

# Halbautomatische Prüfung von Gasturbinenansaugfiltern nach dem ARAMCO-Standard und zur Leistungsoptimierung

D. Renschen\*, J. Schamberg\*, N. Guttenbrunner\*\*, N. Schneider\*\*

Angesichts steigender Ansprüche an die Qualität der Ansaugluft moderner Gasturbinen besteht zunehmender Bedarf an Gasturbinenluftfiltern mit verbessertem Wirkungsgrad und höherer Energieeffizienz im Betrieb. Deshalb hat Bilfinger Gerber mit Unterstützung durch die DMT GmbH & Co. KG als Prüfspezialisten für Luftfilter einen speziellen Prüfstand erstellt, auf dem sich Gasturbinenansaugfilter nach dem ARAMCO-Standard (32-SAMSS-008, /1/) halbautomatisch prüfen lassen. Der Standard beschreibt ein strenges Prüfprogramm für Gasturbinenfilter incl. Abreinigungssystem. Durch eine entsprechende Messdatenerfassung und Regelungstechnik können die verschiedenen Prüfphasen automatisch so ablaufen, wie es vom ARAMCO-Standard gefordert wird. Nur für die Entnahme der Staubproben zur Ermittlung des Filterwirkungsgrades ist ein manuelles Eingreifen erforderlich. So lassen sich aufeinanderfolgende Prüfungen verschiedener Arten von Luftansaugfiltern durchführen, um beispielsweise im Rahmen von Forschung und Entwicklung die Filterleistung zu optimieren.

## 1. Einleitung

Neubauten und das wachsende Ersatzgeschäft lassen 2013 den Umsatz mit Ansaugfiltern für Gasturbinen auf über 400 Millionen Dollar steigern. In seinem Bericht zu den Weltmärkten für Luftfiltration und -reinigung (Air Filtration and Purification World Markets) stellte der Herausgeber McIlvaine dar, dass innerhalb des mit 7 Milliarden Dollar veranschlagten Luftfiltermarktes ein Anteil von 6 % auf dieses Segment der Gasturbinenzuluftfiltration entfallen wird. Angesichts steigender Ansprüche an die Qualität der Ansaugluft moderner Gasturbinen besteht zunehmend Bedarf an Gasturbinenluftfiltern mit verbessertem Wirkungsgrad und höherer Energieeffizienz im Betrieb. Viele der bereits bestehenden und zukünftigen Gasturbinenkraftwerke werden in trockenen oder halbtrockenen Gebieten errichtet, in denen sie unter Umständen hohen Staubaufkommen ausgesetzt sind.

Normalerweise werden Ansaugfilter für den Einsatz in Gasturbinen zur Klassifizierung nach EN 779 getestet. Hiermit erhält man zwar Leistungsdaten wie Anfangsdruckverlust und -wirkungsgrad; die Angaben über den gemittelten DEHS-Wirkungsgrad und die ASHRAE-Prüfstaubkapazität sind nicht relevant. Diese Norm gibt auch keinen Aufschluss über das Verhalten abreinigbarer Filteranlagen und deren Leistung im Betriebsablauf, geschweige unter erschwerten Betriebsbedingungen.

Für die Filtermedien solcher Ansaugfilter sind Vorprüfungen auf dem Prüfstand nach VDI 3926 („Prüfung von abreinigbaren Filtermedien“ oder ISO 11057 /2/) zu empfehlen, um Informationen über das Alterungsverhalten oder z.B. die Abscheideleistung gegenüber dem aus der Anwendung stammenden Prüfstaub in Erfahrung zu bringen.

