



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 102 055.0**
(22) Anmeldetag: **01.03.2013**
(43) Offenlegungstag: **18.09.2014**

(51) Int Cl.: **G01F 23/24** (2006.01)
G01F 23/26 (2006.01)
G01F 25/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
**Endress + Hauser GmbH + Co. KG, 79689
Maulburg, DE**

(74) Vertreter:
**Andres, Angelika, Dipl.-Phys., 79576 Weil am
Rhein, DE**

(72) Erfinder:
**Bechtel, Gerd, 79585 Steinen, DE; Uppenkamp,
Kaj, 79664 Wehr, DE; Ferraro, Franco, 79739
Schwörstadt, DE; Wernet, Armin, 79618
Rheinfelden, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

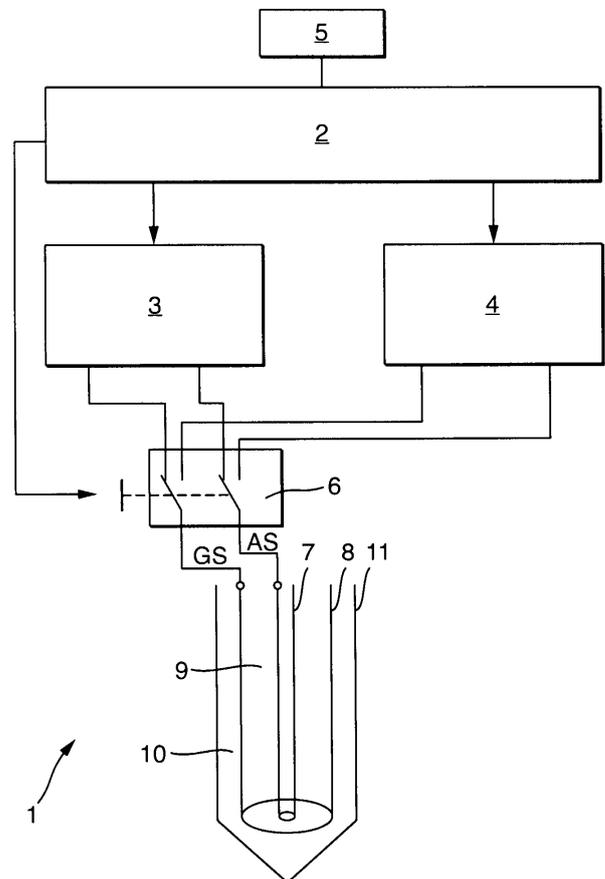
DE	32 12 434	C2
DE	100 37 715	A1
DE	198 08 940	A1
DE	10 2006 047 780	A1
DE	10 2008 043 412	A1
US	6 823 271	B1

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Überwachung eines vorgegebenen Füllstands eines Mediums in einem Behälter**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überwachung eines vorgegebenen Füllstands eines Mediums in einem Behälter mit einer Füllstandsmesssonde (1), die so ausgestaltet ist, dass sie in einem konduktiven Betriebsmodus als konduktive Füllstandsmesssonde (1) und in einem kapazitiven Betriebsmodus als kapazitive Füllstandsmesssonde (1) betrieben wird, mit einer Steuer-/Auswerte-/Ausgabeeinheit (2), die so ausgestaltet ist, dass sie den konduktiven Betriebsmodus und den kapazitiven Betriebsmodus abwechselnd ansteuert, und mit einer Steuer-/Auswerte-/Ausgabeeinheit (2), die anhand der Messwerte der beiden Betriebsmodi ermittelt, ob der vorgegebene Füllstand des Mediums in dem Behälter erreicht ist und die eine Meldung generiert, wenn der vorgegebene Füllstand überschritten und/oder unterschritten wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überwachung eines vorgegebenen Füllstands eines Mediums in einem Behälter.

[0002] Aus der DE 32 12 434 C2 ist es bekannt geworden, den Füllstand eines Mediums zu überwachen, indem erkannt wird, ob über das leitfähige Medium ein elektrischer Kontakt zwischen einer Sensorelektrode und der Wandung eines leitfähigen Behälters oder einer zweiten Elektrode besteht. Da es an der Messsonde in Abhängigkeit vom zu überwachenden Medium oftmals zu Ansatzbildung kommt, kommt eine Guardelektrode zum Einsatz. Diese umgibt die Sensorelektrode koaxial und liegt auf dem gleichen elektrischen Potential wie die Sensorelektrode. Je nach Beschaffenheit des Ansatzes zeigt sich bei dieser Ausgestaltung das Problem, das Guardsignal passend zu erzeugen.

[0003] In der DE 10 2006 047 780 A1 wird eine Füllstandsmesssonde beschrieben, die über einen großen Messbereich hinweg unempfindlich ist gegenüber Ansatzbildung. Gemäß der bekannten Lösung sind eine Verstärkungseinheit und ein Begrenzungselement vorgesehen, wobei das Begrenzungselement zwischen dem Ausgang der Verstärkungseinheit und der Guardelektrode angeordnet ist. Die Guardelektrode wird über die Verstärkungseinheit und das Begrenzungselement, bei dem es sich z.B. um einen Ohm'schen Widerstand handelt, mit einem Guardsignal beaufschlagt. Analog wird die Sensorelektrode mit dem Ansteuersignal beaufschlagt. Eine Auswerteeinheit überwacht ausgehend von dem an der Sensorelektrode abgreifbaren Stromsignal und dem Ansteuersignal und/oder dem Guardsignal den Füllstand. Die Verstärkungseinheit, welche das Guardsignal erzeugt, wird durch das Begrenzungselement beschränkt. Das in seiner Amplitude beschränkte Signal wird als Anregungssignal auf die Sensorelektrode gegeben. Von der Sensorelektrode wird anschließend ein Stromsignal abgegriffen, welches in Verbindung mit dem Ansteuersignal oder dem Guardsignal zwecks Überwachung des Füllstands herangezogen wird.

[0004] Aus der DE 10 2008 043 412 A1 ist ein Füllstandschalter mit einer Speichereinheit bekannt geworden, wobei in der Speichereinheit Grenzwerte für unterschiedliche in einem Behälter befindliche Medien abgelegt sind. Bei Über- oder Unterschreiten des auf das Medium abgestimmten Grenzwertes wird ein Schaltsignal erzeugt. Insbesondere lässt sich der Grenzwert für den Messwert in Bezug auf das in dem Behälter befindliche Medium so festlegen, dass eine Ansatzbildung das zuverlässige Schalten nicht beeinflusst. Da Ansatzbildung das Messsignal verfälscht und somit eine falsche Prozessgröße vorspiegelt, ist der Grenzwert (der den Schaltpunkt bestimmt) vor-

zugsweise so gelegt, dass er außerhalb des Bereichs für das Messsignal liegt, welcher durch den Ansatz erreichbar ist. Die Vorrichtung kann hierbei als kapazitives oder als konduktives Füllstandsmessgerät ausgebildet sein. Da sich die Vorrichtung automatisch auf wechselnde Medien (z.B. auch im Rahmen von Reinigungsvorgängen wie CIP- und SIP Prozessen) im Behälter einstellen kann, indem der optimale Schaltpunkt aus den erfassten Mediumseigenschaften ermittelt bzw. berechnet wird, können aufwändige Abgleichsvorgänge, die üblicherweise bei einem Wechsel des Mediums notwendig sind, entfallen.

