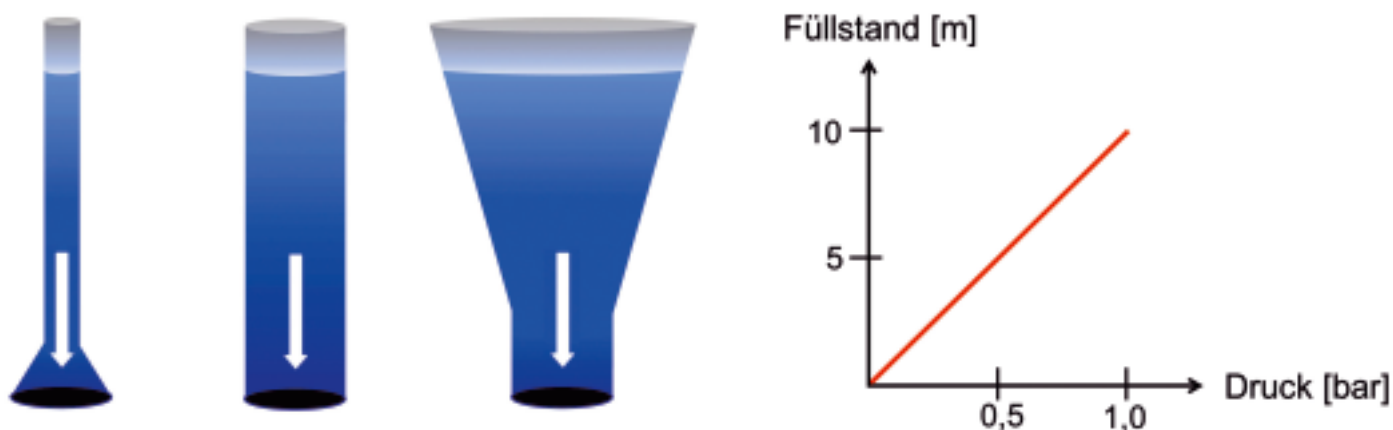


Hydrostatische Füllstandsmesstechnik für viele Applikationen (Hannover Messe: 11-C48)

## Bewährtes und etabliertes Messprinzip

Der Anwender industrieller Füllstandsmesstechnik sieht sich heute einer schier unüberschaubaren Anzahl verschiedener Messprinzipien und Produkte für die Instrumentierung von Füllstandsmessstellen gegenüber. Die hydrostatische Druckmess-technik gilt bereits seit vielen Jahren als das bedeutendste Messprinzip. Hydrostatische Füllstandssensorik – beispielsweise von Wika – eignet sich für eine Vielzahl von Applikationen. In der kontinuierlichen Füllstandsmessung gilt die hydrostatische Druck- bzw. Füllstandsmesstechnik mit einem Marktanteil von 40 % des Absatzvolumens als wichtigstes Sensorik- und Messprinzip.



Darstellung des hydrostatischen Paradoxons Bilder: Wika/Stockphoto.com

Die hydrostatische Druckmessung eignet sich für die Füllstandsmessung aufgrund der hydrostatischen Wirkung strömungsfreier Fluide. Dieses physikalische Prinzip beschreibt die Wirkung der Gewichtskraft einer Flüssigkeit auf einen Messpunkt. Die auf einen spezifischen Messpunkt wirkende Gewichtskraft ist der „hydrostatische Druck“. Das sogenannte „hydrostatische Paradoxon“ besagt, dass unabhängig von Form und Volumen eines Behälters, der hydrostatische Druck am Messpunkt eines Tanks oder Behälters ausschließlich zur Füllhöhe und nicht zur Füllmenge proportional ist.

Eine statische Flüssigkeit bewirkt durch ihre spezifische Dichte und die wirkende Schwerkraft eine entsprechend der Füllhöhe proportional ansteigende Gewichtskraft bzw. einen ansteigenden hydrostatischen Druck. Folglich stellt der hydrostatische Druck ein direktes Maß für den Füllstand eines Behälters dar. Aus dem gemessenen Füllstand kann mittels einer sogenannten Tanklinearisierungstabelle die aktuell im Behälter vorhandene Füllmenge be-

rechnet werden. Aus diesen hinterlegten Druck/Füllmenge-Wertepaarungen kann nun eine Kurve abgeleitet werden, die dem Anwender für jeden gemessenen hydrostatischen Druck ein entsprechendes Füllvolumen darstellt. Üblicherweise erfolgt diese Berechnung in der SPS, sodass dem Benutzer direkt auf dem Bildschirm die aktuell vorhandene Füllmenge im Behälter angezeigt wird.

