung auch in der Cloud befinden. Je nach Ausführungsform kann diese Steuer-/Rechenschaltung auch die Berechnung für mehrere Sensoren übernehmen und ggf. die Messwerte mehrerer Sensoren kombinieren.

20 Um die Messzeitpunkte möglichst effizient wählen zu können, stellt der Anwender lediglich die Anzahl gewünschter Messwerte (z. B. vier Messungen pro Tag) ein. Die Ermittlung geeigneter Zeitpunkte übernimmt dann die Steuer-/Rechenschaltung selbstständig.

25 Eine weitere Ausführungsform kann durch Erkennen von Zeiten ohne Zustandsänderungen (beispielsweise Wochenenden) durch die Steuer-/Rechenschaltung die Messungen an diesen Tagen reduzieren oder komplett einstellen. Die hierdurch gewonnene Energie kann entweder genutzt werden, um die Batterielaufzeit
30 zu verlängern oder um die Messfrequenz zu bestimmten Ereigniszeitpunkten zu erhöhen, um eine höhere Messgenauigkeit zu erreichen. Dies ist in Fig. 6 dargestellt, in der man erkennt, dass an den Tagen Samstag und Sonntag nicht gemessen wird und stattdessen die Messdichte um das Befüllereignis am Mittwoch, 14 Uhr, deutlich erhöht ist.

Man kann also sagen, dass die Anzahl der Messungen in ereignislosen Zeiten reduziert wird und die dadurch eingesparten Messungen zu anderen Zeiten durchgeführt werden, sodass der Energieverbrauch im Messgerät konstant bleibt.

- 5 Fig. 7 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. In Schritt 701 erfolgt die Durchführung von Messungen zu voreingestellten Messzeitpunkten innerhalb eines sich, insbesondere täglich, wöchentlich oder monatlich, wiederholenden Messintervalls. In Schritt 702 werden die voreingestellten Messzeitpunkte nach Durchlaufen des Messintervalls geändert, um auch zu andernfalls
- 10 messfreien Zeitpunkten Messwerte zu erfassen. In Schritt 703 wird dann das nächstfolgende Messintervall durchlaufen, währenddessen die Messungen zu den geänderten Messzeitpunkten erfolgen. In Schritt 704 werden die voreingestellten Messzeitpunkte nach Durchlaufen des zweiten Messintervalls wieder verändert und in Schritt 705 wird nun das dritte Messintervall durchlaufen, in welchem zu den nun
- 15 wiederholt geänderten Messzeitpunkten gemessen wird.

Patentansprüche

1. Messgerät (100), eingerichtet zur Prozessautomatisierung im industriellen oder privaten Umfeld, und zur Durchführung von Messungen zu voreingestellten
5 Messzeitpunkten innerhalb eines sich wiederholenden Messintervalls, insbesondere eines sich täglich, wöchentlich oder monatlich wiederholenden Messintervalls, aufweisend:
eine Steuerschaltung (101), eingerichtet zur wiederholten Änderung der voreingestellten Messzeitpunkte, um auch zu andernfalls messfreien Zeitpunkten
10 Messwerte zu erfassen.
2. Messgerät (100) nach Anspruch 1,
wobei die voreingestellten Messzeitpunkte sich
im Tages-, Wochen- oder Monatstakt zyklisch wiederholende Messzeitpunkte sind.
15
3. Messgerät (100) nach Anspruch 1 oder 2,
wobei die Steuerschaltung (101) eingerichtet ist, einige oder sämtliche voreingestellte Messzeitpunkte um denselben Zeitraum zu verschieben.
- 20 4. Messgerät (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Steuerschaltung (101) eingerichtet ist, einige oder sämtliche voreingestellte Messzeitpunkte um jeweils unterschiedliche Zeiträume zu verschieben.
5. Messgerät (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
25 wobei die Steuerschaltung (101) eingerichtet ist, aus eine Änderung eines Messwerts zwischen einer ersten Messung zu einem ersten Messzeitpunkt und einer darauffolgenden zweiten Messung zu einem zweiten Messzeitpunkt, die über oder unter einem voreingestellten Schwellwert liegt, auf einen sich zyklisch wiederholenden Vorgang zwischen dem ersten Messzeitpunkt und dem zweiten Messzeitpunkt zu
30 schließen, und daraufhin für das folgende Messintervall den ersten Messzeitpunkt zeitlich nach hinten zu verlegen und den zweiten Messzeitpunkt zeitlich nach vorne zu verlegen, so dass sich der Zeitpunkt des Vorgangs genauer bestimmen lässt.
6. Messgerät (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei das Messgerät ein Füllstandmessgerät ist;

