

VERSTECKTE GEWINNE BEI DER DAMPFERZEUGUNG

Optimierung des Dampferzeugungszyklus und des
Kondensatrückführungsprozesses zur Gewinnsteigerung

Ein Whitepaper aus der Magnetrol®-Serie Level Matters



MAGNETROL[®]
LEVEL MATTERS

VERSTECKTER PROFIT IN DER DAMPFERZEUGUNG

Optimierung des Dampferzeugungszyklus und des Kondensatrückführungsprozesses zur Gewinnsteigerung

Ziel

Schlüsselbereiche im Dampferzeugungszyklus, im Kondensatrückführungssystem und beim Abwärmerückgewinnungsprozess zu ermitteln, wenn kostengünstige Instrumentierungslösungen eine spürbare Kapitalrendite über einen kurzen Zeitraum bieten. Ziel ist es, die Wärmerate, die Umweltbelastung, den Brennstoff- und Wasserverbrauch, die Wasseraufbereitung und die Wartungskosten in der gewerblichen Wirtschaft und in der Schwerindustrie zu reduzieren, in denen die Dampferzeugung von wesentlicher Bedeutung im Produktionsprozess ist.

Überblick

- Warum steuern?
- Dampferzeugung
 - Dampfkessel/Dampftrommel
 - Entlüftung
 - Abblasen
- Kondensatrückführung
 - Kostenvorteile der Kondensatrückführung
 - Kondensatauffangbehälter
 - Schutz von Pumpen
 - Kondensatsammler und Wärmetauscher/ Kondensatoren
- Aufbereitung von Zusatzwasser
- Energiemanagement
 - Verbrennungsluft, Brennstoffdurchfluss und Druckluft
- Fallstudien

Warum steuern?

Obwohl die Papier- und Zellstoffindustrie einen der größten Dampferzeuger außerhalb der Energieerzeugung darstellt, tragen die Primärmetall-Industrie, die erdölverarbeitende Industrie, die chemische Industrie und die Lebensmittelindustrie ebenfalls einen großen Anteil ihres Gesamtenergieverbrauchs (10–60 %) zur Dampferzeugung bei. Die Instrumentierung spielt im gesamten Dampferzeugungszyklus bei Schlüsselanwendungen eine wichtige Rolle.

Infolgedessen kann die Leistung jeder Füllstandtechnologie hinsichtlich instrumentenbedingter Fehler, Kalibrierungsschwankungen und Anfälligkeiten gegenüber Prozessdynamiken eine direkte und negative Auswirkung auf den Brennstoffverbrauch haben und sich auch in anderen Aspekten negativ auf den

Prozess auswirken, seien es Anforderungen an das Zusatzwasser, übermäßiges Abblasen des Dampfkessels, Energieübertragung usw. Diese anderen Aspekte des Prozesses tragen leider indirekt zu einer ineffizienten Nutzung des Brennstoffs bei und beeinträchtigen den Produktionsdurchsatz und die Produktqualität. Hinzu kommen mögliche Schäden an teuren Geräten, die einen außerplanmäßigen Stillstand, eine ungeplante kostenintensive Wartung und Produktionsausfälle zur Folge haben können.

Dieser Aufsatz hebt die einzelnen Bereiche hervor, in denen die Anwendung von bestimmten betriebsbewährten Füllstandtechnologien die Betriebs- und Instandhaltungskosten senken kann.

Heutzutage ist es nicht unüblich, Abwärme- und/ oder Kondensatrückführungssysteme einzusetzen, um Energieverluste zu reduzieren und wertvolles Kondensat aufzufangen. Die Verwendung von Instrumentierungstechnologie, die die Steuerungsaspekte dieser Prozesse nicht ausreichend oder zuverlässig behandelt, kann die Effektivität und somit Gesamtkapitalrendite dieser Systeme mindern und die Anlage unnötigem Schaden aussetzen. Des Weiteren können Prozesse, bei denen der Stromverbrauch und die Dampferzeugung einen unverhältnismäßigen Anteil der Brennstoffkosten darstellen, einfach aufgrund der Unzulänglichkeit einer Technologie bei kritischen Anwendungen ineffizient sein. Dies hängt natürlich von der Art des Brennstoffs und anderen Faktoren ab. Nichtsdestotrotz haben diese Bereiche eine direkte und positive Auswirkung auf die Kosten, wenn sie angemessen angegangen werden.

Eine Übersicht über die verwendeten Prozesse zusammen mit den eindeutigen Anforderungen an die Instrumentierung für jedes Bauteil vermittelt einen Einblick in die Bedeutung der Aufrechterhaltung einer korrekten Füllstandregulierung sowie von Schutzmaßnahmen, um möglicherweise Kostenvorteile bei der Dampferzeugung, der Abwärmerückgewinnung und Kondensatrückführung sowie bei Wasseraufbereitungsanlagen zu realisieren, die in vielen Branchen der Schwerindustrie üblich sind.

Dieser Aufsatz hebt die einzelnen Bereiche hervor, in denen die Anwendung von bestimmten betriebsbewährten Füllstandtechnologien die Betriebs- und Instandhaltungskosten senken kann und es Unternehmen somit ermöglicht wird, sich auf dem heutigen globalen

Markt besser zu behaupten. Da die Kosten üblicherweise ein entscheidendes Kriterium darstellen, nutzen anspruchsvolle Betriebsanwendungen Technologien, bei denen die Kostenvorteile kurz- und langfristig erzielt werden und direkt mit Effizienz verbunden sind. Normalerweise wird den Frontend-Kosten mehr Beachtung bei Anwendungen geschenkt, die die geringste Auswirkung auf die Effizienz des Prozesses haben; in der Realität ist jedoch eine zuverlässige Messung ein wichtiger Faktor im normalen Prozessbetrieb.

Dampferzeugung

Dampferzeugungs- und Kondensatrückführungssysteme können sich von ihrer Komplexität her unterscheiden, je nach Endanwendung und Prozessanforderungen des Dampfes, z. B. Dampf für die Stromerzeugung oder zur Unterstützung des Betriebs einer Papierfabrik gegenüber kleinen bis mittelgroßen Prozessen zur Herstellung von Spezialchemikalien. Bei Abbildung 1 handelt es sich um ein vereinfachtes Diagramm, das einen einfachen Dampferzeugungszyklus darstellt, der praktisch auf jede Anforderung einer Anlage skalierbar ist, unabhängig vom Einsatz eines Rauchrohrkessels oder eines größeren Wasserrohrkessels. Es sollte ausreichen, kritische Bereiche im Zyklus hervorzuheben, bei denen Bedenken bezüglich der Füllstandregelung eine tiefgreifende Auswirkung auf die Effizienz, die Zuverlässigkeit und die Instandhaltung haben können.

Kernstück des Systems ist der Dampfkessel bzw. die Dampftrommel. Unabhängig von ihrer Größe haben diese Elemente die folgenden primären und peripheren Funktionen:

- Eine hinreichende Oberfläche für die effiziente Trennung von Wasser und Dampf zur Verfügung bereitstellen
- Speicherkapazität bereitstellen, die die unmittelbaren Anforderungen an das Kesselspeisewasser erfüllt
- Die Einleitung von Chemikalien für Aufbereitungszwecke sowie das Entfernen (Abblasen) von Verunreinigungen erleichtern.

„Die Papier- und Zellstoffindustrie – definiert als Anlagen zur Herstellung von Zellstoff, Papier und Karton – verbraucht jährlich mehr als 6 Milliarden Euro an Brennstoffen und Elektrizität. Die Optimierung der Energieeffizienz ist eine wichtige Maßnahme zur Reduzierung dieser Kosten und zur Steigerung der vorhersehbaren Erträge, vor allem in Zeiten starker Energiepreisschwankungen.“
Berkeley National Laboratory

Environmental Energy Technologies Division,
Oktober 2009

Ein Kessel-, Rauch- oder Wasserrohr stellt eine sehr dynamische Umgebung hinsichtlich der Füllstandregelung dar, unabhängig davon, ob es sich bei der Steuerstrategie um eine Ein-, Zwei- oder Drei-Komponenten-Steuerung handelt. Der gemeinsame Nenner bei all diesen Strategien ist die Füllstandmessung selbst.

