

Was ist noch drin? Verlässliches Volumenmanagement

FÜLLSTANDMESSUNG | Die Ergebnisse eines Pilotprojekts, vorgestellt in BRAUWELT Nr. 50, 2016, haben gezeigt, dass mit dem ultraschallbasierten Messsystem SonoFill eine exakte und driftfreie Volumenbestimmung im Drucktank möglich ist [1]. Dr. Wolfgang Richter berichtet nun, welche Erfahrungen große Brauereien in der Praxis mit der nicht-invasiven Ultraschalltechnologie gemacht haben.

DA DIE ULTRASCHALLSONDEN außen am Tankboden angebracht werden, ist die Nachrüstung einfach, problemlos

und hygienisch einwandfrei. Das von unten abgegebene Ultraschallsignal wird an der Flüssigkeitsoberfläche im Tank reflektiert und wieder von der Sonde detektiert. Mit der Laufzeit des Signals und der spezifischen Ultraschallgeschwindigkeit der Flüssigkeit kann die Füllstandhöhe und mit der Tankgeometrie das Tankvolumen ermittelt werden. So funktioniert das System. Nach Vorstellung der vielversprechenden Ergebnisse des Pilotprojekts haben sich mehrere Brauereien entschieden, für die Inhaltsmessung ihrer Drucktanks mit SonoFill

nachzurüsten, darunter auch die Karlsberg Brauerei GmbH in Homburg/Saar und die Warsteiner Brauerei Haus Cramer KG, Warstein.

■ Ausstattung der Brauereien

In einem ersten Schritt stattete die Karlsberg Brauerei 2017 zwölf stehende Drucktanks mit einem Inhalt von je 2500 hl mit dem neuen Ultraschallmesssystem SonoFill aus, um die vorhandene Differenzdruckmessung nach 20 Jahren zu ersetzen. 2018 folgten weitere 14 liegende Tanks mit einem Fassungsvermögen zwischen 510 und 795 hl. Die liegenden Tanks sind seit ihrem Einbau mit Steigrohren zur Volumenbestimmung ausgerüstet, da sich aufgrund der geringen Höhe eine verlässliche Druckdifferenzmessung nicht realisieren ließ.

In der Karlsberg Brauerei werden ca. 70 verschiedene Biere, alkoholfreie Biere und Biermischgetränke in Flaschen, Dosen und Kegs abgefüllt. Dazu kommen häufige Tankwagenbeladungen. Die hochfrequen-

Autor: Dr. Wolfgang Richter, Gimbio GmbH, Freising



Abb. 1 Mechanische Befestigung der Ultraschallsonde direkt am Tankboden



Abb. 2 Befestigung der Ultraschallsonde am zylindrischen Drucktank mittels Varivent Housing

ten Befüllungen und Entleerungen, teilweise durch mehrere Abfüllanlagen aus einem Tank, stellen höchste Anforderungen an ein exaktes und effizientes Volumenmanagement.

Auch die Warsteiner Brauerei entschied sich 2018 sechs zylindrische Drucktanks und vier Drucktanks mit Klöpperboden mit SonoFill auszustatten. Aus den nachgerüsteten Tanks werden sowohl die alkoholhaltige Produktpalette als auch alkoholfreie Getränke und Mischgetränke abgefüllt.

Erwartungen

Bei beiden Brauereien waren die bisher verwendeten Füllstandmessungen zu ungenau. „Gerade bei Füllständen kleiner 500 hl schwankten die Inhaltsanzeigen während des Abfüllvorgangs sehr stark. Es bedurfte immer wieder manueller und zeitintensiver Recherche durch Berücksichtigung der bereits abgefüllten Gebinde und der Leitungsinhalte, um den aktuellen Tankinhalt zu berechnen“, so Michael Wiegmann, Leiter der technischen Produktion bei Warsteiner. Ähnlich sieht das auch Josef Haas, stellvertretender Betriebsleiter bei der Karlsberg Brauerei: „Immer wieder gibt es Probleme beim Leerfahren der Tanks, weil aufgrund der ungenauen Füllstandübermittlung entweder Reste im Tank oder Leerdosen bzw. Flaschen auf den Bändern der Abfüllung stehen bleiben.“ Beide versprachen sich von der Installation von SonoFill ein exaktes, sortenunab-