wobei die Steuerschaltung (101) eingerichtet ist, aus einem Anstieg eines Füllstandmesswerts zwischen einer ersten Messung zu einem ersten Messzeitpunkt und einer darauffolgenden zweiten Messung zu einem zweiten Messzeitpunkt auf einen sich
5 zyklisch wiederholenden Befüllungsvorgang zwischen dem ersten Messzeitpunkt und dem zweiten Messzeitpunkt zu schließen, und daraufhin für die Folgewoche den ersten Messzeitpunkt zeitlich nach hinten zu verlegen und den zweiten Messzeitpunkt zeitlich nach vorne zu verlegen, so dass sich der Zeitpunkt des Befüllungsvorgangs genauer bestimmen lässt.

10

7. Messgerät (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei die Steuerschaltung (101) eingerichtet ist, Zeitintervalle festzustellen, in denen die Messungen konstante Messergebnisse liefern; und

wobei die Steuerschaltung (101) eingerichtet ist, die Anzahl der Messungen in
15 diesen Zeitintervallen zu reduzieren.

8. Messgerät (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei die Steuerschaltung (101) zumindest teilweise in der Cloud (104) angeordnet ist.

20

9. Verfahren zum Durchführen von Messungen zu voreingestellten, sich Messzeitpunkten innerhalb eines sich, insbesondere täglich, wöchentlich oder monatlich, wiederholenden Messintervalls, aufweisend die Schritte:

Durchführen von Messungen zu voreingestellten Messzeitpunkten innerhalb
25 eines sich, insbesondere täglich, wöchentlich oder monatlich, wiederholenden Messintervalls;

Ändern der voreingestellten Messzeitpunkte nach Durchlaufen des Messintervalls, um auch zu andernfalls messfreien Zeitpunkten Messwerte zu erfassen;

Durchführen von Messungen zu den geänderten Messzeitpunkten innerhalb des
30 folgenden Messintervalls.

10. Programmelement, dass, wenn es auf einer Steuerschaltung (101) eines Messgeräts (100) ausgeführt wird, das Messgerät anleitet, die folgenden Schritte durchzuführen:

- 15 -

Durchführen von Messungen zu voreingestellten Messzeitpunkten innerhalb eines sich, insbesondere täglich, wöchentlich oder monatlich, wiederholenden Messintervalls;

- Ändern der voreingestellten Messzeitpunkte nach Durchlaufen des
- 5 Messintervalls, um auch zu anderenfalls messfreien Zeitpunkten Messwerte zu erfassen;
- Durchführen von Messungen zu den geänderten Messzeitpunkten innerhalb des folgenden Messintervalls.

