



**MSR - Automation**

Produktivitätssteigerung in der  
Pharmaproduktion durch  
"Quality by Design"

Seite 14



**Energie**

Chancen und Grenzen  
der Strombeschaffung  
am Spotmarkt

Seite 18



**Anlagenbau**

Für Engineering-Dienstleister  
Triplan ist die Zukunft  
international

Seite 19

# Zuverlässige Dampfmenngmessungen

## Wirbelzähler für Dampf, Gas und Flüssigkeiten bis SIL 3

Die neuen Wirbelzähler Durchflussmessgeräte Prowirl 200 runden das Produktportfolio auf Basis des einheitlichen Zweileiter-Gerätekonzepts von Durchfluss und Füllstand ab. Ziel der Entwicklung war neben der Umsetzung aktueller industrieller Standards die Erhöhung der Anlagensicherheit, die Handhabung im Betrieb zu vereinfachen sowie Lösungen für einen effizienteren Anlagebetrieb zu bieten.

Vor 30 Jahren hat Endress+Hauser sein erstes Durchflussmessgerät nach dem Wirbelzählerprinzip auf den Markt gebracht, mit dem Ziel, ein alternatives und modernes elektrisches Messverfahren für Gase anbieten zu können. Seither befindet sich diese Produktfamilie in einer ständigen Weiterentwicklung und kann heute eine Vielzahl von Produktvarianten für viele Anwendungsmöglichkeiten vorweisen. Dabei steht die reine Verwendung in Gas nicht mehr im Vordergrund; vielmehr ist die Messung von Dampf eine der wichtigsten Anwendungsbereiche, insbesondere in den Versorgungs- und Hilfskreisläufen der chemischen Industrie. Durch Ausbau der Spezifikationsgrenzen kann der Prowirl Wirbelzähler einen großen Temperaturbereich von -200 °C...+400 °C mit einer Variante abdecken. Auch Drücke bis 250 bar sind möglich. Ebenso können ganz spezielle Anwendungen beispielsweise im Bereich kryogener Flüssigkeiten und Thermoöle abgedeckt werden.

Aufgrund des geringen Energiebedarfs im Prowirl Messsystem sind die Wirbelzähler schon seit langer Zeit in Zweileitertechnik ausgeführt. Als 2011 begonnen wurde, eine gemeinsame Zweileiterplattform für Durchfluss und Füllstand aufzubauen, ist es der konsequente Schluss gewesen, dass auch Prowirl auf diese neue Plattform gestellt wird. Mit dem Promass 200 (Coriolis-Prinzip) und dem Promag 200 (magnetisch induktives Prinzip) bildet der Prowirl 200 das Trio der wichtigsten modernen elektrischen Durchflussmessverfahren in Zweileitertechnik, an der gerade in der Chemie ein großes Interesse besteht. Zu den Vorteilen gehört neben der Reduzierung von Kosten und Installationsaufwand eine gleichzeitige Erhöhung der Sicherheit durch den eigensicheren Aufbau der Elektronik.

**Dualsensor für SIL 3**

Der Prowirl 200 ist der weltweit erste nach EN/IEC 61508 entwickelte Wirbelzähler. Dies bedeutet ein

strenges Prüf- und Validierungsverfahren über den gesamten Entwicklungsprozess, damit in einem hohen Maße systematische Fehler vermieden werden. Die Geräte sind für den Einsatz in sicherheitsgerichteten Anwendungen nach SIL 2/3 geeignet. Für SIL 3 besteht die Möglichkeit des Aufbaus in homogener Redundanz durch zwei Prowirl Wirbelzähler. Da sich zwei nacheinander eingebaute Wirbelzähler jedoch beeinflussen können und somit große Abstände für Beruhigungsstrecken voneinander einzuplanen sind, bietet die Prowirl 200 Gerätevariante „Dualsensor“ eine clevere Lösung für SIL 3 Schutzkreise.

