

## Strahlenschutz in der Prozessmesstechnik – Fortschritte durch moderne Messtechnik

Messtechnik ist das Rückgrat moderner Prozessautomatisierung. Sie liefert die entscheidenden Informationen zu Überwachung, Steuerung und Optimierung industrieller Prozesse. Besonders in sicherheitskritischen oder extremen Prozessbedingungen – etwa bei hohen Temperaturen, Drücken oder aggressiven Medien – ist eine zuverlässige Messtechnik unerlässlich. Radiometrische Messverfahren bieten hier einzigartige Vorteile, da sie berührungslos, von außen durch die Behälterwände und medienunabhängig funktionieren. Auf der anderen Seite müssen aber der Strahlenschutz und der administrative Aufwand beim Einsatz von radiometrischer Messtechnik berücksichtigt werden.

### Radiometrische Messtechnik: Einsatzbereiche und Branchen

Radiometrische Messtechnik findet Anwendung in zahlreichen Industrien, insbesondere dort, wo konventionelle Verfahren an ihre Grenzen stoßen. Typische Messaufgaben sind Grenzstandsmessung, Füllstands-, Dichte-, Trennschicht- und Dichteprofilmessung:

- **Chemische Industrie:**  
Reaktoren, Rührbehälter, Kolonnen, Prozessbehälter mit toxischen oder viskosen Medien
- **Petrochemie:**  
Reaktoren mit hohen Temperaturen und Drücken
- **Öl- und Gasindustrie:**  
Ölplattformen (Separatoren), Raffinerien (Separatoren, Kockstürme, Kolonnen)
- **Grundstoffindustrie:**  
Dichtemessung von Schlämmen, Hochtemperaturanwendungen in Stahl-, Zement- und Glas-Industrie

### Funktionsweise der radiometrischen Messung

Das radiometrische Messprinzip beruht darauf, dass Gamma-Strahlen

beim Durchdringen von Medien abgeschwächt werden.

In der Strahlerkapsel befindet sich die Strahlungsquelle, ein radioaktives, gammastrahlendes Isotop Cäsium137 oder Kobalt60. Das Isotop befindet sich sicher in einer doppelt umschlossenen Edelstahlhülle. Die Strahlerkapsel entspricht mit der Klassifizierung

### Isotope Cäsium 137 oder Kobalt 60

C66646 nach ISO 2919 dem höchsten Schutz bei Temperatur, Druck, Schlag, Schwingung und Durchstoß.



Abb. 1: Strahlerkapsel, doppelt umschlossene Edelstahlhülle

### Aktivität der Strahlungsquelle

Die benötigte Aktivität der Strahlungsquelle wird in Abhängigkeit von der Anwendung berechnet.  $^{137}\text{Cs}$  ermöglicht durch seine Halbwertszeit von 30 Jahren eine lange Einsatzdauer.  $^{60}\text{Co}$  wird eingesetzt, wenn die Anwendung mit  $^{137}\text{Cs}$  eine zu hohe Aktivität erfordert. Der Vorteil von  $^{60}\text{Co}$  ist das besonders hohe Durchdringungsvermögen, allerdings mit dem Nachteil der kürzeren Halbwertszeit von 5,3 Jahren.

### Strahlerkapsel

Die Strahlerkapsel ist in einer Abschirmung, auch Strahlenschutzbehälter genannt, eingebaut. Dieser lässt die Strahlung nur in Richtung des Prozessbehälters austreten und schirmt in alle anderen Richtungen ab, um das Personal in der Anlage zu schützen. Um in Abhängigkeit der benötigten Aktivität der Strahlungsquelle eine optimale Abschirmung zu gewährleisten, stehen Strahlenschutzbehälter in verschiedenen Baugrößen und für unterschiedliche Anwendungen zur Verfügung.