Um die Füllmenge mit hoher Genauigkeit aus dem hydrostatischen Druck bestimmen zu können, wird der Drucksensor idealerweise auf Höhe der gewünschten Nullmessung platziert. Ausgehend von diesem Messpunkt misst der Sensor den hydrostatischen Druck als direktes Maß für den Abstand vom gewählten Messpunkt bis zur Medienoberfläche. Der gemessene hydrostatische Druck einer Flüssigkeit beinhaltet jedoch zusätzlich zur Gewichtskraft des Mediums auch den auf die Flüssigkeitsoberfläche wirkenden Umgebungsdruck im Falle offener Tanks respektive den Gasdruck in verschlossenen Tanks.

### Offene oder geschlossene Behälter

Bei der hydrostatischen Füllstandsmessung in offenen Behältern findet ein kontinuierlicher Druckausgleich der Umgebungsluft mit der Gasphase oberhalb der Flüssigkeit statt. Daher entspricht der Umgebungsdruck, der als Gewichtskraft auf das Medium wirkt, immer auch dem wirkenden Umgebungsdruck

#### DER AUTOR



Dipl.-Ing. (BA) Enrico Bossart ist Produktmanager im Geschäftsbereich Elektronische Druckmesstechnik bei der Wika Alexander Wiegand SE & Co. KG in Klingenberg [www.wika.de](http://www.wika.de)

auf das gesamte System einschließlich des Füllstandsensors. Setzt man nun einen Drucksensor mit Relativdruckmesszelle ein, also einen ebenso wie der Tank mit dem Umgebungsdruck ausgeglichenen bzw. belüfteten Drucksensor, so gleicht dieser selbstständig den Einfluss dieses Umgebungsdrucks aus. Somit entspricht der hydrostatische Druck ausschließlich der Füllhöhe der Flüssigkeit.

### Arten hydrostatischer Füllstandssensoren

Die Füllstandsmessung in gasdicht geschlossenen Behältern erfordert eine Kompensation des Druckes der über der Flüssigkeit eingeschlossenen Gasphase. Der eingeschlossene Druck der Gasphase wirkt als zusätzliche Gewichtskraft auf die Flüssigkeit und verfälscht eine hydrostatische Druckmessung am Behälterboden. Deshalb muss dieser die Messung verfälschende Einfluss durch eine zusätzliche Druckmessung der Gasphase

kompensiert werden. Häufig setzt man daher einen zweiten Drucksensor für die Messung des Gasdruckes ein.

In der hydrostatischen Füllstandsmesstechnik kann man primär drei Arten bzw. Bauformen von Füllstandssensoren unterscheiden: konventionelle Drucktransmitter, Prozessdrucktransmitter und Pegelsonden, verfügbar in Relativ-, Absolut- oder Differenzdruckausführung. Für die Anwendung in Tanks und freistehenden Behältern eignet sich insbesondere der Einsatz von konventionellen Drucktransmittern oder Prozessdrucktransmittern, wahlweise mit klassischem Druckkanal oder in frontbündiger Ausführung. Die häufigste Verwendung finden hierbei konventionelle Drucktransmitter. Diese konventionellen Sensoren sind robust, einfach in der Installation und Anwendung, schnell und in hohen Genauigkeiten verfügbar.

Prozessdrucktransmitter hingegen werden vornehmlich in Anwendungen mit besonderen Anforderungen an die Messtechnik, wie Bus-Signalen, Skalierbarkeit des Messbereiches, integrierte Tanklinearisierung, u.v.m.

**PRAXIS PLUS**

**Die hydrostatischen Drucksensoren haben in der Vergangenheit einfache Anwendungen mit hoher Preissensitivität besetzt. Im Zuge einer weiterhin ansteigenden Komplexität der Regelungstechnik und Prozesssteuerung sowie durch die Verdrängung alternativer Messprinzipien durch die hydrostatische Füllstandsmesstechnik steigen auch die Anforderungen an hydrostatische Drucksensoren. Anforderungen wie digitale Kommunikation, Programmierbarkeit oder interne Tanklinearisierung haben bereits eine Umsetzung in Prozessdrucktransmittern gefunden. Diese Anforderungen werden jedoch zukünftig vermehrt auch an vermeintlich einfachere und kostengünstigere Industrietransmitter gestellt.**