Beim Dualsensor handelt es sich um ein Flanschgerät mit zwei unabhängigen Wirbel-sensoren und Messumformern. Durch die gegenüberliegende Anordnung von Sensoren und Messumformern benötigt der Dualsensor den gleichen Platzbedarf in der Rohrleitung wie ein einzelner Wirbelzähler. Damit sind auch nur einmal Beruhigungsstrecken für das Messgerät vorzusehen.

Mit der SIL-Option bekommt das Gerät eine eindeutige Kennzeichnung für den Einsatz in sicherheitstechnischen Anwendungen. Darüber hinaus kann nach erfolgter Inbetriebnahme das Gerät mittels der SIL-Parameter-Sequenz in den sicheren Betriebszustand versetzt werden. Die SIL-Sequenz unterstützt den Anwender dadurch, dass unzulässige Einstellungen vermieden, die eingestellten Geräteparameter noch einmal geprüft und bestätigt werden, sowie das Gerät abschließend gegen Manipulation verriegelt wird. Damit ist der Prowirl bereit für die sicherheitsgerichtete Messaufgabe.

**Empirische Einlaufstreckenkorrektur**

Wirbelzähler brauchen für eine zuverlässig genaue Messung entsprechende Beruhigungsstrecken am Einlauf, so dass in der Rohrleitung ein gleichmäßiges Strömungsprofil über den Querschnitt vorherrscht. Ist dies nicht der Fall, kann ein zusätzlicher Messfehler von 3...7%



Kai Weltin,  
Endress + Hauser  
Messtechnik

vom Messwert entstehen, der von vielen Einflussgrößen abhängig ist. Dazu zählen die Art der Rohrleitungsführung, der Abstand des Messgerätes zum nächsten Bogen, der Winkel des Messgerätes zu diesem Bogen und vieles mehr.

Eine Bestimmung aller Einflüsse bei einer Messstelle ist während der täglichen Arbeit nicht praktikabel. Um den notwendigen Zeitbedarf für die Inbetriebnahme zu reduzieren, sind einfache Lösungen gefragt. Die Entwickler haben daher dem Flanschgerät Prowirl F 200 eine Funktion eingebaut, die durch die Auswertung vieler praktischer Versuche eine einfache zu handhabende Korrekturfunktion für kurze Einlaufstrecken beinhaltet. Mit lediglich zwei Parametern kann die Korrekturfunktion bedient werden: Erst muss die Art der Rohrleitungsführung vor dem Gerät aus der Vorgabeliste gewählt werden, dann ist der Abstand vom Messgerät zum ersten Bogen einzugeben. Damit ist die Korrekturfunktion im Prowirl fertig eingestellt.

Mit der Korrekturfunktion lassen sich die notwendigen Einlaufstrecken auf das Zehnfache der Nennweite ohne Einsatz eines zusätzlichen Strömungsgleichrichters reduzieren. Eine zusätzliche Restunsicherheit von 0,5% v. M. zur spezifizierten Grundgenauigkeit erlaubt die Korrekturfunktion auf zwei einfache Parameter zu beschränken.

**Nassdampfmesung für mehr Effizienz**

Als wichtigster Einsatzbereich des Prowirl hat sich in den letzten Jahren die Dampfmenngmessung herauskristallisiert. Neben der guten Druck- und Temperaturabdeckung in Dampfmenngwendungen haben die einfache Montage und eine konstante Messgenauigkeit über einen weiten Messbereich dazu beigetragen.

Der neue Prowirl 200 bietet jetzt eine erweiterte Funktionalität für diese Messaufgaben. Im Flanschgerät Prowirl F 200 ist eine optionale



Nassdampfmenngfunktion in zwei Varianten erhältlich: Die Nassdampferkennung für Meldungen bei einer Grenzwertverletzung und die Nassdampfmenngfunktion für eine kontinuierliche Messung von zwei Phasen in der Dampfmenngleitung.

