

WHITEPAPER

FLUIDTECHNIK

BREITGEFÄCHERTE LÖSUNGEN

FÜR VIELFÄLTIGE AUFGABEN

INHALTSVERZEICHNIS

1 Einleitung	3
2 Verfahren zur Druckmessung	3
2.1 Drucksensoren: Vom „Alleskönner“ bis zum „Spezialisten“	4
3 Verfahren zur Temperaturmessung.....	5
3.1 Temperatursensoren: Von „All-in-One“ bis „Zweiteiler“	5
4 Verfahren zur Messung von Strömungen.....	7
4.1 Strömungssensoren für Flüssigkeiten und Luft	8
4.2 Luftstromsensoren für Verbrauchsmessungen	8
5 Verfahren zur Füllstandskontrolle.....	11
5.1 Kapazitive Füllstandssensoren	13
5.2 Konduktive Füllstandssensoren	13
5.3 Füllstandssensoren (geführte Mikrowelle).....	14
5.4 Hydrostatische Drucksensoren zur Füllstandskontrolle	15
5.5 Ultraschallsensoren	16
6 Applikationsbeispiele	17

1 EINLEITUNG

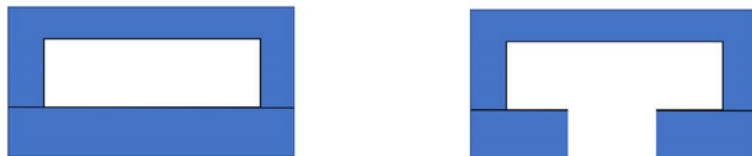
Es gibt wohl kaum einen Bereich, in denen die möglichen Aufgaben und damit auch potenziellen Sensorlösungen derart breitgefächert sind, wie in der Fluidtechnik. Im Grunde ist das nicht verwunderlich, denn Fluidtechnik ist ein Oberbegriff für sämtliche Verfahren, mit denen Energie durch die Strömung von Gasen und Flüssigkeiten übertragen wird. Neben dem technischen Anwendungsfokus auf die Hydraulik und Pneumatik lassen sich unter diesem Begriff im Bereich der Sensorik aber auch alle Verfahren subsumieren, mit denen der Zustand von Gasen und Flüssigkeiten erfasst wird. Hierzu zählen z. B. Druck, Temperatur, Füllstand und Strömung. Doch wie funktionieren diese Verfahren im Einzelnen? Und welche Lösungen bieten sich hierfür an? Fragen, auf denen dieses White Paper Antworten gibt.

Auf den nachfolgenden Seiten werden daher die einzelnen Verfahren für die Druck-, Temperatur-, Strömungs- und Füllstandmessung näher beschrieben, entsprechende Sensorlösungen präsentiert und zum Abschluss einige praktische Einsatzfelder vorgestellt.

2 VERFAHREN ZUR DRUCKMESSUNG

Mit einem Druckmessgerät wird der physikalische Druck eines Mediums (Flüssigkeit, Gas) erfasst und angezeigt. Bevor das Verfahren zur Druckmessung näher vorgestellt wird, zunächst einige allgemeine Erläuterungen zum Thema Druck. Die Erde ist von Luft umgeben, deren Gewicht einen Umgebungsdruck von etwa 1bar (1000mbar) auf Meereshöhe erzeugt. Angegeben wird der Luftdruck in mbar (Millibar) oder Pa (Pascal), wobei gilt: $100\text{Pa} = 1\text{mbar}$. Pascal, nach dem Mathematiker Blaise Pascal benannt, ist eine abgeleitete SI-Einheit des Drucks sowie der mechanischen Spannung. Wasser ist 1000 Mal schwerer als Luft. Eine Wassersäule mit der Fläche von 1cm^2 und einer Höhe von 10m ergibt ein Gewicht von 1kg. Taucht man in Wasser ein, nimmt der Druck pro 10m Tiefe um 1bar zu. Der Absolutdruck in 100 Meter Wassertiefe beträgt 11bar. Dieser Wert setzt sich aus 1bar Luftdruck auf der Wasseroberfläche plus 10bar Wasserdruck zusammen.

In der elektronischen Druckmesstechnik werden zumeist Membrankonstruktionen eingesetzt. In den piezoresistiven Dünn- und Dickfilm-Sensoren sind Widerstände auf der Membrane aufgebracht, die ihren Wert unter einer druckbedingten mechanischen Spannung ändern. Jede Druckmessung ist eine Differenzdruckmessung zwischen den beiden Flächen der Membrane, wobei zwischen Absolutdruck und Relativdruck unterschieden wird.



Absolutdruck (links): Die Messung erfolgt gegen einen abgeschlossenen Raum, zumeist Vakuum). Relativdruck (rechts): Die Messung erfolgt gegen einen Umgebungsdruck.

In den meisten Fällen wird der Relativdruck eines flüssigen oder gasförmigen Mediums – bezogen auf den atmosphärischen Luftdruck – gemessen.

2.1 DRUCKSENSOREN: VOM „ALLESKÖNNER“ BIS ZUM „SPEZIALISTEN“

Drucksensoren von ipf electronic eignen sich für eine Vielzahl an Druckmessungen von Gasen sowie Flüssigkeiten und ermöglichen bspw. die Überwachung des Systemdrucks von Hydraulikaggregaten oder des Drucks an Vakuum-Hebevorrichtungen. Darüber hinaus dienen solche Lösungen zur Steuerung von Kompressoren oder zur Druckluftüberwachung, um nur einige Einsatzfelder zu nennen. Die Sensoren mit frontbündiger Membran bzw. Einbaugewinde decken Druckbereiche von -1bar bis +600bar bzw. -1bar bis +1bar ab, verfügen wahlweise über 2 oder 3 Ausgangsfunktionen und lassen sich in Temperaturbereichen von -20° C bis +80° C einsetzen. Ergänzt werden die „Alleskönner“ mit einer Parametriersoftware.