[0005] Die Füllstanddetektion mittels eines konduktiven Messverfahrens stößt an seine Grenzen, wenn das zu überwachende Medium quasi keine elektrische Leitfähigkeit ($< 0,5 \mu\text{S}/\text{cm}$) oder nur eine sehr geringe Leitfähigkeit aufweist. Eine Änderung der Leitfähigkeit des Mediums im Verhältnis zur Leitfähigkeit von Luft ist dann zu gering, um noch sicher von der Messelektronik erfasst werden zu können. Bei diesen mit einem konduktiven Messverfahren schwer zu überwachenden Medien handelt es sich z.B. um destilliertes Wasser, Melasse oder Alkohole. Weiterhin problematisch sind Medien mit einer elektrischen Leitfähigkeit kleiner $1 \mu\text{S}/\text{cm}$ und einer Dielektrizitätskonstanten kleiner 20. In diesen Bereich fallen insbesondere Öle und Fette.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, die auch bei Medien mit sehr geringer elektrischer Leitfähigkeit den Füllstand eines Mediums in einem Behälter zuverlässig überwachen.

[0007] Die Aufgabe wird bezüglich des Verfahrens dadurch gelöst, dass eine Füllstandsmesssonde in einem konduktiven Betriebsmodus als konduktive Füllstandsmesssonde und in einem kapazitiven Betriebsmodus als kapazitive Füllstandsmesssonde betrieben wird, dass der konduktive Betriebsmodus und der kapazitive Betriebsmodus abwechselnd angesteuert werden, dass anhand der Messwerte der beiden Betriebsmodi ermittelt wird, ob der vorgegebene Füllstand des Mediums in dem Behälter erreicht ist, und dass eine Meldung generiert wird, wenn der vorgegebene Füllstand überschritten und/oder unterschritten wird.

[0008] Hierbei wird das konduktive Messverfahren bei leitfähigen Medien eingesetzt, während das kapazitive Messverfahren bei nicht oder schlecht leitfähigen Medien zum Zuge kommt. Erfindungsgemäß lassen sich somit die Vorteile des konduktiven Messverfahrens und die Vorteile des kapazitiven Messverfahrens vereinen. Hierdurch ist es möglich, eine Grundstanddetektion zuverlässig über einen erweiterten Mediumsbereich bereitzustellen. Damit wird der Applikationsbereich eines Grenzstanddetektors erheblich vergrößert. Hierbei ist von Vorteil, dass die Vor-

teile und Nachteile des konduktiven Messverfahrens und des kapazitiven Messverfahrens in kritischen Bereichen gegenläufig sind und sich somit großteils kompensieren. Insbesondere ist es mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens möglich, den Füllstand von Medien – unabhängig von ihren elektrischen Eigenschaften – mit einer Dielektrizitätskonstanten größer 1.5 zu detektieren.

[0009] Ein konduktives Messverfahren kommt bevorzugt zur Überwachung von Medien zum Einsatz, wenn die zu überwachenden Medien eine elektrische Leitfähigkeit $> 5\mu\text{S}/\text{cm}$ aufweisen. Der Vorteil der konduktiven Messverfahren ist darin zu sehen, dass die Sensorelektroden eine direkte Anbindung an das Medium aufweisen können. Eine Isolierung der Sensorelektroden ist nicht erforderlich.

[0010] Ein Nachteil der kapazitiven Messverfahren ist darin zu sehen, dass bei Medien mit einer elektrischen Leitfähigkeit größer $100\mu\text{S}/\text{cm}$ eine Isolierung zwischen der Sensorelektrode und dem Medium erforderlich ist. Die Impedanz der Isolierung erweist sich als nachteilig, sobald Ansatzbildung auftritt.

[0011] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass der Füllstandsmesssonde Information zugeordnet wird, die die Messwerte der Füllstandsmesssonde oder aus den Messwerten der Füllstandsmesssonde abgeleitete Größen in eine funktionale Beziehung zu zumindest einer medienspezifischen Eigenschaft des Mediums setzt. Durch die funktionale Beziehung werden Schaltpunkte definiert, die dem Überschreiten und/oder dem Unterschreiten des vorgegebenen Füllstands entsprechen.

[0012] Um den Messbetrieb automatisch und ohne Intervention des Bedienpersonals ablaufen zu lassen, wird bevorzugt so vorgegangen, dass zuerst im konduktiven Betriebsmodus die medienspezifische Eigenschaft ermittelt wird. Anschließend wird anhand der ermittelten Medieneigenschaft und der funktionalen Beziehung der zugehörige Schaltpunkt bestimmt. Als medienspezifische Eigenschaft werden bevorzugt die elektrische Leitfähigkeit mit $L = 1/R$, wobei R der Ohm'sche Widerstand des Mediums ist, oder die Dielektrizitätskonstante verwendet.

[0013] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Messwerte der Füllstandsmesssonde zur Überwachung des vorgegebenen Füllstands bzw. des zugeordneten Schaltpunkts in Abhängigkeit von der ermittelten medienspezifischen Eigenschaft im konduktiven Betriebsmodus und/oder im kapazitiven Betriebsmodus bereitgestellt.

[0014] Insbesondere lässt sich der von der Leitfähigkeit oder der Dielektrizitätskonstanten abhängige Mediumsbereich in drei Unterbereiche unterteilen:

- bei zu überwachenden nicht leitfähigen Medien oder Medien mit einer geringen Leitfähigkeit, insbesondere kleiner $5\mu\text{S}/\text{cm}$, werden die Messwerte im kapazitiven Betriebsmodus ermittelt;
- bei zu überwachenden Medien mit einer hohen elektrischen Leitfähigkeit, insbesondere größer $100\mu\text{S}/\text{cm}$, werden die Messwerte im konduktiven Betriebsmodus gewonnen;
- bei zu überwachenden Medien mit einer Leitfähigkeit in einem Zwischenbereich, insbesondere größer $5\mu\text{S}/\text{cm}$ und kleiner $100\mu\text{S}/\text{cm}$, werden sowohl die Messwerte genommen, die im konduktiven Betriebsmodus und im kapazitiven Betriebsmodus ermittelt werden. Die Messwerte werden in Abhängigkeit von der Leitfähigkeit des zu überwachenden Mediums mit geeigneten Gewichtungsfaktoren versehen. Die Gewichtungsfaktoren, die im Bereich zwischen 0% und 100% liegen, verhalten sich gegenläufig:
 - Je größer die Leitfähigkeit wird, umso größer wird der Gewichtungsfaktor für die Messwerte, die im konduktiven Betriebsmodus ermittelt werden und umso kleiner wird der Gewichtungsfaktor für die Messwerte, die im kapazitiven Betriebsmodus ermittelt werden.
 - Je kleiner die Leitfähigkeit wird, umso größer wird der Gewichtungsfaktor für die Messwerte, die im kapazitiven Betriebsmodus ermittelt werden, und umso kleiner wird der Gewichtungsfaktor für die Messwerte, die im konduktiven Betriebsmodus ermittelt werden.

