

(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
15. Januar 2004 (15.01.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/006199 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G08B** Agnes-von-Plesse-Hof 1, 37079 Göttingen (DE). **RIEGLER, Peter** [DE/DE]; In der Russbreite 28, 37077 Göttingen (DE). **ROSSBERG, Axel** [DE/DE]; Hinterkirchstrasse 6, 79108 Freiburg (DE). **TIMMER, Jens** [DE/DE]; Konviktstrasse 10, 79098 Freiburg (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/006367
- (22) Internationales Anmeldedatum:
17. Juni 2003 (17.06.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102 30 607.9 8. Juli 2002 (08.07.2002) DE
- (74) **Anwalt: SCHMIDT, Karl, Michael**; c/o ABB Patent GmbH, PAT 6, Oberhausener Strasse 33, 40472 Ratingen (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten (national):** JP, US.
- (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ABB PATENT GMBH** [DE/DE]; Wallstadter Strasse 59, 68526 Ladenburg (DE).
- Veröffentlicht:**
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts
- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder (nur für US): BUHL, Frank** [DE/DE]; Schildweg 38, 37085 Göttingen (DE). **HERWIG, Jörg** [DE/DE]; An der Reitbahn 8, 37139 Adelebsen (DE). **PAPENBROCK, Axel** [DE/DE];
- Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

(54) **Title:** METHOD FOR MONITORING A MEASURING INSTRUMENT, IN PARTICULAR A FLOW METER AND A MEASURING DEVICE FOR CARRYING OUT SAID METHOD.

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUR ÜBERWACHUNG EINER MESSEINRICHTUNG, INSBESONDERE EINER DURCHFLOSSMESSEINRICHTUNG, SOWIE EINE MESSEINRICHTUNG SELBST

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for monitoring a measuring instrument, in particular a flow meter and a measuring device for carrying out said method. The aim of said invention is to reliably avoid errors of measurement which are produced by an assembly error. The inventive method consists in calculating a characteristic value based on a chronological series $s(t)$ of a signal measured by the measuring device by comparing said characteristic value with pre-registered reference values. A message based on said comparison which estimates the validity of the assembly of the measuring instrument is automatically generated.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung einer Messeinrichtung, insbesondere Durchflussmesseinrichtung, sowie eine Messeinrichtung selbst. Um hierbei Messfehler durch Falscheinbau zuverlässig zu vermeiden ist erfindungsgemäss vorgeschlagen, dass aus einer Zeitreihe $s(t)$ des Messsignales einer Messeinrichtung eine Kenngrösse errechnet wird, die mit zuvor aufgenommenen Referenzwerten verglichen, und davon ausgehend eine Meldung automatisch generiert wird, ob ein ordnungsgemässer oder ein fehlerhafter Einbau der Messeinrichtung vorliegt.

WO 2004/006199 A2

5

10

Verfahren zur Überwachung einer Messeinrichtung, insbesondere einer Durchflussmesseinrichtung, sowie eine Messeinrichtung selbst.

15

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung einer Messeinrichtung, insbesondere einer Durchflussmesseinrichtung, sowie eine Messeinrichtung selbst, gemäß Oberbegriff der Patentansprüche 1 und 8.

20

Messeinrichtungsüberwachungen sind vielfach bekannt. Dies gilt insbesondere für Messgeräte, die an ein Bussystem angeschlossen sind, über welches Messdaten in einer Richtung und Steuerungsdaten in anderer Richtung transportiert werden.

25

Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf Durchflussmesseinrichtungen, wobei eine solche Steuerungsweise auch auf andere Messeinrichtungen angewendet werden kann, sofern diese Messeinrichtungen Messdaten aus einer Analyse oder einem Prozess ermittelt.

30

Bei den Durchflussmesseinrichtungen unterscheidet man zwischen verschiedenen Messeffekten oder -prinzipien. So gibt es Messeinrichtungen die den Durchfluss eines Fluides kapazitiv, magnetisch oder durch Verwirbelungen an einem Strömungskörper ermitteln. Einrichtungen die die letztgenannte Messmethode verwenden sind sogenannte Vortex-Durchflussmesseinrichtungen.

35

Diese Messgeräte bestimmen die Flussgeschwindigkeit in einer Rohrleitung in bekannter Weise basierend auf dem Prinzip der Karmanschen Wirbelstraße: Ein Strömungshindernis im Rohrleitungssegment des Messgerätes erzeugt stromabwärts periodische Wirbel, deren Frequenz ein Maß für die Flussgeschwindigkeit ist. Durch

geeignetes Abgreifen der periodischen Wirbel (z.B. durch ein Paddel oder einen Ultraschallsensor) wird das Wirbelsignal in ein elektrisches Signal gewandelt, dessen Frequenz als Maß der Flussgeschwindigkeit bestimmt wird.