11. Computerlesbares Medium, auf dem ein Programmelement nach Anspruch 10
- 10 gespeichert ist.

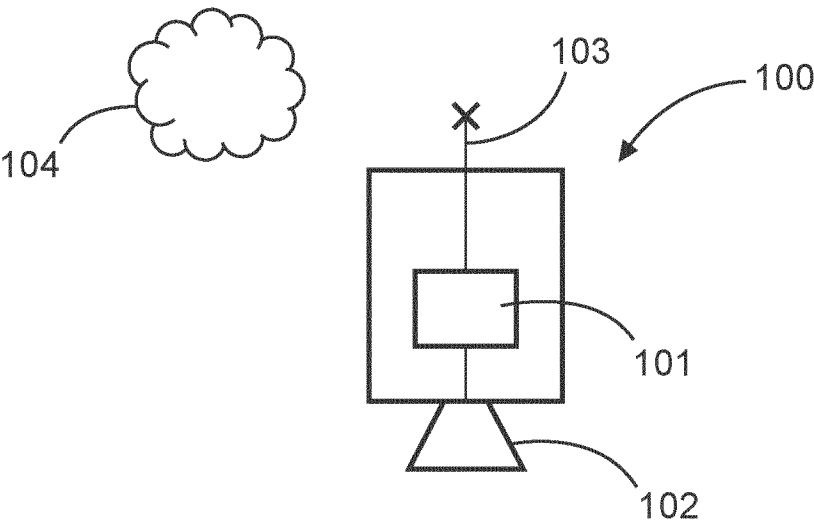


Fig. 1

Zeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
12.00	○●◇▲	○●◇▲	○●◇▲	○●◇▲	○●◇▲	○●◇▲	○●◇▲
13.00							
14.00							
15.00							
16.00	○●◇▲	○●◇▲	○●◇▲	○●◇▲	○●◇▲	○●◇▲	○●◇▲
17.00							
18.00							
19.00							