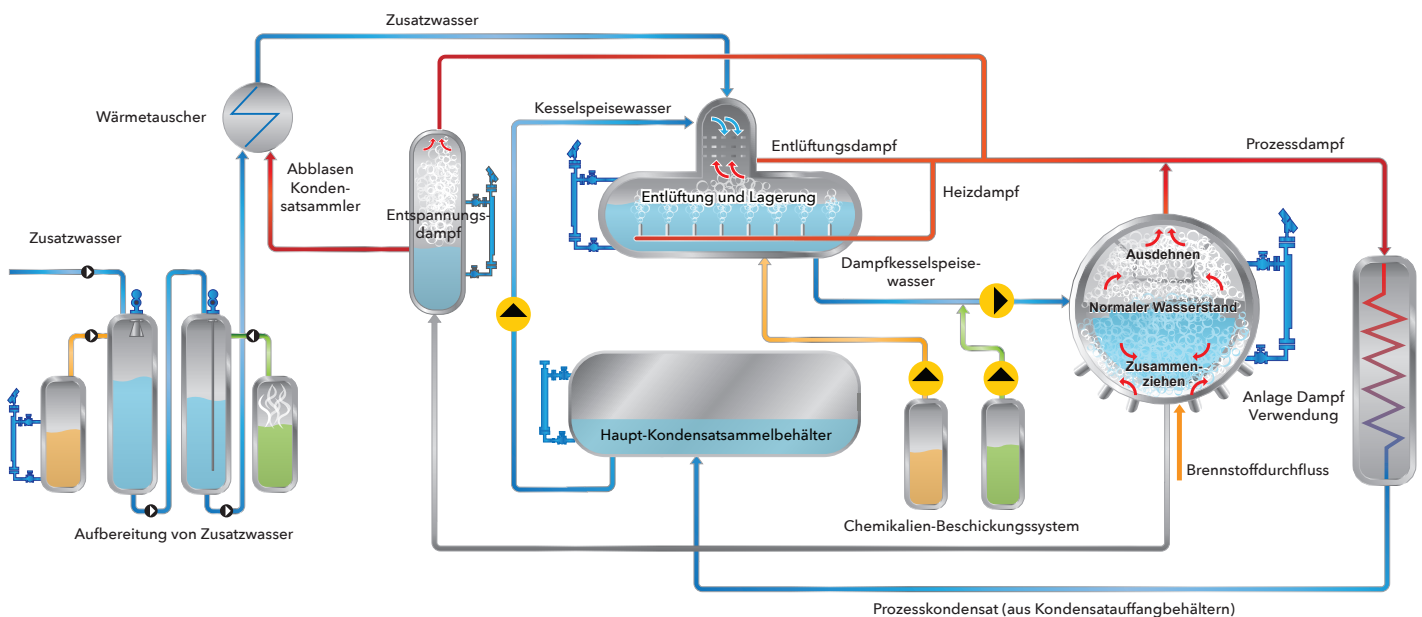


Abbildung 1

Beim Anwenden einer Technologie, die diese Variable in der Gleichung verbessert, wird sehr wahrscheinlich die Steuerung des normalen Wasserstands im Dampfkessel/ in der Dampftrommel unterstützt, was es ermöglicht, die Primärfunktion der Trennung von Wasser und Dampf für eine verbesserte Dampfqualität auszuüben.

Dies wird wichtiger, falls Schwankungen des Bedarfs drastische Folgen auf die Leistung eines Instruments während des Zusammenziehens und Ausdehnens haben, die sich aus Druckänderungen im Dampfkessel bzw. in der Dampftrommel ergeben. Bei der Dampferzeugung im größeren Umfang, wie z. B. bei der kommerziellen Stromerzeugung (Wasserrohrkessel), können Unterbrechungen der Füllstandregelung im Dampfkessel/ in der Dampftrommel negative Auswirkungen auf die natürliche Zirkulation des Prozesses haben und so die Fähigkeit einer Anlage beeinträchtigen, auf die Marktnachfrage reagieren zu können.

Füllstandtechnologien, die bisher bei Dampfkesseln verwendet wurden, beruhen auf Inferenz oder Auftrieb, um den Füllstand zu bestimmen. Dies macht sie anfällig für Prozessdynamiken (spezifische Dichte, Druck, Temperatur usw.) oder begrenzt ihre Fähigkeit, den Füllstand für eine verbesserte Brennstoffersparnis genau zu regeln.

Unterbrechungen der Füllstandregelung im Dampfkessel/ in der Dampftrommel können negative Auswirkungen auf die natürliche Zirkulation des Prozesses haben und so die Fähigkeit einer Anlage beeinträchtigen, auf die Marktnachfrage reagieren zu können.

Obwohl Korrekturen durchgeführt werden können, um die Auswirkungen abzuschwächen, erhöhen die zu berücksichtigenden Variablen die Komplexität der Installation, der Geräte und der Kalibrierung der Füllstandregelung, was die unbeabsichtigte Folge hat, neue Fehlerquellen zu erzeugen. Die Beseitigung potenzieller Fehlerquellen (einschließlich menschlichen Versagens), die der grundlegenden Technologie eines Instruments inhärent sind, ist der erste Schritt, die Füllstandregelung eines Dampfkessels/einer Dampftrommel zu optimieren.

Herkömmliche Technologien im Zusammenhang mit der Füllstandkontrolle in Dampfkessel/Dampftrommel
Ein kurzer Blick auf verschiedene Technologien stellt deren jeweilige Defizite hinsichtlich der Füllstandkontrolle von Dampfkesseln/Dampftrommeln dar:

- **Differenzdruck** – ein komplexes System aus Rohrleitungen, Kondensatsammelbehälter und Messumformer(n), das auf Inferenz basiert und zur fachgerechten Kalibrierung bis zu zwölf Prozessparameter benötigt. Es werden dafür externe Eingaben und Korrekturen zur Sicherstellung der Genauigkeit angewendet.
- **Auftriebsprinzip (Verdränger)** – Genauigkeit vom Einschalten bis zum Erreichen der Betriebstemperaturen ist nicht erreichbar, da der Verdränger für die spezifische Dichte bei Betriebstemperaturen ausgelegt ist. Kalibrierung und mechanischer Verschleiß können längerfristig Fehler verursachen.
- **Auftriebsprinzip (mechanischer Schalter zur Ein-/Aus-Steuerung)** – kostengünstige Lösung für kleinere Dampfkessel; die Einleitung von größeren Mengen an unterkühlter Flüssigkeit könnte jedoch im Vergleich zu einer kontinuierlichen Messung die Leistung beeinträchtigen und den Brennstoffverbrauch erhöhen.
- **RF-kapazitiver Messumformer** – basierend auf der Dielektrizitätskonstante des Prozessmediums. Die Dielektrizitätskonstante von Wasser/Kondensat ändert sich abhängig von der Temperatur und verursacht unnötige Fehler. Es ist eine Kalibrierung vor Ort erforderlich.
- **Leitfähigkeit** – hohe Investitions- und Wartungskosten im Vergleich zu anderen Technologien. Keine Dauermessung. Die Auflösung ist bedingt durch über den Messbereichumfang angebrachte nebeneinander liegende Leitfähigkeitssonden. Während Reparaturarbeiten kann Gewindeverschleiß Probleme bereiten.