5 Aufgrund ihrer Wirkungsweise hängt die Zuverlässigkeit solcher Vortex-Durchflussmesseinrichtungen stark vom physikalischen Zustands des Fluids ab. Zum Beispiel haben

- verkanteter Einbau des Messgerätes,
- Krümmungen in der Rohrleitung,
- 10 • pulsierender Fluidstrom,
- Vibration der Rohrleitungen und
- Turbulenzen vor dem Strömungshindernis

Einfluss auf die Messgenauigkeit und Zuverlässigkeit dieser Messgeräte. Zwar werden Einbauvorschriften vorgegeben, die den funktionsgerechten Einsatz von Vortex-
15 Durchflussmesseinrichtungen sicherstellen sollen. Allerdings ist selbst bei Erfüllen der Einbauvorschriften nicht garantiert, dass die Zuverlässigkeit nicht von solchen Effekten beeinflusst wird. Weiterhin ist es auch für erfahrene Fachleute zum Teil schwer, das Vorliegen von störenden Effekten zu erkennen. Beispielsweise führen schon relativ geringe Verkantungen beim Einbau zu zusätzlicher Wirbelbildung im Fluid, die sich mit
20 dem eigentlichen, gewünschten, Messsignal überlagern und die Messgenauigkeit beeinflussen.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine Messeinrichtung selbst aufzuzeigen, mit dem solche Messfehler durch Falscheinbau
25 zuverlässig vermieden werden.

Die gestellte Aufgabe ist hinsichtlich eines Verfahrens der gattungsgemäßen Art durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

30 Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüche 2 bis 7 angegeben.

Im Hinblick auf eine Messeinrichtung der gattungsgemäßen Art ist die gestellte Aufgabe erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des
35 Patentanspruches 8 gelöst.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen hierzu sind in den übrigen abhängigen Ansprüchen angegeben.

5 Kern der verfahrensgemäßen Erfindung ist, dass aus einer Zeitreihe $s(t)$ des Messignales einer Messeinrichtung eine Kenngröße errechnet wird, die mit zuvor aufgenommenen Referenzwerten verglichen, und davon ausgehend eine Meldung automatisch generiert wird, ob ein ordnungsgemäßer oder ein fehlerhafter Einbau der Messeinrichtung vorliegt.

10 Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist, dass die Referenzwerte zuvor auf die jeweilige Messeinrichtung bezogen aufgenommen und entsprechend einrichtungsbezogen zugeordnet werden. So können auch bei einer betriebenen Mehrzahl solcher Messeinrichtungen die zu der jeweiligen Messeinrichtung dazugehörigen Referenzwerten sicher zugeordnet werden.

15 In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist angegeben, dass der durch Vergleich ermittelte Einbauzustand als Meldung automatisch erstellt und an der Messeinrichtung angezeigt wird. Auf diese Weise wird dem Bediener automatisch eine Meldung über den ordnungsgemäßen, oder wenn vorkommend auch über den fehlerhaften Einbau angezeigt.

20 In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ist angegeben, dass der durch Vergleich ermittelte Einbauzustand als Meldung automatisch erstellt und mittels Informationsübertragung an ein übergeordnetes System gesendet und dort angezeigt wird. Somit können die Einbaufehler, falls vorkommend an einer Leitstelle angezeigt werden. Diese werden dann so angezeigt, dass das betroffene Gerät lokalisiert, und der Einbaufehler behoben werden kann.

30 In vorteilhafter Ausgestaltung ist weiterhin angegeben, dass eine oder mehrere, auf diese Weise arbeitende Messeinrichtungen über ein Bussystem mit dem übergeordneten System informationstechnisch verbunden sind. Hierüber findet eine geeignete informationstechnische Verbindung aller verbundenen Messeinrichtungen und -geräte statt.

In vorteilhafter Ausgestaltung ist ferner angegeben, dass die Meldung als Volltextmeldung automatisch generiert wird. Somit wird eine sichere und verständliche
5 Meldung an ggfs ungeübtes Personal übermittelt und von denjeneigen verstanden.

