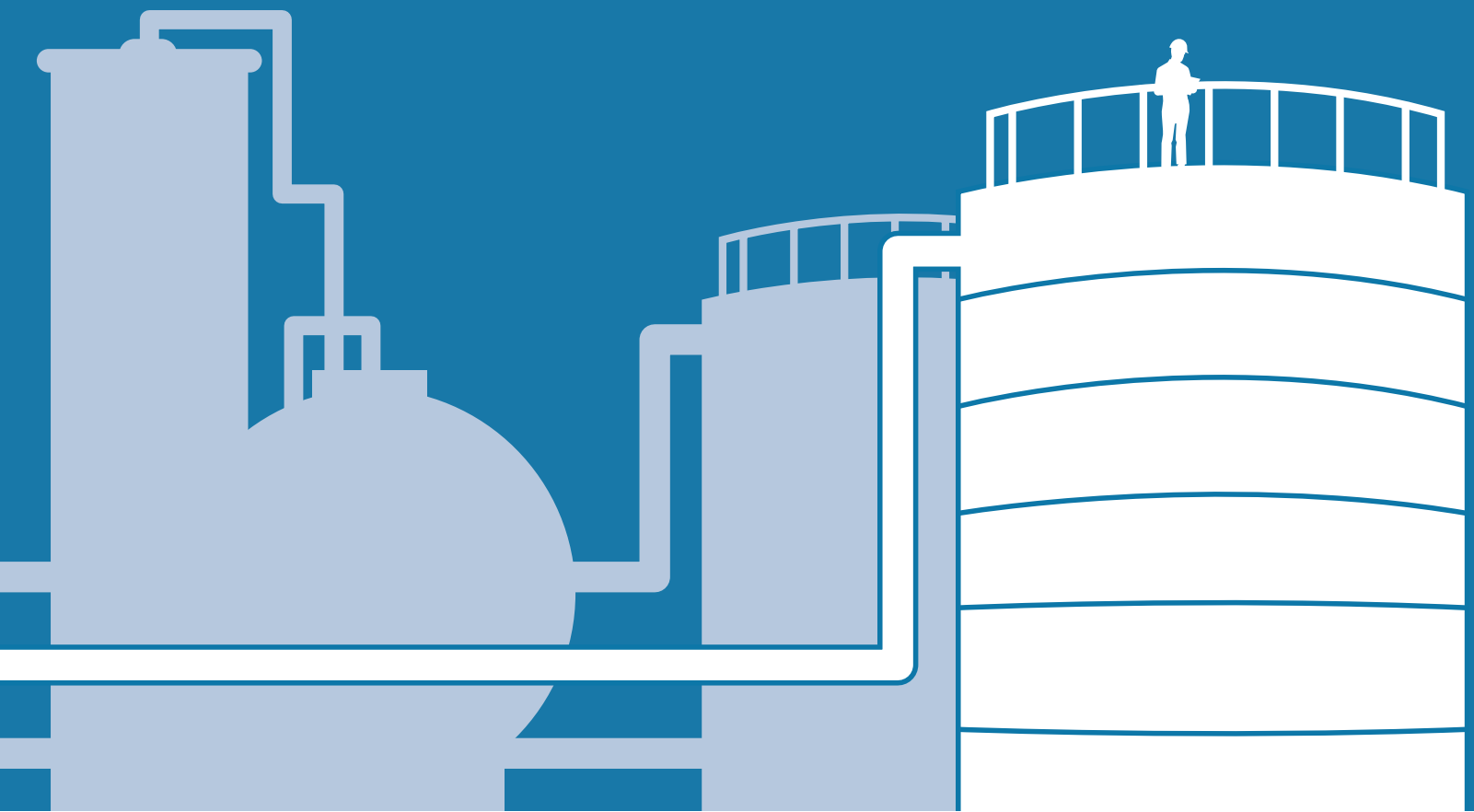


SCHAUM IN DER PRAXIS

So können geeignete Füllstandmessgeräte
Herausforderungen mit Schaum lösen



Ein Whitepaper aus der Magnetrol®-Serie Level Matters



EINFÜHRUNG

In vielen Flüssigkeitstanks, die in der Chemie-, Raffinerie-, Lebensmittel- und Getränkeindustrie, den Biowissenschaften und anderen Zweigen der Prozessindustrie eingesetzt werden, kann es zeitweise zu einer Schaumbildung kommen. Aufgrund der dynamischen Natur von Schaum gibt es jedoch keine „Einheitslösung“ für Messungen. Neben dem Wissen, welche Art von Messung erforderlich ist, kommt es auch darauf an, die Eigenschaften des Schaums selbst zu berücksichtigen.

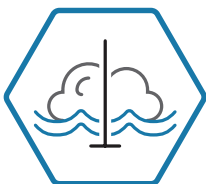
Es gibt zahlreiche Ursachen für das Auftreten von Schaum in einem Tank, darunter die Einleitung von Luft/ Gas in das zu messende Produkt oder der Betrieb von Rührwerken, Mischerschaukeln usw. Unabhängig von der Quelle ist bei der Auswahl einer Füllstandmesstechnik darauf zu achten, dass unnötige Fehler oder Messverluste vermieden werden.

Das vorliegende Dokument untersucht die Herausforderungen, die eine Schaumbildung mit sich bringt, und geht der Frage nach, wie durch eine geeignete Füllstandmesstechnik betriebliche Verbesserungen erzielt werden können.

HERAUSFORDERUNGEN DURCH SCHAUM

Die dynamische Mischung aus Gas und Flüssigkeit, die Schaum enthält, kann bei herkömmlichen Messtechniken, die üblicherweise für die Füllstandmessung von Flüssigkeiten eingesetzt werden, Schwierigkeiten verursachen.

Im Allgemeinen gibt es drei Arten von Füllstandmessungen, die zum Messen in Flüssigkeitstanks mit Schaum in Frage kommen:



