Bestimmung des Gasvolumens in industriellen Prozessen und nicht eichamtlichen Messungen

von **Achim Zajc, Jost Körte**

Die Bestimmung des Gasvolumens und des Volumenstromes lässt sich in zwei Anwendungsgebiete unterteilen: auf der einen Seite die eichamtliche Messung und auf der anderen Seite die nicht eichamtliche Ermittlung der Gasmengen und Volumenströme. Der eichamtlichen Messung wird häufig mehr Aufmerksamkeit geschenkt, obwohl der Markt und auch das Anwendungsspektrum der nicht eichamtlichen Verwendung von Gas erheblich größer sind. Unter der nicht eichamtlichen Messung versteht man alle Arten der industriellen Applikation von Verteilungsmessung, Prozesssteuerung bis hin zu Thermoprozessen.

Determination of gas volume and flow in industrial processes and non custody transfer applications with the use of quantometers

The determination of the gas volume and flow can be divided into two application areas: on one side the custody measurement and on the other hand, non custody determination of the amounts of accumulated volume and flow of gas. The custody measurement often gets more attention, although the market and the range of applications for non-custody usage of gas are considerably greater. The non-custody measurement refers to all types of allocation measurements, industrial applications of process control and thermal processes.

Die Einteilung der Gasvolumenmessgeräte kann grundsätzlich unter zwei verschiedenen Gesichtspunkten erfolgen. Die Klassifizierung der Gasvolumenmessgeräte kann unter dem Gesichtspunkt des verwendeten Messprinzips vorgenommen werden. Hierbei ergibt sich folgende Klassifizierung [1]:

- Verdrängungszähler
- Wirkdruckzähler
- Strömungszähler
- Gasmassezähler
- Elektronische Gaszähler

Eine mehr an dem Einsatzgebiet orientierte Einteilung der Gaszähler unterteilt die Gaszähler in:

- Eichamtliche Messung des Gasvolumens
- Nicht eichamtliche Bestimmung des Gasvolumens

Grundsätzlich kann natürlich ein Gasvolumenzähler der eichamtlich zugelassen ist, auch für nicht eichamtliche Messungen eingesetzt werden. Dagegen sprechen meist die höheren Anschaffungskosten, die ein eichamtlicher Gasvolumenzähler mit sich bringt. Bei dieser Einteilung können Gasvolumenzähler, die das gleiche Messprinzip verwenden, wie zum Beispiel Verdrängungszähler oder Strömungszähler, in der eichamtlichen wie in der nicht eichamtlichen Kategorie erscheinen. Auch die Ausführung und die konstruktiven Teile können gleich sein, wie dies zum Beispiel beim Turbinenradgaszähler der Fall ist. Ein Turbinenradgaszähler ist ein typischer Vertreter eines Strömungszählers. Ein Turbinenradgaszähler kann für eichamtliche wie auch nicht eichamtliche Applikationen ausgelegt sein. Ein Turbinenradgaszähler, der für industrielle Prozesse

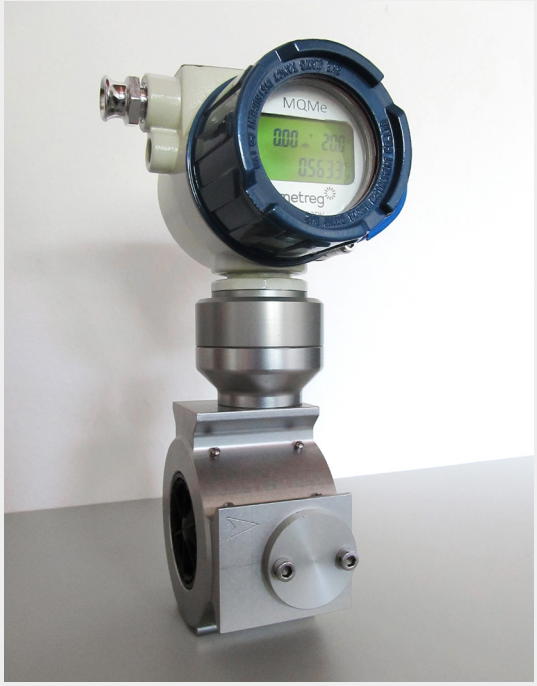

Bild 1: Quantometer MQMe mit elektronischem Zählwerk

in nicht eichpflichtigen Applikationen zum Einsatz kommt, wird häufig als Quantometer bezeichnet.