Drucksensoren der Reihe DW34, DW35 und DW36 eignen sich für verschiedenste Druckmessungen von Gasen und Flüssigkeiten. Hier ein Drucksensor der Reihe DW35 zur Überwachung einer mit Pressluft gefüllten Transportleitung für Staub, der beim Sphäroguss entsteht und in ein Silo abgeführt wird.

Die Vakuum- und Drucksensoren der Reihe **DW16** sind die „Spezialisten“ von ipf electronic für Druckluftmessungen. Sie sind für Druckbereiche von -1bar bis 10bar ausgelegt, verfügen über eine kurze Ansprechzeit (<2,5ms) sowie eine hohe Schaltfrequenz (200Hz) und halten überdies Druckspitzen bis maximal 5bar bzw. 16bar stand. Die Sensoren mit IO-Link-Schnittstelle eignen sich für gefilterte, getrocknete oder geölte Luft sowie neutrale Gase und können bspw. auch zur Überwachung eines „Druckfensters“ genutzt werden. Mögliche Einsatzbereiche dieser Geräte finden sich z. B. in der Drucküberwachung und Vakuumkontrolle oder bei der Ansteuerung von Kompressoren.



Die kompakten, leichten Vakuum- und Drucksensoren der Reihe DW16 sind sofort einsatzbereit und verfügen über 2 unabhängig voneinander einstellbare Schaltausgänge.

3 VERFAHREN ZUR TEMPERATURMESSUNG

Bei Messungen mit Temperatursensoren wird generell zwischen berührungslosen und berührenden Verfahren unterschieden. Daher stehen sowohl medienberührende Geräte mit Messfühler als auch berührungslos arbeitende Sensoren mit Infrarottechnologie zur Verfügung.

Bei der medienberührenden Temperaturmessung wird die temperaturabhängige Änderung des elektrischen Widerstandes in Leitern und Halbleitern genutzt. Alternativ hierzu lässt sich die Temperatur einer Oberfläche berührungslos durch Messung der Wärmestrahlung bestimmen, sofern der Emissionsgrad ausreichend genau bekannt ist. Zu beachten ist, dass bei diesem Verfahren das Messobjekt über eine gleichmäßige Temperaturverteilung verfügen und den Erfassungsbereich des Sensors komplett ausfüllen muss. Derartige Messungen erfolgen mit Pyrometern.

3.1 TEMPERATURSENSOREN: VON „ALL-IN-ONE“ BIS „ZWEITEILER“

Die Temperatursensoren von ipf electronic unterscheiden sich im Allgemeinen durch kompakte einteilige und zweiteilige Lösungen, sowohl bei den optischen Infrarotsensoren als auch bei Geräten für **PT100**.

Die einteiligen optischen Infrarotsensoren integrieren als Kompaktgeräte die Elektronik und erfassen Strahlungswärme in einem Temperaturspektrum von +300° C bis +2000° C. Die Schaltschwellen lassen sich in einem Bereich zwischen +300° C bis +750° C einstellen. Für ein weitaus flexibleres Einsatzspektrum in einem breiten Mess- bzw. Einstellbereich von -50° C bis +1800° C ausgelegt sind hingegen die zweiteiligen optischen Infrarotsensoren mit separatem Auswertegerät von ipf electronic. Es stehen verschiedene Sensorköpfe zur Auswahl, mit denen sich die Messfleckgröße und der Messabstand applikations-spezifisch beeinflussen bzw. optimieren lässt.



Die optischen Infrarotsensoren sind als kompakte einteilige Ausführung (oben) oder als zweiteilige Lösung mit separatem Verstärker erhältlich.

Zu den Einsatzbereichen sowohl für die einteiligen als auch zweiteiligen optischen Infrarotsensoren gehören u.a. Schmieden, Walzwerke und generell metallverarbeitende Industrien.

Ein **PT100** ist ein Temperaturfühler mit einem Platin-Widerstand, der gemäß IEC 751 (EN 60751) bei einer Temperatur von 0° C über einen definierten Nennwiderstand von 100 Ohm verfügt. Besonders druckfest (bis 100bar) sind die einteiligen Temperatursensoren für **PT100** mit Messaufnehmer aus Edelstahl 1.4571, die sich für Medientemperaturen von -20°C bis +120° C und daher für Einsätze bspw. in Kühlkreisläufen, Absauganlagen oder Abgas- und Lüftungssystemen eignen. Für eine schnelle Auswertung des Messergebnisses innerhalb von nur 2ms sorgen die zweiteiligen Gerätelösungen für **PT100**. Da alle gängigen **PT100** in 2-, 3- oder 4-Draht-Technik über eine M12-Dose an die Anzeige angeschlossen werden können, ermöglichen diese Sensoren einen sehr variablen Einsatz, z. B. in Kühlkreisläufen, Vorratsbehältern, Absauganlagen und Lüftungssystemen etc.

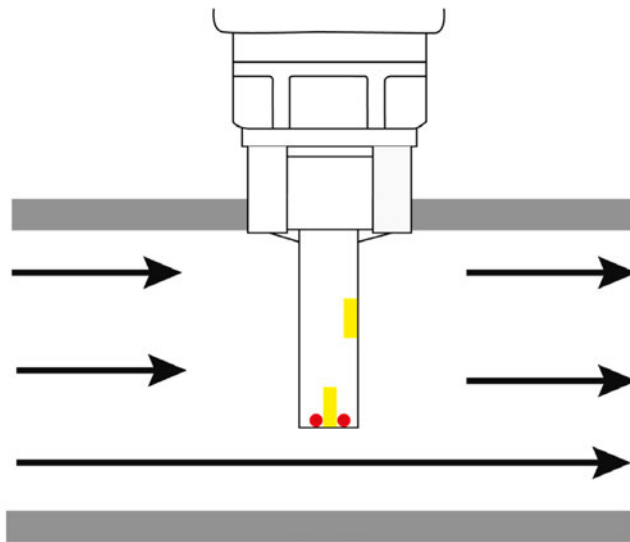


Einteiliger und zweiteiliger Temperatursensor für **PT100** (von links). Die zweiteilige Ausführung mit separater Auswerteelektronik verfügt über verschleißfreie Transistor-Schaltausgänge (1A pro Kanal).