Messung des Flüssigkeitsstandes durch die Schaumschicht hindurch



Messung oder Überwachung der Oberseite der Schaumschicht



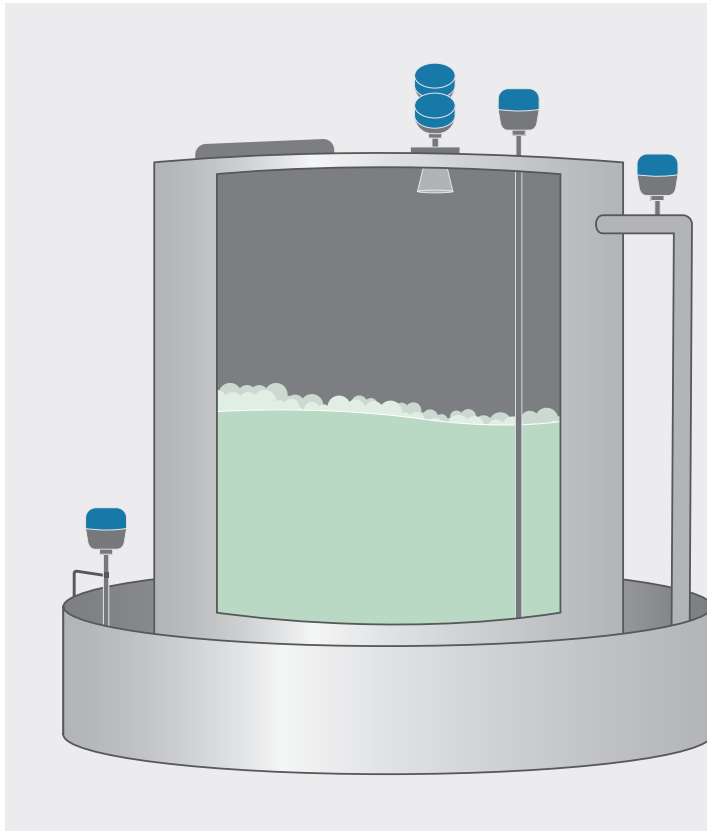
Messung der Schaumdicke

Meistens wird eine kontinuierliche Messung der Flüssigkeit gewünscht, da es sich hierbei um das verarbeitete wertvolle Produkt handelt. Obwohl in manchen Fällen ein Füllstandgrenschalter ausreichen kann, wenn das Ziel schlichtweg darin besteht, das Vorhandensein oder Fehlen der Schaumschicht an einem bestimmten Punkt zu überwachen, kann ein Messumformer zusätzliche Einblicke in den Behälterinhalt ermöglichen – und so den Gesamtprozess verbessern. In vielen Tanks ist sowohl ein kontinuierlich arbeitender Füllstandmessumformer als auch ein Füllstandgrenschalter im Einsatz.

Die Feststellung, ob eine Technik für Anwendungen mit Schaumbildung geeignet ist, hängt vom Ziel der Messung ab: Schaum zu erkennen (mechanisch oder elektronisch), Schaum zu ignorieren (nur Flüssigkeitsmessung) oder sowohl Schaum als auch Flüssigkeit zu messen. Darüber hinaus sind Dicke und die Eigenschaften des Schaums (wie Dichte, Blasengröße und Dielektrizitätskonstante) wesentliche Faktoren, die die Füllstandmessung beeinflussen können.

UMSETZUNG BETRIEBLICHER VERBESSERUNGEN

Wenn bei einem Prozess Probleme bestehen, die auf Schaumbildung zurückgeführt werden, sollten die derzeit verwendete Füllstandmesstechnik (mechanisch oder elektronisch) auf Eignung überprüft werden. Die passende Technik reduziert die Wartungskosten sowie Umweltauswirkungen und erhöht gleichzeitig den Prozessdurchsatz.



Durch Auswahl der richtigen Technik oder einer Kombination mehrerer Techniken können Überfüllungen oder andere Störfälle sowie kostspielige Umweltbelastungen verhindert werden.