Es ist bekannt, dass bei Satteldampf immer auch eine gewisse Menge Restfeuchtigkeit vorhanden ist. Dies wird durch den Begriff „Dampfqualität“ beschrieben. Die Dampfqualität ist bezogen auf die Masse und beschreibt das Verhältnis von Kondensatmenge zur Gesamtmenge in der Rohrmenngleitung. Eine Dampfqualität von  $x=0,95$  sagt aus, dass 5% Kondensatmenge und 95% Dampfmenge vorliegt. Bei dieser in der Praxis durchaus normalen Dampfqualität sind keine größeren Einflüsse zu befürchten. Dies ändert sich jedoch, wenn die Dampfqualität weiter absinkt. Eine größere Kondensatmenge kühlt den Dampf und beschleunigt den Kondensationsvorgang in der Rohrmenngleitung. Es kann dadurch zu den gefährdeten Dampfschlägen kommen. Gleichzeitig bedeutet es einen erheblichen Energieverlust und somit erhöhte Kosten für die Dampferzeugung. Zuletzt werden auch vorhandene Durchflussmessungen wie Blenden und Wirbelzähler in der Genauigkeit

beeinflusst, da diese nur den gasförmigen Dampf messen. Das schlägt sich in größeren Messabweichungen bei einer Dampfmenngbilanzierung nieder. Die Ursache für schlechte Dampfqualität kann vielfältig sein. Fehler oder zu geringe Dimensionierung bei der Rohrmenngisolation, defekte Kondensatableiter, Probleme im Kondensatableitersystem und eine falsche Fahrweise der Dampfmennganlage. Prowirl 200 kann helfen, diese Störungen sichtbar zu machen, so dass rechtzeitig Abhilfemaßnahmen getroffen und damit unnötige Kosten vermieden werden können.

Bisher werden Nassdampfwarnungen anhand eines Grenzwertes auf die Temperaturmessung, z.B. 2 °C vor dem Nassdampfpunkt, ausgelöst. Der Prowirl F 200 misst dagegen anhand seines Sensorsignals das wirkliche Vorhandensein von Kondensat in der Dampfmenngleitung. Strömt Kondensat durch die Dampfmenngleitung und vorbei am Strömungsgleichrichter, so verursacht dies einen charakteristischen Effekt auf den Signalverlauf des Wirbelsensors. Mit der neuen Messumformerelektronik des Prowirl 200 ist mehr Rechenleistung verfügbar, so dass parallel zur Durchflussmessung eine vollständige Auswertung des Signalverlaufs möglich wird. Notwendig dafür ist die multivariab-

le Variante des Prowirl 200, die einen Durchflussrechner mit dem internationalen IAPWS-Standard (International Association for the Properties of Water and Steam – Internationale Vereinigung zur Definition der Eigenschaften von Wasser und Dampf) und einem Temperaturfühler im Wirbelsensor enthält.

Die Prowirl 200 Geräte von Endress + Hauser vereinen bewährte und robuste Messaufnehmer und Sensoren mit neuen Funktionen im Messumformer für eine richtungweisende Durchflussmessung. Erhöhte Sicherheit, einfachere Handhabung und mehr Effizienz für Dampfsysteme sind die besonderen Merkmale.

**Autor:**  
Kai Weltin, Produktmanager  
Durchflussmesstechnik,  
Endress+Hauser, Weil am Rhein

**Kontakt:**  
Endress+Hauser Messtechnik GmbH+Co. KG  
Weil am Rhein  
Tel.: +49 7621 975 01  
info@de.endress.com  
www.de.endress.com



Das Standard Flanschgerät Prowirl F 200 mit optionalen Nassdampffunktionen für den sicheren und effizienten Dampfmennganlagenbetrieb.



Der Dualsensor Prowirl F 200 mit redundantem Sensor und Messumformer erlaubt den sicheren und zuverlässigen Einsatz in Schutz-einrichtungen bis SIL 3.



Trotz Nennweitenreduzierung liefert der Prowirl R 200 die gleiche Genauigkeit wie ein Standard Flanschgerät. Er zeichnet sich durch eine leichte Montage aus und wird für die Erfassung geringer Durchflüsse eingesetzt.