4 VERFAHREN ZUR MESSUNG VON STRÖMUNGEN

Strömungssensoren, genauer thermodynamische Strömungssensoren, überwachen Strömungen bzw. messen die Strömungsgeschwindigkeit von Medien in geschlossenen Systemen (z. B. Rohrleitungen).

Die Funktionsweise von Strömungssensoren basiert auf dem kalorimetrischen Prinzip. Strömungssensoren verfügen über einen Messfühler, der zwei Temperatursensoren integriert (gelbe Elemente in der folgenden Abbildung) und im Massestrom des Mediums installiert ist. Der Temperatursensor in der Fühlerspitze wird mit Hilfe von Heizelementen (rotes Element in der Abbildung) von innen auf eine konstante Übertemperatur aufgeheizt. Der zweite Sensor im Messfühler misst die Temperatur des vorbeiströmenden Mediums. In der Folge stellt sich eine Temperaturdifferenz zwischen den beiden Sensoren ein. Diese Differenz ist umso kleiner, je höher die Strömungsgeschwindigkeit des Mediums ist. Die Ursache hierfür ist die kühlende Wirkung auf den beheizten Sensor durch den Massestrom.



Funktionsweise von Strömungssensoren. Die Abbildung zeigt ein Kompaktgerät. Der Messfühler integriert zwei Temperatursensoren (gelbe Elemente). Der Temperatursensor in der Fühlerspitze wird über Heizelemente (rot) von innen aufgeheizt. Der zweite Sensor im Messfühler misst die Temperatur des vorbeiströmenden Mediums.

Da Luft einen geringeren Kühleffekt hat, als Flüssigkeiten, sind die einzelnen Sensorelemente von Strömungssensoren für Luftmessungen im Vergleich zu den Sensorelementen in Geräten zur Messung flüssiger Medien größer und somit empfindlicher.

Strömungssensoren lassen sich ebenfalls in einteilige Kompaktgeräte und zweiseitige Geräte einteilen. Kompaktgeräte sind als Lösungen mit Messfühler (Einschraubgeräte für Rohrstutzen) und als Inline-Sensoren, die selbst geringste Strömungen erfassen können, ausgeführt. Zweiseitige Geräte bestehen aus einem Sensorelement, das in ein Medium hineinragt, und einem hiervon getrennten Auswertegerät für Einstellungen und Signalauswertungen. Solche Lösungen empfehlen sich bspw. zur Messung von Medien mit höheren Temperaturen oder wenn der Sensor selbst nach der Montage zur Parametrierung nicht mehr erreichbar ist.

4.1 STRÖMUNGSENSOREN FÜR FLÜSSIGKEITEN UND LUFT

Analog zu den Erläuterungen in Kapitel 4 verfügt ipf electronic über eine breitgefächerte Auswahl an Strömungssensoren sowohl in einteiliger Ausführung mit integriertem Messfühler als auch zweiteilige Gerätelösungen mit separatem Auswertegerät. Die Strömungssensoren in IP67 sind druckfest bis 100bar und für Medientemperaturen von -20°C bis +160° C ausgelegt. Mögliche Einsatzbereiche für solche Geräte sind u.a. Kühlkreisläufe, Hydraulik- und Pneumatikanwendungen (z. B. Trockenlaufschutz von Pumpen), Klima- und Lüftungssysteme sowie Applikationen mit Durchflussmessungen.

4.2 LUFTSTROMSENSOREN FÜR VERBRAUCHSMESSUNGEN

Luftstromsensoren bzw. Durchflussmessgeräte dienen zu Verbrauchsmessungen in verschiedensten Versorgungsnetzen. Weder der Druck noch die Temperatur des Mediums haben bei dem zugrundeliegenden kalorimetrischen Messprinzip der Sensoren Einfluss auf die Messergebnisse. Daher lassen sich die Durchflussmessgeräte bzw. Verbrauchszähler problemlos bei unterschiedlichen Drücken und Temperaturen ohne weitere Kompensation einsetzen. Die Durchflussmessgeräte von ipf electronic messen den aktuellen Durchfluss z. B. in m³/h oder l/min als auch den Verbrauch in m³ oder l.

Undichtigkeiten in Verbrauchsnetzen treten häufiger auf, als im Allgemeinen bekannt ist. Daher empfiehlt sich grundsätzlich die Installation von Luftstromsensoren für kontinuierliche Druckluftverbrauchsmessungen, um abweichend hohe Verbräuche frühzeitig zu identifizieren und darüber hinaus generell besser erkennen zu können, wo sich mögliche Einsparpotenziale beim Einsatz von Druckluft ergeben. Je nach Anwendungsbereich und auch Einbausituation vor Ort stehen für die kontinuierliche Verbrauchsmessung von Druckluft verschiedene Lösungen zur Auswahl: Einstichsensoren, Geräte mit integrierter Montagestrecke und Kompaktlösungen mit Gleichrichter. Nachfolgend werden diese Lösungen nur kurz beschrieben, da sich ein eigenes White Paper von ipf electronic ausführlich dem wichtigen Thema [Druckluftverbrauchsmessung](#) widmet.



Mögliche Einsatzbereiche von verschiedenen Luftstromsensoren z. B. an Maschinen oder im unmittelbaren Umfeld eines Kompressors.

