

Liquitrend QMW43

Sicheres Erkennen, Quantifizieren
und Qualifizieren von Belägen

White Paper



Julia Rosenheim
Product Manager
Endress+Hauser SE+Co. KG

Register

1 Funktionsweise des Liquitrend QMW43.....	3
2 Signalinterpretation des Liquitrend QMW43 in geleerten Tanks oder Rohrleitungen.....	4
3 Signalbeurteilung des Liquitrend QMW43 in gefüllten Rohrleitungen oder Tanks.....	4
4 Vorgehen in der Applikation zur Erkennung von Fouling oder Belägen vor und nach der Reinigung.....	5
5 Vorgehen in der Applikation zur Bestimmung der relativen Ansatzstärke in vollen Rohrleitungen und Tanks.....	6
6 Vorgehen in der Applikation zur Optimierung von Reinigungszyklen abgestimmt auf die Notwendigkeit im Prozess.....	8
7 Zusammenfassung.....	11



Sicheres Erkennen, Quantifizieren und Qualifizieren von Belägen in gefüllten Rohrleitungen und Behältern mittels Liquitrend QMW43

Beim Erhitzen, Kühlen oder der Förderung von Medien kommt es meist zu unerwünschten Belägen in Rohrleitungen oder Behältern. Dabei lagern sich Schichten ab, die in der Regel sehr dünn sind. Selbst feine Schichten können bei Reinigungsprozessen oder der effizienten Energieübertragung Probleme verursachen. Wie kann man diese Schichten also zuverlässig erkennen und das Ausmaß der Verschmutzung beurteilen, ohne dabei die Rohrleitungen oder Behälter öffnen zu müssen?

Hier kann die Messung mit dem Liquitrend QMW43 ein geeignetes Hilfsmittel zur Lösungsfindung sein.

1 Funktionsweise des Liquitrend QMW43

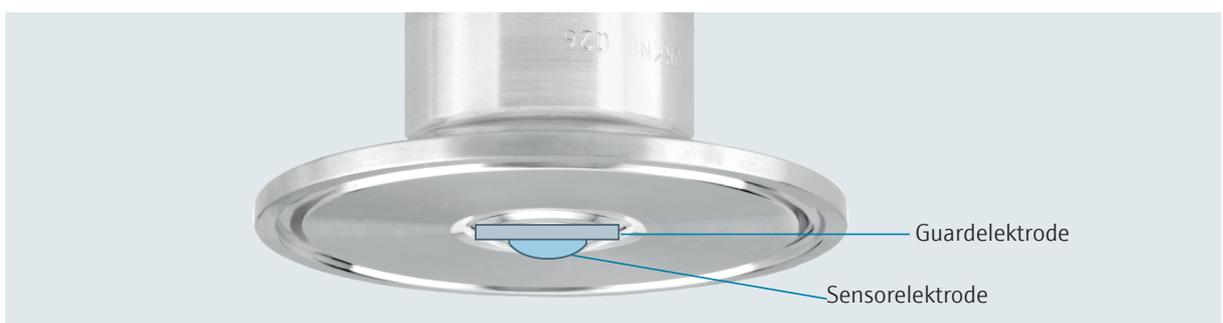
Der Liquitrend QMW43 ist ein Messgerät, welches über zwei ringförmig ineinander gefügte Elektroden verfügt, die durch eine Schicht isolierendes, lebensmittelechtes PEEK voneinander getrennt sind. Die innere Elektrode, auch Sensorelektrode genannt, wird für die Messung der Belagstärke bei leitfähigen als auch bei nicht leitfähigen Medien benötigt. Die äußere Elektrode, auch Guardelektrode genannt, wird nur für die Bestimmung der Leitfähigkeit des Mediums und der Belagstärke in leitfähigen Medien verwendet. Der Liquitrend QMW43 bedient sich bei der Ermittlung der Belagstärke auf dem Sensor eines kapazitiven und konduktiven Messzyklus. So kann die Elektronik des Gerätes bestimmen, welcher Messalgorithmus den genauesten Messwert erbringt. Die Zuhilfenahme beider Messmodi bedingt aber auch eine schnelle und eindeutige Reaktion auf verschiedene Zustände des Mediums auf dem Sensor beziehungsweise in der gefüllten Rohrleitung.

Leitfähiges Medium:

Bei einem elektrisch leitfähigen Medium wie zum Beispiel Wasser, Milcherzeugnissen, Bier o.ä., wird die Leitfähigkeit der Produkte über die Stromrückmessung der Guardelektrode und somit den Widerstand des Mediums gegen den Stromfluss gemessen. Die Bedeckung des Sensors wird über den Vergleich der Stromrückmessung von Sensorelektrode gegen Guardelektrode bestimmt. Dieses Verhältnis ist proportional zur anliegenden Belagstärke. Somit nimmt die Menge und Art des Mediums, welches sich vor dem Sensor befindet, direkten Einfluss auf das Messsignal.