[0015] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden im Zwischenbereich die Messwerte, die im kapazitiven Betriebsmodus ermittelt werden, mit den Messwerten verglichen werden, die im konduktiven Betriebsmodus ermittelt werden. Über den Vergleich wird ein Plausibilitätscheck durchgeführt. Hierbei ist zu beachten, dass bei einem hoch leitfähigen Medium die kapazitive Messung nicht durchgeführt werden muss, da keine Zusatzinformation durch die kapazitive Messung bereitgestellt wird. Vielmehr zeigt die kapazitive Messung dann stets einen Vollausschlag. Im Gegenzug muss bei geringer elektrischer Leitfähigkeit keine konduktive Messung durchgeführt werden, da durch eine entsprechende Messung hier ebenfalls keine Zusatzinformation gewonnen werden kann.

[0016] Erfindungsgemäß wird die Vorrichtung in einem konduktiven Betriebsmodus als konduktive Füllstandsmesssonde und in einem kapazitiven Betriebsmodus als kapazitive Füllstandsmesssonde betrieben. Hierzu weist die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Steuerung auf, die so ausgestaltet ist, dass sie den konduktiven Betriebsmodus und den kapazitiven Betriebsmodus abwechselnd ansteuert. Weiterhin ist

eine Auswerte-/Ausgabeeinheit vorgesehen, die anhand der Messwerte der beiden Betriebsmodi ermittelt, ob der vorgegebene Füllstand des Mediums in dem Behälter erreicht ist, und die eine Meldung generiert, wenn der vorgegebene Füllstand überschritten und/oder unterschritten wird.

[0017] Bevorzugt ist der Füllstandsmesssonde eine Speichereinheit zugeordnet, in der Information abgelegt ist, die die Messwerte der Füllstandsmesssonde oder aus den Messwerten der Füllstandsmesssonde abgeleitete Größen in eine funktionale Beziehung zu zumindest einer medienspezifischen Eigenschaft des Mediums setzt, wobei über die funktionale Beziehung die Schaltpunkte für die Auswerte-/Ausgabeeinheit vorgegeben sind.

[0018] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist die Füllstandsmesssonde eine Sensorelektrode und eine Guardelektrode auf. Darüber hinaus sind eine erste Elektronikeinheit und eine zweite Elektronikeinheit vorgesehen, die so ausgelegt sind, dass die erste Elektronikeinheit die Füllstandsmesssonde im konduktiven Betriebsmodus betreibt, während eine zweite Elektronikeinheit die Füllstandsmesssonde im kapazitiven Betriebsmodus betreibt. Über eine von der Steuerung aktivierte Schalteinheit werden anschließend abwechselnd der konduktive und der kapazitive Betriebsmodus aktiviert.

[0019] Bevorzugt weist die Füllstandsmesssonde eine Guardelektrode auf, wobei je nach angesteuertem Betriebsmodus die erste Elektronikeinheit oder die zweite Elektronikeinheit die Sensorelektrode mit einem Ansteuersignal und die Guardelektrode mit einem Guardsignal beaufschlagt.

[0020] Ausgehend von einem an der Sensorelektrode resultierenden abgreifbaren Signal und dem Ansteuersignal und/oder dem Guardsignal ermittelt die Auswerteeinheit das Überschreiten und/oder das Unterschreiten des vorgegebenen Füllstands. Insbesondere ist zumindest ein Messwiderstand vorgesehen, über den das Verhältnis von Guardstrom zu Sensorelektrodenstrom abgegriffen wird. Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ermittelt die Auswerteeinheit mindestens ein Amplitudenverhältnis aus dem Ansteuersignal und/oder dem Guardsignal und dem Stromsignal und/oder einem von dem Stromsignal abhängigen Spannungssignal. Anhand des Amplitudenverhältnisses wird nachfolgend das Überschreiten oder Unterschreiten des Füllstands des Mediums in dem Behälter ermittelt.

[0021] Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert. Es zeigt:

[0022] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

[0023] Fig. 2a: in Teilansicht einen Längsschnitt durch eine Füllstandsmesssonde,

[0024] Fig. 2b: einen Querschnitt durch die in Fig. 2a gezeigte Füllstandsmesssonde,

[0025] Fig. 3: ein Diagramm, das die relative Dielektrizitätskonstante unterschiedlicher Medien aus dem Lebensmittelbereich in Abhängigkeit von der elektrischen Leitfähigkeit zeigt,

[0026] Fig. 4: eine schematische Darstellung von Schaltkurven einer Füllstandsmesssonde,

[0027] Fig. 5: eine schematische Darstellung der unterschiedlichen Betriebsmodi,

[0028] Fig. 6: ein Flussdiagramm zur Durchführung einer ersten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß und

[0029] Fig. 7: ein Flussdiagramm zur Durchführung einer zweiten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0030] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Überwachung eines vorgegebenen Füllstands eines Mediums in einem Behälter. Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst eine Füllstandsmesssonde **1**, die so ausgestaltet ist, dass sie in einem konduktiven Betriebsmodus als konduktive Füllstandsmesssonde **1** und in einem kapazitiven Betriebsmodus I als kapazitive Füllstandsmesssonde **1** betrieben werden kann. Über die Steuereinheit **2**, die im gezeigten Fall als integrale Komponente einer Steuer-/Auswerte-/Ausgabeeinheit **2** ausgestaltet ist, wird die Füllstandsmesssonde **1** abwechselnd in den konduktiven Betriebsmodus II und in den kapazitiven Betriebsmodus I gesteuert. Es versteht sich von selbst, dass die einzelnen Komponenten der Steuer-/Auswerte-/Anzeigeeinheit **2** auch als separate Teilkomponenten ausgestaltet sein können.

[0031] Die Füllstandsmesssonde **1** weist sowohl zur Anwendung des konduktiven Betriebsmodus als auch zur Anwendung des kapazitiven Betriebsmodus dieselbe Sensorelektrode **7**, Guardelektrode **8** und Masselektrode **11** auf. Bevorzugt ist die Füllstandsmesssonde **1** frontbündig oder zumindest näherungsweise frontbündig auf der Höhe des zu überwachenden Füllstands in die Wandung des Behälters eingebaut. Der Behälter ist in Fig. 1 mit dem Bezugszeichen **11** versehen. Entsprechende Füllstandsmesssonden **1** für die Grenzstanddetektion werden von der Anmelderin unter der Bezeichnung FTW33 angebo-

ten und vertrieben. Handelt es sich um einen Behälter, der aus einem leitfähigen Material – wie in **Fig. 1** dargestellt – so kann die Masseelektrode **11** von der Wandung des Behälters gebildet werden. Selbstverständlich kann die Masseelektrode **11** bei Behältern mit einer Wandung aus einem nicht leitfähigen Material auch als integrale Komponente der Füllstandsmesssonde **1** ausgebildet sein. Entsprechende Ausgestaltungen sind in **Fig. 1** (Wandung als Masseelektrode **11**) und in **Fig. 2a**, **Fig. 2b** (Masseelektrode **11** als integrale Komponente des Füllstandsmesssonde **1**) dargestellt. Ebenso ist es möglich, als Masseelektrode eine separate Elektrode vorzusehen.