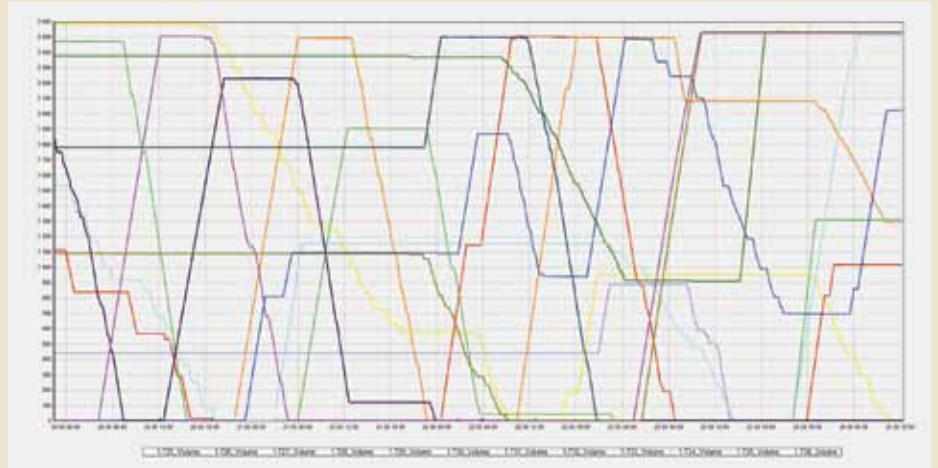


Abb. 3 Ultraschallbasierte Füllstandmessung: Visualisierung der Tankinhalte von zwölf Drucktanks der Karlsberg Brauerei

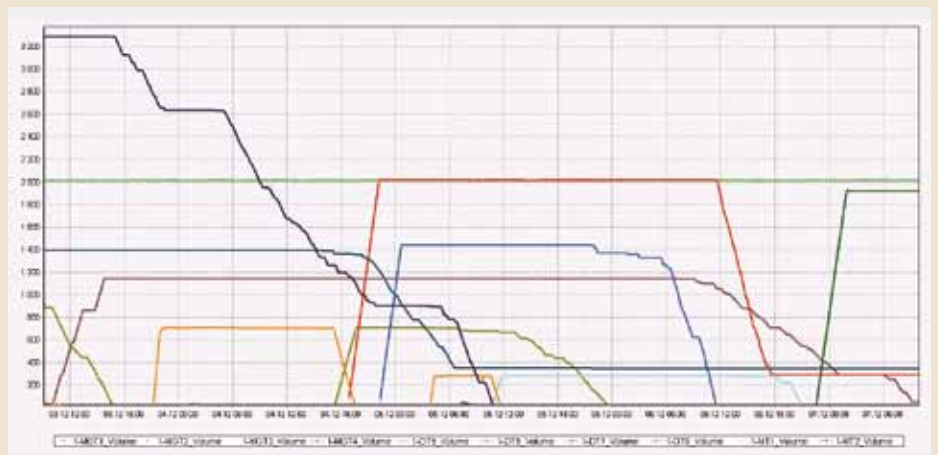


Abb. 4 Ultraschallbasierte Füllstandmessung: Visualisierung der Tankinhalte von neun Drucktanks der Warsteiner Brauerei

ULTRASCHALLGESCHWINDIGKEIT VERSCHIEDENER GETRÄNKE

Sorte	Pils 1	Pils 2	Pils leicht	Pils alkoholfrei	Biermischgetränk
USV [m/s] 5 °C	1486	1486	1464	1446	1517
USV [m/s] 10 °C	1501	1501	1482	1466	1531

Tab. 1 Ultraschallgeschwindigkeit (USV) in gemessenen Proben bei 5 °C bzw. 10 °C und einem Überdruck von 1 bar

hängiges Volumenmanagement – gerade bei niedrigen Füllständen. Wichtig ist eine Punktlandung beim Sorten- und Leergutwechsel, ohne teure Ausfallzeiten durch Abpacken von Leergut. Das „Wegreinigen“ von Restinhalten der Tanks soll auf jeden Fall vermieden werden.