Sogenannte Einstichsensoren bieten sich aufgrund ihrer einfachen Installation und Handhabung in gewisser Weise als Einstiegslösung für die kontinuierliche Druckluftverbrauchs-messung an. Die programmierbaren Geräte mit TFT-Display lassen sich unter Druck, also bei laufendem Kompressor, über einen Kugelhahn installieren und erfassen die Messgrößen Durchfluss, Verbrauch und Geschwindigkeit.



Luftstromsensor **SL870020**. Die blauen Pfeile auf dem Sensorgehäuse markieren die Strömungsrichtung für die Montage des Gerätes.

Strömungssensoren mit integrierter Montagestrecke wurden für die einfache Integration in bereits vorhandene Rohrleitungen konzipiert. Hierfür stehen verschiedenste Lösungen für Rohrgrößen von R 1/4" bis R 2" bereit.



Programmierbarer Luftstromsensor **SL900020** mit integrierter Montagestrecke für den R 1/2"-Rohranschluss.

Strömungssensoren mit Gleichrichter wurden für Applikationen entwickelt (z. B. innerhalb von Maschinen, in unmittelbarer Anlagennähe oder hinter einer Wartungseinheit), in denen die Integration der bislang unter 4.2 beschriebenen Geräte schwierig oder gar nicht möglich ist, da z. B. der Montageraum für solche Lösungen aufgrund der beengten Platzverhältnisse nicht ausreicht. Überdies fehlt in solchen Fällen oftmals auch der erforderliche Einbauraum für die Ein- und Auslaufstrecke, wodurch die jeweils notwendigen Mindestlängen für die Strecken nicht eingehalten werden können (mehr hierzu im [White Paper Druckluftverbrauchs-messung](#)). Für solche Anwendungen eignen sich die Geräte mit Strömungsgleichrichter. Die Geräte mit Anschlussgewinde G 1/2" bis 2" benötigen zur Beruhigung der Medienströmung keine Ein- und Auslaufstrecke, da der Gleichrichter (Messblock aus Aluminium) völlig unabhängig von der jeweiligen Einbausituation stets eine optimale Anströmung der integrierten Sensorelemente sicherstellt. Ausgenommen ist der Strömungssensor der Reihe mit Messblock für den 1/4"-Anschluss, der keinen Gleichrichter besitzt.



Luftstromsensor **SL920021** mit integriertem Gleichrichter für die platzsparende Montage z. B. an Maschinen oder hinter Wartungseinheiten.

Strömungssensoren sind in jedem Fall eine sinnvolle Investition, da die kontinuierliche Verbrauchsmessung in Kombination mit geeigneten Maßnahmen zumeist zu geringeren Druckluftverbräuchen und damit spürbaren Energiekosteneinsparungen führen kann. Werden dennoch auffällig abweichend hohe Verbräuche in einem Druckluftnetz gemessen, empfiehlt es sich, Leckagen als mögliche Ursache gezielt zu identifizieren und somit schnell zu beseitigen.

Primär für diese Aufgabe wurde das Leckagesuchgerät **UY000001** entwickelt, das sich zusätzlich an Gas- und Dampfleitungen sowie an Vakuumanlagen einsetzen lässt. Diese Lösung zur gezielten Leckageortung wird ebenfalls ausführlicher im [White Paper Druckluftverbrauchs-messung](#) beschrieben.



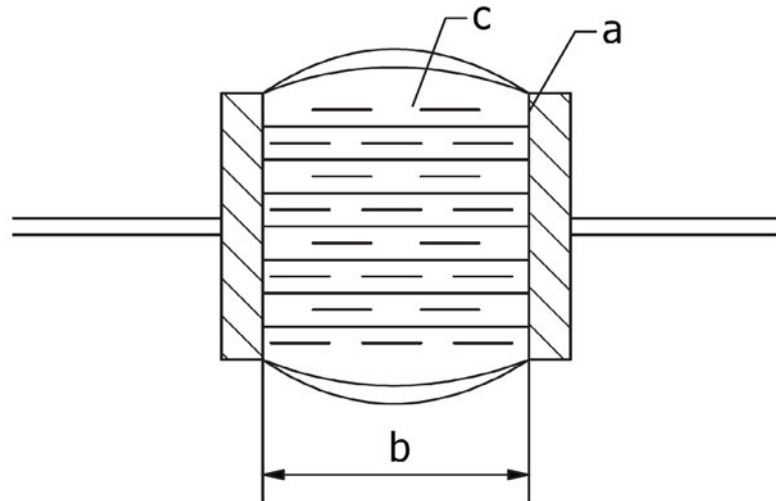
Das Leckagesuchgerät integriert u.a. ein Mikrophon und eine Kamera mit einem Farbdisplay. Hinzu kommen ein Kopfhörer, ein Schalltrichter und ein Richtrohr.

5 VERFAHREN ZUR FÜLLSTANDSKONTROLLE

Für die Füllstandskontrolle existieren eine ganze Reihe unterschiedlicher Verfahren:

- / Kapazitiv
- / Konduktiv
- / Mikrowelle
- / Statischer Druck
- / Ultraschall

Kapazitive Sensoren für die Füllstandsmessung funktionieren nach dem Prinzip eines Plattenkondensators. Die aktive Sensorfläche besteht aus zwei konzentrisch angeordneten metallischen Elektroden (aufgeklappter Plattenkondensator). Nähert sich ein metallisches oder nichtmetallisches Objekt der aktiven Fläche, so verändert es das elektrische Feld vor den Elektrodenflächen und damit die Kapazität. Die Kapazitätsänderung wird über eine Auswerteschaltung in ein Schaltsignal umgesetzt.