[0032] Über eine erste Elektronikeinheit **3** wird die Füllstandsmesssonde **1** im konduktiven Betriebsmodus betrieben, über eine zweite Elektronikeinheit **4** ist der kapazitive Betriebsmodus I der Füllstandsmesssonde **1** aktivierbar. Die bevorzugte abwechselnde Ansteuerung des konduktiven Betriebsmodus (Bereich II in **Fig. 5**) und des kapazitiven Betriebsmodus (Bereich I in **Fig. 5**), die zumindest in der Anfangsphase zur Bestimmung der Dielektrizitätskonstanten des Mediums oder in den Betriebsmodi für einen Plausibilitätscheck verwendet wird, erfolgt über eine Schalteinheit **6**. Die Schalteinheit **6** ist entweder als analoge Schalteinheit oder als digitale Schalteinheit ausgelegt. Die Ansteuerung der Füllstandsmesssonde **1** erfolgt über das Ansteuersignal AS für die Sensorelektrode **7** und das Guardsignal GS für die Guardelektrode **8**.

[0033] Ein Ausführungsbeispiel einer Elektronikeinheit **3** für eine konduktive Füllstandsmesssonde **1** ist beispielsweise in der bereits zuvor genannten Füllstandsmesssonde FTW33 der Anmelderin realisiert, die insbesondere für den Einsatz im Lebensmittelbereich vorgesehen ist. Geeignete Elektronikeinheiten **3** sind darüber hinaus aus der DE 10 2006 047 780 A1 und DE 10 2008 043 412 A1 bekannt geworden. Die Funktionsweise der Füllstandsmesssonde **1** im konduktiven Betriebsmodus ist in den Figuren **Fig. 2** und **Fig. 3** der DE 10 2006 047 780 A1 beschrieben. Die Beschreibung ist explizit zum Offenbarungsgehalt der vorliegenden Erfindung hinzuzurechnen.

[0034] Als Elektronikeinheit **4** für den kapazitiven Betriebsmodus kann beispielsweise eine Elektronik zum Einsatz kommen, wie sie in einer der kapazitiven Füllstandsmesssonden verwendet wird, die von der Anmelderin unter der Bezeichnung LIQUICAP, Nivector oder Multicap angeboten und vertrieben werden.

[0035] Anhand der Messwerte, die im kapazitiven Betriebsmodus und im konduktiven Betriebsmodus bestimmt werden, ermittelt die Steuer-/Auswerte-/Ausgabeeinheit **2**, ob der vorgegebene Füllstand des Mediums in dem Behälter erreicht ist. Ist der vorgegebene Füllstand überschritten und/oder unterschritten, so wird eine entsprechende Meldung generiert

und ggf. ein Schaltvorgang ausgelöst. Die Ermittlung des Schaltpunktes ist abhängig von der Leitfähigkeit bzw. der relativen Dielektrizitätskonstanten des Mediums. Zumindest eine Schaltkurve ist in der Speichereinheit **5** abgelegt. Ist die Leitfähigkeit des Mediums bekannt, so kann der zugehörige optimale Schaltpunkt anhand der abgespeicherten Schaltkurve ermittelt werden. Eine schematische Darstellung einer Schaltkurve ist in **Fig. 4** zu sehen. Ein weiteres Beispiel für eine in Verbindung mit der erfindungsgemäßen Lösung anwendbare Schaltkurve ist in der bereits zitierten DE 10 2006 047 780 A1 bezeugt.

[0036] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Überwachung des Füllstands können drei Bereiche I, II, III unterschieden werden:

- Bei nicht leitfähigen Medien oder Medien mit einer geringen Leitfähigkeit werden die Messwerte genommen werden, die im kapazitiven Betriebsmodus (Bereich I) ermittelt werden. Bevorzugt liegt der Bereich I im Widerstandsbereich von 300k Ω bis Unendlich.
- Bei zu überwachenden Medien mit einer hohen elektrischen Leitfähigkeit werden die Messwerte genommen, die im konduktiven Betriebsmodus (Bereich II) gewonnen werden. Bevorzugt liegt der Bereich II in einem Widerstandsbereich von 0 Ω bis 1M Ω .
- Bei zu überwachenden Medien mit einer Leitfähigkeit in einem Zwischenbereich (III) werden die Messwerte genommen werden, die im kapazitiven Betriebsmodus und im konduktiven Betriebsmodus ermittelt werden. In Abhängigkeit von der Leitfähigkeit werden die Messwerte mit geeigneten Gewichtungsfaktoren versehen. Diese Gewichtungsfaktoren liegen im geeigneten Fall sowohl für den kapazitiven Betriebsmodus I als auch für den konduktiven Betriebsmodus II zwischen 0% und 100% liegen, allerdings sind sie gegenläufig. Bevorzugt liegt der Bereich III in einem Widerstandsbereich von 300 k Ω bis 1M Ω .

[0037] Anhand der im kapazitiven Betriebsmodus und im konduktiven Betriebsmodus ermittelten Messwerte ist es gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens möglich, einen Plausibilitätscheck durchzuführen.

[0038] Im Zusammenhang mit der Erfindung wird so vorgegangen, dass unabhängig vom Medium zuerst im konduktiven Betriebsmodus die Guardspannung gemessen wird. Die Guardspannung beschreibt die Leitfähigkeit oder der Widerstand des Mediums. In **Fig. 3** ist die relative Dielektrizitätskonstante von unterschiedlichen Lebensmitteln gegen die Leitfähigkeit aufgetragen. Ist der Widerstand des Mediums bekannt, so ist anhand von **Fig. 5** auch bekannt, in wel-

chem der drei Bereiche I, II, III die nachfolgenden Messungen angesiedelt sind:

- im Bereich I, in dem ausschließlich über den kapazitiven Betriebsmodus die Messwerte ermittelt werden,
- im Bereich II, in dem ausschließlich über den konduktiven Betriebsmodus die Messwerte bereitgestellt werden, oder
- im Zwischenbereich III, in dem die Messwerte für die Füllstandsüberwachung durch eine geeignete Gewichtung der im kapazitiven Betriebsmodus I und im konduktiven Betriebsmodus II ermittelten Messwerte gebildet werden.

[0039] Bei Messungen im konduktiven Betriebsmodus ist der Messwert immer abhängig von dem Verhältnis von Sensorspannung (an der Sensorelektrode **9** gemessene Spannung) zu Guardspannung (an der Guardelektrode **10** gemessene Spannung). In diesem Zusammenhang wird wiederum auf die Offenbarung der DE 10 2006 047 780 A1 verwiesen.

[0040] Bei nicht leitfähigen Medien kommt ausschließlich eine Messung im kapazitiven Betriebsmodus zur Anwendung. Dieser Messwert ist abhängig von der Dielektrizitätskonstanten des Mediums. Dazwischen liegt ein Übergangsbereich III, in welchem die den Betriebsmodi konduktiv/kapazitiv gewonnenen Messwerte miteinander verrechnet und/oder gewichtet werden. Damit die Gewichtung stetig und ohne Sprung erfolgt, werden die im kapazitiven Betriebsmodus und im konduktiven Betriebsmodus ermittelten Messwerte anteilig von 100 bis 0% bzw. von 0% bis 100% gewichtet.