Nicht leitfähiges Medium:

Bei nicht leitfähigen Medien wie zum Beispiel Fetten oder konzentrierten Zuckern o.ä., stützt sich die Messung auf den kapazitiven Messmodus. Hierbei kann über die Signalamplitude der Sensorelektrode bei vorgegebener Dielektrizitätskonstante (DK) des Mediums die Stärke des Belages auf dem Sensor bestimmt werden. Die Signalamplitude ist proportional zur anliegenden Belagstärke. Als Basisgröße dient hier eine, im Gerät hinterlegte, vorgegebene DK von 13. Dieser DK-Wert kann manuell oder über die Bestimmung der Mediums-Dielektrizitätskonstante durch Liquitrend QMW43 angepasst werden. So kann auch bei einem niedrigen DK-Wert die Belagstärke proportional als Signalwert ausgegeben werden.



2 Signalinterpretation des Liquitrend QMW43 in geleerten Tanks oder Rohrleitungen

In geleerten Tanks oder Rohrleitungen geben die Sensorsignale die tatsächliche Stärke der Bedeckung und deren Restleitfähigkeit in Millimeter beziehungsweise Microsiemens pro Zentimeter ($\mu\text{S}/\text{cm}$) wieder. Wenn Rohrleitung oder Tank gefüllt sind, kann der volle, erwartete Strom auf beiden Kontakten rückgemessen werden. Das Gerät gibt die wahre Leitfähigkeit des Mediums bei dieser Temperatur und einen Bedeckungswert (buildup) zwischen 9 mm und 10 mm an. Dies wäre in einer nachweisbar sauberen Rohrleitung oder einem nachweisbar sauberen Tank der Ausgangspunkt für eine Signalbeurteilung bei gefüllter Rohrleitung oder gefülltem Tank.

3 Signalbeurteilung des Liquitrend QMW43 in gefüllten Rohrleitungen oder Tanks

Ein sich bildender Belag verändert die am Sensor gemessenen Ströme und Verhältnisse. Das Sensorsignal des Messwertes „buildup“ (Bedeckung) verändert sich. Gleichzeitig passt sich auch die gemessene Leitfähigkeit an. Die Veränderung der Leitfähigkeit kann je nach Art und Menge des Belags beziehungsweise Foulings relativ gering ausfallen. Somit kann mittels des Signalverhaltens am Messwert „buildup“ ein Belag oder auch Fouling sicher erkannt werden.

Je mehr Fouling bzw. Belag sich ansammeln, desto größer ist die Veränderung des Signalwertes „buildup“ im Vergleich zum Ausgangswert im gemessenen Medium. Eine Veränderung von 9,6 mm auf 9,7 mm indiziert zum Beispiel einen sehr geringen Ansatz in Kaltwürze, während die Veränderung von 9,6 mm auf 9,9 mm in Heißwürze einen weit stärkeren Ansatz beschreibt.

Auch die Art des Ansatzes verändert beide Messsignale, wenn sich der Liquitrend QMW43 in einem mit leitfähigem Medium gefüllten Rohr oder Tank befindet:

- a) Wenn der Ansatz leitfähig ist und einen hohen DK-Wert aufweist (z.B.: Reinigungsmittel, Würze), verändert sich das Signal „buildup“ nach oben und der Leitwert der Flüssigkeit bewegt sich ebenfalls geringfügig nach oben.
- b) Wenn der Ansatz nicht leitfähig ist, aber einen hohen DK-Wert aufweist (z.B.: Honig), so steigt bei einem Belag dieser Natur der Messwert des Signals „buildup“. Gleichzeitig fällt die gemessene Leitfähigkeit.
- c) Wenn der Ansatz nicht leitfähig ist und gleichzeitig einen niedrigen DK-Wert aufweist (z.B.: Schmierfett), so führt das bei dieser Art Fouling zu einer Abnahme des Messsignals „buildup“. Gleichzeitig nimmt auch die gemessene Leitfähigkeit ab.

Dieses Geräteverhalten kann man sich bei Clean in place (CIP) zu Nutze machen, um eine **Belagsbildung oder ein Fouling zu erkennen, die Stärke der entstandenen Verschmutzung zu beurteilen und die Reinigungszyklen zu optimieren**. Zusätzlich kann man das Geräteverhalten bei verschiedenen Ansatzarten nutzen, um eine Problemanalyse zu betreiben.

4 Vorgehen in der Applikation zur Erkennung von Fouling oder Belägen vor und nach der Reinigung

Die Erkennung von Belägen oder Fouling vor und nach erfolgter Reinigung kann einfach mittels der Messsignale des Liquitrend QMW43 bewerkstelligt und im Leitsystem programmiert werden.

Hierzu muss ein Ausgangspunkt („zero point“) für die Beurteilung der Gerätesignale gewählt werden. Ein guter Ausgangspunkt ist zum Beispiel die Wasserphase nach der Reinigung vor dem eigentlichen Produktionsstart. Hier sind Rohrleitung oder Tank sauber und mit Wasser gefüllt.