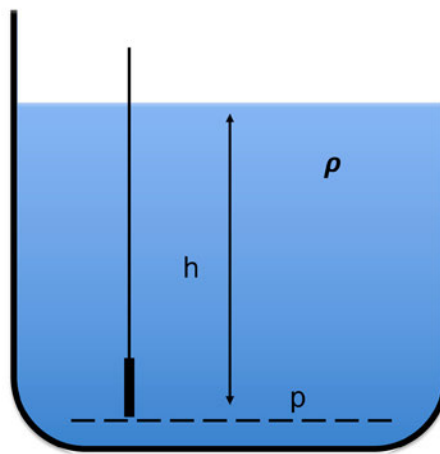


Die Kapazität eines Füllstandssensors ist im Wesentlichen durch den mechanischen Aufbau des Gerätes festgelegt, da sie von der Größe der Feldplatten und dem Abstand der Platten zueinander abhängt. Analog zum Plattenkondensator (Bild) wird die Kapazität wie folgt berechnet: $\epsilon_0 \times \epsilon_r \times A / d$.
 ϵ_0 : Dielektrizitätskonstante für Vakuum, ϵ_r : Dielektrizitätskonstante für das Dielektrikum.
(a: Plattengröße (A), b: Plattenabstand (d) und c: Dielektrikum)

Konduktive Systeme nutzen das einfachste Verfahren zur Füllstandskontrolle von leitfähigen Medien vorwiegend auf Wasserbasis. Das Verfahren funktioniert nach dem Prinzip eines offenen bzw. geschlossenen Stromkreises. Daher sind für die Messung mehrere Sonden bzw. Elektroden notwendig. Diese werden mit einer Auswerteeinheit verbunden, die den Widerstand des zu kontrollierenden Mediums zwischen den Elektroden ermittelt. Als Bezugs Elektrode kann auch eine metallische Behälter- oder Rohrwandung dienen. Die vom Auswertegerät erzeugte Wechselspannung liegt entweder zwischen den Messelektroden oder aber zwischen einer Elektrodensonde und der Bezugs Elektrode an. Sobald das elektrisch leitfähige Füllgut den Stromkreis zwischen den Messelektroden bzw. zwischen einer Elektrode und Bezugs Elektrode schließt, fließt ein Wechselstrom und der Relaisausgang der Auswerteeinheit schaltet.

Das Verfahren „Mikrowelle“ basiert auf dem Prinzip der geführten Mikrowelle. Hierbei wird die Laufzeit einer Mikrowelle vom Sensor durch einen Messstab zur Medienoberfläche und zurück erfasst und hieraus der Füllstand errechnet. Das untere Ende des Messstabes ist der Nullpunkt für die Füllstandsmessung.

Beim Verfahren „Statischer Druck“ wird der sogenannte hydrostatische Druck ermittelt, der durch die Höhe einer Flüssigkeitssäule in einem Behälter auf eine Messmembrane in einem Sensor einwirkt. Die zu ermittelnde Füllstandshöhe ist außerdem von der spezifischen Dichte eines Mediums und der sogenannten Gravitationskonstante ($9,81\text{m/s}^2$) abhängig. Aufgrund der Gravitation nimmt mit steigender Höhe der Flüssigkeitssäule in einem Behälter der hydrostatische Druck zu. Die Formel hierzu lautet: $h = p / \rho \times g$ (h = Füllstandshöhe, p = Druck, ρ = Dichte des Mediums, g = Gravitationskonstante).



h : Höhe Füllstand, p : Druck, ρ : Dichte des Mediums, Gravitationskonstante $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Beim Ultraschall-Verfahren wird durch das Echo-Laufzeit-Verfahren die Zeit gemessen, die ein Schallimpuls vom Sensor zu einer Medienoberfläche und zurück benötigt und hieraus die Füllstandshöhe in einem Behälter ermittelt.

5.1 KAPAZITIVE FÜLLSTANDSSENSOREN

Neben Lösungen für die klassische Füllstandsabfrage bietet ipf electronic Geräte mit kontinuierlichem Füllstandssignal und Sensoren mit besonders großer aktiver Fläche und damit sehr hoher Kapazität an. Die „Klassiker“ unter den kapazitiven Füllstandssensoren eignen sich für Medientemperaturen von -25°C bis $+100^{\circ}\text{C}$ und verfügen über einen Digital- sowie Analogausgang, um Schaltpunkte zu setzen oder ein kontinuierliches Signal zur Überwachung der Füllstandshöhe zu erzeugen. Die Geräte eignen sich bspw. für die Füllstandsabfrage in Vorratsbehältern, etwa für Kühlemulsionen von Maschinen. Die kapazitiven Sensoren mit kontinuierlichem Füllstandssignal zeichnen sich aufgrund ihrer großen Sensorfläche durch eine hohe Empfindlichkeit aus und ermöglichen einen sehr guten Grundabgleich, unabhängig vom abzufragenden Medium. Solche Lösungen sind z. B. ideal für den Trockenlaufschutz von Pumpen in Behältern.

Eine Besonderheit sind die Sensoren mit kolbenförmigem Teflongehäuse, das ein hervorragendes Abtropfverhalten bietet und zudem antielektrostatisch sowie säure- und laugenfest ist. Die Geräte verfügen aufgrund ihrer besonders großen aktiven Fläche über eine sehr hohe Kapazität und überdies über eine hervorragende Kompensation von Feuchtigkeit durch eine Spezialelektrode. Die für Medientemperaturen von -25°C bis $+75^{\circ}\text{C}$ konzipierten kapazitiven Sensoren ermöglichen die Überwachung der Füllhöhe in Behältern mit zähflüssigen Medien wie bspw. Kühl- und Schmiermittel für Werkzeuge von Maschinen. Darüber hinaus sind sie ideal zur Füllstandsüberwachung von Behältern mit z. B. Säuren, Laugen, Ölen oder Reinigungsmitteln.



Kapazitiver Sensor FK920420 zur Kontrolle des Füllstandes in einem Behälter, in dem sich Graphitpaste zur Permanent schmierung eines Werkzeuges befindet.