Wiederkehrende Wartungsarbeiten, Komplexität der Geräte und Kalibrierung sowie die Anfälligkeit gegenüber der Prozessdynamik erzeugen zusätzliche Kosten und mögliche Quellen für Fehler bei der Füllstandmessung.

Andererseits ist **Guided Wave Radar (GWR)** eine Technologie zur Dauermessung, die den deutlichen Vorteil hat, nicht anfällig gegenüber Änderungen der Prozessbedingungen zu sein, die die oben beschriebenen Messverfahren beeinträchtigen.

Wesentliche Vorteile des Guided Wave Radar für den Füllstand von Dampfkessel/Dampftrommel

- **Drei-Komponenten-Steuerstrategie:** Speisewassermenge, Hauptdampfmenge und Füllstand des Dampfkessels/der Dampftrommel – tatsächlicher Füllstand zu abgeleitetem Füllstand. Kontinuierliche Anzeige im Vergleich zu separater Anzeige.
- **Keine Kalibrierung oder externer Ausgleich:** Datensicherheit bei Implementierung der Steuerstrategie während des Normalbetriebs und beim Zusammenziehen und Ausdehnen. Verhindert Wassermittress.
- **Die Aufrechterhaltung des normalen Wasserstands bei allen Prozessbedingungen** verbessert die Wasser-Dampf-Trennung und die Gesamtdampfqualität.
- **Beseitigt Energieverluste** aufgrund von übermäßigem Abblasen zur Regelung des Füllstands.
- **Reaktionsfähigkeit bei Änderungen der Nachfrage.**
- **Abdichtung des dampfspezifischen Prozesses** für korrosive Hochtemperatur-/Hochdruckanwendungen.
- **Sonden mit Kondensationsregeltechnik (CCT) und automatischer Dampfkomensation (ASC).**
- **Geringere Wartungskosten.**

Da ihre Leistung und Genauigkeit nicht durch die spezifische Dichte und/oder Inferenz bedingt sind, zeichnet sie sich durch Messung des tatsächlichen Füllstands bei allen im Dampfkessel/in der Dampftrommel auftretenden Bedingungen aus.

Des Weiteren benötigt GWR keine externen Eingaben oder eine Kalibrierung zum Erreichen der festgelegten Leistung, da diese Technologie von Natur aus genau ist. Dieser Umstand beseitigt effektiv das Auftreten von Fehlern während des Kalibrierungsvorgangs oder von Fehlern, die durch externe Quellen verursacht werden, d. h. Druck und Temperatur.

Eine Reduzierung der die Messung beeinträchtigenden Variablen ergibt einen hohen Grad an Datensicherheit und ermöglicht den Anwendern, den normalen Wasserstand im Dampfkessel/in der Dampftrommel für eine optimale Wasser-Dampf-Trennung und Dampfqualität bei einer Vielzahl von Prozessbedingungen besser aufrechtzuerhalten.

Auszüge aus Abschnitt 1 der ASME BPVC

PG-60.1.1 Dampfkessel mit einem maximal zulässigen Arbeitsdruck von mehr als 3 MPa müssen über zwei Schauglasanzeigen verfügen.

Anstelle von einer der zwei Schauglasanzeigen können zwei voneinander unabhängige Fernanzeigen für den Wasserfüllstand (zwei separate Systeme, die den Wasserfüllstand fortlaufend messen, übertragen und anzeigen) verwendet werden.

PG-60.1.1.2 Wenn zwei voneinander unabhängige Fernanzeigen für den Wasserfüllstand zuverlässig arbeiten (kontinuierlich den Wasserfüllstand anzeigen), kann die eine erforderliche Schauglasanzeige abgeschaltet werden, muss jedoch im betriebsfähigen Zustand gehalten werden.

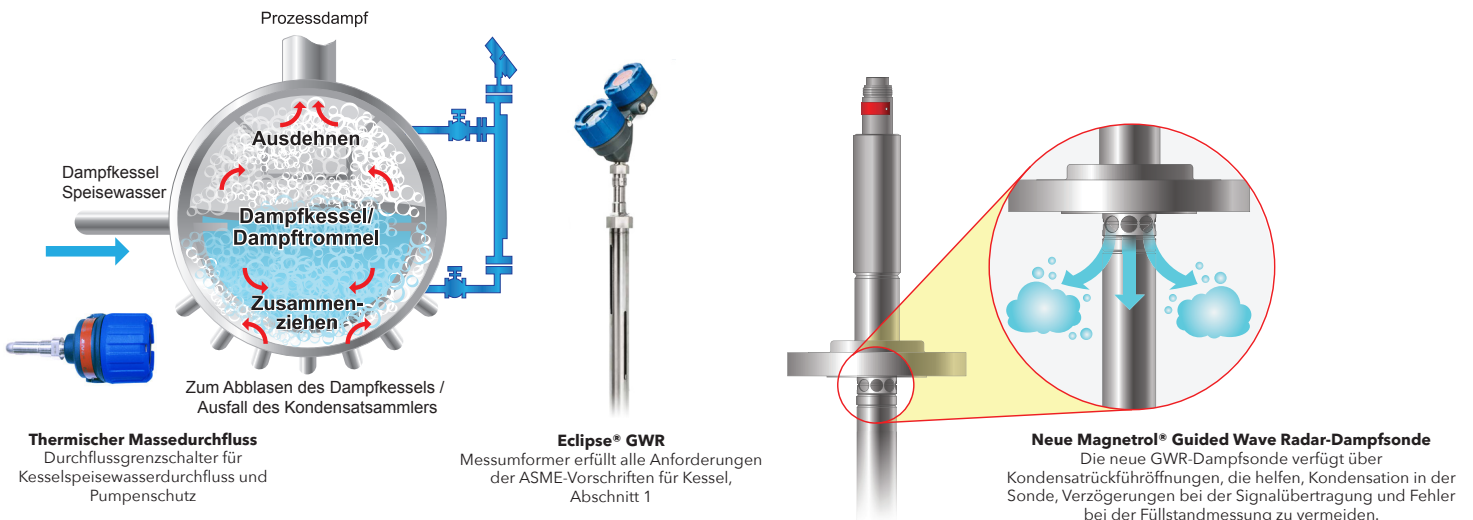


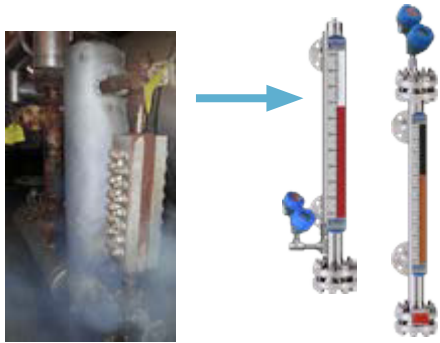
Abbildung 2

Außer der Optimierung der Füllstandregelung für eine verbesserte Betriebseffizienz des Dampfkessels/der Dampftrommel wird die in der ASME BPVC in Abschnitt 1 beschriebene Anforderung an die Schauglasanzeige erörtert.

Schauglasanzeigen spielen eine sehr wichtige Rolle bei der Unterstützung von Füllstandregelungen des Dampfkessels/der Dampftrommel, so dass ihr Vorhandensein nicht unterbewertet werden darf. Bei dauerhaftem Einsatz sind sie jedoch mit hohen Wartungskosten und potenziellen Sicherheitsbedenken verbunden.

Bekannte Probleme von Schauglasanzeigen

- Leckage
- Ausfall des eingebauten Ventils
- Dichtungsleckagen
- Glasabtrag/Ausfall



Das Entfernen von einer der zwei erforderlichen Schauglasanzeigen, die in Abschnitt 1 der ASME BPVC aufgeführt sind, kann in erheblichem Maße die Wartungskosten reduzieren, wohingegen die verbleibende Schauglasanzeige während des täglichen Betriebs isoliert werden kann.