[0041] Fig. 6 zeigt ein Flussdiagramm zur Durchführung einer ersten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Nach dem Start des Programms wird unter dem Programmpunkt **20** der konduktive Betriebsmodus II aktiviert. Anschließend wird die Leitfähigkeit bzw. der Widerstand des Mediums bestimmt (Programmpunkt **21**). Unter dem Programmpunkt **22** wird anschließend im konduktiven Betriebsmodus II ein Messwert ermittelt.

[0042] Bei dem Programmpunkt **23** wird der kapazitiven Betriebsmodus I aktiviert, und es wird unter dem Programmpunkt **24** ein entsprechender Messwert ermittelt. Weiterhin wird der Schalterpunkt anhand der gespeicherten Schaltkurve, wie sie beispielhaft in Fig. 4 dargestellt ist, ermittelt. Anhand der in Fig. 5 gespeicherten Abhängigkeit wird ermittelt, in welchem Bereich I, II, III die Überwachung des vorgegebenen Füllstands erfolgen muss. Ist der Übergangsbereich III anwendbar, so werden die geeigneten Gewichtungsfaktoren für den konduktiven Betriebsmodus II und den konduktiven Betriebsmodus I ermittelt.

[0043] Bei Punkt **25** werden die ermittelten Messwerte entsprechend gewichtet, und es wird ein Mess-

wert errechnet, der bei Programmpunkt **26** mit dem entsprechenden Schalterpunkt des Mediums verglichen wird. Als Ergebnis des Vergleichs mit der hinterlegten Schaltkurve (Programmpunkt **27**) wird der Schalterausgang auf "Sensor frei" oder "Sensor bedeckt" gesetzt. Anschließend springt das Programm auf den Programmpunkt **20** zurück, und die Programmschleife **20** bis **27** wird erneut abgearbeitet.

[0044] In Fig. 7 ist ein Flussdiagramm zur Durchführung einer zweiten vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens zu sehen. Diese Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens deckt den Fall ab, dass die Bestimmung der Leitfähigkeit im konduktiven Betriebsmodus ergibt, dass es ausreichend ist, die Messwerte der Füllstandsmesssonde **1** nur im konduktiven Betriebsmodus zu ermitteln. Hier liefert der kapazitive Betriebsmodus keine brauchbaren Messwerte. In diesem Fall können somit die Programmpunkte **34** bis **36** ausgespart werden, wodurch die Zeit für die Bereitstellung der Messwerte zumindest verdoppelt werden kann. Sobald die Messung im konduktiven Betriebsmodus anzeigt, dass sich die Leitfähigkeit geändert hat, wird unter Punkt **33** entschieden, ob der kapazitive Betriebsmodus aktiviert werden muss.

Bezugszeichenliste

1	Füllstandsmesssonde
2	Steuerung
3	erste Elektronikeinheit
4	zweite Elektronikeinheit
5	Speichereinheit
6	Schalteinheit
7	Sensorelektrode
8	Guardelektrode
9	Isolierung
10	Isolierung
11	Masselektrode

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 3212434 C2 [0002]
- DE 102006047780 A1 [0003, 0033, 0033, 0035, 0039]
- DE 102008043412 A1 [0004, 0033]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung eines vorgegebenen Füllstands eines Mediums in einem Behälter, wobei eine Füllstandsmesssonde (1) in einem konduktiven Betriebsmodus als konduktive Füllstandsmesssonde (1) und in einem kapazitiven Betriebsmodus (I) als kapazitive Füllstandsmesssonde (1) betrieben wird, wobei der konduktive Betriebsmodus und der kapazitive Betriebsmodus abwechselnd angesteuert werden, wobei anhand der Messwerte der beiden Betriebsmodi ermittelt wird, ob der vorgegebene Füllstand des Mediums in dem Behälter erreicht ist, und wobei eine Meldung generiert wird, wenn der vorgegebene Füllstand überschritten und/oder unterschritten wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Füllstandsmesssonde (1) Information zugeordnet wird, die die Messwerte der Füllstandsmesssonde (1) oder aus den Messwerten der Füllstandsmesssonde (1) abgeleitete Größen in eine funktionale Beziehung zu zumindest einer medienspezifischen Eigenschaft des Mediums setzt und wobei durch die funktionale Beziehung Schaltpunkte definiert werden, die dem Überschreiten und/oder dem Unterschreiten des vorgegebenen Füllstands entsprechen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die medienspezifische Eigenschaft im konduktiven Betriebsmodus (II) ermittelt wird und wobei anhand der ermittelten Medieneigenschaft und der funktionalen Beziehung der zugehörige Schaltpunkt ermittelt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei als medienspezifische Eigenschaft die elektrische Leitfähigkeit oder die Dielektrizitätskonstante verwendet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, wobei die Messwerte der Füllstandsmesssonde (1) zur Überwachung des vorgegebenen Füllstands bzw. des zugeordneten Schaltpunkts in Abhängigkeit von der ermittelten medienspezifischen Eigenschaft in dem konduktiven Betriebsmodus und/oder in dem kapazitiven Betriebsmodus bereitgestellt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, wobei bei zu überwachenden nicht leitfähigen Medien oder Medien mit einer geringen Leitfähigkeit die Messwerte genommen werden, die im kapazitiven Betriebsmodus ermittelt werden, wobei bei zu überwachenden Medien mit einer elektrischen Leitfähigkeit die Messwerte genommen werden, die im konduktiven Betriebsmodus gewonnen werden, und wobei bei zu überwachenden Medien mit einer Leitfähigkeit in einem Übergangsbereich (III) die Messwerte genommen werden, die im kapazitiven Betriebsmodus und im konduktiven Betriebsmodus ermittelt werden, wobei die Messwerte in Ab-

hängigkeit von der Leitfähigkeit des Mediums mit entsprechenden Gewichtungsfaktoren versehen werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei im Übergangsbereich (III) die Messwerte, die im kapazitiven Betriebsmodus ermittelt werden, mit den Messwerten verglichen werden, die im konduktiven Betriebsmodus ermittelt werden, und wobei über den Vergleich ein Plausibilitätscheck durchgeführt wird.