Sowohl bei den stehenden als auch bei den liegenden Drucktanks wurden die erforderlichen Ultraschallsonden unten an

den Tanks so angebracht, dass das Ultraschallsignal ungehindert mittig senkrecht in den Tank abgegeben werden konnte. Die Befestigung erfolgte vorzugsweise mechanisch, bei Tanks mit Klöpperboden entweder mittels Gewindestangen, die angeschweißt wurden, oder über Haltevorrichtungen am Flansch (Abb. 1), bei den zylindrischen Drucktanks vorzugsweise auf Varivent-Deckeln und Varivent Housing

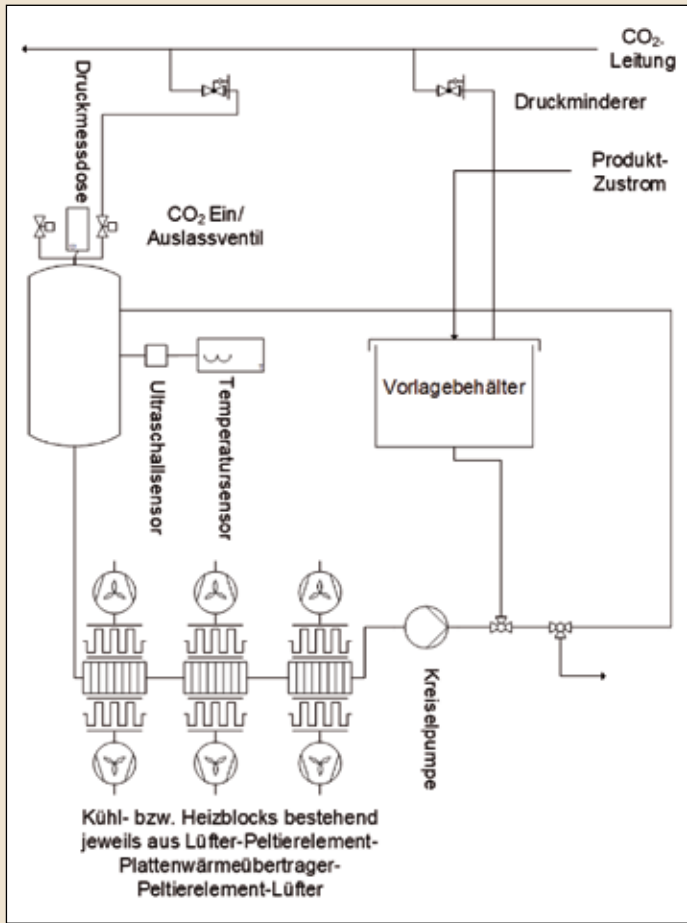


Abb. 5
Messanlage zur Bestimmung der Ultraschallgeschwindigkeit in Flüssigkeiten

Wiegelmann die Hauptvorteile von Sono-Fill. Josef Haas schätzt neben der Genauigkeit der Messung „die leichte Nachrüstung im laufenden Betrieb und die Vermeidung von zusätzlichen Einbauten in den Tanks“. Leerzeiten bzw. verbliebene Restinhalte, die teure und unnötige Verluste bedeuten, können mit der verlässlichen Füllstandbestimmung vermieden werden. „Die Verantwortlichen in der Abfüllung sind sehr zufrieden“, resümiert Michael Wiegelmann von der Warsteiner Brauerei.

Bestimmung Ultraschallgeschwindigkeit

Da die Ultraschallgeschwindigkeit einer Bier- oder Biermischsorte von der Temperatur und der Dichte abhängt, kann es sinnvoll sein, diese Einflüsse auf die Messung auszuschalten und so noch exaktere Messergebnisse zu erhalten. Zu diesem Zweck wurde eine Messanlage entwickelt, mithilfe derer die Ultraschallgeschwindigkeit von Flüssigkeiten genau bestimmt werden kann (Abb. 5).

Von einem Ultraschallsensor wird ein Signal abgegeben, das nach einer genau definierten Flugstrecke reflektiert und dann wieder vom Sensor detektiert wird (Puls-Echo-Messung). Mithilfe der Flugzeit des Signals kann so die Ultraschallgeschwindigkeit in der Probe bestimmt werden (Abb. 6).

In der Messanlage können je nach Bedarf der Druck und die Temperatur auf gewünschte, prozessspezifische Werte eingestellt werden. Tabelle 1 zeigt die Messergebnisse der Ultraschallgeschwindigkeit (USV) verschiedener Biere und Biermischgetränke bei einem Überdruck von 1 bar und einer Temperatur von 5 °C bzw. 10 °C.