Die bei der Reparatur von Schauglasanzeigen an Dampfkesseln/Dampftrommeln und bei anderen Anwendungen, die solche Schauglasanzeigen einsetzen (Wärmetauscher/Kondensator), entstehenden Kosten können die Kosten des neuen Instruments häufig aufwiegen. Eine deutliche Verringerung der Anzahl

	Reparaturatz Dichtungen Reparaturatz mit Glas	600,00 € 1.500,00 €
	Werkstattzeit 4 Stunden zu 35 €/Stunde (geschätzt)	125,00 €
	Dauer der Installation 4 Stunden zu 35 €/Stunde (geschätzt)	125,00 €
	Behälter/Prozess Stillstandszeit	1 Tag zu XXX €

an Leckstellen im Vergleich zu einer Schauglasanzeige ist ein echter Vorteil für die Sicherheit des Werkspersonals.

Entlüfter und Wärmetauscher

Eine weitere, oft übersehene wichtige Füllstandanwendung in Diskussionen über die Effizienz ist der Entlüfter und der zugehörige Lagerbehälter. Der Entlüfter dient als „offener“ Wärmetauscher, und seine Primärfunktion ist die Beseitigung von Sauerstoff und anderen korrosiven Gasen aus dem Dampfkesselspeisewasser, um Schäden an der Anlage zu verhindern. Dies wird durch die Verwendung von Dampf erreicht, der ungefähr 0,627 kWh pro kg abgeben kann, um den Entlüftungsvorgang zu unterstützen und das Dampfkesselspeisewasser vorzuheizen.

Optimieren des Entlüfters in Bezug auf den Wärmetauscher

Das Optimieren des Entlüfters in Bezug auf den Wärmetauscher anhand einer verbesserten Füllstandtechnologie kann die Energieübertragung verbessern. Jeder Temperaturanstieg des Kesselspeisewassers um +6°C ergibt 1 % Brennstoffeinsparung.

Aurora®:
Magnetklappenfüllstandanzeiger mit integriertem Guided Wave Radar

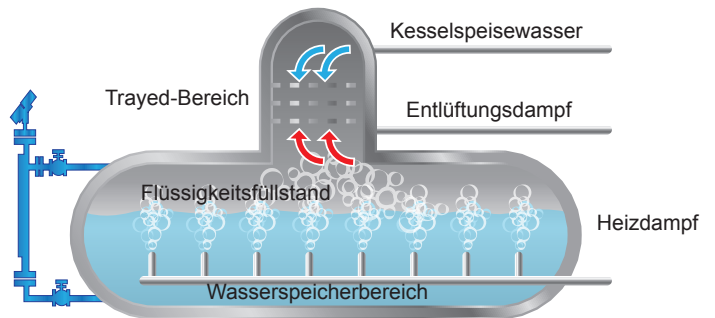


Abbildung 3

Natürlich verringert jeder nennenswerte Zugewinn an Dampfkesselspeisewasser durch diesen Prozess die für den Dampfkessel erforderliche Energiemenge (Brennstoff); jeder Temperaturanstieg des Dampfkesselspeisewassers um +6°C ergibt eine Einsparung von 1 % Brennstoffkosten. Eine unzureichende Füllstandregelung kann den Entlüftungsvorgang behindern (zu hoher Füllstand) oder den Durchfluss des Speisewassers zum Dampfkessel reduzieren/stoppen (Füllstand

zu niedrig). Erstere beeinträchtigt die Langlebigkeit und die Effizienz der Anlage, während letztere Produktionsausfälle und Schäden an Pumpen verursachen kann.

Zusätzlich zum „offenen“ oder entlüftenden Speisewasservorwärmer sind die gebräuchlicheren Röhrenwärmetauscher/Kondensatoren in größeren Dampferzeugungszyklen verbaut, bei denen die Kosten durch einen verbesserten Wärmewirkungsgrad aufgewogen werden. Die Effektivität eines Röhrenwärmetauschers bei der Energieübertragung ist bedingt durch eine genaue Füllstandregelung, abgesehen von Anomalien der Anlage. Weitere Informationen finden Sie bei Magnetrol® Technische Information 41-296, Weißbuch Wärmerate und Steuerung der Speisewasserheizung.

Die gleichen Eigenschaften, die die GWR-Technologie für die Anwendung in Dampfkesseln/Dampftrommeln einzigartig machen, können ebenfalls für den Entlüfter und den Speisewasservorwärmer eingesetzt werden, um den Wärmewirkungsgrad zu verbessern.

Abblasentspanner und Abblastank

Die Aufrechterhaltung der Wasserqualität im Dampfkessel innerhalb der Auslegungsparameter gewährleistet die höchstmögliche Dampfqualität und minimiert gleichzeitig das Abblasen des Dampfkessels, wodurch das Energie- und Ressourcenmanagement verbessert wird.

Schätzungen zufolge können bis zu 49 % der Energie durch Nutzung des zu den Wärmetauschern oder zum Entlüfter geleiteten Entspannungs dampfs rückgewonnen werden, um das Zusatzwasser des Dampfkessels zu erhitzen bzw. den Entlüftungsvorgang zu unterstützen.

Ein kontinuierliches oder manuelles Abblasen des Dampfkessels minimiert Dampfkesselsteinablagerungen und Korrosion, die durch Verunreinigungen im Wasser entstehen. Die Abblastanks und Kondensatsammler bieten Vorrichtungen zum Sammeln von Flüssigkeit und Verunreinigungen im Dampfkessel, und der Kondensatsammler erleichtert die Energierückgewinnung durch Nutzung von Entspannungs dampf.

Schätzungen zufolge können bis zu 49 % der Energie durch Nutzung des zu den Wärmetauschern oder

zum Entlüfter geleiteten Entspannungs dampfs rückgewonnen werden, um das Zusatzwasser des Dampfkessels zu erhitzen bzw. den Entlüftungsvorgang zu unterstützen. Zusätzlich dazu beseitigt eine bessere Füllstandmesstechnik an den Dampfkesselwänden Energieverluste, die durch unnötiges Abblasen zur Verhinderung von Wassermitteln entstehen.

Die Nutzung der Fähigkeit einer spezifischen Technologie, den Füllstand in einem der Behälter zuverlässig zu messen, vor allem im Kondensatsammler, bei einer Plug-and-Play-Installation und entsprechend dem Umfang der in Betrieb genommenen Anlage (ohne Kalibrierung, externe Geräte oder Eingaben), ist eine einfache Art, eine optimale Leistung sicherzustellen.

Die Optimierung von Dampfkessel, Entlüfter, Wärmetauscher/Kondensator und das Abblasen in Bezug auf die Füllstandregelung wirkt sich hauptsächlich auf die Brennstoffersparnis durch bessere Nutzung der Energiemenge aus, die zur Erzeugung von hochwertigem Dampf für jede Aufgabe erforderlich ist. Eine direkte Reaktion auf Änderungen des Bedarfs und eine Reduzierung der Wartung der Instrumentierung oder von Schäden an den Geräten sind weitere Vorteile, die ihren eigenen finanziellen Nutzen haben; dies sollte bei der Implementierung jeder Technologie berücksichtigt werden. Der Zeitrahmen hinsichtlich der Kapitalrendite kann dabei je nach Umfang des Betriebs sowie der Wartungszeit für die alternde Instrumentierung schwanken.

Kondensatrückführung

Die Vorteile jedes Kondensatrückführungssystems sind bei denjenigen Industriebranchen gut dokumentiert, die bei ihren Prozessen auf Dampferzeugung angewiesen sind.

Das Kondensat weist einen Mehrwert auf, da jeder rückgewonnene Liter Kosten für Zusatzwasser, Zusatzwasseraufbereitung und/oder eine unwirtschaftliche Ableitung zu kommunalen und anderen Systemen einspart.