Quantometer, die zurzeit am Markt angeboten werden, sind meist ohne größere Weiterentwicklungen seit Jahrzehnten am Markt. So liegt die Markteinführung einiger Quantometer fast 30 Jahre zurück, ohne dass größere Weiterentwicklungen vorgenommen wurden. Dies ist besonders ausgeprägt bei Quantometern mit einem elektronischen Zählwerk. Elektronische Bauteile unterliegen einem schnellen Entwicklungszyklus und werden teilweise schnell abgekündigt. In diesem Fall hat sich die Entwicklung meistens darauf beschränkt, Ersatzbauteile zu finden und sich nicht den neuen sich ändernden Marktanforderungen durch neue Funktionen anzupassen. Genau hier setzt die neue Entwicklung des Quatometers mit elektronischem Zählwerk (MQMe) der Firma Metreg Technologies an.

PRINZIP DES QUANTOMETERS MQME

Das Quantometer MQMe (**Bild 1**) ist als Turbinenradgaszähler ein Strömungszähler und registriert in erster Funktion das Betriebsvolumen mit Hilfe eines neunstelligen elektronischen Zählwerks indem es den Momentandurchfluss über die Zeit integriert. Die Strömung des zu messenden Gases versetzt das Turbinenrad in Rotation. Der Gasstrom wird auf einen ringförmigen Querschnitt eingeengt, beschleunigt und auf das leichtgängige Turbinenrad aus Aluminium geleitet. Die Zahl der Flügelradumdrehungen ist dem durchflossenen Volumen proportional, die Frequenz der Umdrehungen dem Durchfluss.

Traditionell werden Quantometer in Aluminiumbauweise in Nennweiten von DN 25 bis DN 150 in den Größen G 10 bis G 1000 eingesetzt. Quantometer als Turbinenradzähler sind sehr stabile Volumenmessgeräte mit einer hohen Reproduzierbarkeit und Wiederholgenauigkeit, unter Einhaltung der richtigen Installationsbedingungen. Ideale Einsatzbedingungen sind quasistationäre Strömungen mit geringen Durchflussänderungen (dQ/dt). Bei regelmäßigen, permanenten und starken Durchflussänderungen neigen Turbinenradzähler aufgrund der Massenträgheit des Turbinenrades und der sehr leichtgängigen Präzisionskugellager, insbesondere im Niederdruck, aufgrund des Nachlaufverhaltens zu positiven Fehlern. Wichtig für ein korrektes Messverhalten ist ein stabiles Strömungsprofil [2].

Der Gasfluss wird durch den Verdrängungskörper in einen Ringspalt beschleunigt und auf die Turbinenradschaufeln gelenkt. Quantometer zeichnen sich, unter anderem aufgrund der Massenträgheit des Turbinenrades und der geringen Reibung der Lager, durch eine sehr hohe Reproduzierbarkeit aus. Durch präzise mechanische Fertigungsverfahren mit modernsten Zerspanungswerkzeugen auf 4 und 5 achsigen Bearbeitungszentren lassen sich die kritischen Bauteile des mechanischen Grundgerätes mit hoher Präzision und hoher Wiederholgenauigkeit aus sehr langlebigen Werkstoffen herstellen. Die Oberflächenbeschaffenheiten der kritischen, gasbenetzten Bauteile der Zähler wie Turbinenräder, Gehäuse, etc. können zusätzlich durch eine Hartanodisierung deutlich verschleißfester hergestellt werden. Ein weiterer Vorteil der Hartanodisierung ist die geringere Anhaftungsfähigkeit von Begleitstoffen im Gas, wie z. B. Odoriermitteln oder anderer Verschmutzungen des zu messenden Gases.