5.2 KONDUKTIVE FÜLLSTANDSSENSOREN

Das Portfolio an konduktiven Füllstandssystemen besteht aus verschiedensten, flexibel einsetzbaren Auswertegeräten und unterschiedlichen Sonden mit bis zu drei Elektroden. Die Ausführungen mit ein oder zwei Elektroden eignen sich für Medientemperaturen von -20°C bis $+100^{\circ}\text{C}$, sind druckfest bis 10bar und verfügen über Elektrodenlängen von 500mm bis 1000mm. Sonderbauformen stehen außerdem wahlweise mit zwei oder drei Elektroden zur Verfügung. Potenzieller Einsatzbereich dieser Lösungen ist die Füllstandsabfrage von elektrisch leitfähigen Medien, die sich auch in Kunststoffbehältern befinden können. Weitere Applikationsbereiche der Systeme wären bspw. die Überfüllsicherung von Behältern mit nicht brennbaren, wassergefährdenden Flüssigkeiten, als Trockenlaufschutz für Pumpen oder für die Zweipunktregelung von Anlagen. Überdies lassen sich die Lösungen in Rührwerken oder anderen Behältern einsetzen, in denen das Medium beim Befüllen oder Entleeren Wellenbewegungen verursacht.

5.3 FÜLLSTANDSENSOREN (GEFÜHRTE MIKROWELLE)

Durch ihren Parallelstab ermöglichen die nach dem Prinzip der geführten Mikrowelle arbeitenden Füllstandssensoren hochpräzise Messungen, wobei zuvor kein Medienabgleich erforderlich ist. Die Geräte sind für Medientemperaturen von -20° C bis +80° C ausgelegt und integrieren einen Analog- sowie Schaltausgang mit programmierbarer/konfigurierbarer Schaltfunktion. Die mit Sondenlängen von 200mm bis 800mm erhältlichen Sensoren lassen sich sehr einfach installieren und eignen sich zur Füllstandsabfrage von Behältern mit Ölen, Laugen, Reinigungsmitteln, Trennmitteln, etc.



Zur Füllstandsabfrage von elektrisch leitfähigen Medien stehen verschiedenste Lösungen mit bis zu 3 Elektroden zur Verfügung, die an einem Auswertegerät angeschlossen werden.

Die Sonderbauform mit einem Messstab reagiert auf Medienberührung an der Messspitze und eignet sich auch für die Erfassung von Medien wie Pulver oder Granulate. Die gegenüber Medienanhaftungen unempfindlichen Geräte sind mit Sondenlängen von 120mm bis 400mm verfügbar und ermöglichen zudem die Überwachung von Füllständen in Kunststoff- sowie Metallbehältern mit z. B. Hydrauliköle, Emulsionen, etc.

5.4 HYDROSTATISCHE DRUCKSENSOREN ZUR FÜLLSTANDSKONTROLLE

Hydrostatische Drucksensoren von ipf electronic ermöglichen eine gleichsam einfache wie hochpräzise Füllstandsabfrage von flüssigen Medien mit nur einem Sensor. Die Geräte arbeiten wartungsfrei und sind auf eine Wassersäule von 1,5m oder für Druckbereiche von 0 bis 0,4bar abgestimmt. Die Sensoren lassen sich durch „hängende Montage“ sehr einfach installieren, wobei keine weiteren Einstellungen für die Messungen erforderlich sind. Alternativ zur „hängenden Montage“ können die Geräte auch seitlich in Behälterwände installiert werden. Die Lösungen integrieren eine Druckmesszelle mit nachgeschalteter Elektronik, die den statischen Druck der Flüssigkeitssäule in ein analoges Messsignal umsetzt. Da messtechnisch der statische Druck ermittelt wird, können neben Flüssigkeiten auch gelartige oder pastöse Medien abgefragt werden. Die Einsatzfelder von hydrostatischen Drucksensoren finden sich in der Füllstandsabfrage von flüssigen Medien wie z. B. Wasser, Abwasser, Lösungsmittel, Ölschlamm, Fette, etc.



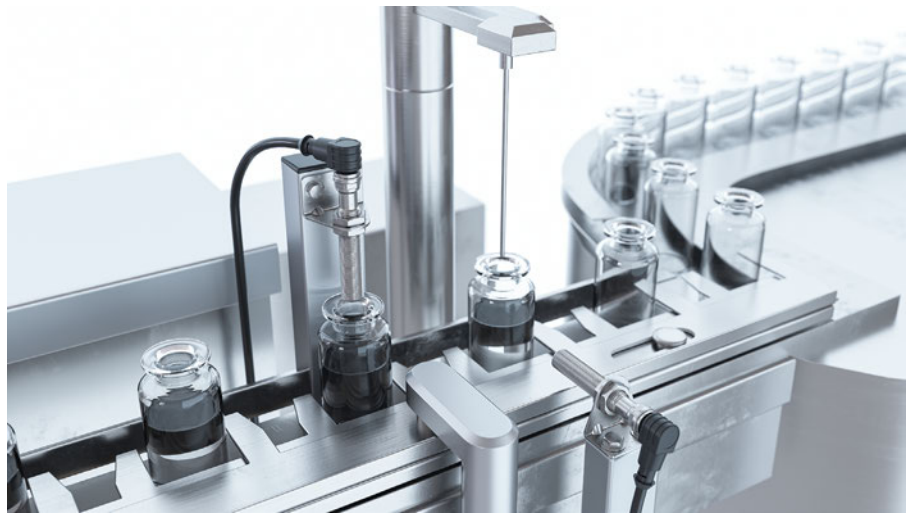
Hochpräzise Messungen ohne vorherigen Medienabgleich. Die Abbildung zeigt einen Füllstandssensor FM910321 (oben) und die Sonderbauform FM910122.



Die hydrostatischen Drucksensoren (hier eine „hängende Montage“ in einem Behälter) von IPF verfügen über Schutzklasse IP68 und sind für Medientemperaturen von -20° C bis +70° C geeignet.

