

Online-Gasanalyse

gas-lab Q1 mit Turbo

Wachsender Energiebedarf, Globalisierung und Liberalisierung im Gashandel treiben die Nachfrage nach leistungsfähiger und innovativer Gasmesstechnik, insbesondere zur Gasbeschaffenheitsmessung. Ein Aspekt dieses Trends ist die weltweite Verteilung von Gasen verschiedener Quellen und Qualitäten. Zahlreiche Prozesse der Gasverwendung, wie zum Beispiel Gasturbinen, reagieren sehr sensibel auf variierende Gasparameter und müssen entsprechend abgestimmt oder geregelt werden. Alternativ kann die Bandbreite der Gasparameter durch Gasmischung im Transportnetz begrenzt werden. In beiden Fällen ist eine leistungsfähige Prozessmesstechnik für die Gasbeschaffenheit erforderlich. Besonders vorteilhaft sind hierfür Online-Messgeräte, die die Zielparameter kontinuierlich und schnell messen. Das korrelative Gasbeschaffenheitsmessgerät gas-lab Q1 von Elster-Instromet wird daher weltweit erfolgreich für diese Anwendungen eingesetzt. Die ohnehin hohe Messdynamik des Gerätes konnte nun durch jüngste Entwicklungen noch weiter gesteigert werden.

Gasturbinenkraftwerke erfreuen sich weltweit wachsender Anwendung. Sie können Strom und Wärme mit einem hohen Gesamtwirkungsgrad erzeugen, besitzen eine große Leistungsflexibilität und produzieren relativ geringe Schadstoff- und CO₂-Emissionen. Der optimale Betrieb von Gasturbinen ist jedoch sensibel von den Parametern des Brenngases abhängig und erfordert daher eine entsprechende Mess-, Steuer- und Regeltechnik. Dabei gilt es den energetischen Wirkungsgrad zu steigern und gleichzeitig den Schadstoffausstoß und die mechanischen Belastungen der Turbine durch die Verbrennungsdynamik zu minimieren. Das Online-Gasanalysegerät gas-lab Q1 (Abb. 1) von Elster-Instromet liefert kontinuierlich maßgebliche Gasparameter wie Brennwert, Heizwert, Dichte, Wobbeindex und Methanzahl mit einer Messrate von ca. 1 Hz; es wird daher vielfach für die Turbinensteuerung eingesetzt.

Zur Illustration der bereits erreichten Messdynamik des gas-lab Q1 zeigt Abb. 2 die Ergebnisse eines aufwendigen Großfeldversuchs mit einem realen Gaskraftwerk: Die Zusammensetzung des Brenngases wurde durch Zumischung von Flüssiggas (LPG) schnell und stark variiert, um die Reaktion der Gasturbine zu untersuchen. Der Brennwert des Gasgemisches wurde vom gas-lab Q1 kontinuierlich und zeitnah erfasst (blaue Kurve in Abb. 2). Neben der Messdynamik wurde auch die Messgenauigkeit mit einem Gaschromatographen überprüft. Die gelben Punkte in Abb. 2 indizieren den Moment der Probenentnahme, die grünen Punkte das Messende des Gaschromatographen. Die roten



Abb. 1: Messwerk des gas-lab Q1 im EEx_d-Gehäuse auf einer Montageplatte mit Niederdruckreglern für Proben- und Kalibriergas sowie Bypass



Punkte zeigen, dass die Messabweichungen (rechte Skala) innerhalb einer Bandbreite von 0,2 % liegen und die Messung des gas-lab Q1 nicht weiter als 0,25% von der Vergleichsmessung des Gaschromatographen abweicht. Dabei ist zu bemerken, dass beide Geräte unabhängig mit unterschiedlichen Referenzgasen (und von verschiedenen Kontinenten) kalibriert wurden.

