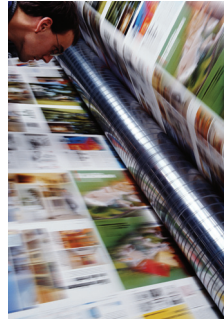


Füllstandmesstechnologien

*Die Beobachtung von Flüssigkeiten hängt immer mehr von Sensoren ab.
Welche Messtechnik ist am besten für Sie geeignet?*



Flüssigkeiten spielen heutzutage eine wichtige Rolle in der Industrie, der Medizintechnik und bei Geräten für Endverbraucher. Praktisch jedes Gerät oder Prozesssystem mit Flüssigkeiten verfügt auch über einen Flüssigkeitsbehälter. Dabei ist es egal, ob es sich um ein kleines Reagenzfläschchen für die medizinische Diagnostik, einen großen Säuretank für ein Verfahren oder ein Hydrauliksystem in einem Traktor handelt. Die Messung der Füllstände ist für die Automatisierung von Systemen und den Schutz der Geräte von entscheidender Bedeutung. Dieser Artikel konzentriert sich auf die Messung der Füllstände und unterstützt Sie in Ihrem Entscheidungsfindungsprozess für die besten Methoden für bestimmte Anwendungen.

Es gibt eine große Auswahl an Technologien für die Messung von Füllständen, die alle verschiedene Einsatzgebiete haben und über eigene Stärken und Schwächen verfügen. Dieses White Paper wird die folgenden weitverbreiteten Technologien zur Füllstandmessung behandeln:

- Schwimmer oder Auftrieb
- Ultraschall
- Optisch
- Leitwert
- Piezoresonant
- Kraftaufnehmer
- Kapazität

Schwimmer/Auftrieb

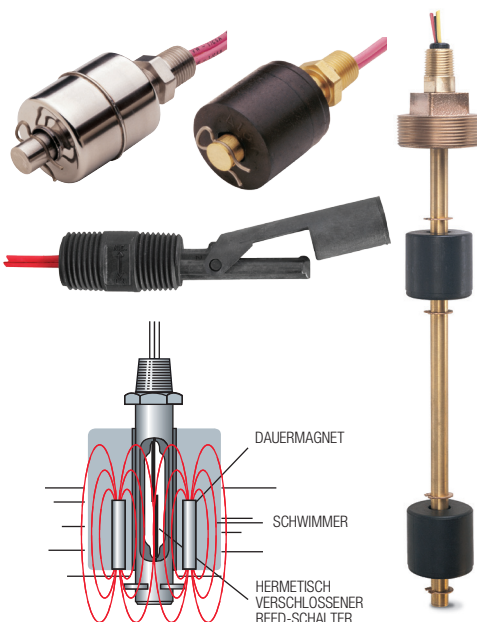
Pro: Nicht angetrieben, zuverlässig, direkte Indikation, relativ preiswert, verschiedene Ausgaben

Kontra: Invasiv, Flüssigkeitskontakt, bewegliche Teile

Typische Anwendungen: Wasser, Öl, Hydraulikflüssigkeiten, Lebensmittelindustrie, Haushaltsgeräte. Am besten für die Anwendung in Flüssigkeiten mit einer geringen Menge an Schwebstoffen geeignet.

Unter den aus einer Vielzahl von Materialien und in vielen verschiedenen Formen und Größen hergestellten Schwimmerschaltern findet man immer Exemplare, die mit fast allen Flüssigkeiten kompatibel sind und in die meisten Größen und Formen von Tanks oder Behältern passen. Die einfachsten und kostengünstigsten Vertreter dieser Gruppe verwenden einen Reedschalter, der durch einen im Schwimmer, der sich mit dem Füllstand mitbewegt, befindlichen Magneten ausgelöst wird. Dadurch erhält man eine sehr direkte, zuverlässige und reproduzierbare Methode zur Überwachung des Füllstands innerhalb eines Tanks. Der mechanische Reedschalter wird durch einen Magneten ausgelöst, daher ist keine Energieversorgung des Sensors vonnöten. Schwimmer können für die Einpunkt-Schalteraktivierung konfiguriert werden, aber mit mehreren Schwimmern und Schaltern an einem einzelnen Schaft auch für Mehrpunkt-Füllstandserfassung und -Schalteraktivierung.

Einige Einschränkungen liegen auf der Hand: Schwimmer müssen sich innerhalb des Tanks befinden und mit der Flüssigkeit Kontakt haben. Das durch den Schwimmer verdrängte Volumen führt dazu, dass weniger Flüssigkeit vorhanden ist oder dass ein größeres Behältnis erforderlich ist. Außerdem führen die kleiner werdenden Instrumente dazu, dass Schwimmer mit geringerem Auftrieb begrenzt sind, was die relative Dichte der zu überwachenden Flüssigkeiten anbelangt.



