

# Nicht-invasive Inhaltsmessung in Drucktanks

**HYGIENISCH UNBEDENKLICH** | Der Drucktankbereich als direktes Bindeglied zwischen Lagerkeller und Abfüllbereich stellt eine besonders sensible Einheit in einer Brauerei dar, was hygienische Anforderungen betrifft. Ebenso ist es wichtig, die für die Abfüllung zur Verfügung stehende Biermenge zu kennen oder das nach der Filtration verbleibende Puffervolumen. Ein ultraschallbasiertes Messverfahren mit kombiniertem Volumenmanagement kann hier weiterhelfen.

**DAS MESSSYSTEM** hat im Gegensatz zu den am Markt verfügbaren Systemen keine Produktberührung (nicht-invasiv), muss in keinem Reinigungskonzept berücksichtigt werden und misst den Tankinhalt eines jeden im Drucktankbereich angeschlosse-

nen Tanks zuverlässig und vollautomatisch über den gesamten Messbereich mit einer Genauigkeit von bis zu  $<0,5$  hl. Es ist beliebig an allen Tanks nachrüstbar und entspricht allen Anforderungen und Notwendigkeiten eines modernen automatisierten Produktionsbetriebes.

Die genaue Bestimmung der für eine Abfüllung verfügbaren Biermenge ist zwingende Voraussetzung für den reibungslosen Betrieb einer Fülllinie. Zunehmend wird in Brauereien auch die Strategie angewandt, den Drucktankbereich als Puffer für mögliche Engpässe im Filtrationskeller zu nutzen, so dass auch das für die Filtration noch zur

Verfügung stehende Puffervolumen möglichst online bekannt sein sollte.

## ■ Gängige Praxis

Wirft man heute einen Blick in viele Drucktankkeller, so wird der Tankinhalt oft noch sehr rudimentär und mikrobiologisch bedenklich bestimmt. Alternativ zum Erinnerungsvermögen des Brauers finden sich häufig Steigrohre, an denen der ungefähre Füllstand abgelesen werden kann. Ein automatisierter Betrieb oder eine Kontrolle aktueller Füllstände über eine Visualisierung ist hier undenkbar. Eine weitere Möglichkeit bietet der Einsatz eines induktiven Durchflussmessers (IDM), mit dessen Hilfe die ein- und ausgeforderte Menge gezählt werden kann. Allerdings wird die Genauigkeit dieser Zähler durch schnelle Volumenänderungen oder geringe Volumenströme negativ beeinflusst. Dies führt dazu, dass sich die entstehenden Fehler potenzieren. Selbst bei einem nur kurzzeitigen Ausfall ist hier keine verlässliche Aussage über den Tankinhalt mehr möglich. Die meisten auf dem Markt angebotenen Füllstandsmesssysteme haben Produktkontakt und erfordern gerade im Drucktankbereich im Hinblick auf Hygiene besondere Aufmerksamkeit. Am

**Autor:** Dr.-Ing. Wolfgang Richter, Gimbio GmbH Gesellschaft für Informationsmanagement in der Biotechnologie, Freising