Im Vergleich zu der Messung bei 5 °C zeigen alle Sorten bei 10 °C eine Erhöhung der Ultraschallgeschwindigkeit um 14 bis 20 m/s. Zu größeren Unterschieden kommt es bei der Betrachtung der Messwerte zwischen den Getränkesorten. Während die Ultraschallgeschwindigkeit bei 5 °C von Pils 1 und Pils 2 (jeweils von unterschiedlichen Brauereien) gleich ist, unterscheidet sich der Messwert eines alkoholfreien Pils' (1446 m/s) von dem eines Biermischgetränks (1517 m/s) jedoch signifikant (Δ 71 m/s).

Geht man für eine Beispielrechnung von einem zylindrischen Drucktank mit einem Durchmesser von 4 m aus, der mit alkohol-

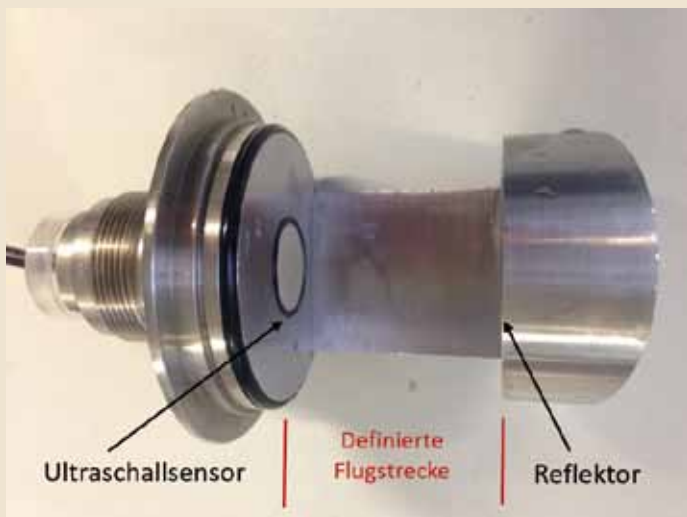


Abb. 6
Ultraschallmessereinheit mit Ultraschallsensor (links) und Reflektorplatte mit abgeschrägter Rückseite

(Abb. 2). Nach Installation der Sonden und Kalibrierung des Messsystems wurden die jeweiligen Tankgeometrien in der Auswerteeinheit hinterlegt. Die beispielhafte Visualisierung des Füllstandverlaufs über jeweils vier Tage zeigen die Abbildungen 3 und 4.

Erkennbare Vorteile

Unabhängig von der Ab- bzw. Befüllgeschwindigkeit und Plateauzeiten arbeitet

die ultraschallbasierte Messung, im Gegensatz zum induktiven Durchflussmesser (IDM), absolut driftfrei. Sowohl in den stehenden als auch liegenden Drucktanks kann der Füllstand – selbst bei geringen Füllhöhen – exakt bestimmt werden. „Die optimale Genauigkeit bei den unterschiedlich verbauten Tankgrößen und -geometrien (zylindrischer Drucktank oder Drucktank mit Klöpperboden) inklusive Umwälzungen überzeugen“, benennt Michael

freiem Pils mit einer Temperatur von 5 °C bis zu einer Füllhöhe von 15 m gefüllt ist, ergibt dies ein Volumen von 1885 hl. Aus der gleichen Flugzeit des Ultraschallsignals im beschriebenen Biermischgetränk errechnet sich eine Füllstandhöhe von 14,3 m bzw. ein Volumen von 1796,7 hl. Die Differenz aufgrund der unterschiedlichen Ultraschallgeschwindigkeiten beträgt also 88,2 hl. Diese wird bei sinkendem Füllstand immer kleiner und beträgt z.B. bei einer Füllstandhöhe von 0,5 m nur noch

2,9 hl und kurz vor dem Leerwerden (0,1 m) lediglich 0,6 hl.

■ Zusammenfassung

In den meisten Fällen ist die Genauigkeit der Füllstandmessung mit SonoFill ohne Anpassung der leicht unterschiedlichen Ultraschallgeschwindigkeiten verschiedener Sorten ausreichend, gerade wenn es darum geht, Restmengen im Tank verlässlich zu messen. Allerdings ermöglicht eine Bestimmung der sorten- und temperaturspe-

zifischen Ultraschallgeschwindigkeit und deren Hinterlegung in der Auswerteeinheit eine weitere Steigerung der Genauigkeit des Messsystems. Somit wird die Füllstandmessung mit SonoFill den Anforderungen eines effizienten, präzisen und modernen Volumenmanagements gerecht. ■

■ Quelle

1. Richter, W.: „Nicht-invasive Inhaltsmessung in Drucktanks“, BRAUWELT Nr. 50, 2016, S. 1483-1485.