Beim sogenannten Saudi Aramco Standard 32-SAMSS-008 handelt es sich um eine „Material System Specification“, die im Anhang eine Prüfvorschrift für abreinigbare Pulsfilter enthält. Durch diese Spezifikation soll sichergestellt werden, dass Ansaugluftfiltersysteme für die mit Außenluft arbeitenden Gasturbinen den extremen Umweltbedingungen sowohl in Wüstengebieten mit hohem Staubaufkommen als auch in Gebieten mit einer relativen Luftfeuchtigkeit bis 100 % (Küstenbereich) standhalten. Mit einem solchen Ansaugluftfiltersystem soll dafür gesorgt werden, dass das Eindringen von Luftschmutzpartikeln wie zum Beispiel Sand, Staub und Alkalimetallsalzen (Meersalzaerosolen) minimiert wird, um die Erosion der Gasturbinenverdichter, allgemeine Verschmutzung, Blockierung des Kühlluftdurchlasses und die Heißgaskorrosion der Bauteile im Turbinenbereich zu verhindern. Das in der Spezifikation beschriebene System ist für eine hochleistungsfähige Luftfiltration im Dauerbetrieb vorgesehen. Diese Spezifikation gilt also nur für selbstreinigenden Luftfiltersysteme mit automatischer Abpulsung.

Für andere Umweltbedingungen in Gebieten mit weit geringerem Staubaufkommen, wie z.B. in Mitteleuropa, wurde kürzlich die Prüfnorm „Luftfiltereinlass-

systeme von Rotationsmaschinen - Prüfverfahren - Teil 1: Statische Filterelemente“ (ISO/DIS 29461-1:2010, /3/) für Luftfilter, die sich nicht abreinigen lassen, erstellt.

Als Luftfilterprüfspezialist und externes Prüfinstitut hat die DMT GmbH & Co. KG die Firma Bilfinger Gerber als Anlagenbauer (Schallschutz- und Filtersysteme wie Filterhäuser) beim Aufbau eines speziellen Prüfstands unterstützt, auf dem sich Gasturbinenansaugfilter nach der von Saudi Aramco verfassten „Material System Specification“ 32-SAMSS-008 halbautomatisch prüfen lassen. Anhang II der Aramco-Spezifikation beschreibt das Prüfverfahren für ein in mehrere Phasen unterteiltes Filterprüfprogramm unter besonders rauen Bedingungen, mit dem die Widerstandsfähigkeit gegen Sandstürme in der Wüste ermittelt wird.

## 2. Prüfnorm

Material System Specification 32-SAMSS-008 der Saudi Aramco (ARAMCO-Standard)

Die meisten Kapitel der Spezifikation befassen sich mit den Material- und Systemanforderungen an ein in einem Filtergehäuse eingebautes Ansaugluftfiltersystem für Gasturbinen. Enthalten sind außerdem die Anforderungen an das Luftfilterelement (Aufbau). Des Weiteren beschreibt die Spezifikation Anforderungen an die Systemleistung, die Elektrik, Mechanik und Messgerätektechnik sowie das Filtergehäuse. Im Anhang finden sich Informationen über Schutzanstriche und die genaue Beschreibung der definierten Eignungs- und Leistungstests für Werkstoffe, zum Beispiel auf Beständigkeit gegen Salznebel.

\* D. Renschen, J. Schamberg,  
DMT GmbH & Co. KG  
Produktprüfungen Kälte & Luftqualität  
Am Technologiepark 1, D-45307 Essen  
\*\* N. Guttenbrunner, N. Schneider  
Bilfinger-Gerber GmbH, D-44379 Dortmund