Die Drehung des Turbinerades wird über einen Magnetowiderstandssensor aus dem druckbelasteten Bereich des Gassflusses auf das elektronische Zählwerk, das sich im atmosphärischen Druckbereich befindet, übertragen. Die CPU empfängt die Hochfrequenzsignale des Magnetowiderstandssensors als mengenproportionale Impulse und berechnet den Volumenstrom und das Gasvolumen unter Betriebsbedingungen. Unter Nutzung der optional integrierten Mengenumwerterfunktion wird der Volumenstrom und das Gasvolumen zusätzlich unter Standard- oder Normbedingungen entsprechend AGA NX-19 berechnet. Für diese Berechnung werden optionale, externe Druck- und Temperatursensoren an den vorbereiteten Messstellen im Quantometer eingebaut. Sind diese Sensoren nicht installiert, z. B. bei konstanten Betriebsbedingungen von Druck und Temperatur, so verwendet der Mengenumwerter des MQMe´s voreinstellbare, feste Werte für Druck und Temperatur. Das MQMe wurde konstruktiv so entwickelt,

dass die externen Sensoren für die Druck- und Temperaturmessung direkt in das Gehäuse in dafür vorgesehene Bohrungen eingeschraubt werden können.

Bedingt durch die konstruktiv komplett im Gehäuse mit O-Ringen weich gelagerte Messpatrone und die verwindungs- und biegesteife kurze Konstruktion des Gehäuses aus hochverdichtetem, kaltextrudierten Aluminium, ist das Messverhalten auch unter erschwerten Betriebsbedingungen mit Torsions- oder Biegebelastungen aus der Installation des Zählers in der Rohrleitung auch weit oberhalb der normierten Belastungen (z.B. nach EN 12261) sehr stabil.

Das Dauerlaufverhalten des Quantometers MQMe ist durch den Einsatz großzügig dimensionierter, hochpräziser Rillenkugellager „Made in Germany" und eine Präzisionsfertigung der Gehäuse und Einzelteile auf Mehrachsen Maschinen mit anschließender Hart-Anodisierung, besonders stabil. Die Quantometer MQMe werden grundsätzlich nur mit hartanodisierten Aluminium Turbinenräder mit einer erhöhten Widerstandsfähigkeit gegen Verschmutzung und mechanische Beschädigungen für eine hohe Lebensdauer ausgeliefert. Standardmäßig werden Quantometer MQMe mit dauergeschmierten Rillenkugellagern, praktisch wartungsfrei, ausgestattet. Optional bei verstärkter Verschmutzung des Gases oder erhöhter mechanischer Beanspruchung ist der Einsatz einer mechanischen Ölschmierpumpe möglich.

ZÄHLERAUFBAU DES QUANTOMETERS MQME

Bild 2 stellt den schematischen Zähleraufbau des Quantometer MQMe dar. Das druckfeste Gehäuse (1) ist aufgrund der großen Querschnitte sehr torsions- und biegesteif. Das Turbinenrad (2) ist aus dem Vollen auf einem 5-Achsen Bearbeitungszentrum gefräst und dynamisch fein ausgewuchtet. Durch ein computeroptimiertes Profil der Turbinenradschaufeln in Verbindung mit dem strömungsoptimierten Einströmgleichrichter (5) wird ein hervorragendes Messverhalten erreicht.

Hochpräzise Rillenkugellager mit minimierter Lagerluft sorgen für einen leichten Lauf bei hoher Tragfähigkeit. Die Messpatrone (6) ist im Gehäuse mit O-Ringen weich gelagert. Gleichzeitig wird dadurch ein Raum zwischen Gehäuse und Messpatrone geschaffen, der den statischen Betriebsdruck ohne dynamische Einflüsse exakt abbildet. Die optionale Ölschmierung der Lager wird über die Ölpumpe gewährleistet.

Die Drehung des Turbinenrades wird mittels eines gas- und druckdichten Magnetowiderstandssensors (4) auf das 9-stellige elektronische Zählwerk (3) übertragen. Das Zählwerk hat eine Schutzklasse entsprechend IP 65. Das Quantometer MQMe ist aufgrund der 180° Drehbarkeit des Zählwerkes horizontal oder vertikal installierbar und ablesbar.