Bei der Auswahl einer Technik sollte im Vorfeld überlegt werden, was Sie genau messen wollen: die Flüssigkeit durch die Schaumschicht hindurch, die Oberseite des Schaums oder die Schaumdicke.

Durch Verwendung der richtigen Lösungen und Einsatz bewährter Verfahren zur Messung und Erkennung können Sie eine optimale Ausnutzung der Tankkapazität sicherstellen sowie den Prozess optimieren und die Produktivität steigern.

ÜBERFÜLLUNG

Bei der Wahl einer Füllstandmesstechnik liegt das Hauptaugenmerk oft auf der Flüssigkeitsoberfläche, die Schaummessung ist lediglich zweitrangig. Dies führt zum Übersäumen. Wiederholtes Übersäumen kann – wenn dies unkontrolliert bleibt – den Durchgang zu Überlaufbehältern behindern und zur Überflutung des Auffangbeckens/-systems führen. Eine unzureichende Füllstandskontrolle hinsichtlich der Schaumbildung kann kostspielige Reinigungsarbeiten, Umweltbelastungen und Produktverluste zur Folge haben.

Die Notwendigkeit der Schaumerkennung variiert je nach Anlage und den jeweiligen Tankgegebenheiten. Wichtig ist hierbei, eine Füllstandmesstechnik zu wählen, die empfindlich genug ist, um die Oberseite der Schaumschicht zu erkennen und nach Möglichkeit ein gewisses Maß an Redundanz bei der Schaumerkennung bietet. In manchen Situationen ist eventuell nur ein Füllstandmessumformer für Flüssigkeiten erforderlich. Wenn jedoch ein Übersäumen zu befürchten ist, sollte ein Füllstandgrenzschalter für hohe Füllstände oder ein Messumformer in Betracht gezogen werden, der Schaum erkennen kann. In einer Anlage, bei der aufgrund von Schaumbildung ständig Bußgelder fällig werden oder Produktivitätsprobleme auftreten, macht sich ein Grenzschalter schnell bezahlt.