Die Kombination aus hoher Messdynamik und -genauigkeit für den Brennwert über eine große Bandbreite von Erdgasen ist einzigartig. Damit werden auch hohe Anforderungen sowohl für Aufgaben der Mess-, Steuer- und Regeltechnik wie auch der fiskalischen Messung erfüllt. Dennoch bestand vonseiten der Anwender der Wunsch, die Messdynamik noch

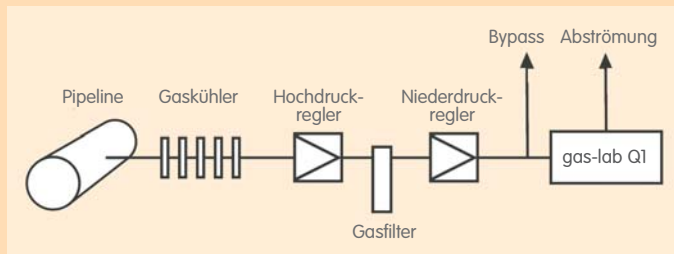


Abb. 3: Gasprobenentnahme bei einer typischen Messapplikation der Gasturbinensteuerung. Zur Verbesserung der Messdynamik des gas-lab Q1 wurden die strömungsmechanischen Parameter der Probenentnahme und -aufbereitung im Messwerk selbst optimiert. Außerdem wurden die Parameter der adaptiven Digital-Signalverarbeitungsfilter weiterentwickelt

weiter zu steigern, um bei der Auslegung der Rohrleitungen von Kraftwerken und Gasmischanlagen noch größere Designfreiheiten zu haben. Für Gasturbinenkraftwerke bedeutet eine schnellere Messung, dass der Vorlauf einer Gasturbine kom-

pakter gestaltet werden kann. In Großgasmischanlagen, wie z. B. zur Wobbe-Regelung von Transportgas, werden seit Langem kontinuierlich arbeitende Gasanalysegeräte wie Kalorimeter oder Restsauerstoffmessgeräte eingesetzt. Auch diese Anlagen profitieren von einer Steigerung der Messdynamik, da die Mischschleifen kleiner gestaltet werden können.

Wie wurde nun eine weitere Steigerung der Messdynamik des gas-lab Q1 erreicht?

Zunächst wurden die verschiedenen Zeitbeiträge von der Probenentnahme bis ins Messgerät analysiert. Dabei wurde der folgende typische Aufbau für eine Gasturbinenmessung betrachtet (Abb. 3): Das Gas wird aus einer Rohrleitung mit 30 bar entnommen, läuft durch einen Scheibenkühler und wird in einer Hochdruckreduzierung auf 0,5 bar entspannt. Mit einem Koaleszenzfilter werden Tröpfchen und Partikel aus dem Gas gefiltert und mit einem Niederdruckregler weiter auf den Eingangsdruck von 80 mbar für den Messgeräteeingang entspannt. Dieser

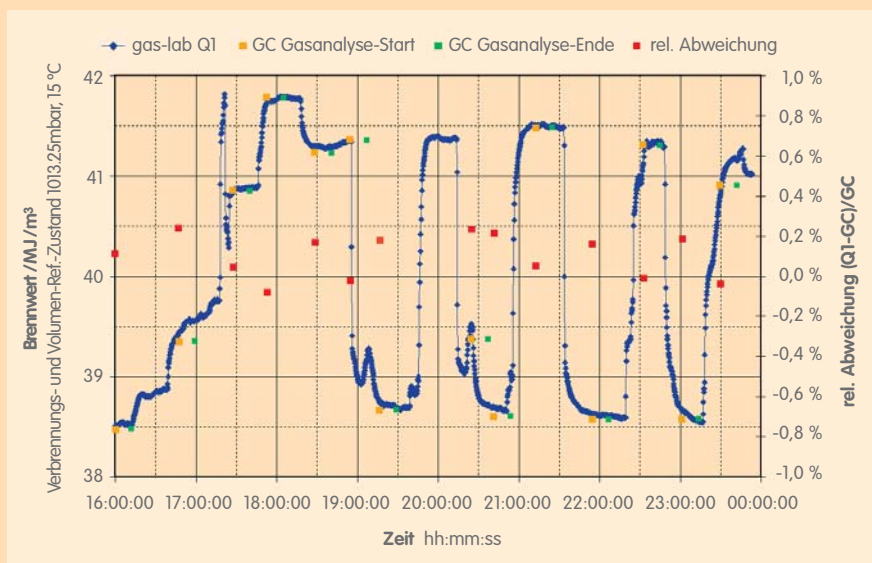


Abb. 2: Messergebnisse eines Großfeldversuchs: Variation des Brenngases eines Gaskraftwerks durch Zumischung von Flüssiggas. Messung des Brennwertes mit dem gas-lab Q1 (mit bisheriger Messdynamik) im Vergleich zu einem Gaschromatographen