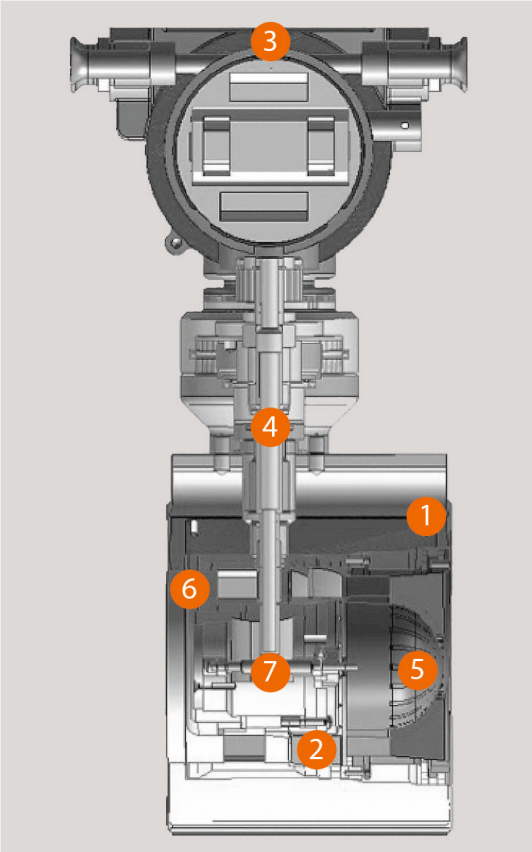

Bild 2: Zähleraufbau des Quantometers MQMe

INTEGRIERTER MENGENUMWERTER

Das elektronische Zählwerk des MQMe kann optional mit einem elektronischen Mengenumwerter ausgerüstet werden. In diesem Fall wird der Volumenstrom und das Gasvolumen unter Normalbedingungen nach AGA NX-19 berechnet. Für diese Berechnungen werden optional ein externer Druck- und Temperaturgeber installiert. Wenn kein Druck- und Temperatursensor installiert ist, können auch einstellbare Festwerte für die Berechnungen nach AGA NX-19 verwendet werden. Das elektronische Zählwerk des MQMe´s ist mit einem 512 kB nicht löschbaren EPROM ausgerüstet um 1500 Datensätze und alle Parameter zu speichern. Die Parametrierung ist mit einer PC-basierten Software und über die serielle Kommunikationsschnittstelle des MQMe´s möglich.

KOMMUNIKATIONSMÖGLICHKEITEN DES QUANTOMETERS MQME

Das MQMe hat mehrere Optionen, um die gemessenen und berechneten Daten an ein digitales Steuerungssystem oder SACDA-System zu übertragen. **Bild 3** zeigt die Rückseite des elektronischen Zählwerkes des Quantometers

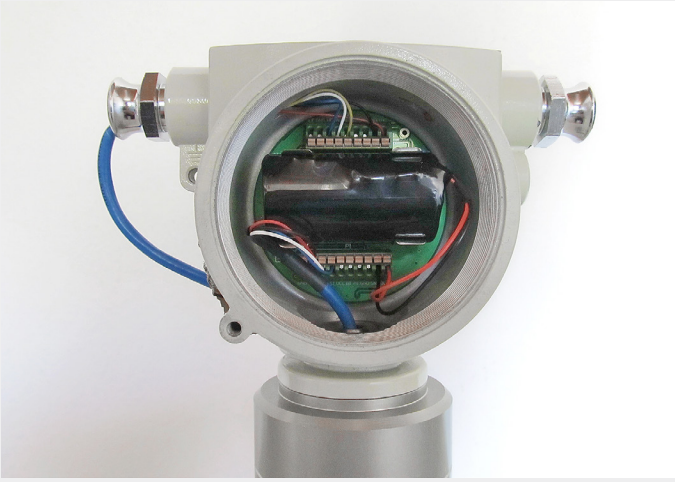

Bild 3: Kommunikationsanschlussklemmen und die Batterie des Quantometers MQMe

MQMe. Hinter der Abdeckung des Zählwerk-Gehäuses befindet sich zum einen die Batterie, mit der das MQMe standardmäßig mit Spannung versorgt wird. Selbstverständlich ist optional eine externe Spannungsversorgung möglich. Die Lithium Batterie hat eine berechnete Lebensdauer unter Standardbedingungen von 5 Jahren. Außerdem sind im Bild 3 die Anschlussklemmen des MQMe´s zu sehen. Die übersichtliche Anordnung der Anschlussklemmen rundet das Konzept des MQMe´s hinsichtlich Bedienerfreundlichkeit ab.