Leider sind einige der bekanntesten Techniken für Füllstandgrenzschalter zur Erkennung einer Schaumschicht auf der Oberseite möglicherweise nicht geeignet.



FALLSTUDIE: Überfüllungen

Ein Werk für Spezialchemikalien, das Tenside herstellt, wurde von der US-Umweltschutzbehörde EPA häufig mit einer Geldstrafe wegen Überschäumens belegt.

Das Unternehmen überprüfte die in Betrieb befindlichen Füllstandgrenzschafter für den oberen Füllstand und stellte fest, dass sie bei Flüssigkeiten sehr zuverlässig waren, aber aufgrund extremer Schwankungen der Schaumdichte nicht in der Lage waren, Schaum zu erkennen. Nach dem Testen mehrerer Techniken zur Füllstandmessung, einschließlich Schwinggabeln, Ultraschallgrenzschaftern, thermischen Massedurchflussgrenzschaftern und kapazitiven Schaftern, stellte das Unternehmen fest, dass thermische Massedurchfluss- und Kapazitätstechniken die besten Kandidaten für ihre besondere Situation waren. Dies erwies sich als eine wirtschaftliche Lösung für ein kostspieliges Problem.

WARTUNG

Abgesehen von möglichen Bußgeldern und Säuberungsarbeiten aufgrund von Überschäumung kann die Überwachung des Schaumpegels auch Wartungskosten senken, die durch trockenlaufende Pumpen entstehen. Wird Schaum anstelle von Flüssigkeit gepumpt, können die Pumpen beschädigt werden, was erhebliche und vermeidbare Produktionsausfallzeiten sowie Ersatzteilkosten zur Folge haben kann. Ein Füllstandmessumformer für Flüssigkeiten zeigt niedrige oder hohe Füllstände im Tank an. Es kann aber auch ein Schalter verwendet werden, um das Verhältnis zwischen Flüssigkeit und Schaum anzuzeigen.