Die Signale des Liquitrend QMW43 nehmen einen für diese Situation spezifischen Wert an. Zum Beispiel: Leitfähigkeit: 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und „buildup“: 9,5 mm.

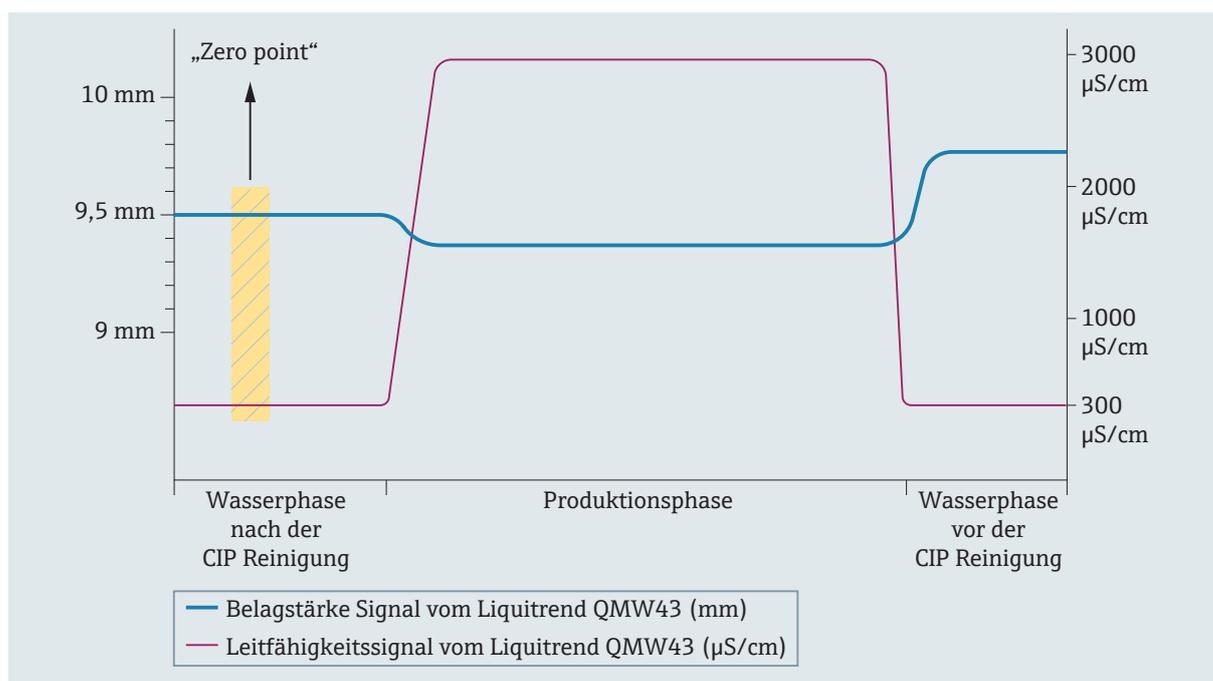
Nun wird die Produktionsphase eingeleitet und das Produkt durch die Leitung oder den Tank befördert. Währenddessen bilden sich an der Rohr- oder Tankwand Ablagerungen oder Fouling.

Während des nun folgenden Ausschlebens mit Wasser können diese anhand der veränderten Signalwerte des Liquitrend QMW43 erkannt werden. Die Beläge könnten sich zum Beispiel wie folgt darstellen: Leitfähigkeit: 310 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und „buildup“: 9,7 mm.

Durch diese Signalveränderung ist klar, dass sich während der Produktionsphase ein Ansatz gebildet hat. Das Ziel der CIP Phase ist es, diesen Belag zu entfernen und die Rohrleitung oder den Tank rückstandslos zu säubern.

Wenn die CIP Reinigung erfolgreich war, so zeigt der Liquitrend QMW43 in der Wasserphase wieder das Ausgangssignal. In diesem Beispiel: Leitfähigkeit: 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und „buildup“: 9,5 mm. Dies kann dann im Leitsystem als Dokumentation zur Reinigungsvalidierung herangezogen werden.

Wenn die CIP Reinigung die entstandenen Beläge nicht erfolgreich entfernen konnte, so wird sich der Signalwert des Liquitrend QMW43 nicht bei dem zuvor bestimmten Ausgangssignal befinden, sondern immer noch einen davon abweichenden Wert aufweisen. Zum Beispiel: Leitfähigkeit: 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und „buildup“: 9,6 mm. Dieses Ergebnis kann für die Reinigungsdokumentation und die Argumentation für eine gezielte Erweiterung des Reinigungszyklus im Leitsystem verwendet werden.