5.5 ULTRASCHALLSENSOREN

Für ein breites Reichweitespektrum und damit für einfache Füllstandabfragen auch aus großer Entfernung konzipiert sind die Ultraschallsensoren von ipf electronic, wobei z. B. für den Einsatz in Silos Reichweiten bis zu 6 Meter erreicht werden können. Die Messung erfolgt berührungslos, sodass die Geräte ideal für Füllstandabfragen bspw. von Behältern mit aggressiven Medien in allen erdenklichen Industriebereichen sind. Zur Auswahl stehen verschiedenste Lösungen mit zylinder- oder quaderförmigen Gehäusebauformen sowie Gehäusewerkstoffen in Messing oder Kunststoff. Die Einstellung der Ultraschallsensoren erfolgt mittels Teach-In. Eine Besonderheit im Portfolio an Ultraschallsensoren sind die sehr kompakten Geräte der Reihe **UT12**, deren Schallwandler über einen Öffnungswinkel von lediglich 6° verfügt. Diese Lösungen mit einem Messbereich von 20mm bis 200mm ermöglichen daher die Füllstandskontrolle in Behältern mit extrem kleinen Öffnungen, wie sie bspw. in der Medizin- oder Labortechnik anzutreffen sind (z. B. Reagenzgläser oder Probenbehälter).



Ultraschallsensoren der Reihe **UT12** in einer automatisierten Dosieranlage eines Chemieunternehmens. Der Sensor hinter der Dosiereinheit (links) kontrolliert von oben die Füllstände durch die kleinen Flaschenöffnungen. Ein weiterer Sensor mit Schaltausgang dient zur Anwesenheitskontrolle.

6 APPLIKATIONSBEISPIELE

Nachfolgend einige praktische Beispiele für den Einsatz von Sensoren in der Fluidtechnik. Aus der Fülle an sehr unterschiedlichen Applikationen wird deutlich, wie vielseitig dieser Bereich und damit auch die potenziellen Einsatzmöglichkeiten der Lösungen sind.

DRUCKSENSOREN

Drucksensoren werden bspw. im Bereich der Druckluft-Kompressorsteuerung eingesetzt, um den Systemdruck an einem Aggregat zu überwachen.



Mit Vakuum-Hebevorrichtungen werden verschiedenste Produkte (Kartons, Glasscheiben, Platten, etc.) mittels Unterdruck angehoben. Ein Drucksensor stellt hierbei sicher, dass der erforderliche Mindestunterdruck zum Anheben des entsprechenden Produktes erreicht wird.

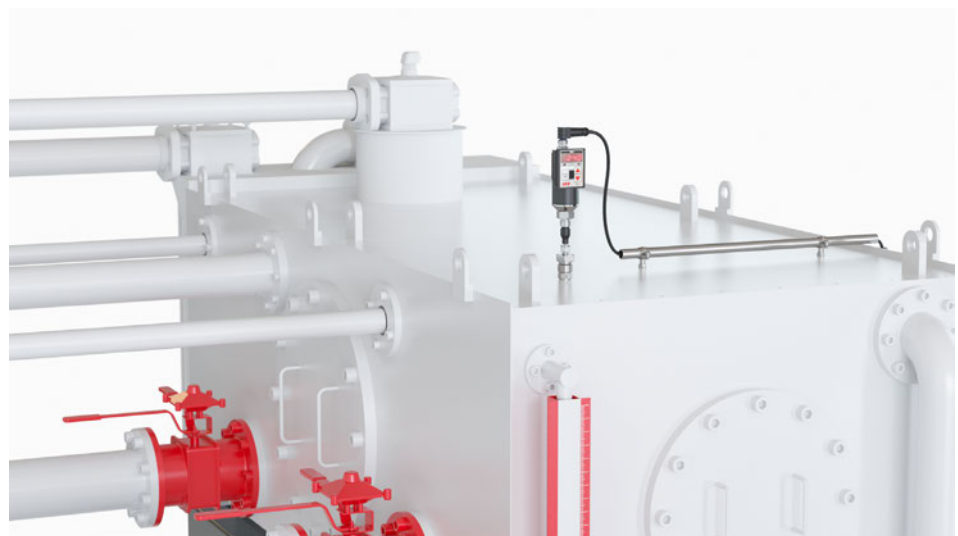


TEMPERATURSENSOREN

Zum Umformen von Schmiedeteilen sind hohe Temperaturen notwendig. Pyrometer überwachen hierbei mit Infrarottechnologie berührungslos die Mindesttemperatur des Schmiedeteils für einen sichereren Umformprozess.