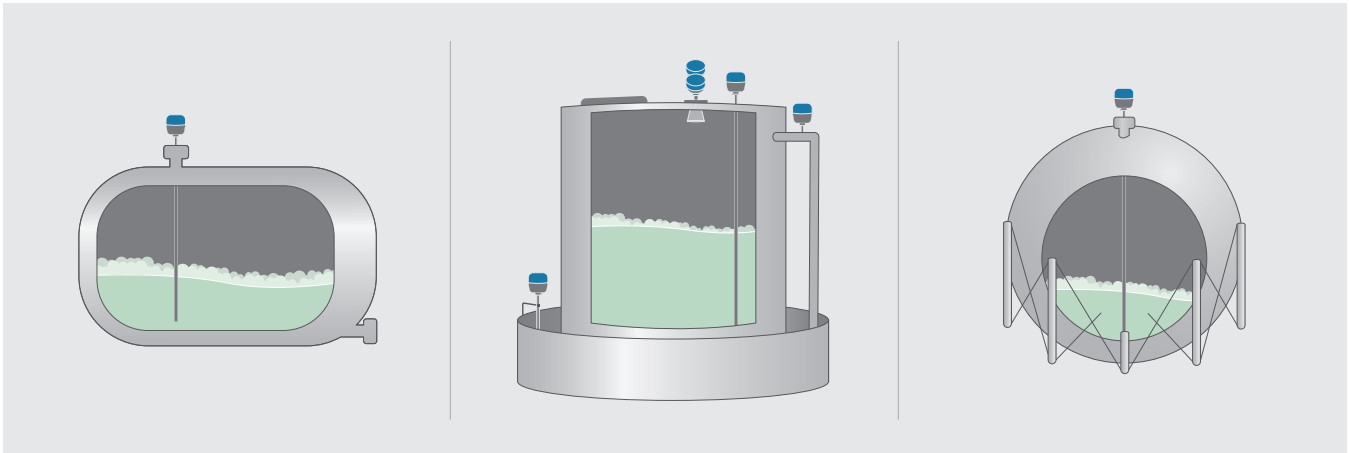
PRODUKTIVITÄT

Oftmals opfern Anlagen Tankkapazität, indem sie den maximal zulässigen Füllstand reduzieren, um einer dynamischen Schaumbildung gerecht zu werden. Durch den Einsatz der richtigen Technik zur korrekten Erkennung und Überwachung können zusätzliche Kapazitäten für die dynamische Bildung von Schaum geschaffen werden. Die ordnungsgemäße Überwachung der Schaumschicht auf der Oberseite ermöglicht den Zugriff auf die gesamte Kapazität eines Tanks und somit dessen vollständige Nutzung. Es ist keine zusätzliche Tankkapazität als Puffer mehr erforderlich, um den Produktionsdurchsatz zu optimieren. Bei großen, erheblich unterfüllten Tanks kann dies erhebliche Produktivitätssteigerungen bewirken.

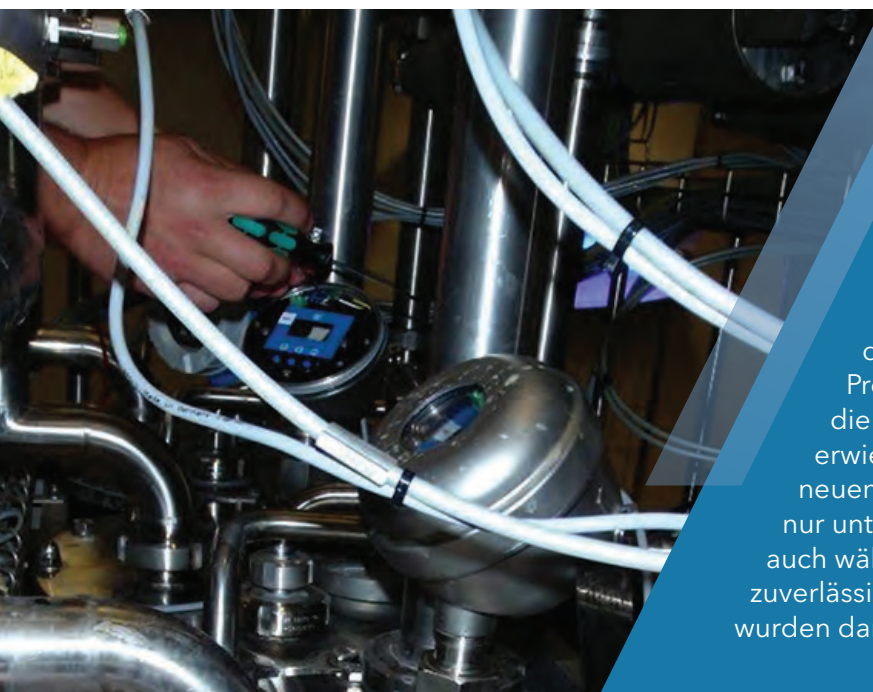
Neben einer besseren Ausnutzung der Tankkapazität können durch die zuverlässige Messung der Position, Dicke und Höhe des Schaums auch die Kosten für Antischaummittel und chemische Zusätze gesenkt werden. Eine redundante und vielfältige Überwachungs- und Erkennungslösung kann auch bei erheblicher Schaumbildung eingesetzt werden.