Leitwert

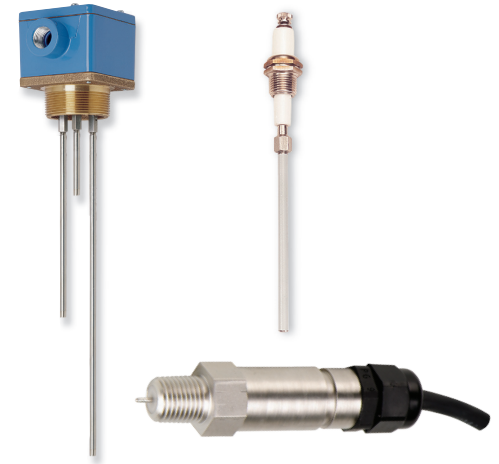
Pro: Keine beweglichen Teile, geringe Kosten, wenig Flüssigkeitsverdrängung, Halbleiterkontakt, einfach zu konfigurieren

Kontra: Invasiv, Sondenerosion, Flüssigkeit muss leitfähig sein

Typische Anwendungen: Wasser in Heizkesseln, Überwachung von Reagenzstoffen

Leitwertensoren sind auf die Leitfähigkeit vieler Flüssigkeiten angewiesen. Bei der einfachsten Bauweise werden zwei metallische Sonden in einen Tank eingeführt. Die längere der beiden Sonden verfügt über eine geringe Spannung und dient als Erdung. Die zweite Sonde ist so zugeschnitten, dass sie sich am Schalterpunkt befindet. Sobald die Flüssigkeit mit beiden Sonden in Kontakt gerät, fließt der Strom und löst den Schalter aus. Diese Sensoren sind äußerst zuverlässig in Flüssigkeitsspendern und Heizkesseln. Leitwertsonden erfordern eine elektronische Steuerung.

Einige auftretende Nachteile: Überbrückungsprobleme und falsche Schalteraktivierungen in Kochsalz- und Pufferlösungen, inakzeptable Kontamination der Sonde oder geringe und/oder variable Leitfähigkeit der Flüssigkeit.



Kapazitive Konstruktion

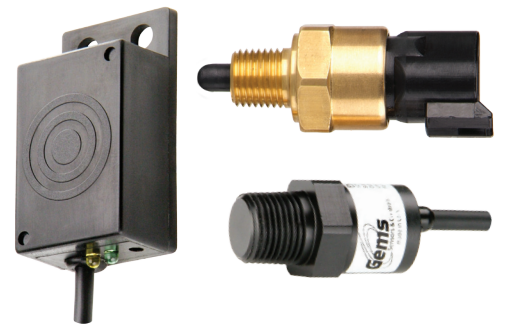
Pro: Keine beweglichen Teile, u. U. nicht invasiv, genau, klein

Kontra: U. U. ist eine Kalibrierung erforderlich, benötigt resistive Flüssigkeiten

Typische Anwendungen: Reagenz, Abwasser, Füllstände von Spülwasserbehältern, Kühlmittelüberwachung

Kapazitive Sensoren sind in Kontakt- und kontaktfreien Konfigurationen erhältlich. Sie werden zur Messung der Unterschiede der dielektrischen Eigenschaften von Luft und flüssigen Medien eingesetzt. Der Füllstand wird ermittelt, indem bestimmt wird, ob sich Luft im Behälter befindet oder nicht. Dort, wo der Sensor montiert ist, ist die dielektrische Eigenschaft einer Substanz die Fähigkeit des Materials, einer elektrischen Ladung zu widerstehen. Wenn es aufgrund eines variablen Füllstands zu einer Veränderung der Dielektrizität des kapazitiven Systems kommt, dient die kapazitive Messung zur Bestimmung des Füllstands. Kapazitive Sensoren können für eine kontaktfreie Messung an ausreichend dicken Wänden von Behältern montiert werden.

Wenn alle Elemente vollkommen konsistent bleiben, können kapazitive Sensoren zuverlässige Ergebnisse liefern. Aber es kommt zu Problemen, wenn die Uniformität nicht beibehalten werden kann. Beispielsweise können Veränderungen in der Position des Sensors oder des Behälters, der Dicke der Wände des Behälters oder Fluktuationen der dielektrischen Eigenschaften der Flüssigkeit dazu führen, dass die Sensorenleistung eingeschränkt und eine erneute Kalibrierung erforderlich wird.