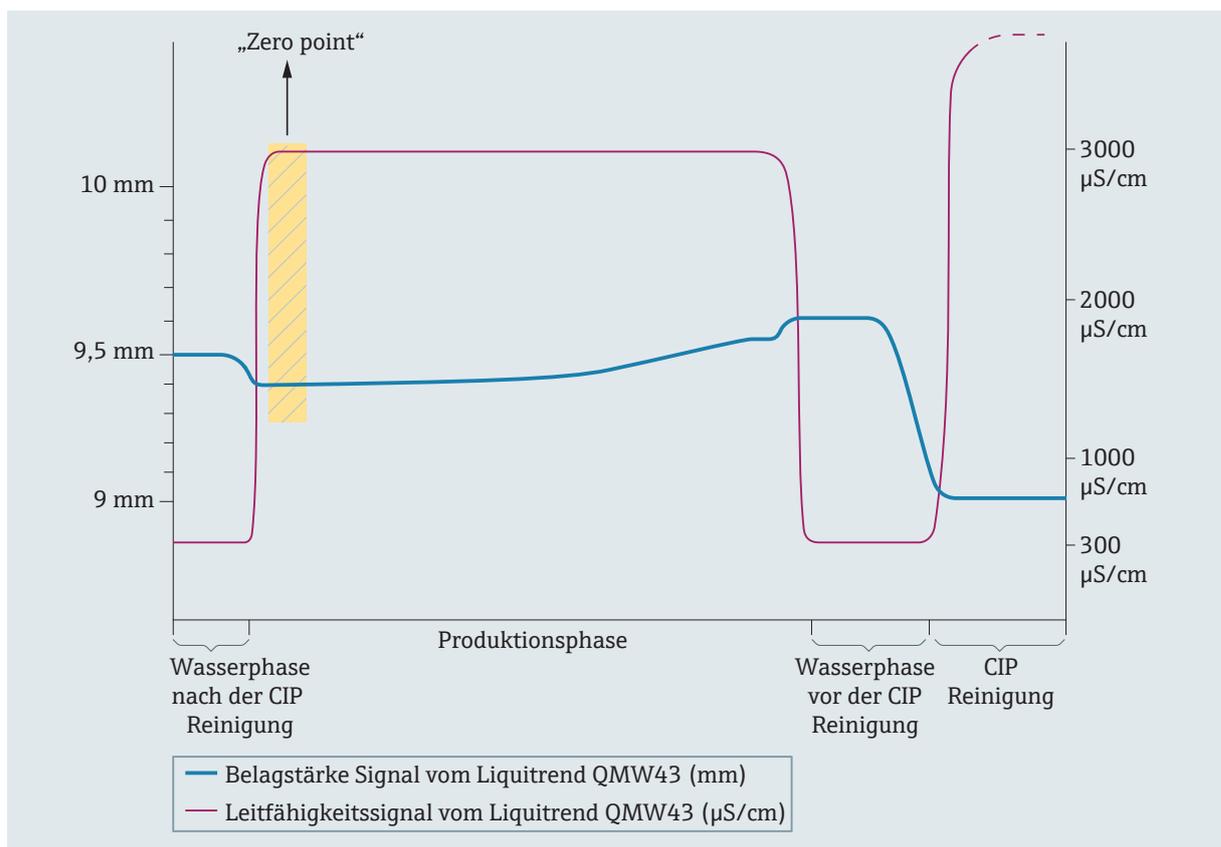
Beispielprozess 1: Zero Point/Ausgangspunkt Bestimmung in der Wasserphase

5 Vorgehen in der Applikation zur Bestimmung der relativen Ansatzstärke in vollen Rohrleitungen und Tanks

In vollen Rohrleitungen oder Tanks kommt es auf die Dynamik des Messsignals „buildup“ im Wertebereich zwischen 9 und 10 mm an. Hier wird durch den Sensor zum einen dargestellt, dass es sich um eine gefüllte Rohrleitung oder einen gefüllten Tank handeln muss. Die elektrischen Veränderungen am Sensorkopf durch Beläge oder Fouling werden zum anderen über die Veränderung des Signals zwischen 9 und 10 mm ausgedrückt.

Der Nutzer möchte nun die Stärke seines Belags abschätzen. Später möchte er anhand dieser Information seinen Prozess optimieren.

Dazu muss der Ausgangspunkt im Medium bestimmt werden. Nach der Reinigung und der darauffolgenden Spülung mit Wasser wird nun der Ausgangspunkt („zero point“) in der Produktphase bestimmt, bei dem eine mit Produkt gefüllte, saubere Leitung vorliegt.