Tab. 1: Überblick über die Messstellen des Prüfstands nach Aramco-Standard

MESSSTELLENLISTE				
SENSOR-NR.	KKS-Nr.	MESSGERÄT	MESSGRÖßE	EINHEIT
Sensor 1	MBL 20 CP 001	Differenzdruck-Messumformer	SENSOR_1_DP_VOR_VOLUMENMESS	Pa
Sensor 2	MBL 20 CF 001	Wilson-Staugitter	SENSOR_2_VOLUMENSTROM	m <sup>3</sup> /h
Sensor 3	MBL 20 AA 001	Positionswächter	SENSOR_3_POS_KLAPPE_ABLUFT	%
Sensor 4	MBL 20 AA 002	Positionswächter	SENSOR_4_POS_KLAPPE_UMLUFT	%
Sensor 5	MBL 20 CP 002	Drucktransmitter	SENSOR_5_DP_FILTER_H12	Pa
Sensor 6	MBL 10 CP 001	Drucktransmitter	SENSOR_6_ATMOSPÄRENDRUCK	mbar
Sensor 7	MBL 10 CM 001	Humidity and Temperature Transmitter	SENSOR_7_LUFTFEUCHTIGKEIT	%
Sensor 8	MBL 10 CT 001	Humidity and Temperature Transmitter	SENSOR_8_TEMPERATUR_IM_RAUM	°C
Sensor 9	MBL 10 CP 005	Örtl. Rundmanometer mit Drucktransmitter	SENSOR_9_DRUCK_IM_HEADER	bar
Sensor 10	MBL 10 CP 002	Drucktransmitter	SENSOR_10_DP_FILTER_S1	Pa
Sensor 11	MBL 10 CP 003	Drucktransmitter	SENSOR_11_DP_FILTER_S2	Pa
Sensor 12	MBL 10 CP 004	Drucktransmitter	SENSOR_12_DP_FILTER_S3	Pa
Sensor 13	MBL 10 AA 101	Massflow-Controller	SENSOR_13_DURCHFLUSS_MFC_1	m <sup>3</sup> /h
Sensor 14	MBL 10 AA 102	Massflow-Controller	SENSOR_14_DURCHFLUSS_MFC_2	m <sup>3</sup> /h
Sensor 15	MBL 20 KN 001	Drehzahlzähler	SENSOR_15_DREHZAHN_FU	1/min
Sensor 16	MBL 10 AC 002	Wägezellen	SENSOR_16_STAUBMENGE_DOSIERER	kg
Sensor 17	MBL 10 CQ 001	-	SENSOR_17_KRAFT_PATRONENBEFESTIGUNGSMUTTER	kN
Sensor 18	MBL 10 CP 006	-	SENSOR_18_DRUCK_PATRONENBODEN	Pa
Sensor 19	MBL 10 CM 002	-	SENSOR_19_LUFTFEUCHE_ABSTRÖMSEITE	%
Sensor 20	MBL 10 CT 002	-	SENSOR_20_TEMPERATUR_ABSTRÖMSEITE	°C

Bei der Planung einer Prüfung (bzw. eines Prüfstands) müssen unbedingt die Anforderungen an das Pulsabreinigungssystem berücksichtigt werden (Kapitel 5). Alle übrigen wichtigen Kennzahlen zur Prüfgeräteausstattung, dem Testmaterial (Prüfstaub), Versuchsbedingungen und dem Prüfverfahren für Filterelemente sowie die Berichtserstellung der erhaltenen Ergebnisse sind in Anhang II (Filterprüfanforderungen) aufgeführt.

### 3. Auslegung und Validierung des Prüfstands

Trotz der in Anhang II des Aramco-Standards genannten Anforderungen und Beschreibungen zur geeigneten Ausstattung des Prüfstands waren noch diverse Einzelheiten festzulegen. Aufgrund des geplanten Aufbaus eines halbautomatisch arbeitenden Prüfstands mussten weitere Anforderungen definiert werden, insbesondere für die Mess-, Steuer- und Regeltechnik sowie die Software zur Datenerfassung und -kontrolle.

Weitere Anforderungen ergaben sich aus der Notwendigkeit, ein Prüfsystem zur Generierung von Daten aufzubauen, das auch den Anforderungen hinsichtlich einer Akkreditierung (nach DIN EN ISO/IEC 17025 /4/) als auch Zertifizierung (DIN EN ISO/IEC 17065 /5/) genügt. Dies vor dem Hintergrund mit diesem Prüfstand zu prüfenden Filterelemente zertifizieren zu können. Deshalb müssen sich sämtliche in dem Prüfstand eingebauten Messgeräte kalibrieren lassen und über eine gültige Kalibrationszeugnis verfügen.