8. Vorrichtung zur Überwachung eines vorgegebenen Füllstands eines Mediums in einem Behälter mit einer Füllstandsmesssonde (1), die so ausgestaltet ist, dass sie in einem konduktiven Betriebsmodus als konduktive Füllstandsmesssonde (1) und in einem kapazitiven Betriebsmodus als kapazitive Füllstandsmesssonde (1) betrieben wird, mit einer Steuer-/Auswerte-/Ausgabeeinheit (2), die so ausgestaltet ist, dass sie den konduktiven Betriebsmodus und den kapazitiven Betriebsmodus abwechselnd ansteuert, und mit einer Steuer-/Auswerte-/Ausgabeeinheit (2), die anhand der Messwerte der beiden Betriebsmodi ermittelt, ob der vorgegebene Füllstand des Mediums in dem Behälter erreicht ist und die eine Meldung generiert, wenn der vorgegebene Füllstand überschritten und/oder unterschritten wird.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei der Füllstandsmesssonde (1) eine Speichereinheit (5) zugeordnet ist, in der Information abgelegt ist, die die Messwerte der Füllstandsmesssonde oder aus den Messwerten der Füllstandsmesssonde (1) abgeleitete Größen in eine funktionale Beziehung zu zumindest einer medienspezifischen Eigenschaft des Mediums setzt, wobei über die funktionale Beziehung die Schaltpunkte für die Steuer-/Auswerte-/Ausgabeeinheit (2) vorgegeben sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Füllstandsmesssonde (1) eine Sensorelektrode (7) und eine Guardelektrode (8) aufweist, wobei eine erste Elektronikeinheit (3) vorgesehen ist, die so ausgelegt ist, dass sie die Füllstandsmesssonde (1) im konduktiven Betriebsmodus betreibt, wobei eine zweite Elektronikeinheit (4) vorgesehen ist, die so ausgelegt ist, dass sie die Füllstandsmesssonde (1) im kapazitiven Betriebsmodus betreibt, und wobei eine Schalteinheit (6) vorgesehen ist, über die die Steuer-/Auswerte-/Ausgabeeinheit (2) abwechselnd den konduktiven Betriebsmodus und den kapazitiven Betriebsmodus der Füllstandsmesssonde (1) aktiviert.

11. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 8–10, wobei je nach angesteuertem Betriebsmodus (I, II) die erste Elektronikeinheit (3) oder die zweite Elektronikeinheit (4) die Sensorelektrode (7) mit einem Ansteuersignal und die Guardelektrode (8) mit einem Guardsignal beaufschlagt.

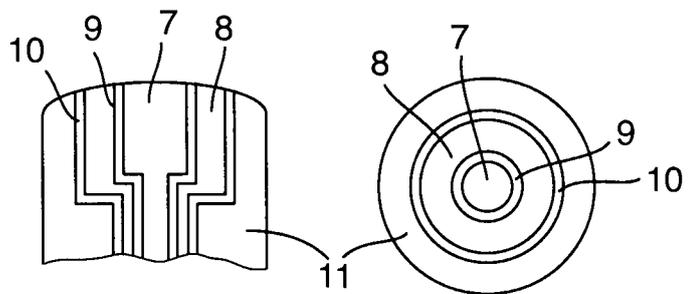
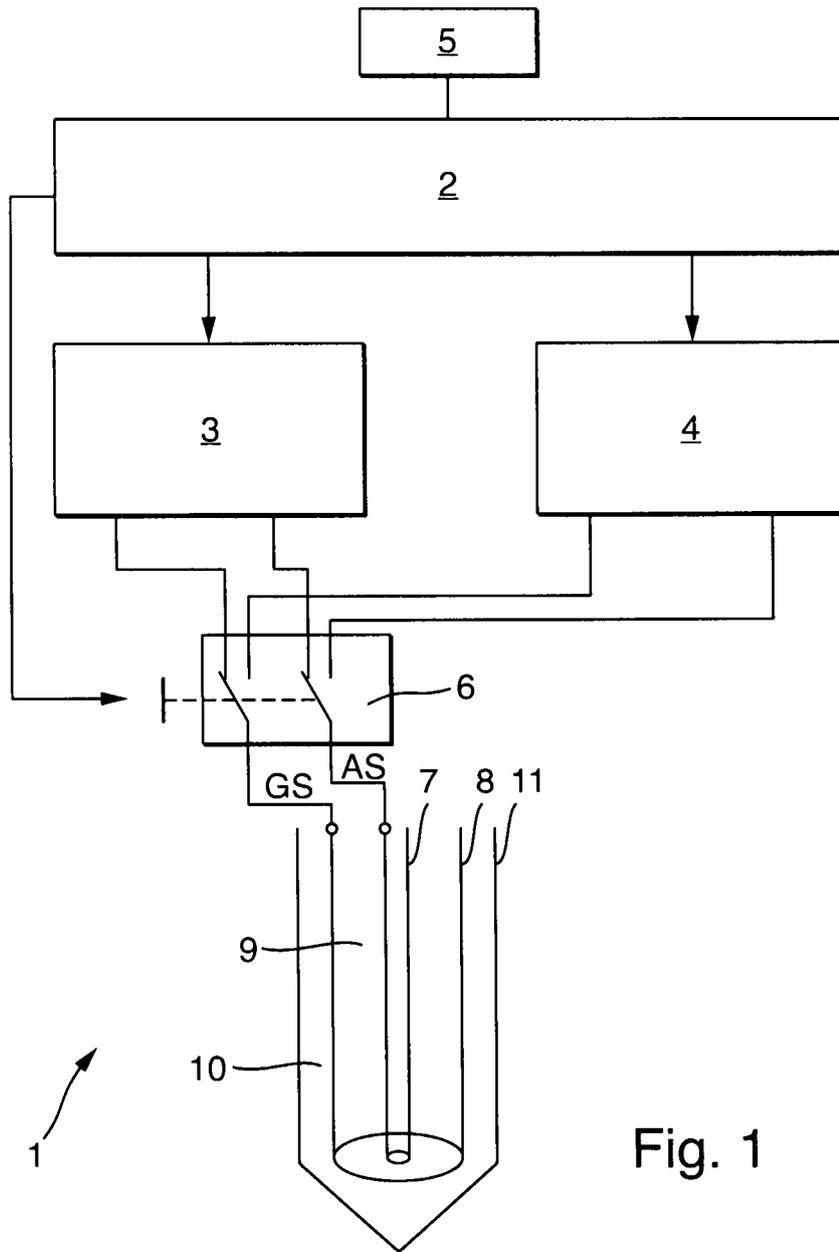
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei die Steuer-/Auswerte-/Ausgabeeinheit (2) ausgehend von einem an der Sensorelektrode (7) resultierenden abgreifbaren Signal und dem Ansteuersignal und/oder dem Guardsignal das Überschreiten und/oder das Unterschreiten des vorgegebenen Füllstands ermittelt.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, wobei zumindest ein Messwiderstand vorgesehen ist, über den das Verhältnis von Guardstrom zu Sensorelektrodenstrom abgegriffen wird.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, wobei die Steuer-/Auswerte-/Ausgabeeinheit (2) mindestens ein Amplitudenverhältnis aus dem Guardsignal und/oder dem Ansteuersignal und dem Stromsignal und/oder einem von dem Stromsignal abhängigen Spannungssignal ermittelt und anhand des Amplitudenverhältnisses das Überschreiten oder Unterschreiten des Füllstands des Mediums in dem Behälter ermittelt.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