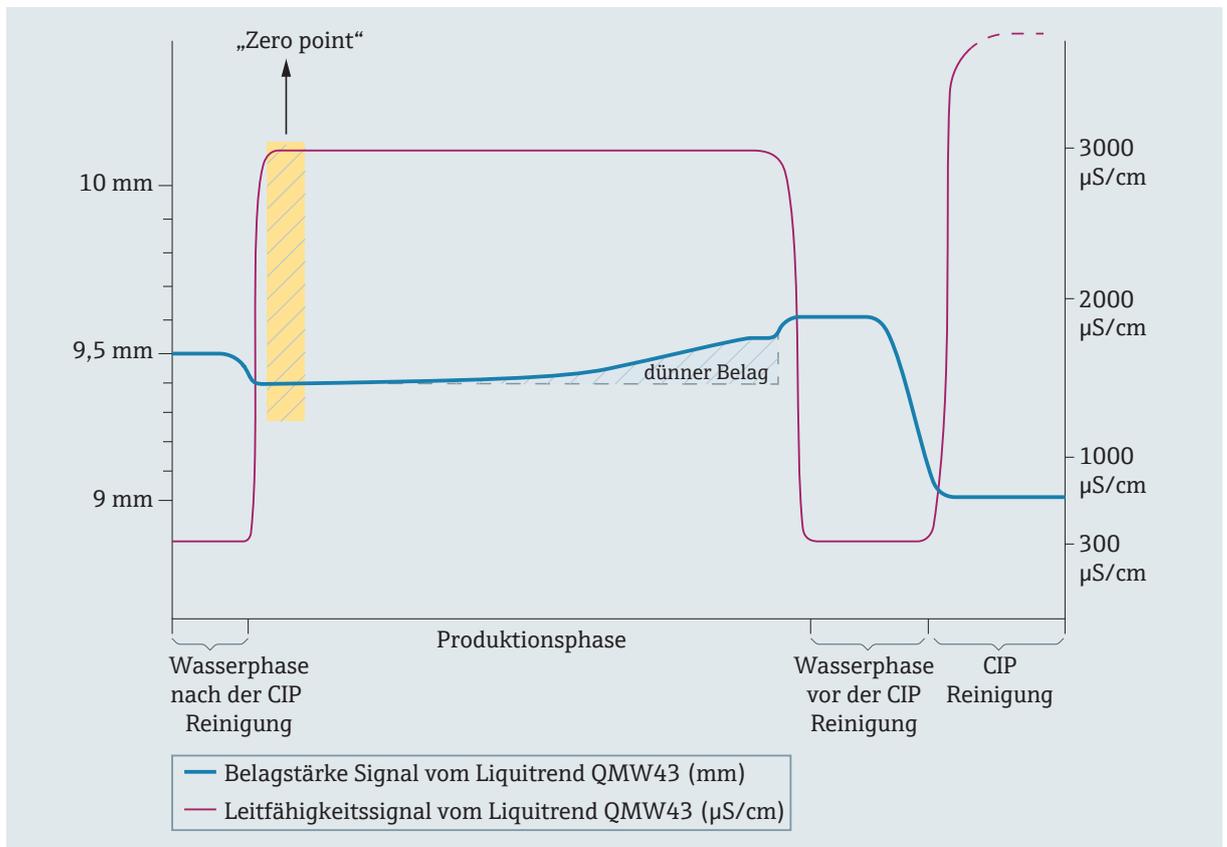


Beispielprozess 2: Zero Point/Ausgangspunkt Bestimmung in der Produktphase

Hier stellen sich die Signale bei leitfähigem Medium folgendermaßen dar: Leitfähigkeit: 3000 μS/cm und „buildup“: 9,4 mm.