Oft ist es die Instrumentierung selbst oder eine fehlende Instrumentierung, die die Leistung des Gesamtsystems begrenzt und die finanziellen Erwartungen an den Kondensatrückführungsprozess nicht erfüllt.

Die drei Bereiche von besonderem Interesse hinsichtlich der Effizienz der Füllstandregelung sind der Kondensatauffangbehälter und die Haupt-Kondensatsammelbehälter, die Kondensatpumpen und die zugehörigen Ventile sowie alle Röhrenwärmetauscher/Kondensatoren (Abbildung 4, nächste Seite).

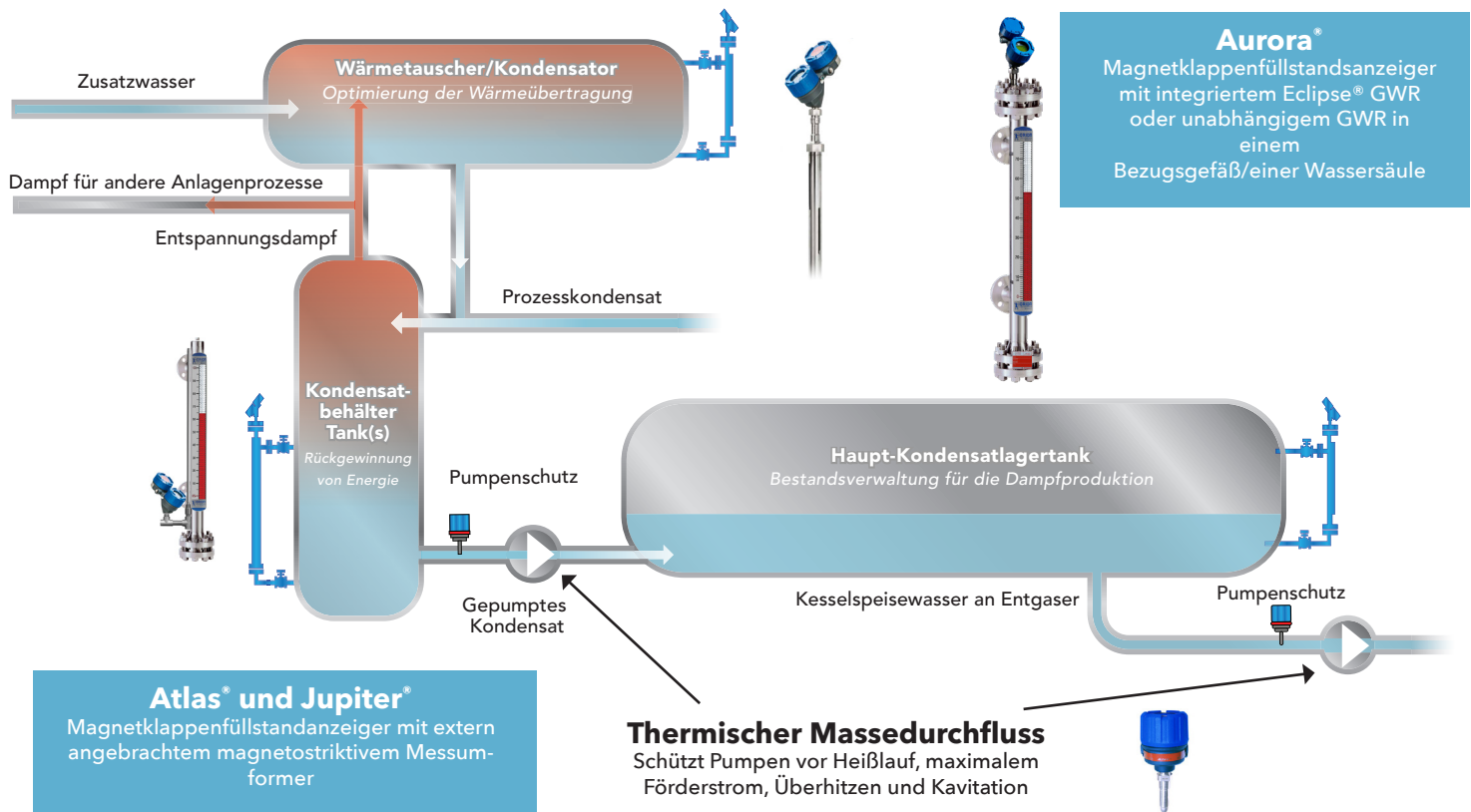


Abbildung 4

BESEITIGUNG VERSTECKTER WARTUNGSKOSTEN

Grad des Kondensatrückführungsprozesses

- Schutz der Ventile und Pumpendichtungen vor dem Kontakt mit Hochtemperaturdampf
- Aufrechterhaltung des Mindest-Verdichtungsdrucks in der Kondensatpumpe
- Sicherstellung eines ausreichenden Dampfraums zur Erzeugung von Entspannungsdruck
- Kapazität für die Aufnahme von Kondensat durch verschiedene Prozessgruppen
- Regelung der Zufuhr des Kesselspeisewassers zur Deckung des Bedarfs



Vorteile der GWR/MLI-Technologie

- Redundante und vielfältige Füllstandtechnologien
- Durch Prozessbedingungen unbeeinträchtigt
- Keine Kalibrierung erforderlich
- Keine beweglichen Teile – beseitigt instrumentenbedingte Fehler (GWR)
- Installationsassistent und komplette Diagnose – schneller Einschaltvorgang und Fehlerlokalisierung
- Ausgelegt für Hochtemperatur-Dampfanwendungen
- Vereinfacht Instrumentierung der Geräte
- Kann für die Anwendung vorkonfiguriert werden



Fallstudie

- Pumpendichtung – 900 €
- Arbeit – zwei Personen für einen halben Tag zu 35 €/Stunde entspricht 250 €
- Entladenes Kondensat 3,30 €/3,8 m³
- Kondensatauffangbehälter wegen Wartung außer Betrieb: XXX €
- 1- bis 3-mal wöchentlicher Austausch der Pumpendichtung auf 1 bis 3 mal pro Jahr reduziert: „Papier- und Zellstoffanlage“
- Wartungskosten bei schlechter Füllstandkontrolle: jährlich 220.000+ €

Die Kondensatauffangbehälter nehmen Durchströmdampf und Kondensat von verschiedenen Dampfprozessen in einer Anlage auf. Das Kondensat wird dann in den Haupt-Kondensatsammelbehälter gepumpt, wo es für die spätere Rückführung in den Dampferzeugungszyklus gespeichert wird.

Mit dem Röhrenwärmetauscher/Kondensator kann die ansonsten verschwendete Energie in Form von Entspannungsampf vom Auffangbehälter rückgewonnen werden, um das Zusatzwasser oder andere Prozessflüssigkeiten durch die Kondensationswärme vorzuwärmen. Das aufgefangene Kondensat wird zum bereits vorhandenen Kondensat oder zum Kondensatauffangbehälter zurückgeleitet.

Häufig wird die Leistung des Gesamtsystems durch die Instrumentierung - oder durch deren Fehlen - eingeschränkt.

Der Füllstandmessumformer im Kondensatauffangbehälter erleichtert das automatische Management des Kondensatfüllstands um sicherzustellen, dass eine angemessene Kapazität zum Auffangen (Rückführen) von Kondensat aus verschiedenen Anlageprozessen verfügbar sowie ein ausreichender Dampfraum im Behälter zur Erzeugung von Entspannungsampf vorhanden ist.