Fig. 2

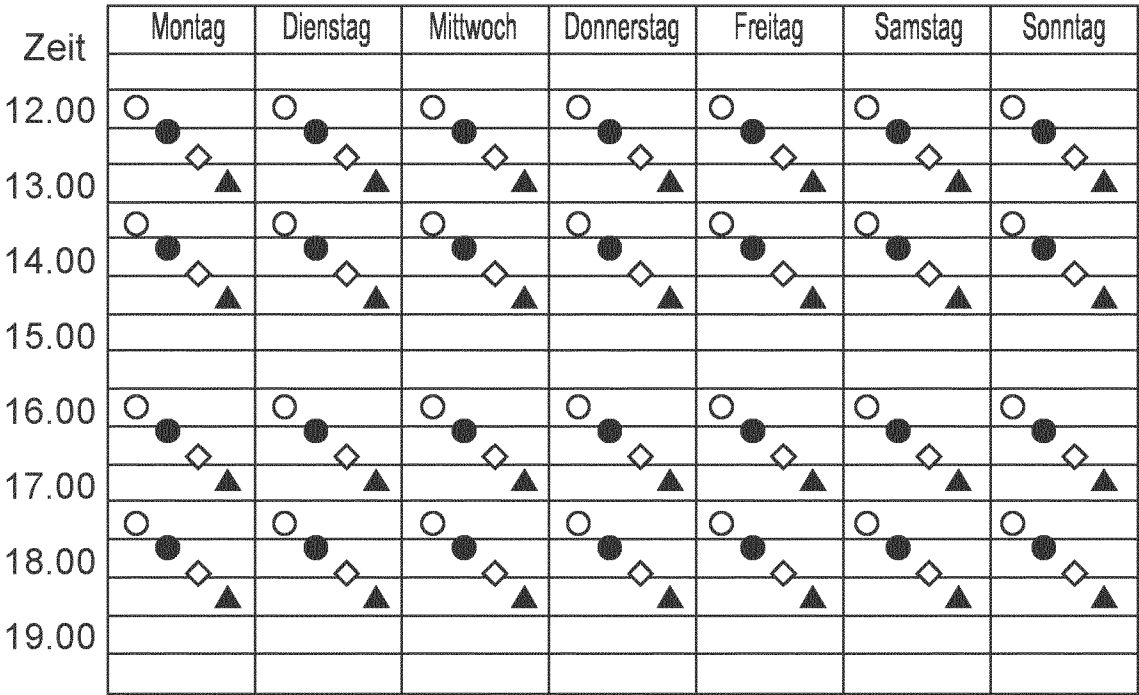


Fig. 3

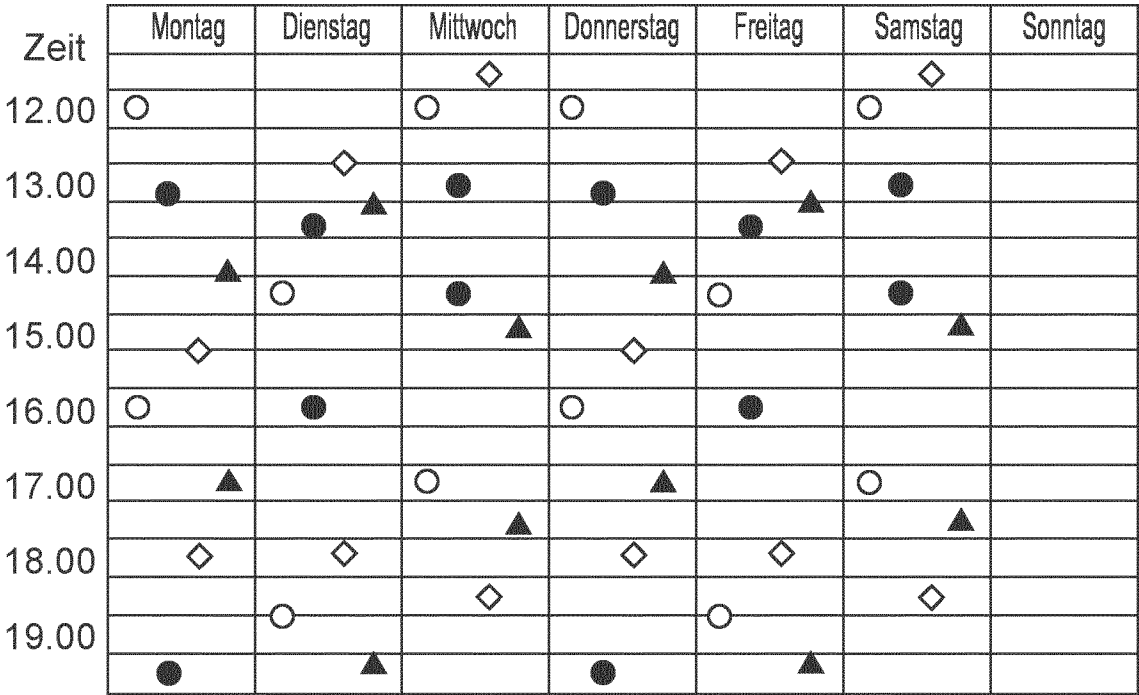


Fig. 4

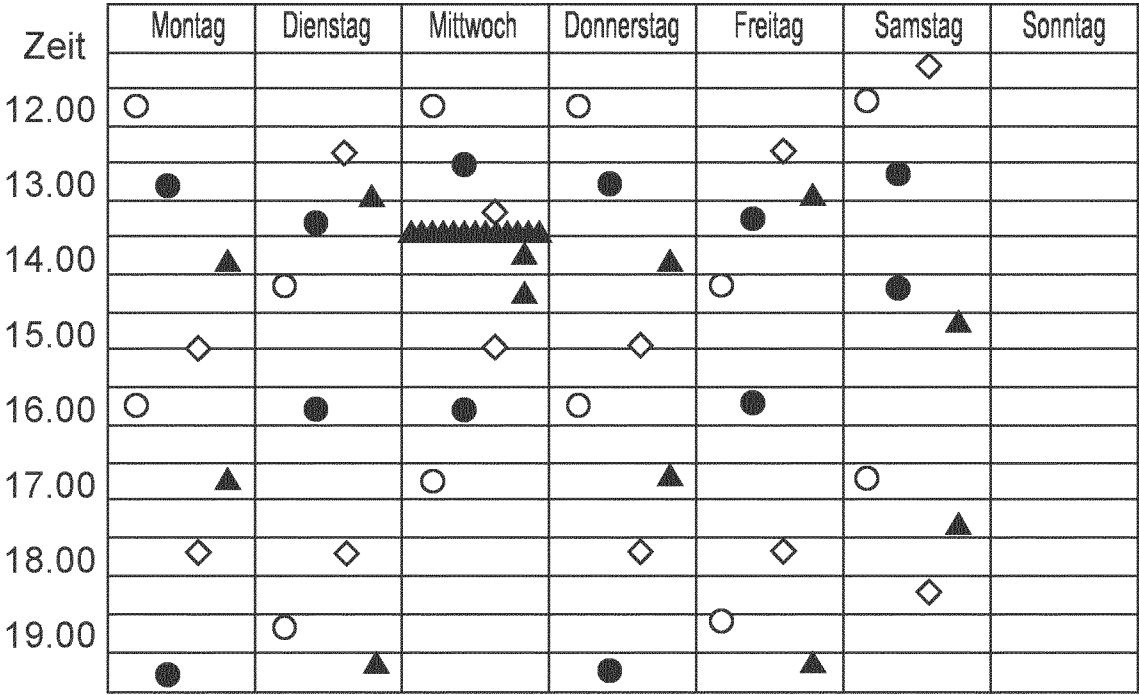


Fig. 5

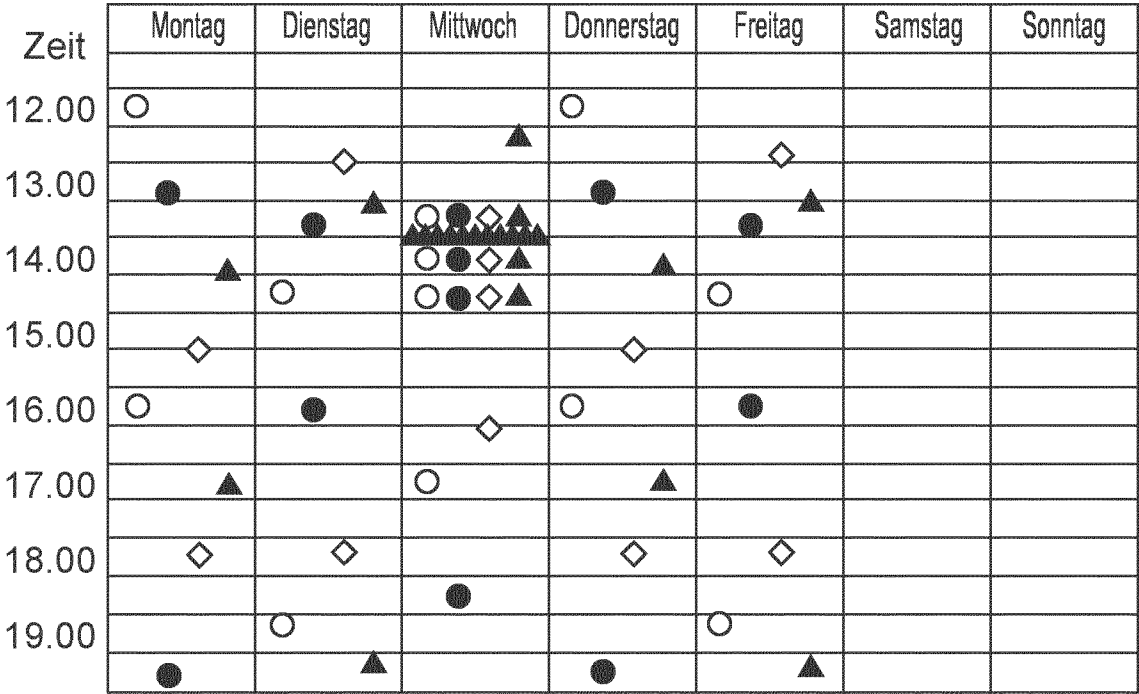


Fig. 6

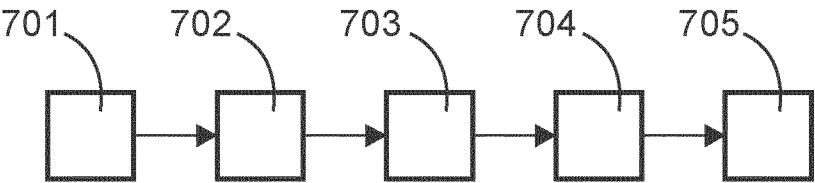


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/064249

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01D 21/00**(2006.01)i; **G01F 23/00**(2022.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102019219889 B3 (GRIESHABER VEGA KG [DE]) 25 March 2021 (2021-03-25) abstract; description, paragraphs [0001]-[0014], [0033]-[0049]; figures 1-2	1-11
X	DE 102019205516 B3 (GRIESHABER VEGA KG [DE]) 06 August 2020 (2020-08-06) abstract, description [0001]-[0015]	1, 9-11
X	DE 102019216171 A1 (GRIESHABER VEGA KG [DE]) 22 April 2021 (2021-04-22) abstract, description [0001]-[0023], [0033]-[0043]	1, 9-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 July 2024

Date of mailing of the international search report

30 July 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Reim, Klaus

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2024/064249