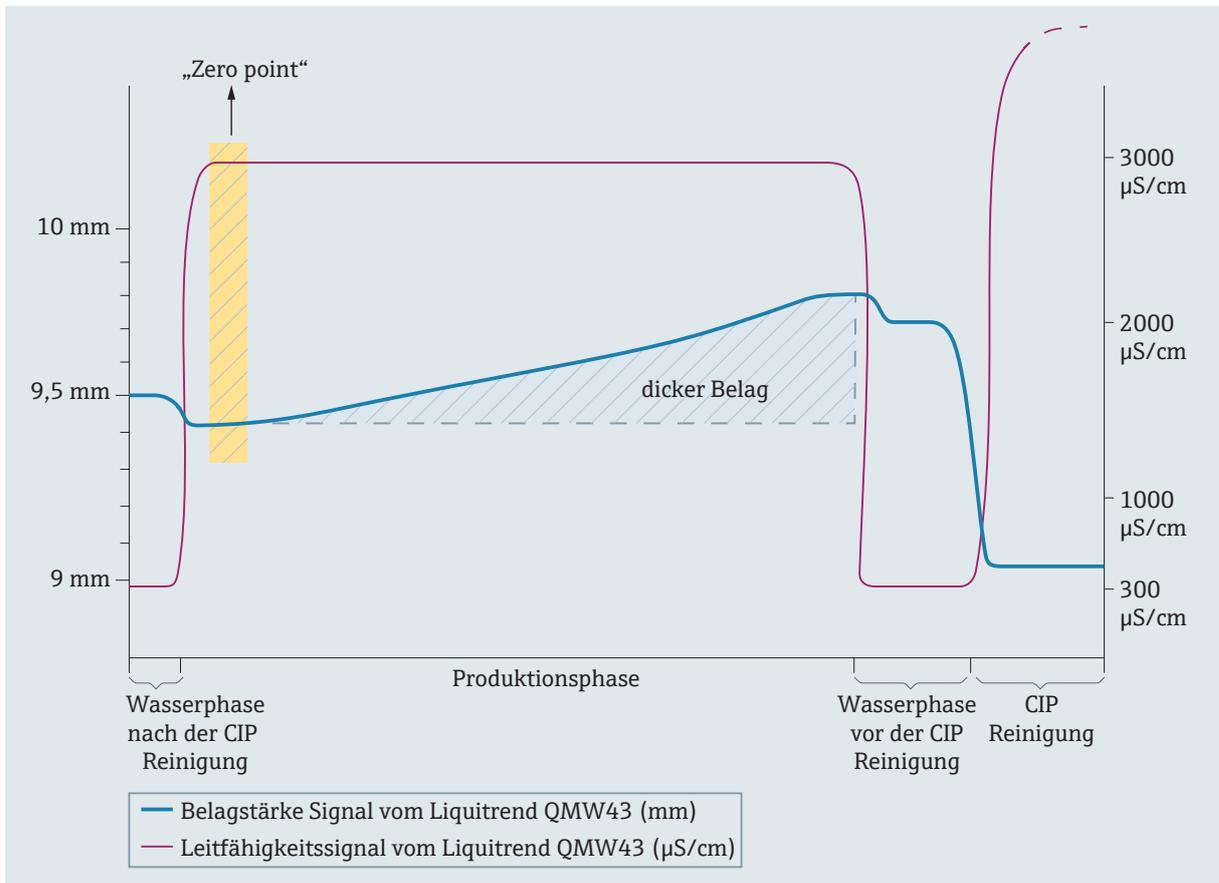
Nun wird mit der Produktion fortgefahren. Aufgrund von produktionsnotwendigen Prozessen, wie beispielsweise der Produkterhitzung, bildet sich Fouling an der Rohr- oder Tankwandung. Diese Belagsbildung drückt sich in den Sensorsignalen zum Beispiel wie folgt aus: Leitfähigkeit: 3000 μS/cm und „buildup“: 9,5 mm.

Mit fortschreitendem Prozess und fortschreitender Belagsdicke wird sich der Sensormesswert „buildup“ proportional zum Anstieg der Belagstärke weiter erhöhen. Dabei ist die Differenz zwischen Ausgangswert und dem Messwert „buildup“, in diesem Fall $9,5 \text{ mm} - 9,4 \text{ mm} = 0,1 \text{ mm}$, nicht als absolute Angabe des tatsächlichen Ansatzes zu sehen. Vielmehr handelt es sich hierbei um eine proportionale Messung, die zeigt ob mehr oder weniger Belagstärke vorliegt. Für eine Evaluierung der tatsächlichen Ansatzstärke muss man das Rohr oder den Tank entleeren und das Messignal im leeren, verschmutzten Tank oder Rohr mit diesem Belag auf dem Sensor aufnehmen. Dadurch wird deutlich welcher tatsächlichen Belagstärke der vorher bestimmte Differenzwert von $0,1 \text{ mm}$ entspricht.



Beispielprozess 3: Produktphase mit Ausbildung eines Belags geringer Stärke

Wenn ermittelt werden soll, ob sich während der Produktionsphase ein starker Belag bildet, so muss der Anlagenbetreiber den Ausgangswert im Verhältnis zu den sich entwickelnden Messwerten während der Produktionsphase betrachten. Wenn die Steigung dieser Entwicklung sehr steil ist, deutet dies auf einen starken Belag hin. Ist die Steigung hingegen flach, handelt es sich um einen nur langsam wachsenden, dünneren Belag.