Abgesehen von der Tatsache, dass das Kondensat einen wesentlichen Nutzen für die Anlage darstellt, schützt das Kondensat im Kondensatauffangbehälter außerdem die Ventile und Dichtungen der Kondensatpumpe vor dem direkten Kontakt mit Hochtemperaturampf und erhält dabei einen Mindest-Verdichtungsdruck in der Pumpe aufrecht. Dies verhindert Geräteschäden, eine teure Wartung und einen Ausfall des Kondensatauffangbehälters sowie nachfolgende Auswirkungen auf den Dampferzeugungszyklus und die Anforderungen an das Zusatzwasser.

Zu guter Letzt liefert der Füllstandmessumformer die Steuersignale für die Ventile und die Kondensatpumpe, die für die Weiterleitung des Kondensats vom Auffangbehälter zum Haupt-Kondensatsammelbehälter notwendig sind. Dadurch wird sichergestellt, dass ungefähr 15 % Füllstand aus den oben beschriebenen Gründen bestehen bleiben. An dieser Stelle übernimmt der Füllstandmessumformer des Haupt-Kondensatsammelbehälters die Versorgung des Dampfkesselspeisewassers, um den Bedarf an Dampf zu decken.

Aufbereitung von Zusatzwasser

Die Aufbereitung von Zusatzwasser ist eine entscheidende Komponente bei der Dampferzeugung, da dadurch das System mit Wasser für den Dampfkessel und andere Anwendungen aufgefüllt wird, welches aus unterschiedlichsten Gründen im Dampferzeugungszyklus verloren ging. Im Gegensatz zu den vorher erörterten Anwendungen im Dampferzeugungszyklus geht es bei der Füllstandregelung für die Wasseraufbereitung nicht zwangsläufig um Effizienz, sondern um Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Sicherheit bei einer ordnungsgemäßen Bestandsführung, um sicherzustellen, dass eine Versorgung mit Chemikalien und Zusatzwasser den Bedarf erfüllt.

Hier liegt der Schwerpunkt auf der chemischen Komponente der Wasseraufbereitung: Sie stellt Schwierigkeiten für Füllstandtechnologien dar, die optimal für nicht chemische Anwendungen in Bezug auf die Wasseraufbereitung oder für diejenigen mit begrenzten Schwankungen des Dampfdruckinhalts im Behälter sind. Obwohl es sich bei wichtigen Messungen in Lagerbehältern, z. B. von Ammoniak, Säure, ätzenden und anderen Chemikalien, keinesfalls um schwierige Füllstandanwendungen handelt, können leichte Unterschiede in der Überwachung der Behälter hinsichtlich der Füllstandtechnologie eine enorme Auswirkung auf die alltägliche Anwendbarkeit und die Zuverlässigkeit der verwendeten Instrumente haben.

Zusätzlich dazu müssen Sicherheitsaspekte beim Auffüllen der Chemikalien sowie kurz- und langfristige Wartungskosten berücksichtigt werden, die gleichzeitig anhand der Bestandsüberwachung durch einige einfache, kostengünstige Modifikationen an der Instrumentierung angegangen werden können.



Magnetklappenfüllstandanzeiger mit hoher Sichtbarkeit mit magnetostruktivem Messumformer unterstützt die Entladung von Ammoniak in einem Kombikraftwerk

Schlüsselkomponenten für die Überwachung der Chemikalienlagerung

- Bestandsführung (Genauigkeit)
- Beständigkeit gegen Chemikalienangriff (Zuverlässigkeit und Wartung)
- Verwendung einer Technologie, die von den Veränderungen im Dampfraum des Behälters unbeeinträchtigt bleibt (Zuverlässigkeit)
- Überprüfung der Leistung (Wartung)
- Sichtbarkeit während des Produkttransfers (Sicherheit)

Tanks für die Chemikalienlagerung, Demineralisierung und die Wasservorlage sind in verschiedenen Formen und Größen vorhanden (üblicherweise liegende oder stehende Behälter mit einem Durchmesser/einer Höhe von 1,8 m bis 3 m), wobei die Ammoniak- und Demineralisierungstanks die größten sind. Oft werden Typen von Füllstandmessumformern installiert (am häufigsten mit Ultraschall-Technologie), die die Füllstandanzeige zur Steuerzentrale übermitteln und über eine lokale Anzeige am Tankboden verfügen; sie sind entweder mit einer Ausgabe des Messumformers von 4 bis 20 mA in Reihe angeordnet oder werden wiederholt von der Steuerzentrale angesteuert. Das Signal zur Steuerzentrale misst den Bestand, dient als Überlaufwarnung und legt die Intervalle für die Wiederbefüllung fest. Die lokale Anzeige erleichtert die Überwachung der Entladung von Chemikalien vom Tankwagen des Lieferanten.

Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Sichtbarkeit in dynamischen Behälterumgebungen und Betriebsszenarien sind die besten Eigenschaften einer Füllstandtechnologie, wenn es um Anwendungen der Chemikalienlagerung geht. Die Kosten müssen bei diesen scheinbar weniger komplizierten Messungen immer im Vorfeld betrachtet werden. Nichtsdestotrotz kann die Leistung in diesen zwei Bereichen eine spürbare Auswirkung auf die „tatsächlichen“ Betriebskosten einer Anlage haben.

Auch die Auswahl der geeigneten Füllstandmesstechnik während der Phase des Front End Engineering Design (FEED) eines Projekts ist wichtig, da dies potenzielle Probleme bei der Installation und Inbetriebnahme unter Berücksichtigung der Technologie bei der Auslegung des Behälters beseitigt, was weitere potenzielle Einsparungen darstellt.

Im Lauf der Zeit wurden für die Chemikalienlagerung verschiedene Füllstandtechnologien angewendet. Die Einhaltung der Prinzipien zur Minimierung der Anzahl an Variablen (z. B. Anfälligkeit gegenüber Prozessdynamiken, Kalibrierung, Komplexität der Geräte usw.), die die Fähigkeit einer Technologie beeinträchtigen können, ihre bestimmungsgemäße Funktion auszuführen, ist ein entscheidender Schritt bei der Reduzierung der Gesamtbetriebskosten.

In diesen Bereichen zeichnen sich abermals das Guided Wave Radar (GWR) bzw. geführte Radar sowie das berührungslose Radar (Through-Air Radar) aus. Die Magnetklappenfüllstandanzeiger (MLI), die bei beiden Radartechnologien oder zusammen mit einem magnetostriktiven Füllstandmessumformer betrieben werden, bieten Redundanz und technologische Vielfalt und verstärken gleichzeitig die Sicherheit während der Wiederbefüllung. Außerdem gibt es einen zusätzlichen Nutzen an Redundanz beim Überprüfen der Leistung des primären Messumformers während wiederkehrenden Inspektionen bei geplanten Stillständen oder während der Fehlersuche.

Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Sichtbarkeit in dynamischen Behälterumgebungen und Betriebsszenarien sind die besten Eigenschaften einer Füllstandtechnologie, wenn es um Anwendungen der Chemikalienlagerung geht.

Dies bezieht sich nicht auf berührungslose Ultraschall-Füllstandmessumformer oder andere Technologien, die nicht für eine solche Verwendung vorgesehen sind. Vereinfacht ausgedrückt reagiert das Radar nicht auf im Tagesverlauf auftretende Veränderungen des Dampfraum-inhalts.

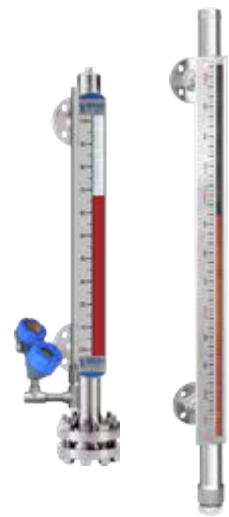
Diese Veränderungen lösen bei einer bestimmten Technologie oft einen Fehlalarm aus, z. B. einen vorübergehenden Signalverlust oder eine ungleichmäßige Anzeige des Füllstands, bis ein Techniker eintrifft. Diese Art von Problemen ist schwer auszuschließen, weil sie unregelmäßig auftreten und nicht einer Installation, Konfiguration oder Anomalie der Geräte zugeordnet werden können.