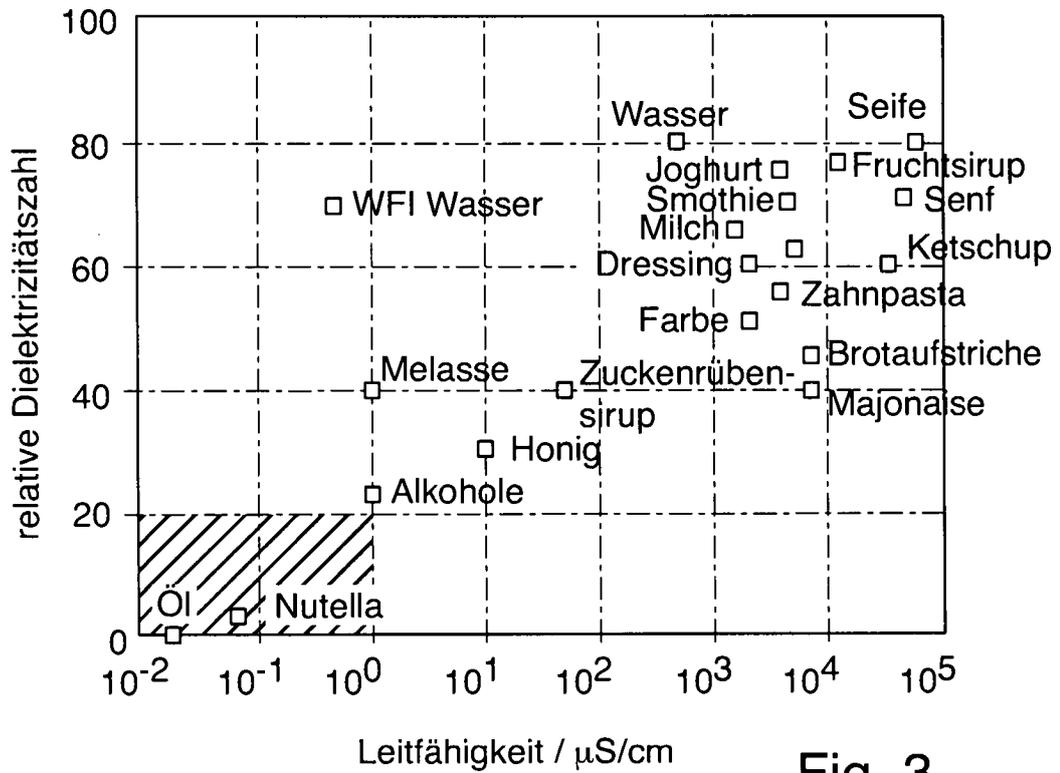


Fig. 3

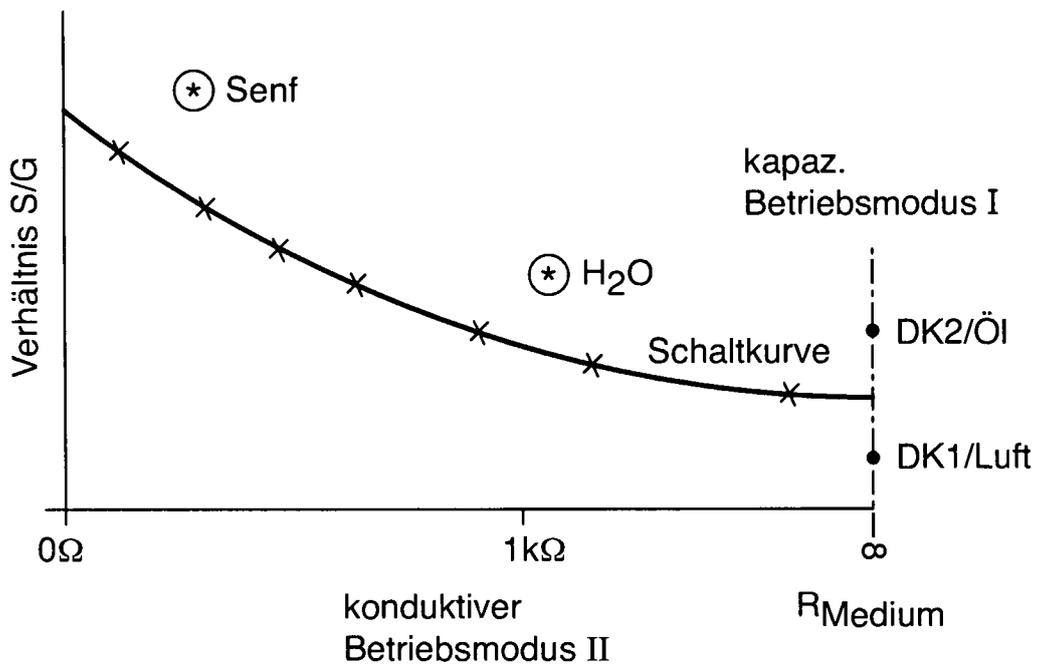


Fig. 4

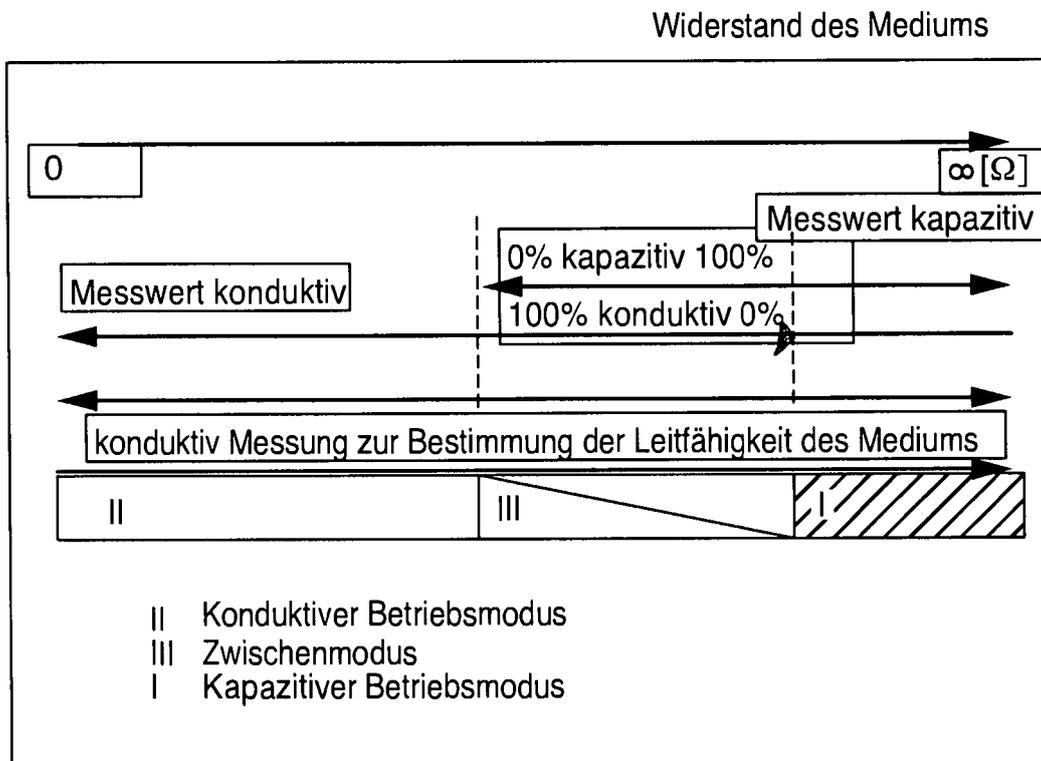