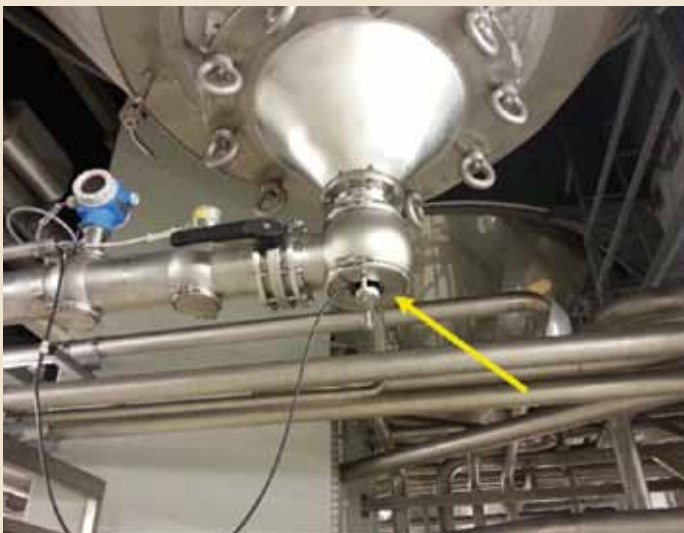


Abb. 1 a Varivent-Deckel mit Sonde



Abb. 1 b Spezielle Verklebung der Sonde direkt am Tankboden

Beschreibung des Messsystems

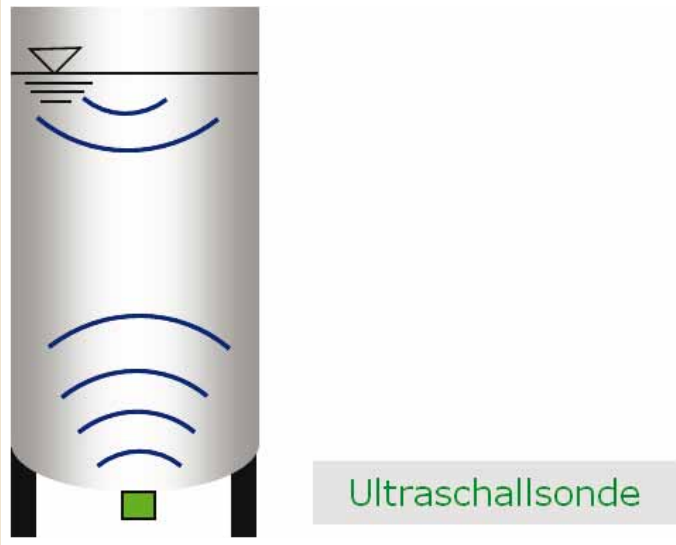


Abb. 2 Funktionsprinzip des Ultraschallmesssystems

eines Varivent-Gehäuses (Abb. 1a). Bei Drucktanks mit einem flachen Boden wird die Sonde verklebt (Abb. 1b).

Es kommt zu keinerlei Produktberührung. Das System ist ohne Einschränkung im laufenden Betrieb und sehr einfach an jedem Tank nachrüstbar. Der Sensor ermöglicht eine zuverlässige Bestimmung selbst kleiner Restfüllstände. Der modulare Aufbau des Systems erlaubt einen kostengünstigen und wirtschaftlichen Einsatz in der Brauerei. Es erfordert keine Wartung oder Rekalibrierung und es fallen keine Verbrauchskosten an.

■ Beschreibung des Messsystems

Am Tankboden wird außen eine Sonde befestigt, die ein Ultraschallsignal in den Tank abgibt (Abb. 2). An der Phasengrenze flüssig/gasförmig wird dieses reflektiert und wieder vom Sensor erfasst. Anhand der benötigten Laufzeit des Signals kann über die spezifische Ultraschallgeschwindigkeit der Flüssigkeit die Füllstandhöhe bestimmt werden. Da in der Auswerteeinheit die Tankgeometrien hinterlegt werden können (z. B. zylindrokönische oder liegende Tanks, Klöpperboden), erfolgt die Anzeige des exakten Volumens. Teures und aufwendiges Auslitern des Tanks entfällt, kann aber bei Bedarf jederzeit angewandt werden, wenn keine Geometrie vorliegt.

Je nach Tankgeometrie ist eine Messgenauigkeit von weniger als 1 hl möglich (Abb. 3). Die Ultraschallgeschwindigkeit ist abhängig von der Temperatur und der Dichte des Mediums. So beträgt diese in Wasser bei 20 °C 1484 m/s, während man in Wasser mit einer Temperatur von 0 °C eine Geschwindigkeit von nur 1407 m/s misst. Die Schallgeschwindigkeit bei 20 °C in alkoholfreiem und in Starkbier unterscheidet sich um etwa 85 m/s. Für die Praxis bedeutet dies, dass durch die Berücksichtigung spezifischer hinterlegter Parameter wie Sorte (Dichte) und Temperatur die Messgenauigkeit weiter erhöht werden kann. Schaum o. ä. beeinflusst die Messung nicht.