Ultraschall

Pro: Keine beweglichen Teile, klein, genau, nicht durch die Eigenschaften der Medien beeinträchtigt

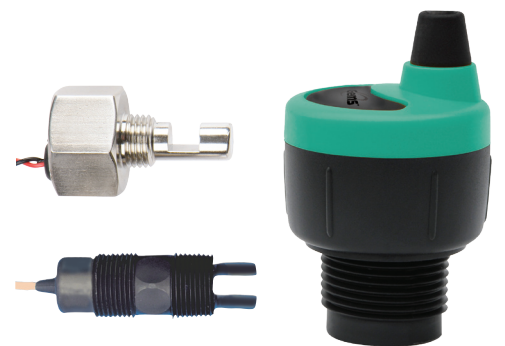
Kontra: Teuer, invasiv

Typische Anwendungen: Große Prozesstanks, Fäkalientanks

Die Ultraschalltechnologie wird bereits seit Langem in verschiedenen Sensortypen verwendet: Kontakt, kontaktfrei, invasiv und nicht invasiv. Bei dieser Technologie wird Elektrizität in Schallenergie umgewandelt. Kontaktfreie Ultraschallsensoren ermitteln den Füllstand, indem Sie die Zeit messen, die Schallwellen zurück zum Sensor benötigen, nachdem sie von der Oberfläche der Flüssigkeit zurückgeworfen wurden. Dieser Typ kann entweder für Grenzwert-Niveauschalter oder eine kontinuierliche Füllstandmessung verwendet werden.

Kontaktversionen verwenden Schallübertragungen, um das Vorhandensein einer Flüssigkeit oder Veränderungen ihres Zustands zu erkennen. Ein Transmitter-Kristall sendet Schallwellen an einen Empfänger-Kristall. Ultraschallwellen werden bei einer Übertragung über die Luft stark abgeschwächt. Im Gegenzug wird das Signal bedeutend verstärkt, wenn der Empfänger-Kristall in eine Flüssigkeit eingetaucht ist. Der Schaltkreis des Sensors analysiert die Stärke des Signals und aktiviert den Schalter dementsprechend. Unabhängig von ihrer Art sind Ultraschallsensoren sehr genau, können klein sein und verfügen über einen Festkörper.

Obwohl sie sehr genau sind, können Ultraschallsensoren relativ teuer sein und außerdem benötigen Sie eine Energieversorgung. Ultraschall-Kontaktschalter, die aus vielen verschiedenen Materialien zur Anwendung in kritischen Flüssigkeiten erhältlich sind, müssen normalerweise über ein Gewinde in der Seitenwand des Tanks eingeführt werden. Außerdem ist es möglich, dass diese Technologie falsche positive Ergebnisse aufgrund von Fluktuationen in der Materialzusammensetzung liefert, z. B. wegen Lufteinschlüssen, Blasen, Schaum oder Feststoffpartikeln in der Flüssigkeit.





Piezoresonant

Pro: Nicht invasiv/kontaktfrei, genau, reproduzierbar, wirtschaftlich

Kontra: Netzbetrieben, funktioniert nur bei Plastikbehältern, Einschränkungen bei Wanddicke und Temperatur

Typische Anwendungen: Plastikbehälter, bei denen Kontaminationen ein Problem darstellen, z. B. für Reagenzien, Abwasser, Spülwasser, Kochsalzlösungen, Reinwasser

Auch piezoresonante Sensoren verwenden Ultraschallenergie ... aber mit einem besonderen Kniff. Diese Art von Ultraschallsensor ermöglicht die kontaktfreie Flüssigkeitsmessung durch die Wände von Plastikflaschen und -behältern. Momentan ist die piezoresonante Technologie nur in den patentierten Sensoren der Marke ExOsense™ von Gems Sensors & Controls erhältlich.

Piezoresonante Sensoren werden an der Außenseite von Plastikflaschen oder -behältern befestigt. Sie können überall an der Außenseite des Behälters für eine Flüssigkeitsmessung mit einem hohen, niedrigen oder mittleren Grenzwert angebracht werden. Wenn piezoelektrische Materialien stimuliert werden, erzeugen sie aufgrund ihrer natürlichen Resonanz akustische Signale. Der Sensor erzeugt ein akustisches Signal, leitet es durch die Flaschenwand und misst den zurückgeworfenen Impuls, um zu bestimmen, ob sich an der gegenüberliegenden Seite der Wand des Behältnisses Flüssigkeit oder Luft befindet. Die Genauigkeit liegt bei $\pm 1,6$ mm der tatsächlichen Flüssigkeitsoberfläche und die Reproduzierbarkeit liegt bei weniger als 1 mm.