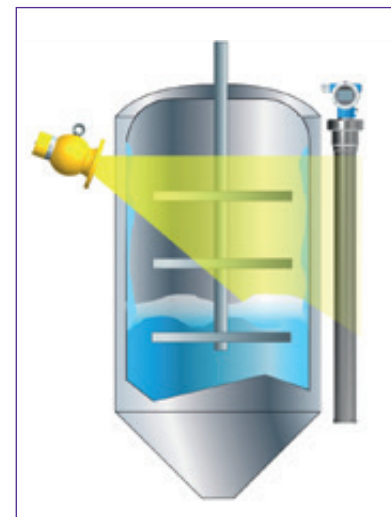


Abb. 2: Radiometrische Füllstandsmessung im Prozessbehälter

### Detektor

Der Detektor wird auf der gegenüberliegenden Seite des Prozessbehälters oder der Rohrleitung angebracht. Er wandelt die empfangene Strahlung in ein elektrisches Signal um und be-

rechnet daraus den Füllstand oder die Dichte des Prozessmediums. Je höher der Füllstand oder die Dichte des Mediums, desto geringer die Dosisleistung am Detektor.

### Strahlenschutz und das ALARA-Prinzip

Ein zentrales Element beim Einsatz radiometrischer Messtechnik ist der Strahlenschutz. Die Auswahl und Auslegung der Strahlungsquelle erfolgt nach dem ALARA-Prinzip (As Low As Reasonably Achievable).

Dieses Prinzip fordert, dass die Strahlenexposition so gering wie möglich gehalten wird – unter Berücksichtigung technischer und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen.

## Praxis des ALARA-Prinzips

In der Praxis bedeutet das ALARA-Prinzip:

- Die Aktivität der Strahlungsquelle wird nur so hoch ausgewählt, um eine sichere und zuverlässige Messung zu garantieren.
- Durch den Einsatz hochempfindlicher Detektoren kann die notwendige Aktivität der Strahlungsquelle deutlich reduziert werden.
- Auch Strahlungsquellen, die jahrelang im Einsatz sind, wodurch die Aktivität aufgrund der Halbwertszeit reduziert ist, können weiterverwendet werden, sofern die Messgenauigkeit gewährleistet ist.

### Moderne Detektortechnologien und ihre Auswirkungen auf den Strahlenschutz

Die Entwicklung neuer Detektortechnologien hat den Strahlenschutz erheblich verbessert. Ein Beispiel ist der Einsatz von Szintillationsdetektoren anstelle klassischer Geiger-Müller-Zählrohre.

Szintillationsdetektoren benötigen deutlich weniger Ortsdosisleistung zur sicheren Erkennung eines Messsignals. Dadurch kann die Aktivität der Strah-

lungsquelle bei der Auslegung reduziert werden – ein wesentlicher Beitrag zum Strahlenschutz.

Ein weiteres Beispiel ist der Gammapiлот FMG50 von Endress+Hauser. Dieser Detektor ist für den Einsatz **bei hoher Umgebungstemperatur** konzipiert und benötigt keine Wasserkühlung. Das spart nicht nur Infrastruktur, sondern reduziert auch die Aktivität der Strahlungsquelle, da kein zusätzlicher Kühlmantel und kein Kühlmedium durchstrahlt werden müssen.

Neue Anwendungen können mit einer geringeren Aktivität der Strahlungsquelle betrieben werden. Bei Altanlagen können durch Einsatz des neuen Detektors, bei dem keine Wasserkühlung notwendig ist, die bestehenden Strahlungsquellen länger betrieben werden.

Zusätzlich erlaubt Heartbeat-Technology die kontinuierliche Selbstüberwachung des Messgeräts und die Berechnung der verbleibenden Einsatzzeit der Strahlungsquelle. So können ein Austausch frühzeitig geplant und die Lebensdauer optimal ausgenutzt werden. Dank Heartbeat-

Technology bekommt der Anwender direkt die verbleibende Einsatzzeit der

Strahlungsquelle angezeigt, um vorausschauende Wartungs- und Prozessoptimierungsstrategien abzuleiten.