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102019219889	B3	25 March 2021	CN	114729827	A	08 July 2022
				DE	102019219889	B3	25 March 2021
				EP	4078094	A1	26 October 2022
				KR	20220115990	A	19 August 2022
				US	2023021763	A1	26 January 2023
				WO	2021121689	A1	24 June 2021
DE	102019205516	B3	06 August 2020	CN	113825986	A	21 December 2021
				DE	102019205516	B3	06 August 2020
				US	2022206034	A1	30 June 2022
				WO	2020212185	A1	22 October 2020
DE	102019216171	A1	22 April 2021	CN	112762979	A	07 May 2021
				DE	102019216171	A1	22 April 2021
				US	2021116270	A1	22 April 2021

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01D21/00 G01F23/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01D		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2019 219889 B3 (GRIESHABER VEGA KG [DE]) 25. März 2021 (2021-03-25) Zusammenfassung, Beschr. [0001] - [0014], [0033] - [0049], Figuren 1-2 -----	1 - 11
X	DE 10 2019 205516 B3 (GRIESHABER VEGA KG [DE]) 6. August 2020 (2020-08-06) Zusammenfassung, Beschr. [0001] - [0015] -----	1,9 - 11
X	DE 10 2019 216171 A1 (GRIESHABER VEGA KG [DE]) 22. April 2021 (2021-04-22) Zusammenfassung, Beschr. [0001] - [0023], [0033] - [0043] -----	1,9 - 11
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "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) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "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 "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "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 "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 16. Juli 2024		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 30/07/2024
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Reim, Klaus

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/064249

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102019219889 B3	25-03-2021	CN 114729827 A	08-07-2022
		DE 102019219889 B3	25-03-2021
		EP 4078094 A1	26-10-2022
		KR 20220115990 A	19-08-2022
		US 2023021763 A1	26-01-2023
		WO 2021121689 A1	24-06-2021

DE 102019205516 B3	06-08-2020	CN 113825986 A	21-12-2021
		DE 102019205516 B3	06-08-2020
		US 2022206034 A1	30-06-2022
		WO 2020212185 A1	22-10-2020

DE 102019216171 A1	22-04-2021	CN 112762979 A	07-05-2021
		DE 102019216171 A1	22-04-2021
		US 2021116270 A1	22-04-2021