■ Modulare Anordnung

Der Aufbau des Systems ist modular angelegt und beliebig erweiterbar. Es können jeweils bis zu vier Tanks über eine Auswerteeinheit versorgt werden. Diese sind über einen Modbus verbunden und entweder direkt an das Prozessleitsystem (PLS) angeschlossen oder alternativ über eine Master-

häufigsten verwendet werden Druckmessdosen. Diese weisen jedoch häufig Nachteile wie Drift, schlechte Nachrüstbarkeit und fehlende Genauigkeit auf. Bei Luftultraschallsystemen, die in der Regel nicht mittig oben am Tank eingebracht werden, kann es bei niedrigen Füllständen zu Reflexionen im Konus und damit zu falschen Messergebnissen kommen. Radarsysteme reagieren empfindlich auf jegliche Einbauten im Tank und können aufgrund von Echointerferenzen gerade bei kleinen Füllständen ihre angegebene Genauigkeit einbüßen. Alle beschrie-

benen Systeme sind bei liegenden Tanks nur bedingt geeignet.

Im Folgenden wird ein Ultraschallmesssystem vorgestellt, das nicht den verfügbaren Steigraum im Tank misst, sondern direkt das Medium im Tank. Diese Technik unterscheidet sich substantiell von dem Luftultraschallsystem. Der Sensor beziehungsweise die Sonde wird nicht-invasiv außen am Tank befestigt. Bei einem zylindrokönischen Tank erfolgt dies bevorzugt mechanisch, zum Beispiel durch Anbringen des Sensors an einem Varivent-Deckel

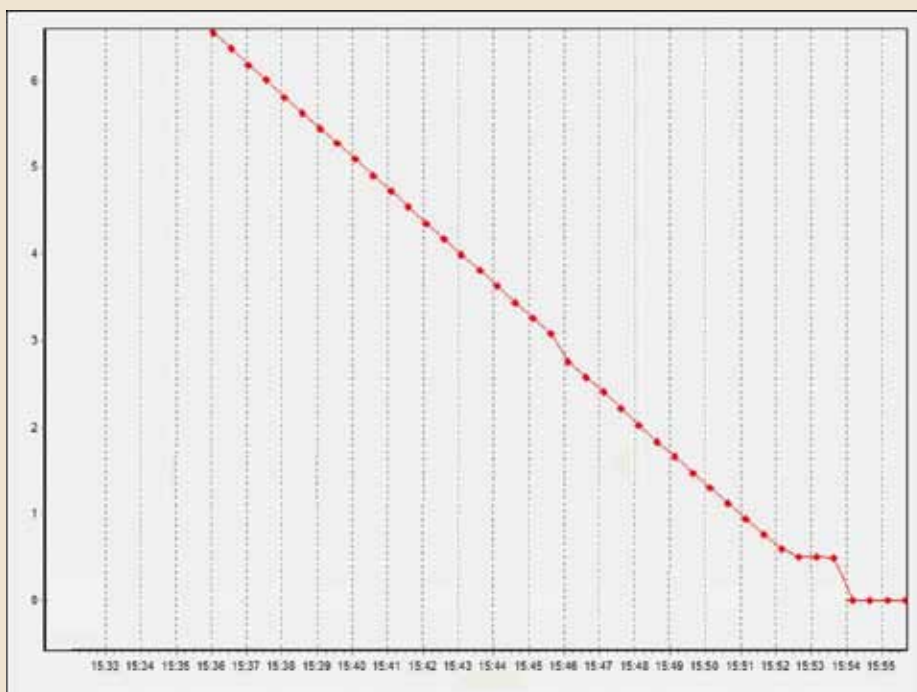


Abb. 3 Messung Entleerung Drucktank (max. Volumen 400 hl), Messgenauigkeit <0,5 hl

box, die gleichzeitig auch als Visualisierung oder Ferndiagnose dienen kann, an jedes beliebige Bussystem koppelbar (Abb. 4). Selbstverständlich ist auch eine Übertragung mit 4...20 mA möglich.