Darüber hinaus ermöglicht moderne Bluetooth®-Kommunikation die Bedienung des Detektors aus bis zu 25 m Entfernung. Das erhöht die Sicherheit bei Inbetriebnahme und Wartung erheblich, da sich der Bediener außerhalb des Strahlengangs befindet und somit eine Exposition des Personals vollkommen ausgeschlossen wird (s. Abb. 3).

### Radiometrische versus konventionelle Messtechnik

Radiometrische Messtechnik kommt traditionell dort zum Einsatz, wo konventionelle Verfahren an ihre Grenzen stoßen – etwa bei extremen Temperatur- oder Druckbedingungen, schwierigen Einbausituationen, turbulenten Prozessen oder medienbedingten

Herausforderungen wie Schaumbildung. Inzwischen haben sich auch konventionelle Technologien weiterentwickelt und ihre Einsatzgrenzen deutlich erweitert – sowohl in der kontinuierlichen Füll-

standsmessung als auch in der ausfallsicheren Grenzstandsmessung zur

## Selbstüberwachung des Messgeräts



Abb. 3: Sichere Bedienung des Gammapiлот FMG50 außerhalb des Strahlengangs

Vermeidung von Überfüllung oder gefährlichem Leerlauf.

### Radar-Füllstandsmessung mit 80-GHz-Technologie

Die Radar-Füllstandsmessung mit 80-GHz-Technologie eröffnet neue Möglichkeiten: Dank schmalen Abstrahlwinkel, hoher Signalstärke und präziser Messung sind selbst herausfordernde Behältergeometrien, bewegte Oberflächen oder Medien mit niedriger Dielektrizitätskonstante kein Hindernis mehr. Die Geräte sind für extreme Prozessbedingungen ausgelegt, Temperaturen von  $-196 \dots +450 \text{ }^\circ\text{C}$ , Drücke bis 160 bar und Messbereiche bis 80 m.

**Drücke bis  
160 bar**

Durch die Vielzahl an Antennenoptionen (PTFE, Keramik, Edelstahl, PEEK) sind auch aggressive Medien sowie hygienische oder hochtemperierte Anwendungen problemlos realisierbar.

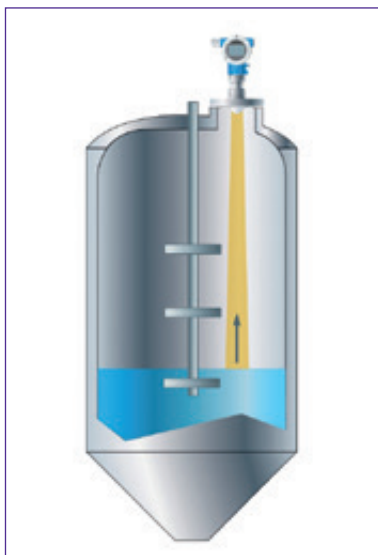


Abb. 4: 180-GHz-RADAR mit engem Abstrahlwinkel im Prozessbehälter

Schaumbildung und Ansatzbildung, die früher den Einsatz radio-metrischer Messtechnik erforderlich machten, lassen sich heute dank intelligenter Softwarealgorithmen und Heartbeat-Technologie zuverlässig erkennen. Der Radarsensor meldet früh-



Abb. 5: Micropilot FMR62B RADAR-Füllstandsmessung

zeitig Schaumbildung auf der Oberfläche oder Ansatz am Sensor und kann automatisch eine Zudosierung von Entschäumungsmittel oder eine Reinigung per Druckluftimpuls anfordern.