Beispielprozess 4: Produktphase mit Ausbildung eines starken Belags

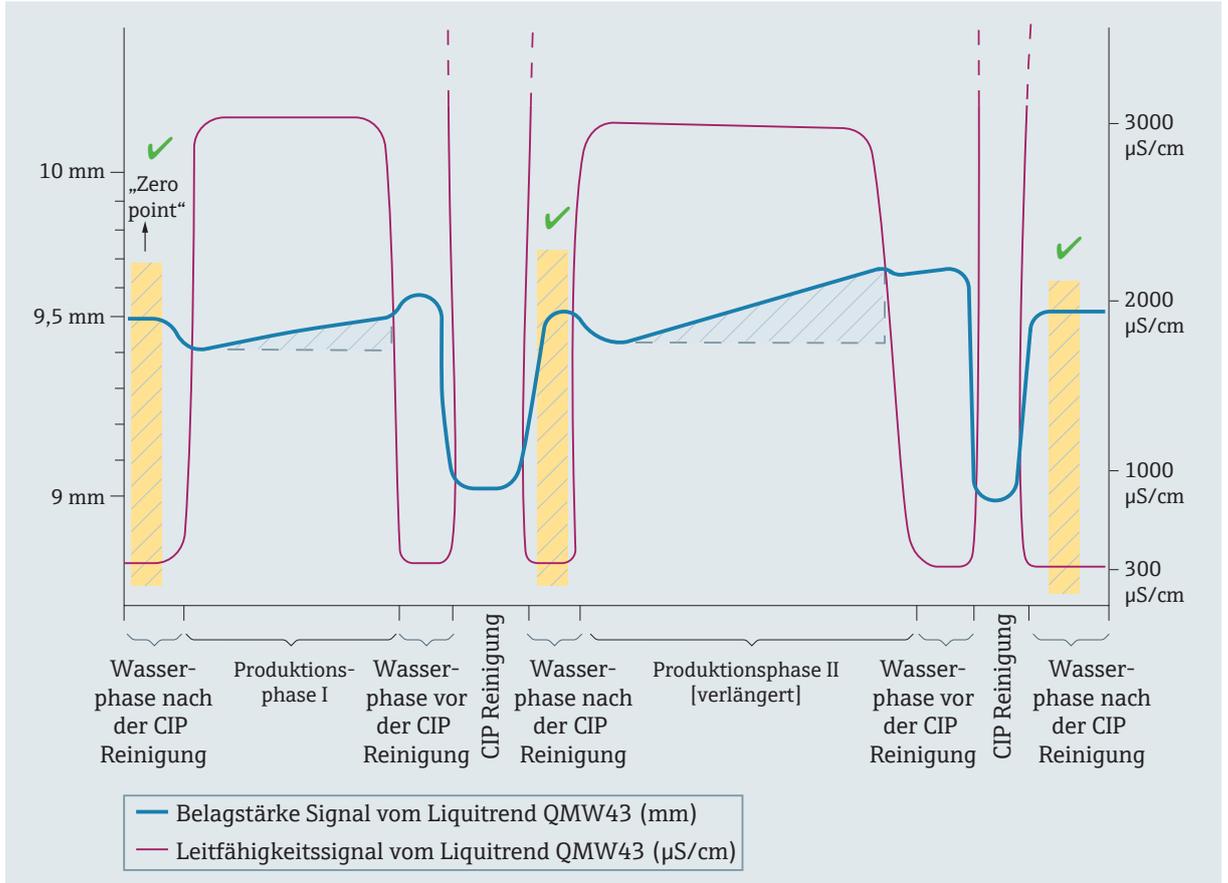
6 Vorgehen in der Applikation zur Optimierung von Reinigungszyklen abgestimmt auf die Notwendigkeit im Prozess

Die diesem Kapitel vorangegangenen Beschreibungen sind bei der Optimierung der Reinigungszyklen von Nutzen.

Wenn die Reinigungszyklen angepasst auf die Notwendigkeiten im Prozess optimiert werden sollen, so muss zunächst ein Status quo aufgenommen werden. Hierzu wird der Ausgangswert („zero point“) in der Wasser- und Produktphase wie oben beschrieben bestimmt. Ausgehend von diesen Werten wird nun der Anstieg der Belagstärke und der Reinigungserfolg nach der Produktionsphase beurteilt.