Anstelle eines Anschlusses der Auswerteeinheit am PLS kann die Füllstandsanzeige mittels eines Bildschirms vor Ort im Drucktankkeller erfolgen. Unabhängig von der jeweiligen Ausführung ist jederzeit ein effektives Volumenmanagement möglich. Abbildung 5 zeigt einen typischen Messverlauf von SonoFill bei drei liegenden Drucktanks.

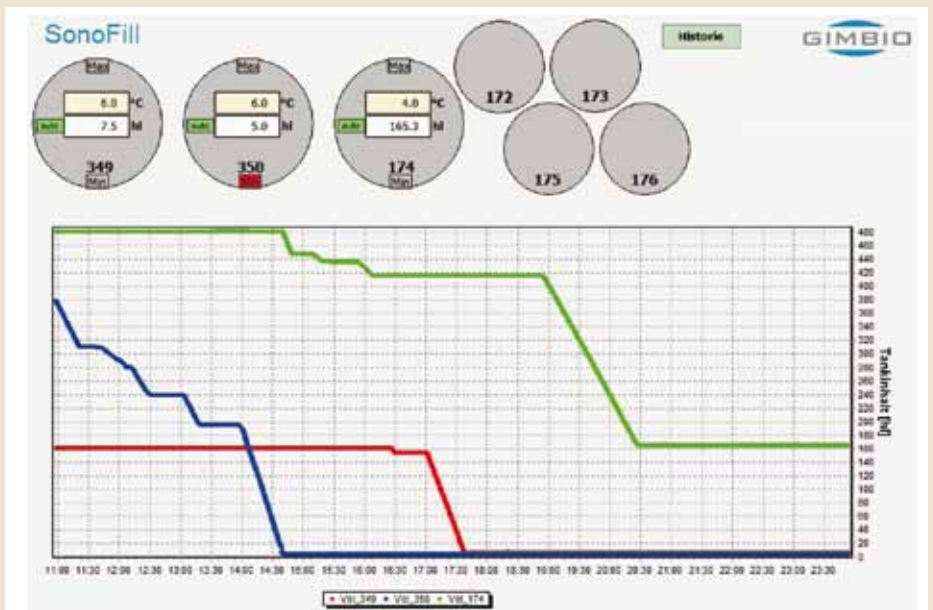
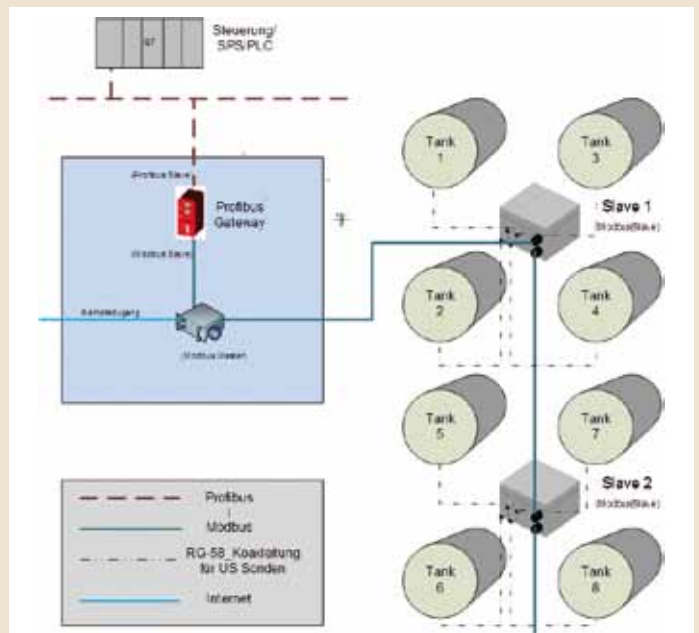
Über einen Zeitraum von zwei Monaten wurde SonoFill in einer Brauerei mit der dort vorhandenen und favorisierten Tankinhaltsbestimmung mittels IDM bei drei stehenden Drucktanks mit einem Fassungsvermögen von 1920 hl und zweimal je 820 hl verglichen. Während bei der Tankbefüllung mit konstanten Volumenströmen das durch den IDM gezählte Volumen meist relativ genau ermittelt werden konnte ( $\Delta$  1 bis 6 hl), ergaben sich vor allem bei stufenweiser Entleerung der Tanks (Fassabfüllung) mittels IDM stark fehlerhafte Restvolumenangaben.

