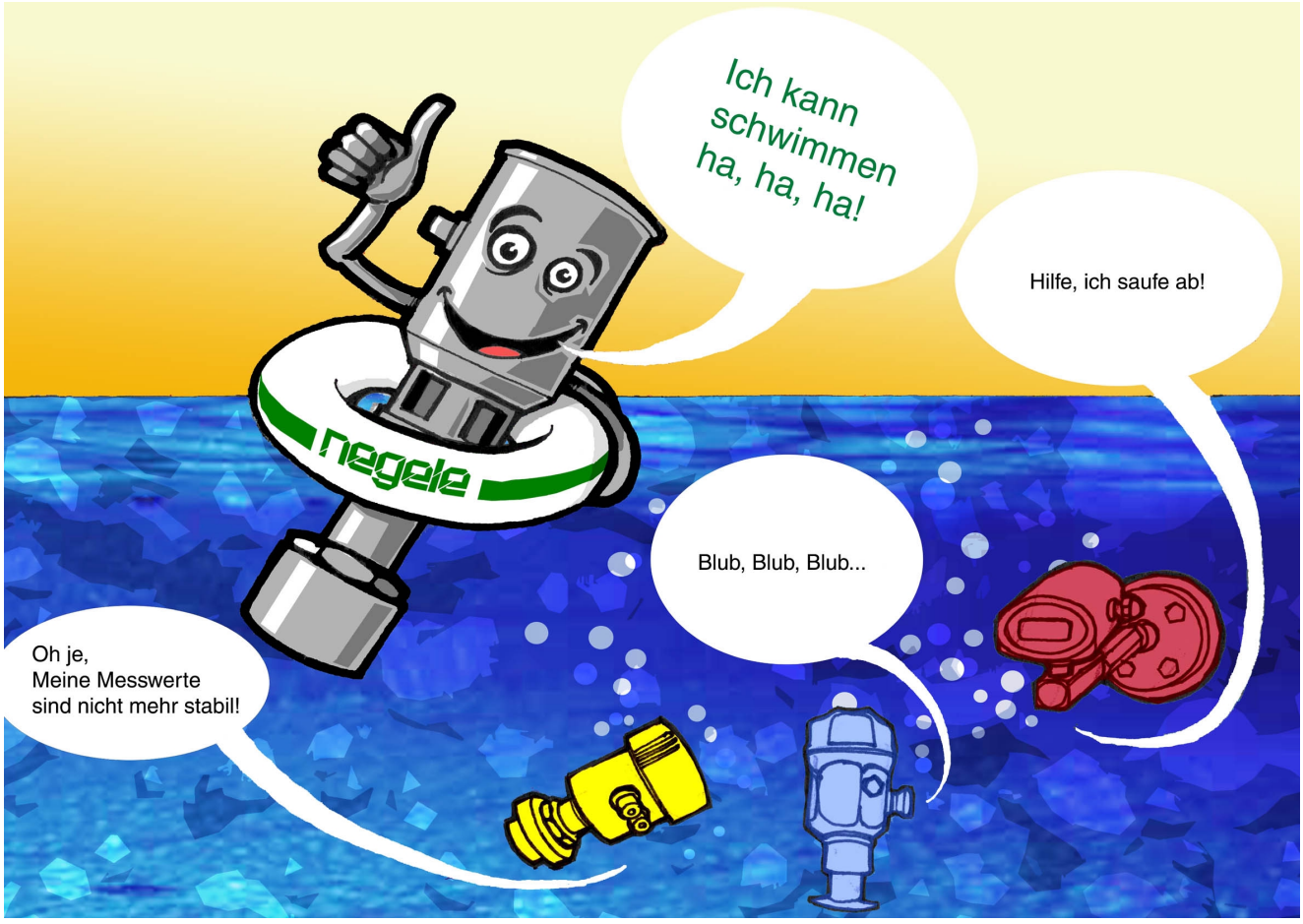
„Absaufen unmöglich“

- Klimafeste, hydrostatische Füllstandsmessung -
Nie wieder Sensordrift!



Zukunft braucht Qualität

Negele Messtechnik GmbH
Raiffeisenweg 7 • D-87743 Egg a.d. Günz
Tel. +49 (0) 83 33 / 92 04-0 • Fax +49 (0) 83 33 / 92 04-49
E-Mail: pm@negele.net • www.negele.net

„Absaufen unmöglich“

Füllstandsmessungen mit hydrostatischen Druckaufnehmern sind weit verbreitet. Ebenso weit verbreitet sind bei diesen Sensoren leider auch Drifterscheinungen und nicht stabile Messungen. Dies macht sich vor allem dadurch bemerkbar, dass nach einer gewissen Betriebszeit die Messwerte nicht mehr korrekt sind. Das Phänomen betrifft herstellerunabhängig prinzipiell alle hydrostatischen Füllstandssensoren. Hier sollen die Gründe untersucht und eine Lösung vorgestellt werden.