Das MQMe hat mehrere Optionen, um die gemessenen und berechneten Daten an ein digitales Steuerungssystem oder SCADA System zu übertragen. Das MQMe verfügt standardmäßig über eine RS 485 oder alternativ M-Bus-Schnittstelle und einen Hochfrequenz-(HF-) und Niederfrequenz-(LF-)Pulsgeber. Wenn eine externe Stromversorgung an dem MQMe angeschlossen ist, so kann optional ein skalierbares 4 bis 20 mA Signal zur Datenübertragung genutzt werden. Die Drehung des Turbinenrades kann, zusätzlich zu dem integrierten Magnetowiderstandssensor, als Option mit einem externen Hochfrequenz-(HF-)Sensor über die Turbinenradschaufeln abgetastet werden. Dieses HF-Sensorsignal erlaubt die Bestimmung des tatsächlichen Volumenstromes in noch höherer Auflösung und kann zu jedem digitalen Steuersystem oder SCADA System für Kontrollzwecke oder zur Prozesssteuerung übertragen werden.

LEISTUNGSFÄHIGKEIT DES QAUNTOMETERS MQME

Durch die strömungsoptimierten Einlaufkörper, die sehr engen Fertigungstoleranzen und die hochpräzisen, leichtlaufenden Bauteile sind die Druckverluste der MQMe Zählerbaureihe gering. Die strömungsoptimierten Einlaufkörper ermöglichen den Einbau mit einer empfohlenen geraden Einlauflänge von ≥ 3 DN. Wenn es konstruktiv möglich ist oder starke Vorstörungen auftreten, wird eine Einlauflänge von > 5 DN empfohlen. Standardmäßig hat das MQMe einen Messbereich zwischen Q_{max} und Q_{min} von 20:1 (G 10 und G 16 10:1) mit maximalen Fehlergrenzen von

$Q_{min} \leq Q \leq Q_{max}$: ±1,0 % von Q_{max}

Die Elektronik des Quantometers MQMe ist eigensicher ausgeführt und somit ist der MQMe geeignet für den Einsatz in der Ex-Zone (Ex-Zone 1; Ex II 1G Ex ia IIC T4).

FAZIT

Das Quantometer MQMe der Firma Metreg Technologies ist das zurzeit modernste am Markt erhältliche Quantometer für die nicht eichamtliche Volumenstrom- und Gasvolumenmessung. Modernste Elektronik ermöglicht die Integration eines Mengenumwerters und Datenspeichers im elektronischen Zählwerk-Kopf. Ebenfalls wurde durch die Verwendung modernster Elektronik ein sehr kompaktes Quantometer entwickelt, das sich durch seine einfache mechanische Installation sowie vielfältige Kommunikationsmöglichkeiten (analoger Ausgang, serielle Kommunikation (Modbus, M-Bus), nieder- und hochfrequenten Pulsausgänge) auszeichnet.

LITERATUR

[1] [1] Wernekinck, U.: Gaszähler. In: Gasmessung und Abrechnung, 4. Auflage, Essen: Vulkan-Verlag, aktualisierte Ausgabe 2010, S. 43-70

[2] [2] Körte, J., Zajc, A., Liesegang, K.: Gute Gründe für mechanische Messgeräte in der Großgasmessung, gwf-Gas Erdgas 157 [2016] Nr.6, S. 470 - 478

AUTOREN

Dr. **Achim Zajc**
Metreg Technologies GmbH
Fürstenwalde
Tel: 03361 / 76020-83
achim.zajc@metreg-technologies.de

Jost Körte
Metreg Technologies GmbH
Fürstenwalde
Tel: 03361 / 76020-85
jost.koerte@metreg-technologies.de