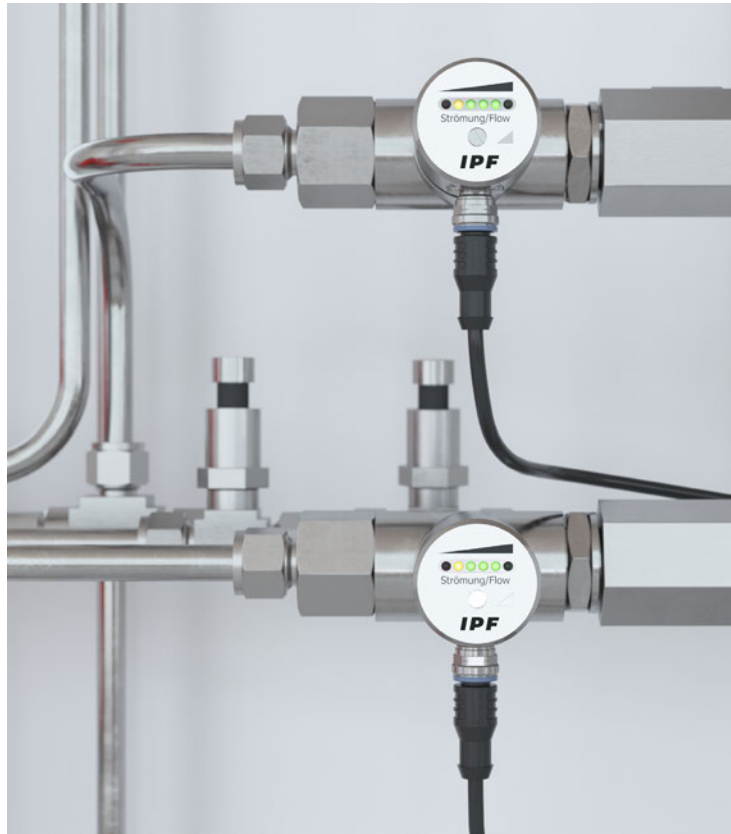


In Kühlkreisläufen am Maschineneinlauf überwachen bspw. **PT100**-Sensoren die korrekte Kühlwassertemperatur für die anschließenden Fertigungsprozesse, z. B. bei der zerspannenden Metallbearbeitung.



STRÖMUNGSENSOREN

Strömungssensoren bzw. Strömungswächter überwachen in Kühlkreisläufen, z. B. von Sinteröfen bei der Herstellung von Wendeschneidplatten, die Strömung der Kühlflüssigkeit. Hierdurch wird gewährleistet, dass immer genügend Kühlmedium im Kreislauf zirkuliert und die Öfen nicht überhitzen.

**FÜLLSTANDSENSOREN**

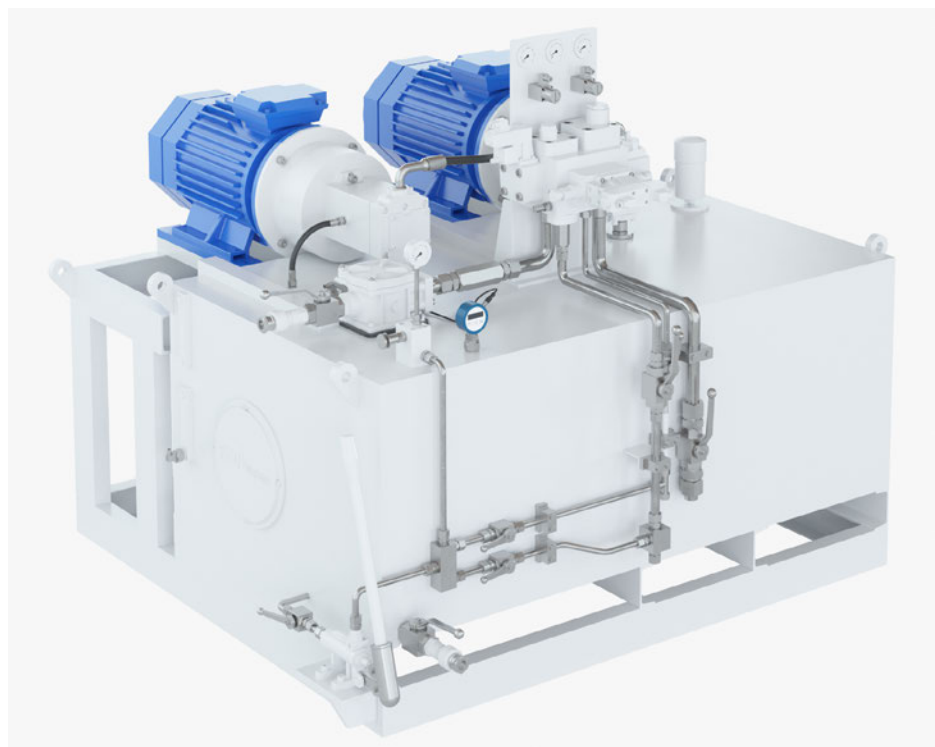
Mit konduktiven Füllstandssensoren lassen sich z. B. Füllstandsgrenzwerte in Behältern überwachen. Hierbei kann an einem Vorratsbehälter bspw. auch der Zulauf über ein Ventil gesteuert werden. Ist ein vordefinierter minimaler Füllstand erreicht, öffnet sich das Ventil so lange, bis der Behälter wieder seinen maximalen Füllstand erreicht hat.



Kapazitive Sensoren ermöglichen bspw. die Überwachung des Mindestfüllstandes in einem Vorratsbehälter für Schmiermittel, etwa zur Permanentschmierung von Werkzeugen einer Maschine.



Nach dem Verfahren der geführten Mikrowelle arbeitende Sensoren können bspw. den Füllstand in einem Behälter mit Hydrauliköl überwachen. Die Sensoren werden hierzu in den Behälterdeckel montiert.



Ultraschallsensoren eignen sich z. B. zur Füllstandskontrolle in Klärbecken oder wie hier in einer Zisterne bzw. einem Frischwasserbrunnen. Mit dem Echo-Laufzeit-Verfahren wird die Zeit gemessen, die ein Schallimpuls vom Sensor zu einer Mediumoberfläche und zurück benötigt und hieraus die Füllstandshöhe ermittelt.



Hydrostatische Drucksensoren messen, wie der Name schon sagt, den hydrostatischen Druck, der aufgrund der Höhe einer Flüssigkeitssäule auf eine Messmembrane im Sensor einwirkt. Solche Geräte werden häufig zur Füllstandskontrolle in Behältern eingesetzt. Die Lösungen von ipf electronic ermöglichen eine gleichsam einfache wie hochpräzise Füllstandsabfrage von flüssigen Medien mit nur einem Sensor, wobei die Geräte wartungsfrei arbeiten.



© ipf electronic gmbh: Dieses White Paper ist urheberrechtlich geschützt. Die Verwendung des Textes (auch in Auszügen) sowie der Bildmaterialien in diesem Dokument ist nur mit schriftlicher Genehmigung der ipf electronic gmbh gestattet.

ipf electronic gmbh
info@ipf.de • www.ipf.de

Änderungen vorbehalten! Stand: März 2020