EINSATZ RADARBASIERTER TECHNIKEN BEI SCHAUMBILDUNG

Die zuvor beschriebenen Szenarien verdeutlichen, wie wichtig es ist, für die Anwendung geeignete Messgeräte zu wählen. Eine der am stärksten expandierenden und zuverlässigsten Techniken, um sowohl Schaum zu durchdringen als auch den potenziellen Schaumpegel zu messen, ist Guided Wave Radar (GWR). Dank des starken Signals entlang der Messsonde kann GWR bei vielen Anwendungen und Tankformen eingesetzt werden.



Das Signal-Rausch-Verhältnis (SNR) ist bei jeder Technik wichtig, besonders aber für GWR. Durch den höheren SNR-Wert ist das Gerät in der Lage, weniger dielektrische Flüssigkeiten oder Schäume zu erkennen, was dazu beiträgt, die Totzone an der Spitze der Sonde zu verringern. Bei Einsatz der GWR-Technik bedeutet dies eine echte direkte Füllstandmessung vom unteren Bereich der Sonde bis zum Prozessanschluss – was bei abgeleiteten Messungen mittels Softwarelösungen nicht möglich ist. Dies ermöglicht eine bessere Ausnutzung der Tankkapazität und damit eine höhere Produktivität.



FALLSTUDIE: Vorteile der GWR-Technik

GWR ersetzt fortlaufend ältere Techniken und wird in vielen Branchen zum Standard. Ein deutscher Lebensmittelverarbeiter benötigte eine kontinuierliche Füllstandmessung für Joghurt, der eine Drei-Tank-Abfüllanlage durchläuft. Das Produkt neigte zu erheblicher Schaumbildung, und die verwendeten kapazitiven Füllstandmessumformer erwiesen sich als unzuverlässig. Bei der Suche nach einer neuen Lösung stellte das Unternehmen fest, dass GWR nicht nur unter normalen Schaumbildungsbedingungen, sondern auch während des gesamten CIP-Zyklus („Clean-in-Place“) zuverlässig funktionierte. Alle drei kapazitiven Messumformer wurden daraufhin durch GWR-Modelle ersetzt.

Obwohl die GWR-Technik viele Vorteile hat, können an der Sonde - als Teil einer berührenden Technik - Anhaftungen viskoser bzw. klebriger Prozessflüssigkeiten entstehen. Ein GWR-Messumformer mit fortschrittlicher Diagnostik kann jedoch solche Anhaftungen an der Sonde erkennen und überwachen, so dass der Anwender Reinigung und Wartung planen kann, bevor ein Problem auftritt. Eine weitere Möglichkeit ist die Beschichtung der Sonde mit PFA (oder ähnlichem), um Reibung und Materialanhaftungen zu reduzieren. Die Beschichtung hat in korrosiven Umgebungen zudem eine unterstützende Funktion (zur Reinigung am Einsatzort können auch Spülanschlüsse eingesetzt werden). Je nach Anwendung kann die berührungslose Messtechnik bei Anwendungen mit Beschichtungs-, Korrosions- oder Installationsproblemen vorzuziehen sein.

Unabhängig davon, welche Technik auch gewählt wird, sollte beurteilt werden, welche Modelle oder Konfigurationen im Rahmen der verwendeten Technik am besten für den Umgang mit Schäumen geeignet sind. Dazu gehören der Sondentyp bei berührenden Techniken oder die Betriebsfrequenz bei berührungslosen Techniken sowie andere Diagnose- und Konstruktionsmerkmale, die Spitzenleistungen gewährleisten.

FALLSTUDIE: Effektive Messung mit berührungslosem Radar

Berührungsloses Radar ist eine weitere Technik für Anwendungen mit Schaumbildung und anderen prozessbedingten Herausforderungen. Eine Anlage für Spezialchemikalien benötigte bei der Automatisierung des Betriebs von zehn Misch tanks zahlreiche Füllstandskontrollen. Die zweistufigen Mischerschaukeln in Verbindung mit Wirbelbrechern und klebrigen Prozessflüssigkeiten bildeten selbst für die robustesten Techniken eine Herausforderung.