Beim Erörtern des Wasseraufbereitungsprozesses, der jeden Dampfzyklus unabhängig von seiner Größe unterstützt, gibt es keine einheitliche Lösung, die den größten Nutzen in Bezug auf die Leistung bringt. Auch wenn manche dieser Füllstandanwendungen einfach erscheinen mögen, gibt es genügend Fälle, wo diese unverhältnismäßig zum Budget für Inbetriebnahme und Wartung beitragen – einfach deshalb, weil sie nicht die volle Breite der Anwendungsdynamiken erfassen können.

Die Entscheidung für einen technologiezentrierten Ansatz im Gegensatz zu einer einheitlichen Lösung für Anwendungen im Wasseraufbereitungsprozess reduziert sowohl kurzfristige als auch langfristige Betriebskosten. Dies ermöglicht die Implementierung und Umsetzung der Kostenvorteile von Einstiegstechnologien für weniger aufwändige Anwendungen, während die Kosten für diejenigen Anwendungen mit Schwankungen im Dampfraum minimiert werden (z. B. Dampf, chemische Zusammensetzung, übermäßige Kondensation). Dies alles kann die Leistung eines Instruments zunichte machen sowie das Wartungsbudget belasten.

Chemikalienlagerung und Wasseraufbereitung: Eingesetzte Füllstandtechnologien

- **Radar – Guided Wave Radar (GWR) und berührungsloses Radar** für die vereinfachte Installation, Inbetriebnahme und Wartung bei gleichzeitiger Toleranz gegenüber Veränderungen im Dampfraum
- **Magnetklappenfüllstandanzeiger (MLI)** für verbesserte Sichtbarkeit während der Wiederbefüllung; regelmäßige Wartung oder Überprüfung der Leistung. Kann unabhängig oder zusammen mit einem anderen Füllstandmessumformer betrieben werden, um bei kritischen Messungen Redundanz und technologische Vielfalt zu bieten
- **Der magnetostruktive Messumformer** gekoppelt mit einem Magnetklappenfüllstandanzeiger bietet eine Alternative zu von oben montierten Füllstandmessumformer-Technologien und ist vom Behälterinhalt isoliert.
- **Ultraschall-Technologie (berührungslos)** bietet ausgezeichnete Füllstandlösung für nicht chemische oder weniger kritische Anwendungen im Wasseraufbereitungsprozess mit begrenzten Schwankungen im Dampfraum.



Energiemanagement

Die Tragweite dieses Themas, unabhängig von der Größenordnung des Betriebs, konzentriert sich auf das Ermitteln von Schlüsselbereichen der Anlage, in denen die effektive Nutzung der Eigenschaften einer Technologie in einem gegebenen Szenario die größte Auswirkung auf die Effizienz mit einer messbaren Kapitalrendite innerhalb eines ein- bis zweijährigen Zeitrahmens hat.

Wie bereits vorher angemerkt, sind die Brennstoffkosten und der Stromverbrauch Bereiche, in denen sich jede Steigerung der Effizienz direkt auf den Gewinn eines Unternehmens auswirkt. Es ist sinnvoll, dass die Fähigkeit zur Überwachung des Ortes der Endverwendung von Brennstoff in einer Anlage sowie der spezifische Verbrauch von einzelnen Anwendungen – vor allem des Dampfkessels – Einsicht in Bereiche mit Verbesserungspotenzial geben kann. Ähnliches gilt auch für den Stromverbrauch; eine Reduzierung kann einfach durch Ermitteln der Stelle des Energieverlusts realisiert werden.

Beim Energiemanagement kann die Fähigkeit zur besseren Überwachung der Verbrennungsluft, des Brenngasstroms und der Druckluft beim Ermitteln der Energieverluste helfen, die über kurze Zeiträume hinweg die Rentabilität einer Anlage beeinträchtigen. Die zwei Schlüsselbegriffe beim Erörtern der Instrumentierung in den oben erwähnten Bereichen sind „kostengünstig“ und „Kapitalrendite“. Es steht außer Frage, dass jede Situation durch ausreichende finanzielle Mittel gelöst werden kann. Ziel dabei ist es, den Nutzen in einem möglichst kurzen Zeitrahmen zu den günstigsten Kosten zu erreichen. Thermische Massedurchflussmesser erfüllen diese Kriterien.



Thermischer Massedurchflussmessumformer

Thermische Massedurchflussmessumformer werden hauptsächlich für Messanwendungen für Luft- und Gasdurchfluss verwendet. Die Durchflussmesser bestehen aus einem Messumformer und einer Sonde mit Temperatursensoren (RTD), die in den Stiften am Boden der Sonde angebracht sind. Der Referenzsensor misst die Prozesstemperatur, und der andere Sensor wird auf eine spezifische Temperatur über der Referenztemperatur beheizt. Mit steigender Durchflussrate wird dem erwärmten Sensor Wärme entzogen. Danach wird dem erwärmten Sensor mehr Strom zugeführt, um den Temperaturunterschied aufrecht zu erhalten. Das Verhältnis zwischen Strom und Massedurchfluss wird während des Werksabgleichs ermittelt.

Die Durchflussmessung der Verbrennungsluft eines Dampfkessels ist wichtig, um das stöchiometrische Verhältnis der Menge des gelieferten Brennstoffs aufrechtzuerhalten. Ein zu geringer Luftstrom kann je nach Brennstoff zu einer unvollständigen Verbrennung mit höherem Kohlenmonoxidgehalt oder Schadstoffen führen. Andererseits kann ein zu großer Luftstrom den Ofen und die Abwärme aus dem Schacht abkühlen. Die Wiederholbarkeit der Luftmessung ist zum Erreichen des effizientesten Luft-Brennstoff-Verhältnisses von wesentlicher Bedeutung.



- Starkes Signal bei niedrigen Durchflussraten mit hohem Turndown
- Überprüfung der Kalibrierung vor Ort
- Einfache Installation mit geringem Druckverlust
- Direkte Massedurchflussmessung ohne die Notwendigkeit von Druck- oder Temperaturengleich



- Wiederholbarkeit von $\pm 0,5$ % des Messwerts
- Direkte Massedurchflussmessung.
- Einfache Installation in einem Luftkanal
- Keine Kalibrierung vor Ort/im Einsatz

Die Messung der Nutzung des **Brenngasstroms** (Erd- oder Propangas) von einzelnen Verbrennungsquellen im Vergleich zum Ausstoß (Dampf/Heißwasser) kann dabei helfen, die Effizienz des Dampfkessels zu optimieren und den Energieverbrauch besser zu steuern. Die Kenntnis der Einzelleistung von Dampfkesseln kann auch beim Betrieb der Kessel helfen, die am effizientesten arbeiten. Die Reduzierung des Brennstoffverbrauchs ist eine der einfachsten Methoden, die Kosten zu senken und den Gewinn zu steigern.

Ein wesentlicher Bestandteil des Energie- und Gebäudemanagements ist es, **Druckluftanlagen** zuverlässiger und effizienter zu gestalten. Es werden wertvolle Ressourcen verschwendet, wenn eine Leckstelle unbemerkt bleibt oder nicht einfach isoliert werden kann.

Das Energieministerium der Vereinigten Staaten schätzt, dass 20–30 % der Kompressorleistung aufgrund von Leckstellen verloren gehen und dadurch Kosten von Tausenden Euro an Stromverbrauch durch Abluft entstehen. Extremfälle sind dabei die Anschaffungskosten von zusätzlichen oder größeren Kompressoren, um den Bedarf an Druckluft zu decken.