Grund für Sensorausfälle - Problematik hydrostatischer Füllstandssensoren

Bei genauerer Analyse fällt auf, dass in der Regel Sensoren betroffen sind, die in sehr feuchten Umgebungsbedingungen ein kaltes Produkt messen sollen. Also Einsatzfälle, wie sie in Brauereien oder Molkereien sehr häufig anzutreffen sind. Was ist der Grund für diese Ausfälle?

Zur Beantwortung dieser Frage ist es notwendig, das Prinzip der hydrostatischen Füllstandsmessung zu verstehen. Zunächst ist im Behälterboden ein Sensor eingebaut, auf dessen Membrane die über ihr befindliche Flüssigkeitssäule sowie der Luftdruck lastet. Der Luftdruck ändert sich bekanntlich mit der Höhe des Messortes über dem Meeresspiegel, aber auch wetterbedingte Luftdruckschwankungen machen sich stark bemerkbar. Deswegen müssen diese Schwankungen bzw. Unterschiede laufend ausgeglichen werden. Folgendes Beispiel verdeutlicht die Notwendigkeit dieses sogenannten Relativausgleichs: ein atmosphärisch belüfteter, drei Meter hoher Milchtank führt zu einer membranseitigen Druckbelastung von 300 mbar. Zwischen hohem und niedrigem meteorologischen Luftdruck können durchaus 50 mbar Differenz herrschen, was hier zu einem Fehler von über 16 % führt.

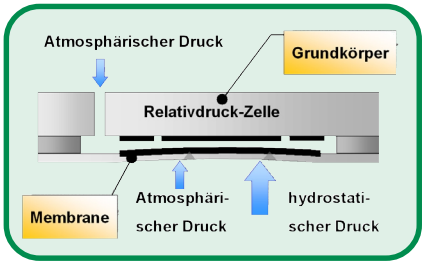


Abb. 1: Prinzip der Relativdruckzelle

Am Markt sind grundsätzlich zwei Lösungsansätze verbreitet

Es gibt zwei unterschiedliche Ausführungen von klimafesten Sensoren:

Hydrostatischer Füllstandssensor LAR-361 von Negele Messtechnik

1) Druckmesszelle mit Ausgleichskapillare zur Kompensation des Atmosphärendrucks und
2) Doppelmembran, jedoch ebenfalls mit Goretex-Filter als Feuchtigkeitssperre.

Bei den sogenannten Relativdruckmesszellen mit Ausgleichskapillare leitet ein dünner Schlauch den Atmosphärendruck von der Umgebung auf die Rückseite der Messmembran. Da der Luftdruck nun auf beiden Seiten der Membran ansteht, bleibt als resultierendes Messsignal nur der tatsächlich interessierende hydrostatische Druck des Mediums im Behälter (Abb. 1).

Bei anderen Verfahren mit einer geschlossenen Relativdruckmesszelle und eingebautem Goretex-Filter steht jeweils eine Druckmembran für hydrostatischen und Atmopshärendruck zur Verfügung.

Beide Verfahren haben jedoch einen entscheidenden Nachteil: Das Durchdiffundieren von gasförmigem Wasserdampf kann nicht verhindert werden. Insbesondere bei den bereits angesprochenen Betriebsbedingungen wie kaltem Medium im Tank und Feuchte außerhalb entsteht nun ein Problem: Dampf diffundiert durch das Goretex-Filterelement und kondensiert an der kältesten Stelle, sobald der Taupunkt unterschritten wird. Diese kälteste Stelle ist leider die Messzelle selbst. Da der Kondensationsvorgang eine Eigendynamik entwickelt und sich sozusagen selbst am Leben erhält, sammelt sich in der Messzelle eine nicht unerhebliche Menge Wasser an. Die Feuchtigkeit innerhalb der Messzelle führt dann zu Sensordrift, schwankenden Messwerten und in der Folge zur Zerstörung.

Der einfachste, jedoch für den Anlagenbetreiber wenig hilfreiche Weg ist, die zulässige Umgebungsfeuchte in der technischen Spezifikation auf den typischen Wert einiger, auch führender, Hersteller von 80 % r.F. zu begrenzen. Besser, jedoch auch wenig praktikabel ist der Hinweis, die Kapillarleitung in einem trockenen Raum enden zu lassen.