Obwohl diese neue Technologie aufregend ist und sich für viele Anwendungen eignet, ist sie auf einige bestimmte Arten von Behältern und Flaschen beschränkt. Der Behälter muss aus Plastik und die Wand darf nicht dicker als 1/4 Zoll sein. Allerdings hat die Farbe oder Transparenz des Materials keinen Einfluss auf den Sensor. Dieser Sensor kann nicht bei Temperaturen über 70 °C verwendet werden.

Elektro-optisch

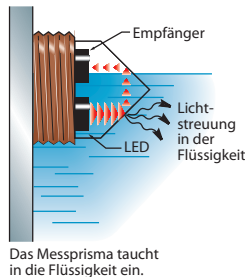
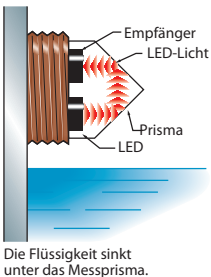
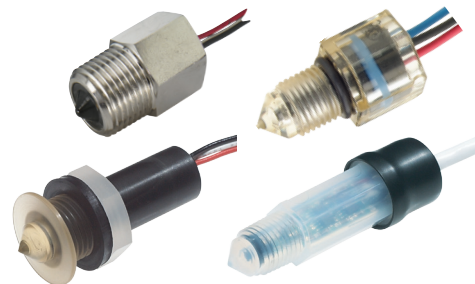
Pro: Kompakt, keine beweglichen Teile, hohe Betriebstemperatur möglich

Kontra: Invasiv (kleine Ausbuchtung in der Wand des Tanks), netzbetrieben und kann durch getrocknete Medien oder Beschichtungsstoffe negativ beeinflusst werden

Typische Anwendungen: Kühlmittel, medizinische Diagnostik, Sterilisierer und Wäscher, Schmiermittel, Lebensmittel, Hydraulik, Lecksuche

Elektro-optische Sensoren integrieren ein optisches Prisma in einen Halbleiterschaltkreis, der eine Infrarotdiode und einen Empfänger mit einer transistorierten Schaltung kombiniert. Es gibt kostengünstige und kompakte Füllstandsensoren mit eingebauter Schaltelektronik. Diese kleinen Einheiten ohne bewegliche Teile eignen sich vorzüglich für eine Vielzahl von Grenzstandmessgeräten, insbesondere dort, wo Verlässlichkeit und Wirtschaftlichkeit unerlässlich sind. Die elektro-optischen Sensoren eignen sich für hohe, niedrige oder mittlere Füllstandmessungen in praktisch allen Behältern, ob groß oder klein. Durch die Oberseite, Rückseite oder Seite des Tanks gestaltet sich die Installation problemlos und schnell.

Die Leistung kann durch reflektiertes Licht, z. B. in einem kleinen, spiegelnden Behälter, durch Blasen oder Beschichtungsstoffe gehemmt werden. Obwohl sie nur geringfügig in einen Behälter hineinragen, müssen sie dennoch durch die Wand des Behälters eingeführt werden und mit der Flüssigkeit in Kontakt kommen.



Druckmesser

Pro: Kontinuierliche Überwachung, nicht invasiv, keine Modifizierung des Behälters

Kontra: Veränderungen des Behälters, der Flüssigkeitsdichte, der Position des Behälters

Typische Anwendungen: Abfallbehälter, sehr große Tanks, extreme Temperaturen

Druckmesser haben den Vorteil, nicht invasiv zu sein und keine Verkabelung des zu überwachenden Behälters zu erfordern. Sie messen das Gewicht des Behälters und folgern die Flüssigkeitsmenge aufgrund der Veränderungen des Gewichts. Der Nachteil ist, dass das System kalibriert werden muss, um genau zu bleiben. Abweichungen beim Gewicht des Behälters oder der Flüssigkeitsdichte oder sogar nur der Position des Behälters können dazu führen, dass sich ändert, was das System als „voll“ oder „leer“ betrachtet.

Zusammenfassung

Wie Sie sehen, gibt es viele Möglichkeiten für die Füllstandüberwachung, weswegen die Auswahl des idealen Sensors für eine Anwendung schwierig sein kann. Es gibt einfach zu viele gute Optionen. Das Schwierige ist, auf Grundlage der Anwendung und der Designziele die „beste“ Option herauszufinden. Das Auswahlverfahren lässt sich abkürzen, wenn man sich von einem sachverständigen Partner mit großer Produktexpertise und weitreichender Anwendungserfahrung beraten lässt. Dadurch, dass Sie mit einem führenden Sensorhersteller zusammenarbeiten, kann Ihre Designabteilung Risiken reduzieren, Ressourcen optimieren und die Entwicklung beschleunigen.

Wenden Sie sich für weitere Informationen bitte an:

Gems Sensors & Controls

800.378.1600

info@gemssensors.com

www.GemsSensors.com