Konventioneller Drucktransmitter mit Druckkanal

Konventioneller Drucktransmitter mit frontbündiger Membran

eingesetzt und finden daher verstärkt in Applikationen der Chemie und Petrochemie ihre Anwendung. Speziell in der Wasser- und Abwasserwirtschaft werden häufig tauchfähige Drucksensoren, sogenannte Pegel- bzw. Tauchsonden eingesetzt. Pegelsonden unterscheiden sich von klassischen Drucksensoren, bedingt durch die charakteristische Tauchanwendung, vor allem hinsichtlich der Medienbeständigkeit, Druckdichtigkeit, Kabelqualität und Schutzart. Die Bauform des Differenzdrucktransmitters gilt speziell innerhalb der Chemie und Petrochemie als Stand der Technik. Differenzdrucktransmitter bieten den Vorteil, dass bereits in der Intelligenz des Transmitters der Druck der Gasphase eines gasdicht geschlossenen Tanks vollständig



Prozessdrucktransmitter



Differenzdrucktransmitter

kompensiert und aus der Füllstandsmessung herausgerechnet werden kann. Der Anwender erhält somit eine hydrostatische Füllstandsmessung, die ohne weitere Sensoren die korrekte Füllhöhe anzeigt.

## Füllstandsmessung in der Praxis

Die Popularität hydrostatischer Sensoren liegt in deren einfacher Anwendung, einer geringen Fehleranfälligkeit von der Installation bis hin zum Dauerbetrieb sowie deren großer Störgrößentoleranz und Eignung der Technologie für nahezu alle Einsatzbedingungen begründet. Dennoch gilt es einige wichtige Fallstricke zu vermeiden, um dieses Messverfahren effektiv und sicher zur Füllstandsmessung zu nutzen. Der Einfluss der Temperatur, speziell deren Einfluss auf die spezifische Mediumsdichte, muss für eine korrekte Füllstandsmessung immer in die Berechnung des Niveaus einfließen. Daher wird eine hydrostatische Füllstandsmessung vor allem in Applikationen eingesetzt, die sich innerhalb bekannter Prozessgrenzen bzw. einer bekannten Dichte des Mediums bewegen. Sollte der Prozess eine stark variierende Dichte beinhalten, so wird diese üblicherweise durch zusätzliche Sensoren kompensiert. Auch deshalb verfügen eine Reihe von Drucksensoren über zusätzliche, integrierte Temperatursensoren, die eine Erfassung der Medientemperatur zur Dichtekompensation ermög-

lichen. Das Medium und dessen Eigenschaften, insbesondere dessen Viskosität und Feststoffanteil entscheiden über den Einsatz eines Drucksensors in klassischer Bauform mit Druckkanal oder mit frontbündiger Membran. Ein Drucksensor mit Druckkanal sollte immer dann eingesetzt werden, wenn das Medium dünnflüssig und möglichst frei von groben Verschmutzungen ist. Neigt ein Medium jedoch zu Anhaftungen, ist hochviskos oder stark partikelhaltig, so wählt man einen Sensor mit frontbündiger Membran. Eine frontbündige Membran verhindert im Gegensatz zu einem Sensor mit Druckkanal, dass ein solcher Druckkanal verstopfen oder das Medium in diesem aushärten oder auskristallisieren kann. Eine Verstopfung des Druckkanals verlangsamt die Messung bzw. verhindert im Extremfall eine korrekte Druckmessung sogar vollständig. Pegelsonden als spezifische Bauform eines Drucktransmitters werden sowohl in verschmutzten Medien, wie Abwasser, als auch in reinen Medien, wie Kraftstoff oder Grundwasser, eingesetzt. Hierbei werden sowohl frontbündige Produktausführungen, als auch weite Druckkanäle genutzt, um eine hohe Zuverlässigkeit der Füllstandsmessung in der Tauchanwendung zu gewährleisten.

## Wohin entwickelt sich die Hydrostatik

Bedingt durch die große Verbreitung industrieller Drucksensoren und deren Herstellung in millionenfacher Ausführung haben hydrostatische Drucksensoren einen signifikanten Kostenvorteil gegenüber alternativen Füllstandsmessverfahren erreicht. Folgerichtig wird die hydrostatische Füllstandsmessung gegenüber alternativen Messprinzipien auch in Zukunft einen weiterhin ansteigenden Marktanteil gewinnen und eine wirtschaftliche Füllstandsmessung in vielen neuen Anwendungen ermöglichen.

### INFO-TIPP

*Sicherheit und Effizienz sind gerade in der Prozessindustrie von elementarer Bedeutung. Die Automatisierungstechnik ist hier oftmals eine unverzichtbare Grundlage und zudem häufig auch der Schlüssel zu immensen Optimierungspotenzialen. Das Special Prozessautomatisierung berichtet auch über Verfahren zur Füllstandsmessung:*

· [www.wirautomatisierer.de/prozessautomatisierung](http://www.wirautomatisierer.de/prozessautomatisierung)