Verdeutlicht wird dies in Abbildung 6. Bei der dargestellten Tankentleerung vergrößerte sich der initiale Unterschied von 33 hl durch Drift der IDM-Messung auf über 100 hl im Vergleich zu SonoFill. Die Messung mit IDM zeigte einen Leerstand an, obwohl noch 105 hl im Tank enthalten waren. Das Ultraschallmesssystem lieferte sowohl beim Befüllen als auch beim Entleeren genaue und driftfreie Messwerte (Genauigkeit < 1hl).

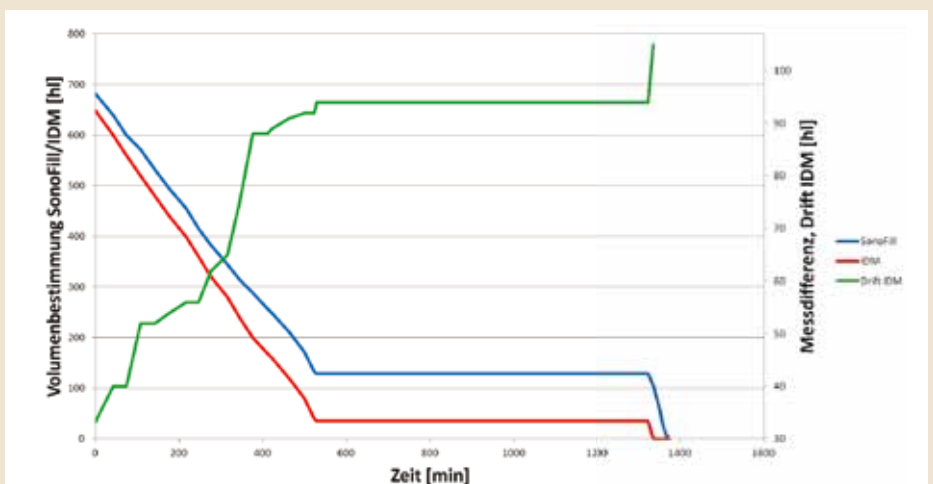
**Zusammenfassung**

Das ultraschallbasierte Messsystem SonoFill ermöglicht eine exakte Volumenbestimmung im Drucktank. Die Bestimmung der Rüstzeitpunkte für die Abfüllung kann damit exakt erfolgen. Die nicht-invasive Installation der Sonden außen am Tankboden kann ohne Produktionseinschränkung im laufenden Betrieb vorgenommen werden, Tankeinbauten und damit verbundene Hygieneaspekte werden vermieden. Unabhängig, ob im ZKT oder im liegenden Tank, kann das Ultraschallmesssystem bei entsprechender Parametereingabe der Tankgeometrie zuverlässig und driftfrei Tankinhalte bestimmen und damit ein effizientes Volumenmanagement ermöglichen.

**Abb. 4**  
Möglicher Aufbau des Ultraschallmesssystems für acht Tanks



**Abb. 5** Visualisierung der Tankinhalte



**Abb. 6** Fehlerhafte Abweichung durch Drift bei induktiver Durchflussmessung