In letzter vorteilhafter Ausgestaltung ist angegeben, dass mit der Meldung automatisch eine entsprechende zusätzliche Volltextmeldung mit Fehlerbehebungsanweisungen generiert wird. Auf diese Weise ist die Wartung bzw die Behebung des Einbaufehlers
10 besonders einfach.

Im Hinblick auf eine Messeinrichtung selbst besteht der Kern der Erfindung darin, dass aus einer Zeitreihe $s(t)$ des Messignales der Messeinrichtung in einer Berechnungseinheit eine Kenngröße in einem Mikroprozessor errechenbar ist, die mit
15 zuvor aufgenommenen und in einem Datenspeicher abgespeicherten Referenzwerten vergleichbar ist, und davon ausgehend eine Meldung automatisch generierbar ist, ob ein ordnungsgemäßer oder ein fehlerhafter Einbau der Messeinrichtung vorliegt. So wird zuverlässig und vor allem völlig automatisch auf das etwaige Vorliegen von Einbaufehlern direkt hingewiesen, so dass fehleinbaubedingte Messfehler zuverlässig
20 vermieden werden können.

In vorteilhafter Ausgestaltung ist angegeben, dass die Messeinrichtung einen Komparator aufweist, der die Zeitreihe $s(t)$ des Messignales mit den Daten aus dem Datenspreicher vergleicht. Damit sind gerätetechnisch alle Voraussetzungen für die
25 Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens gegeben.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ist angegeben, dass die Messeinrichtung eine Anzeige enthält auf der besagte Meldungen angezeigbar sind.

30 Alternativ hierzu ist ausgestaltet, dass die Anzeige eine von der eigentlichen Messeinrichtung entfernt angeordnete Anzeige ist.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ist angegeben, dass die Einzelelemente der Messeinrichtung kompakt in einem Gerät untergebracht sind.

Alternativ dazu kann aber in einer vorteilhaften Ausgestaltung auch angegeben sein,
5 dass die Einzelelemente der Messeinrichtung zumindest teilweise räumlich vereinzelt, aber über ein Informationssystem miteinander verbunden sind.

Im Hinblick auf das Softwareprogrammprodukt, bei welchem die funktionalen Merkmale nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7 durch ein Softwareprogramm
10 realisiert sind, und das Softwareprogramm in die Messeinrichtung implementierbar ist, ergibt sich, dass die erfindungsgemäße Funktion auch nachträglich in ein bestehendes System oder eine bestehende Messeinrichtung implementiert werden kann.

Die Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und nachfolgend näher beschrieben.
15

Die Vorrichtung ist in vorteilhafter Weise als Mikroprozessor mit Speichereinheit (u.a. zum Zwischenspeichern von Kenngrößen) realisiert. Zur Verarbeitung wird die Zeitreihe $s(t)$ digitalisiert, wenn dies nicht ohnehin vom Messumformer bewerkstelligt wurde. Die Referenzwerte (4) sind in vorteilhafter Ausführung in einer Datenbank
20 abgelegt.

Als Kenngröße (2) eignet sich beispielsweise die Diffusionskonstante D des Phasenwinkels φ des Signals s . Zu Berechnung von D wird

- $s(t)$ in das komplexwertige Signal $z(t)$ überführt,
- 25 • z gemäß $z=|z| \exp(i \varphi)$ in Amplitude und Phase zerlegt
- und D gemäß $D(\tau) = 1/\tau \langle [\Delta\varphi(t_0+\tau) - \Delta\varphi(t_0)]^2 \rangle$

bestimmt. Dabei ist t_0 der Anfangszeitpunkt des Messsignals, τ eine Zeitverzögerung, $\omega = \langle d\varphi/dt \rangle$, $\Delta\varphi = \varphi - \omega t$ die Fluktuation der Phase. Das Symbol $\langle \dots \rangle$ bezeichnet eine
30 Mittelung über t_0 , wozu eine geeignete Zahl von Zeitreihen der Länge T herangezogen wird, bzw. eine Zeitreihe in eine geeignete Zahl von aufeinanderfolgenden Teilreihen der Länge T zerlegt wird. Die Intervalllänge T und die Verzögerung τ werden geeignet gewählt. Von Vorteil ist dabei ein Verhältnis $\tau/T < 1/2$.