Wie entsteht Kondensatbildung (gesättigter Wasserdampf)

Am Taupunkt ist ein Gas-Dampf-Gemisch gesättigt. Bei Abkühlung unter den Taupunkt tritt Kondensation des Dampfes in Folge von Übersättigung ein, d.h. das Gas-Dampf-Gemisch gibt Flüssigkeit an die Umgebung ab. Im Fall von Wasserdampf in Luft bilden sich Wassertröpfchen, z. B. in Form von Tau. Bei Wasserdampf in Luft ist der Taupunkt erreicht, wenn die relative Luftfeuchtigkeit 100 % beträgt (Bild 1).

Negele setzt neuen Standard - bisherige Probleme sind jetzt Vergangenheit

Bei dem neu im Markt eingeführten hydrostatischen Füllstandssensor LAR-361 ist das eigentliche interne Messsystem hermetisch verschweißt, so dass ein Eindringen von Gasen völlig unmöglich ist. Dennoch findet auch in dieser Relativdruckmesszelle eine Luftdruckkompensation statt. Möglich wird dies

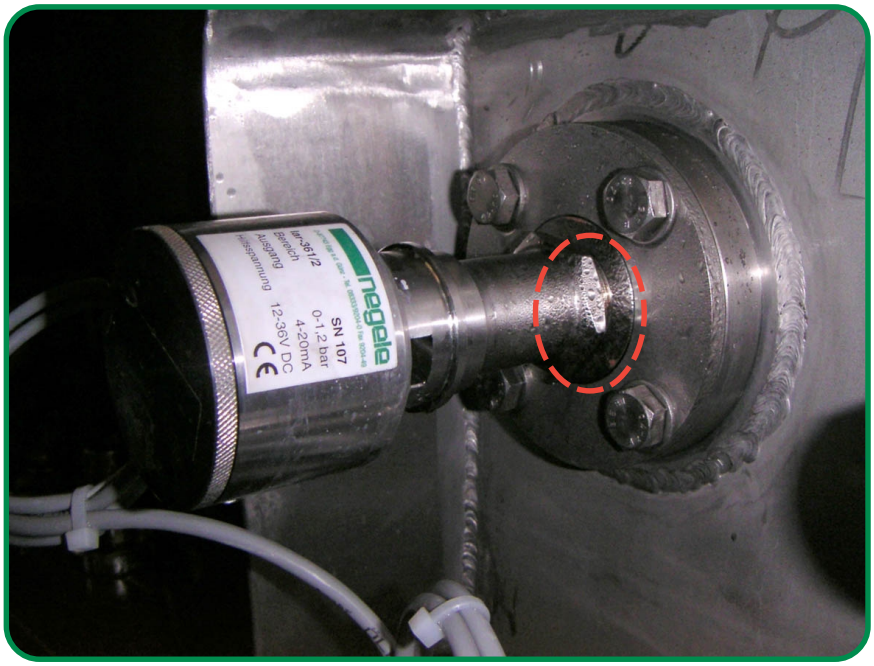


Bild 1: Kondensation am Füllstandssensor LAR-361

durch einen einfachen Trick: der Luftdruck lastet auf einer zweiten Messzelle. Diese leitet den Luftdruck über ein mit Öl gefülltes Röhrchen auf die Rückseite der Prozessdruckmesszelle. Als Messsignal bleibt, wie bereits im Vorangegangenen beschrieben, der reine hydrostatische Druck. Die Besonderheit dabei ist, dass die Luftdruckzelle und die Prozessdruckzelle hermetisch geschlossen sind und hydraulisch gegeneinander laufen. Dies schließt den Eintritt von Feuchtigkeit in diesen sensiblen Bereich systematisch aus. Das Problem wird also nicht an der Wirkung, sondern an der Ursache bekämpft. Als hydraulisches Koppelmedium dient FDA-gelistetes Mineralöl (Abb. 2).

Um die ebenfalls notwendige Temperaturkompensation durchzuführen, sind an den Messzellen entsprechende Temperatursensoren angebracht. Der Füllstandssensor ist folglich bei allen feuchten und nassen Einbauverhältnissen im Innen- wie im Außenbereich einsetzbar, wo herkömmliche Sensoren nur eine sehr eingeschränkte Lebensdauer haben.

Typische Anwendungs- und Einsatzbereiche

Generell sind die Füllstandssensoren der Baureihe LAR-361 für alle hydrostatischen Füllstandsmessungen geeignet, bei denen hohe Standfestigkeit und lange Lebensdauer wichtiger sind als ein möglichst geringer Preis.

Ein sehr häufiger Anwendungsbereich findet sich in Molkereien und Brauereien, da die Umgebungsbedingungen wie kaltes Produkt und feuchtwarme Umgebung ideale Voraussetzungen für Kondensation am Sensor darstellen.