Vorgang benötigt die Zeit t_{sample} . Schließlich gelangt das Gas in das Messgerät, wo der Gaswechsel in den internen Volumina, der Rohsignalmessung und der Signalverarbeitung umgesetzt werden muss. Die Dauer dieses Vorgangs wird mit einer sogenannten t_{90} -Zeit charakterisiert, dies ist die Zeit vom Beginn des Gaswechsels bis zum Erreichen von 90 % der dem Gaswechsel entsprechenden Signaländerung. Wir definieren eine interne t_{90} -Zeit $t_{90_{\text{int}}}$ für die Sprungdauer im Messgerät und eine externe t_{90} -Zeit $t_{90_{\text{ext}}}$, die auch die Dauer der Probenentnahme einschließt und von der externen Gasführung abhängt. Abb. 4 zeigt die beschriebenen Zeiten im typischen Signalverlauf einer Brennwertmessung beim schnellen Gaswechsel.

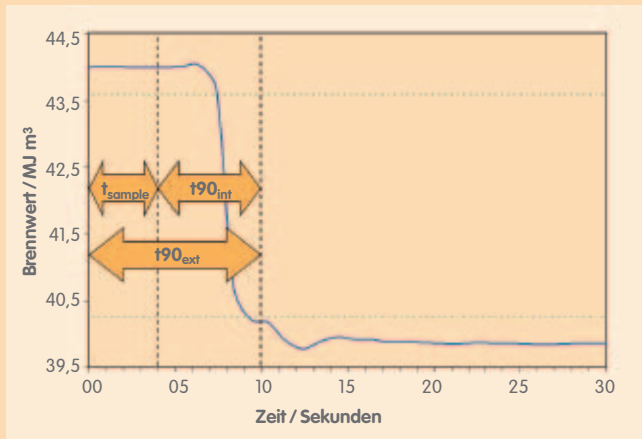


Abb. 4: Schematische Darstellung der Sprungantwort der Brennwertmessung bei einem abrupten Gaswechsel zum Zeitpunkt 0. Illustration der Probenentnahmezeit t_{sample} , der geräteinternen Sprungdauer $t_{90_{\text{int}}}$ und der gesamten Sprungdauer $t_{90_{\text{ext}}}$

Für die jüngste Weiterentwicklung wurden nun die strömungsmechanischen Parameter und Bypässe der Probenentnahme so abgestimmt, dass die Probenentnahmedauer t_{sample} von 8s auf 4s reduziert werden konnte. Um die Sprungdauer $t_{90_{\text{int}}}$ für den Gaswechsel im Messgerät zu verkürzen, wurden auch die strömungsmechanischen Parameter in der Sensorbank optimiert. Außerdem wurden die adaptiven Digital-Signalverarbeitungsfilter weiterentwickelt und aufwendig abgestimmt. So konnte die interne Sprungdauer $t_{90_{\text{int}}}$ von bisher ca. 15–20s auf ca. 5–8s reduziert werden.

Insgesamt bringt die Optimierung eine Gesamtsprungdauer $t_{90_{\text{ext}}}$ von ca. 12s für eine typische Anwendung zur Gasturbinensteuerung mit einer 30-bar-Leitung.

gas lab Q1 erlaubt nun noch größere Freiheiten bei der Auslegung der Rohrleitungen in Mess-, Steuer- und Regelanwendungen.

Mit dieser Entwicklung ist Elster-Instromet den Wünschen der Anwender gefolgt: Die Steigerung der Messdynamik des

Dr. Joachim Kastner
j.kastner@elster-instromet.com

Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte gerne an Ihre Ansprechpartner in Sachen

- Projekte und Angebote:** Andreas Dirks (andreas.dirks@elster.com)
Michael Halm (m.halm@elster-instromet.com)
- Technische Fragen:** Dr. Joachim Kastner (j.kastner@elster-instromet.com)
Addy Baksteen (a.baksteen@elster-instromet.com)