Wird $D(\tau)$ als Kenngröße gewählt, dann sind als Referenzwerte (4) typische Werte von
35 $D(\tau)$ (eventuell zusammen mit einem Schwankungsmaß) unter nachteiligen

Einbaubedingungen abgelegt. Die Referenzwerte wurden nach dem beschriebenen Verfahren unter konkreten nachteiligen Einbaubedingungen (z.B. vom Hersteller) experimentell ermittelt und sind in einem nichtvolatilen Speicher abgelegt. Sie dienen als „fingerprints“: Ist beispielsweise eine während des Betriebs ermittelte Kenngröße $D(\tau)$ vergleichbar mit der unter verkantetem Einbau erzeugten, so wird dies vom Komparator (3) erkannt und entsprechend eine Fehlermeldung der Art „verkanteter Einbau“ ausgegeben. Ist dagegen die Kenngröße $D(\tau)$ vergleichbar mit der unter „fehlerfreier Einbau“ abgelegten Kenngröße vergleichbar, wird keine Fehlermeldung erzeugt bzw. die Statusmeldung „fehlerfreier Einbau“ ausgegeben.

10

Der Komparator berechnet die Ähnlichkeit der aktuellen Kenngröße mit den Referenzwerten durch eine geeignete Metrik. Hierzu eignen sich mittlerer quadratische Abstand, Differenz oder ähnliche Größen.

15

Die Ausgabe der Fehlermeldung kann über ein Display am Transmitter ausgegeben werden oder zu weiteren Verarbeitung an eine nachgeordnetes System (z.B. Leitsystem oder handheld device) übermittelt werden (z.B. via Feldbus oder drahtlos).

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Überwachung einer Messeinrichtung, insbesondere einer Durchflussmesseinrichtung,
5 **dadurch gekennzeichnet,**
dass aus einer Zeitreihe $s(t)$ des Messignales einer Messeinrichtung eine Kenngröße errechnet wird, die mit zuvor aufgenommenen Referenzwerten verglichen, und davon ausgehend eine Meldung automatisch generiert wird, ob ein ordnungsgemäßer oder ein fehlerhafter Einbau der Messeinrichtung
10 vorliegt.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Referenzwerte zuvor auf die jeweilige Messeinrichtung bezogen
15 aufgenommen und entsprechend einrichtungsbezogen zugeordnet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der durch Vergleich ermittelte Einbauzustand als Meldung automatisch
20 erstellt und an der Messeinrichtung angezeigt angezeigt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der durch Vergleich ermittelte Einbauzustand als Meldung automatisch
25 erstellt und mittels Informationsübertragung an ein übergeordnetes System gesendet und dort angezeigt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
30 dass eine oder mehrere, auf diese Weise arbeitende Messeinrichtungen über ein Bussystem mit dem übergeordneten System informationstechnisch verbunden sind.

6. Verfahren nach einem dem vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Meldung als Volltextmeldung automatisch generiert wird.
- 5 7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass mit der Meldung automatisch eine entsprechende zusätzliche
Volltextmeldung mit Fehlerbehebungsanweisungen generiert wird.
- 10 8. Messeinrichtung insbesondere Durchflussmesseinrichtung,
dadurch gekennzeichnet,
dass aus einer Zeitreihe $s(t)$ des Messignales der Messeinrichtung (1) in einer
Berechnungseinheit (2) eine Kenngröße in einem Mikroprozessor errechenbar
ist, die mit zuvor aufgenommenen und in einem Datenspeicher (4)
15 abgespeicherten Referenzwerten vergleichbar ist, und davon ausgehend eine
Meldung automatisch generierbar ist, ob ein ordnungsgemäßer oder ein
fehlerhafter Einbau der Messeinrichtung vorliegt.
- 20 9. Messeinrichtung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Messeinrichtung (1) einen Komparator (3) aufweist, der die Zeitreihe
 $s(t)$ des Messignales mit den Daten aus dem Datenspeicher (4) vergleicht.
- 25 10. Messeinrichtung nach Anspruch 8 und 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Messeinrichtung eine Anzeige (5) enthält auf denen besagte
Meldungen angezeigbar sind.
- 30 11. Messeinrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Anzeige (5) eine von der eigentlichen Messeinrichtung entfernt
angeordnete Anzeige ist.

12. Messeinrichtungen nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Einzelelemente (1, 2, 3, 4, 5) der Messeinrichtung kompakt in einem
Gerät untergebracht sind.

5

13. Messeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Einzelelemente (1, 2, 3, 4, 5) der Messeinrichtung zumindest teilweise
räumlich vereinzelt, aber über ein Informationssystem miteinander verbunden
sind.

10

14. Softwareprogrammprodukt, bei welchem die funktionalen Merkmale nach einem
oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7 durch ein Softwareprogramm realisiert
sind, und das Softwareprogramm in die Messeinrichtung implementierbar ist.

15