In diesem Szenario wurde zwar die richtige Technik ausgewählt, jedoch mit der falschen Frequenz. Da Frequenz und Wellenlänge in einem umgekehrten Verhältnis zueinander stehen, sind längere Wellenlängen (d. h. mit niedrigerer Frequenz) besser für Anwendungen geeignet, bei denen das Signal Schäume und Dämpfe durchdringen muss. Das Verständnis dieser Beziehung spielt beim Einsatz von berührungslosem Radar eine entscheidende Rolle und kann beim eigentlichen Prozess Schwierigkeiten dieser Art verhindern. Der betreffende Betrieb wechselte zu einem Modell mit niedrigerer Frequenz, was die Probleme löste.

KONZEPT AUF BASIS MEHRERER TECHNIKEN

Damit eine Technik erfolgreich ist, gibt es wie bereits erwähnt einige grundlegende Fragen, die zunächst beantwortet werden müssen:



Welche Füllstände müssen gemessen werden (Flüssigkeit, Schaum oder beides)?



Müssen die Füllstände durchgehend überwacht werden oder reicht ein Füllstandgrenzschalter aus (oder ist beides erforderlich)?



Wie sind die Prozessbedingungen (Temperatur, Druck, Korrosion, Beschichtung, Schaumbildung, Epsilonwert)?



Was sind die physikalischen Eigenschaften des Tanks (Material, Form, Montageort, Rührwerke, Wirbelbrecher, Leitern usw.)?

Mithilfe der Antworten auf diese Fragen kann ein etablierter Anbieter von Füllstandmessgeräten besser erkennen, welche Technik oder Techniken die Anforderungen der Anwendung erfüllen. Obwohl eine Technik für eine Vielzahl von Tanks geeignet sein kann, werden oft mehrere Techniken erforderlich sein, um die erforderlichen Messungen durchzuführen. Obwohl radarbasierte Techniken die höchsten Wachstumsraten aufweisen, enthält Tabelle 1 einen Vergleich der verschiedenen Füllstandmesstechniken, die eingesetzt werden können, wenn Schaum in einem Flüssigkeitstank vorhanden ist.

TECHNIKEN ZUR SCHAUMMESSUNG

Tabelle 1: Vergleich der Funktionsprinzipien zur Flüssigkeits- und Schaummessung, wenn sich Schaum auf der Flüssigkeit befindet

FUNKTIONSPRINZIP	MESSUNG	FLÜSSIGKEIT	SCHAUM	STÄRKEN	SCHWÄCHEN
GWR- (Guided Wave Radar) Messumformer	Misst in der Regel den Flüssigkeitsstand durch den Schaum hindurch, kann mit einer höheren Empfindlichkeit konfiguriert werden, um Schaum zu erkennen	●	●	Direkte Füllstandsmessung unabhängig von der Dichte Sonde mit starkem, nach unten gerichtetem Signal Kein Abgleich erforderlich Erkennung von Anhaftungen Keine beweglichen Teile	Dichte oder leitfähige Schäume können das Signal absorbieren Berührende Technik
Radar Messumformer (berührungslos)	Nicht für Schaummessungen vorgesehen, kann aber oft Schaum durchdringen, um Flüssigkeit zu messen	●	●	Berührungslose Technik Unterschiedliche Frequenzen verfügbar für potenzielle Messungen durch Schaum hindurch	Schäume oder Dämpfe können Messabstände verringern oder das Signal absorbieren bzw. dessen Verlust verursachen Verlängerte Inbetriebnahmezeit
Ultraschall Messumformer (berührungslos)	Schäume oder Dämpfe können Messabstände verringern oder das Signal absorbieren bzw. dessen Verlust verursachen	●	●	Wirtschaftlicher Messumformer Berührungslose Technik	Schwere Schäume und Dämpfe
Magnetostriktive und Verdrängermessumformer	Auftriebsbasierte Schwimmer oder Verdränger können beschwert werden, um den Schaum zu ignorieren und den Flüssigkeitsstand zu messen.	●	●	In der Regel kein Abgleich erforderlich	Bewegliche Teile Abhängig von der Dichte Berührende Technik
Differenzdruck-Messumformer	Sind nicht für Schaummessungen ausgelegt (Schaum wird ignoriert), messen jedoch den Flüssigkeitsstand, da Schaum kaum Auswirkungen auf die Dichte hat	●	●	Bekannte Technik	Abgleich erforderlich Abhängig von der Dichte Gesamtbetriebskosten
Kapazitive Messumformer und Schalter	Können potenziell Schaumpegel oder Flüssigkeit mit geringfügigen Anhaftungen erkennen	●	●	Wirtschaftlicher Messumformer Keine beweglichen Teile	Abgleich erforderlich und abhängig von den dielektrischen Eigenschaften von Flüssigkeit oder Schaum Berührende Technik
Schwinggabel- und Ultraschallgrenzscharter	Erkennen typischerweise den Flüssigkeitsstand und nicht den Schaum	●	●	Kein Abgleich erforderlich Keine beweglichen Teile Vertrautheit/installierte Basis	Falschauslösungen oder Prellen des Relais in dichten Schäumen Anhaftungen
Thermische Massedurchflussgrenzscharter	Unterschiede in der Wärmeleitfähigkeit ermöglichen die Erkennung von Schaum oder Flüssigkeit	●	●	Sonden sind so ausgelegt, dass Anhaftungen reduziert werden Keine beweglichen Teile	Abgleich erforderlich Übermäßige Anbackung