Fig. 5

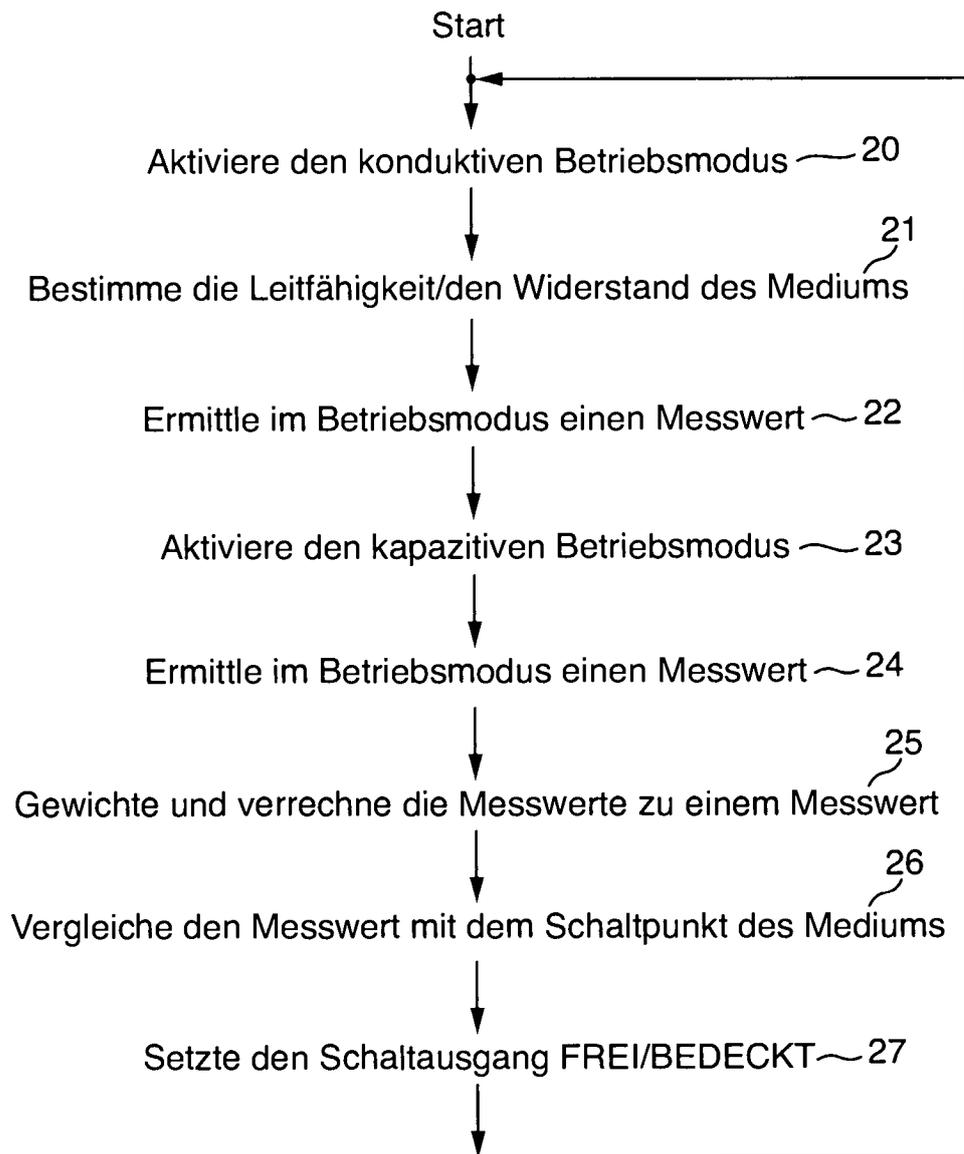


Fig. 6

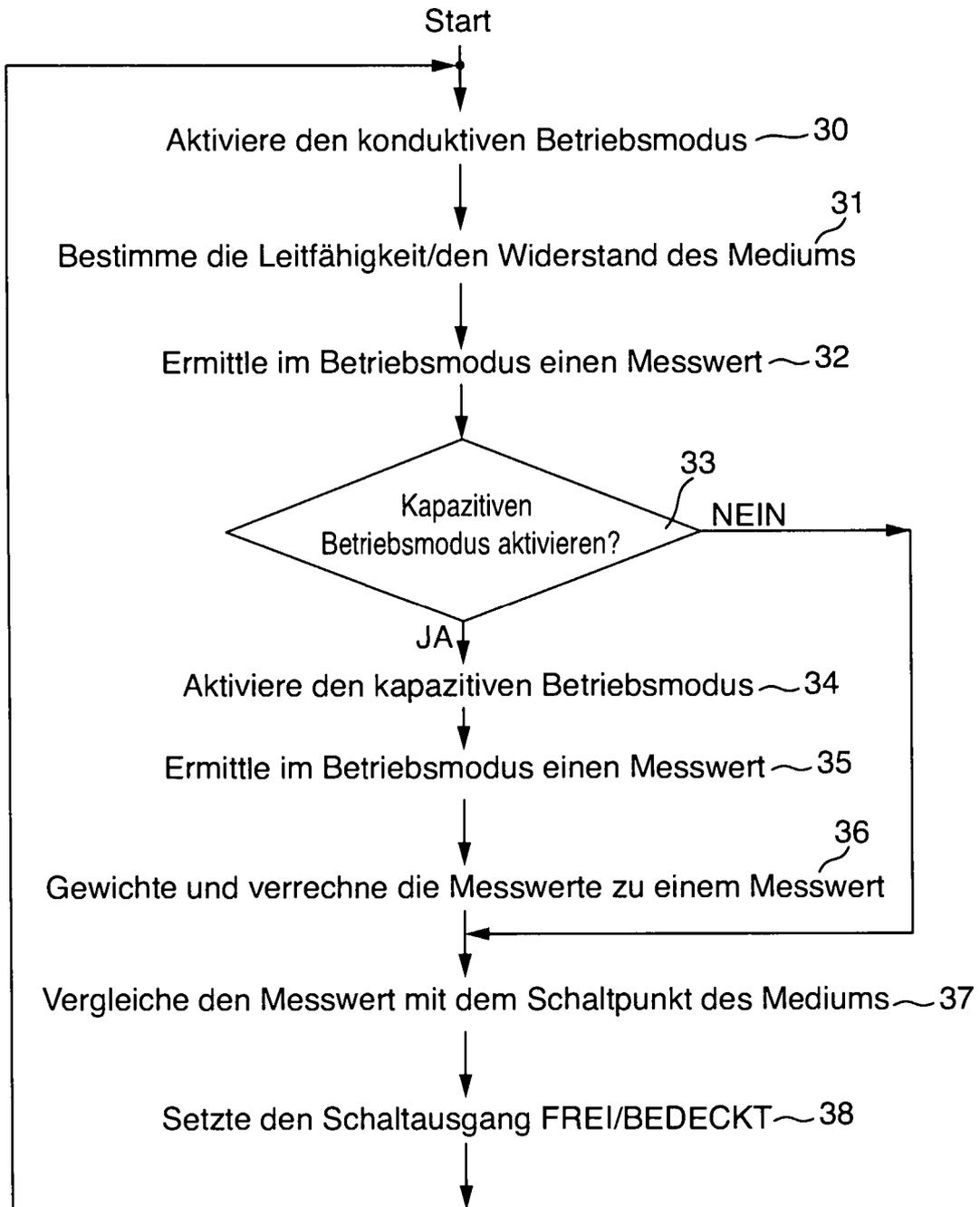


Fig. 7