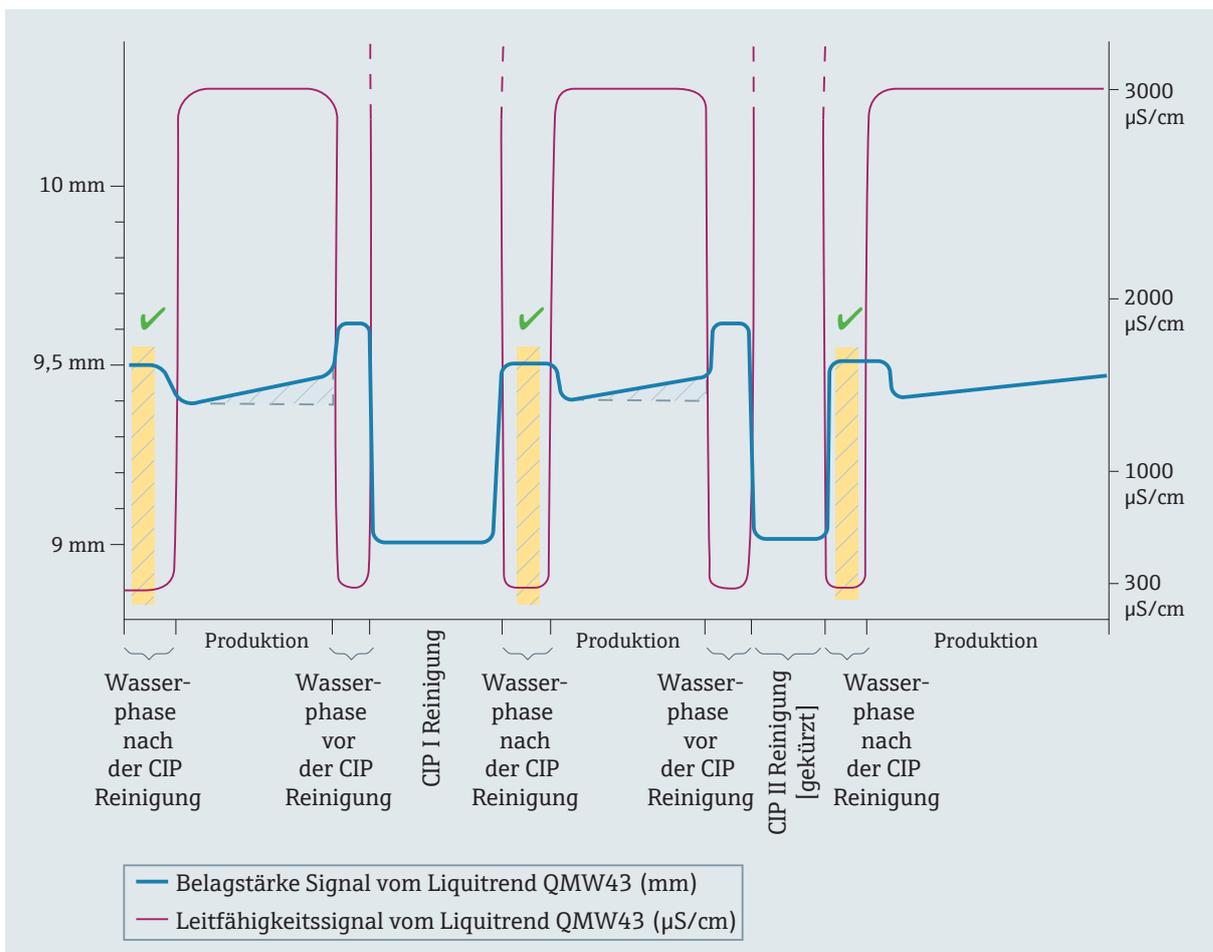
Wenn der Ausgangszustand bekannt ist und festgestellt werden konnte, dass keine Probleme aufgrund unzureichender Reinigung vorliegen, kann der Produktionszyklus zeitlich ausgeweitet werden. Zum Beispiel so lange, bis das Messsignal des Liquitrend QMW43 einen höheren buildup-Wert als den des Status quo anzeigt.

Nun wird wieder eine CIP Reinigung durchgeführt, um festzustellen, ob der saubere Ausgangszustand der mit Wasser gefüllten Rohrleitung oder des mit Wasser gefüllten Tanks erreicht werden kann. Wenn dies der Fall ist, kann die Verlängerung der Produktionszeit beibehalten und die effektive Reinigungszeit optimiert werden.



Beispielprozess 5: Optimierung der Produktionszeit

In derselben Manier kann vom Anlagenbetreiber auch die Reinigungszeit selbst auf das, für die Zielerreichung Notwendige, reduziert werden. Hierzu verwendet man die Messinformation des Liquitrend QMW43 in der Wasserphase nach der CIP Reinigung. Der Anlagenbetreiber verkürzt die tatsächlich Reinigungszeit und überprüft nach der Reinigung, ob der Ausgangszustand anschließend wieder erreicht werden kann. Wenn dies der Fall ist, reicht die verkürzte Reinigungszeit zur Zielerreichung aus und die vormals verwendeten Sicherheitszeiten können reduziert werden.



Beispielprozess 6: Optimierung bzw. Verkürzung der Reinigungszeit

7 Zusammenfassung

Wenn die Messsignale des Liquitrend QMW43 - Leitfähigkeit und „buildup“ (Bedeckung) - ausgewertet werden, lassen sich wertvolle Erkenntnisse über den gesamten Prozessablauf und das Verhalten der Medien im Prozess gewinnen.

So kann mittels der Signalinterpretation die für die Reinigung benötigte Zeit verkürzt oder die zur Produktion verfügbare Zeit verlängert werden. Beide Herangehensweisen steigern durch die Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit die Produktivität des Unternehmens.

Zusätzlich kann durch die Interpretation der Messsignale des Liquitrend QMW43 noch eine tiefergehende Problemanalyse betrieben werden, wenn diese notwendig ist.

Die Messsignale des Liquitrend QMW43 dienen dem Anlagenbetreiber außerdem zur Dokumentation des Anlagenzustands. Sie sorgen für kontinuierliche Prozesse und schaffen Transparenz.

Contact

Endress+Hauser SE+Co. KG
Hauptstraße 1
79689 Maulburg
Germany

Tel +49 7622 28 0
Fax +49 7622 28 1438
info.ehlp@endress.com
www.ehlp.endress.com

WP01134F/00/DE/01.20