Neben der Bevorratung von Medien in Puffer-, Speicher- und Lagertanks, gelten die gleichen Gründe für Kondensatbildung auch für Tanks in Aussenbereichen wie man sie z.B. in Brauereien, Molkereien und Mineralbrunnen vorfindet. Nicht zuletzt in Gebieten mit feuchtheißem Klima ist die Standfestigkeit des LAR überragend, womit die in fernen Ländern wegen der hohen Kosten nicht gerade beliebten Austauschaktionen vermieden werden können.

Selbstverständlich kann auch der Inhalt in druckbeaufschlagten Behältern gemessen werden. Mit nachgeschalteten Tankinhaltsanzeigen wie dem pem-dd können auf diese Weise ohne SPS Tankinhalte bestimmt werden sowie nichtlineare Tankgeometrien linearisiert werden.

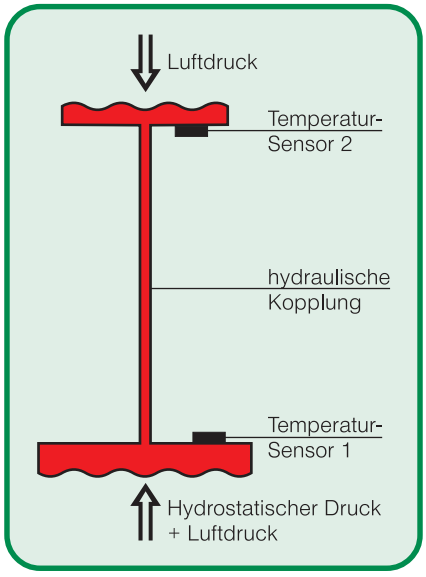


Abb. 2: Hermetisch geschlossene Doppelmembran des LAR-361

Weitere Anwendungsbereiche

Völlig andere Applikationen, für die der Füllstandssensor LAR-361 ebenso gut geeignet ist, sind die Tankinhaltsmessungen bei sehr heißen Produkten wie beispielsweise bei der Herstellung von Konfitüren, die ja bekanntlich gekocht werden, oder auch in der Würzepfanne beim Brauprozess. Gewöhnliche Sensoren sind bis ungefähr 80 °C Messstofftemperatur temperaturkompensiert, bei höheren Temperaturen wird die Genauigkeit drastisch schlechter. Der hier vorgestellte Sensor ist bis 120 °C kompensiert und für Prozesstemperaturen bis 130 °C dauerhaft einsetzbar. Eine Sterilisationstemperatur von 140 °C über 30 Minuten ist natürlich auch kein Problem.

Weitere Vorteile, die der LAR-361 von Negele bietet

- produktberührende Metallmembran mit Ra < 0,4 µm erfüllt höchste aseptische Ansprüche
- Schutzart IP 69K, somit geschützt gegen Wasser bei Hochdruck- und Dampfstrahlreinigung
- variabel an jeden Prozess adaptierbar durch umfangreiches Prozessanschlusskonzept

Zusammenfassung

Der komplett aus Edelstahl gefertigte Füllstandssensor deckt alle relevanten Bereiche der Tankinhaltsmessung von 0,1 bis 3,3 bar ab und kann auch im Feld skaliert werden.

Die Konstruktion erfüllt wie jeder Sensor von Negele höchste Hygieneanforderungen und ist in vollem Umfang CIP/SIP-fähig. Dies bestätigen Gutachten bzw. Zertifikate der EHEDG und 3A.

Weitere Informationen

Weitere Information erhalten Sie im Internet unter www.negele.net oder bei Negele Messtechnik.

Notizen

Kontakt

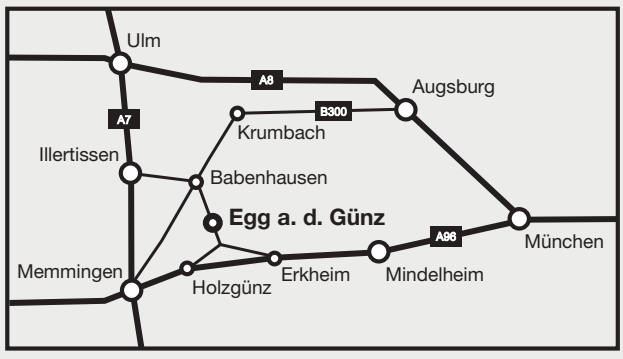
Negele Messtechnik GmbH

Raiffeisenweg 7
D-87743 Egg a. d. Günz

Telefon: +49 (0) 83 33 / 92 04-720
Fax: +49 (0) 83 33 / 92 04-49

E-Mail: pm@negele.net
Internet: www.negele.net

Der Weg zu uns



Änderungen, Irrtümer und Druckfehler vorbehalten.