Der erste Schritt beim Reduzieren der Betriebskosten ist die Messung des Verbrauchs. Die thermische Massedurchflusstechnologie kann in Zweigleitungen zur Bestimmung des Verbrauchs in verschiedenen Bereichen der Anlage oder als eine relative Indikation auf das Leck verwendet werden.



- Einfache Installation unter Verwendung einer Einbausonde mit Rohrverschraubung
- Genaue Durchflussmessung bei variierenden Drücken
- Hoher Turndown und gute Empfindlichkeit bei geringen Durchflussraten

FALLSTUDIEN

FALLSTUDIE 1* Optimierte Effizienz des Dampfsystems

Düngemittelfabrik J.R. Simplot

Jährliche Projektkosteneinsparung **300.000 €**

Energieeinsparung: **21.980 MWh**

Projektkosten: 160.000 €

ROI: 6,5 Monate

Vorteile:

- Verbessertes Dampfkesselbetrieb
- Wiedergewonnener Dampf
- Erhöhte Kondensatrückführung
- Reparaturen des Kondensatabscheiders
- Verbesserte Isolierung



FALLSTUDIE 2* Verbesserung der Effizienz des Dampfsystems

Reifenhersteller Goodyear

Jährliche Projektkosteneinsparung **800.000 €**

Energieeinsparung: **27.260 MWh**

Projektkosten: 160.000 €

ROI: 2,5 Monate

Vorteile:

- Optimierung des Dampfkesselbetriebs – Einstellung des Dampfkessels zur Reduzierung von überschüssigem O₂, Reduzierung des Brennstoffverbrauchs
- Rückgewinnung der Prozessabwärme – installierter Wärmetauscher zur Anhebung der Temperatur des Zusatzwassers durch Nutzung der Kondensatenergie
- Isolierung der Prozessausrüstung – Absenkung des Energieverbrauchs des Dampfsystems



* Energieministerium der Vereinigten Staaten

FALLSTUDIE 3* Überprüfung der Erdgasversorgung anhand von Messungen

VA Medical Center

Jährliche Projektkosteneinsparung **130.000 €**
(Guthaben auf dem Konto)

Vorteile:

- Isolierte radiomagnetische Störung im Erdgasmesssystem des gesamten Gebäudes
- Hochmoderne Durchflussmessung bestätigt Auffälligkeiten im Gasverbrauch über einen Zeitraum von zwei Monaten
- Massedurchflussmessung optimiert die Dampfkesselleistung und liefert eine zweite Bestätigung



FALLSTUDIE 4* Senkung des Energieverbrauchs durch Druckluft

FUJIFILM Hunt Chemicals U.S.A.



Vorteile:

- Druckluft wird in einer Vielzahl von Prozessen verwendet, die für die Aufrechterhaltung der Qualität des Prozesses wie auch des Produkts entscheidend sind
- Kompressorenergie wurde im Vergleich zum Durchsatz der erzeugten und verbrauchten Luft geprüft (in Standard-Kubikmeter pro Minute)
- Einsatz einer Leckdetektions- und Reparaturstrategie zur Reduzierung von Druckluftverlusten, die Einsparungen von jährlich fast 9.000 € ermöglicht

* Energieministerium der Vereinigten Staaten



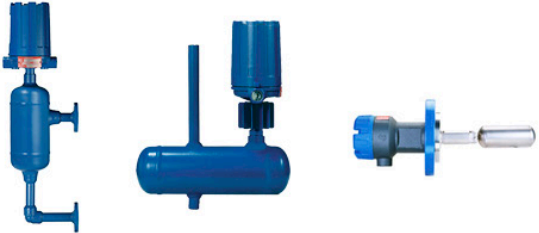


ZUSAMMENFASSUNG: PROZESSOPTIMIERUNG DURCH INSTRUMENTIERUNG

Obwohl plausibel, ist es eher selten, dass die Ineffizienz von Füllstandmessgeräten sich auf nur eine einzige Quelle zurückführen lässt, die letztendlich für das Unternehmen Auswirkungen im zweistelligen Prozentbereich hat. Dies gilt umso mehr, da es gerade kleine inkrementelle Verbesserungsmöglichkeiten bei verschiedenen Aspekten des Dampferzeugungszyklus sowie der Prozesse zur Kondensatrückführung und Abwärmerückgewinnung sind, die letztlich zu erheblichen Einsparungen führen.

- Reduzierter Wasserverbrauch, Aufbereitung, Entladung und Bestandsführung
- Verbesserte Steuerung von Dampfkessel/ Dampftrommel – Energieeinsparungen und Dampfqualität
- Reduzierter Brennstoffverbrauch – Abwärmerückgewinnung
- Energiemanagement – Brenngas, Verbrennungsluft und Druckluftstrom
- Geräteschutz und Wartung – Pumpen und Pumpendichtungen

Oft werden die versteckten Wartungskosten und Ineffizienzen im Zusammenhang mit der Anfälligkeit einer Technologie (Dauerbetrieb bei Hochdruck und -temperatur in dampfhaltigen Umgebungen; Kontakt mit Chemikalien; Fehler aufgrund der Komplexität der Messung selbst und Anforderungen an die nachfolgende Kalibrierung) vom täglichen Betrieb dieser Prozesse überschattet.

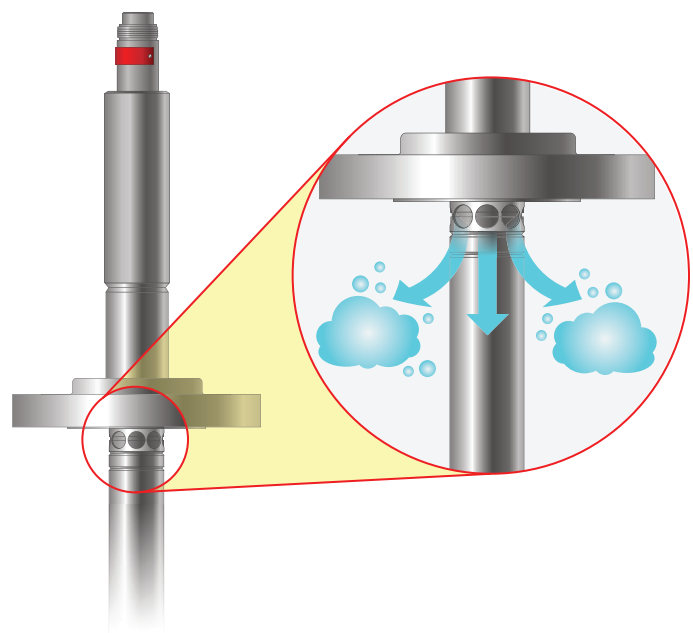
Unabhängig von der Größenordnung des Betriebs – kommerzielle Stromerzeugung oder kleines Dampfkesselsystem – ist der effektive Einsatz der Eigenschaften der grundlegenden Technologie eines Instruments sowohl kurzfristig (Technik, Anschaffungskosten, Installation und Inbetriebnahme) als auch langfristig (Wartung, Alltagstauglichkeit und Energiemanagement) gesehen ein einfacher und kostengünstiger Ansatz, die Kapitalrendite im System selbst zu maximieren.

<p>Guided Wave Radar</p> 	<p>Berührungsloses Radar</p> 
<p>Ultraschall</p> 	<p>Auftrieb</p> 
<p>Thermischer Masse- durchfluss</p> 	<p>Magnetklappenfüllstandanzeige / magnetostriktiv</p> 

AUF INNOVATION KOMMT ES AN

Neue Magnetrol® Guided Wave Radar-Dampfsonde

Die neue GWR-Dampfsonde verfügt über Kondensatrückführöffnungen, die helfen, Kondensation in der Sonde, Verzögerungen bei der Signalübertragung und Fehler bei der Füllstandmessung zu vermeiden.





EUROPAZENTRALE & PRODUKTIONSSTANDORT

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

magnetrol.com