Abb. 6: RADAR-Messung erkennt den Schaum

### Grenzstandsmessung mit Schwinggabelsensoren

Grenzstandsmessung mit Schwinggabelsensoren eröffnet ebenfalls neue Möglichkeiten mit der Auswertung der Schwingfrequenz: Die Gabel des klassischen Grenzstandsmessgerätes wird mittels Piezo-Technologie über die Anlegung einer Wechsellspannung zum Schwingen in Resonanzfrequenz angeregt. Diese Resonanzfrequenz ist aufgrund des symmetrischen Aufbaus des Sensors unabhängig von externen Schwingungen, sondern hängt lediglich von der Dichte des berührenden Mediums ab. Somit ist eine sichere Messung des Grenzstands gegeben.

**Sichere  
Messung des  
Grenzstands**



Abb. 7: Schwinggabel-Grenzstandsmessung in Rohrleitung

Dank der neuen Heartbeat-Technology erkennen Schwinggabelsensoren nun auch Schaum, wobei aber mehr Energie zur Anregung benötigt wird, während sich die Resonanzfrequenz kaum verändert. Bei Ansatzbildung sinkt die Resonanzfrequenz sowohl im freien als auch im bedeckten Zustand. Über

ein definiertes Prozessfenster kann erkannt werden, ob eine Reinigung erforderlich ist. Somit kann die weiterentwickelte Schwinggabeltechnology auch bei Medien mit Schaum- oder Ansatzbildung eingesetzt werden. Zusätzlich bietet sich die Möglichkeit, auch aggressive Medien zuver-

lässig zu detektieren, wenn die Gabel durch Spezialmaterialien beschichtet wird. Hierfür stehen unterschiedliche Beschichtungsmaterialien wie ECTFE, PFA und Email zur Verfügung.

#### Fazit

Radiometrische Messtechnik bleibt ein unverzichtbares Werkzeug in der Prozessautomatisierung und ermöglicht dank moderner Detektortechnologien intelligente Bedienkonzepte und durch das ALARA-Prinzip eine deutliche Verbesserung des Strahlenschutzes.

Die kontinuierliche Weiterentwicklung konventioneller Messtechnik erweitert die Einsatzmöglichkeiten und erlaubt eine differenzierte Auswahl der optimalen Lösung. So entsteht ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Sicherheit, Effizienz und technischer Machbarkeit – ganz im Sinne einer verantwortungsvollen Prozessführung.

Jörg Eifert □

#### Zum Titelbild

## Strahlung in der Industrie unter der Lupe

Was fällt Ihnen ein, wenn Sie eine Lupe in Gebrauch sehen? Für mich ist sie ein Hilfsmittel, um etwas genauer anzuschauen und zu erkennen, als es mit dem bloßen Auge möglich wäre. Deshalb habe ich das Bild „Magnifying Glass“ von **Roy Lichtenstein** (\* 27. Oktober 1923 in Manhattan, New York City; † 29. September 1997 ebenda) ausgewählt, um den Fokus auf unser Schwerpunktthema und seine Beiträge zu lenken.

Wir kennen Roy Fox Lichtenstein als einen US-amerikanischen Maler der Pop Art.

Zum „Magnifying Glass“ fand ich bei Wikipedia folgende Entstehungsgeschichte: „Für seine Zwecke entwickelte Roy Lichtenstein eine besondere Maltechnik weiter, die im Englischen Benday Dots genannt wird. Dabei setzte er statt Farbfleichen nur gleichmäßige Farbpunkte und verlieh somit seinen großformatigen Werken eine künstliche Wirkung. Diese Rastermethode, der andere Künstler anfangs mit Humor begegneten, karikierte er auch selbst, zum Beispiel mit dem Werk Magnifying Glass (1963, dt. Vergrößerungsglas).“

Symbolisch soll das Titelbild also zeigen, dass es beim Betrachten eines Objektes oder auch eines Themas auf einzelne Punkte ankommt. Es weist somit auch darauf hin, dass im Schwerpunkt des Heftes zu „Anwendung von Strahlung in der Industrie“ speziell auf einzelne Anwendungsbeispiele konkret eingegangen wird.

Schriftleitung