● Empfohlen ● Details zur Anwendung berücksichtigen ● Nicht empfohlen



FALLSTUDIE: Diversitäre und redundante Lösungen

Es gibt kritische Anwendungen, bei denen mehrere Techniken und Redundanz notwendig sind, aber nur begrenzter Platz für die Montage zur Verfügung steht. In einem Fall stand bei einem Hersteller und Verarbeiter von Spezialchemikalien nur eine Öffnung oben auf seinen Tanks für die Füllstandsmessung zur Verfügung. Durch Verwendung einer speziellen Konstruktion wurden ein GWR-Messumformer und ein Ultraschall-Füllstandgrenschalter durch einen einzigen Flansch installiert, was sowohl Redundanz als auch verbesserten Schutz auf hohem Niveau sicherstellt.

/// SCHLUSSFOLGERUNG

Jede Anlage hat einzigartige Anforderungen. Was jedoch viele Anlagen gemeinsam haben, sind die Herausforderungen, die durch die Anwesenheit von Schaum entstehen. Es ist von entscheidender Bedeutung, die Stärken einer Technik zu verstehen und für sich zu nutzen. Gleichzeitig sollten jedoch solide Bemessungsprinzipien berücksichtigt werden, um eventuelle Defizite zu mindern. Dies ist der Schlüssel zu Zuverlässigkeit, reduzierten Kosten und erhöhter Produktivität.

Die führende Rolle von Magnetrol bei der Füllstandmessung hat uns ein fundiertes Fachwissen zu Anwendungen und Techniken vermittelt, welches notwendig ist, um Probleme durch Schaum und andere Herausforderungen bei Anwendungen zur chemischen Verarbeitung und in anderen Prozessindustrien zu meistern. Wir führen ein vollständiges Portfolio an berührenden und berührungslosen Füllstandmessgeräten, einschließlich des zuverlässigsten und fortschrittlichsten GWR-Messumformers der gesamten Branche. Weitere Whitepapers zu verschiedenen Anwendungen, technische Informationen und Produktprofile finden Sie unter [Magnetrol.com](https://www.magnetrol.com).



EUROPAZENTRALE & PRODUKTIONSSTANDORT

Heikensstraat 6 • 9240 Zele, Belgien • Tel.: +32-(0)52-45.11.11 • info@magnetrol.be

magnetrol.com