Nach Fertigstellung muss der Prüfstand als vollständiges Prüfsystem überprüft und seine Eignung bestätigt werden (Validierung nach EN 45002 „Allgemeine Kriterien zum Begutachten von Prüflaboratorien“/6/). Das Prüfverfahren zur Validierung kennzeichnet die Verfahrensmerkmale der Prüfverfahren des Aramco-Standards. Ein weiteres Ziel der Validierung des Prüfstands und des Prüfverfahrens (durch DMT) besteht darin

sicherzustellen, dass auch die Durchführung der Prüfungen an den Gasturbinenfiltereinsätzen (die an einer Prüfstelle von Bilfinger Gerber vorgenommen werden) dem Aramco-Standard entspricht. Für die Zertifizierung von geprüften Filterbauarten muss das validierte Prüfverfahren auch vor jeglicher Manipulation im Rahmen der Datenerfassung geschützt sein. DMT handelt als neutraler Dienstleister, der mit einer Zertifizierungsprüfung beauftragt ist. Bilfinger Gerber stellt ihm das Prüflabor zur Verfügung. Daher muss DMT die Richtigkeit der Messdaten gewährleisten, wenn diese in dem externen Labor gemessen werden.

Das Prüfverfahren für Filter nach dem Aramco-Standard ist in sechs Phasen unterteilt, in denen eine Reihe verschiedener Parameter und Messungen durchgeführt werden.

Im Wesentlichen sind für die Aramco-Prüfverfahren (Phasen 0 bis 5) folgende Daten kontinuierlich zu messen:

- Differenzdruck am Wilson-Staugitter (Volumenstrom im Prüfkanal – max. 12750 m<sup>3</sup>/Std.):  $\Delta p_{\text{Staugitter}}$
- Umgebungsdruck (0 – 1100 mbar):  $p_{\text{barom}}$
- Umgebungstemperatur:  $T_{\text{Umgebung}}$
- Relative Luftfeuchtigkeit:  $\varphi_{\text{Umgebung}}$
- Differenzdruck Ansaugfilter (3 Druckmessumformer: I 0 bis 300 Pa, II 0 bis 1000 Pa, III 0 bis 10000 Pa):  $\Delta p_{\text{Filter}}$
- Druckluftbehälterdruck (max. 10 bar):  $p_{\text{Druckluft}}$
- Ventilöffnungszeit (wird dem vorgegebenen Wert angepasst, nicht gemessen)
- Volumenstrom an Entnahmestelle 1 (Massendurchflussregler 0 – 200 Liter/Min.):  $V_{\text{PN1}}$
- Volumenstrom an Entnahmestelle 2 (Massendurchflussregler 0 – 200 Liter/Min.):  $V_{\text{PN2}}$
- Staubkonzentration Rohgas (vorgeschaltet, über Stauberzeuger, gravimetrische Dosierung, Wägezelle 0 bis 50 kg):  $\dot{m}_{\text{Prüfstaub}}$

Als Filter-Spezialist Nr. 1 verfügen wir über das größte Filter-Angebot für den Mobil- und Industrie-sektor.

Ein permanentes Lager mit 20'000 Filtertypen. Alle Marken und Systeme. Für Erstausrüstung und Austausch.

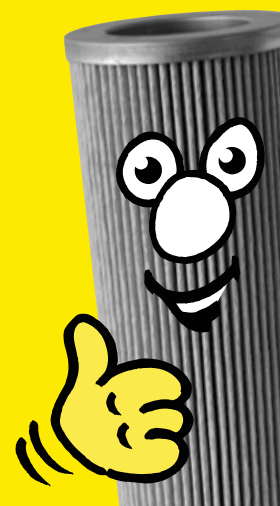
Kein mühsames Suchen mehr nach passenden Lieferanten. Top-Liefer-service – keine teuren Stillstandzeiten.

www.sf-filter.com
















SF-FILTER

SF Filter GmbH  
D-78056 VS-Schwenningen  
Tel. +49 7720 95 70 02  
Fax +49 7720 95 70 04  
info@sf-filter.de



Tab. 2: Grundmodule des Prüfstands nach Aramco-Standard

1		
	Kompressor mit Lufttrockner	Zwischengeschalteter Druckluftbehälter
2		
	Druckluftbehälter mit Membranventilen, Blasrohranschluss	Druckregelventil
3		
	Membranventil	Ventilsteuerung für Blasrohrmembranventil
4		
	2 Blasrohre mit (jeweils) 6 Austrittsdüsen	
5 + 6		
	Prüfkanal Abschnitt für die Staubprobenahme	
6		
	Staubprobenahmesystem	Massendurchflussregler (Staubprobenahme)
7		 
	Staubeinblasung (Düsen)	Prüfstaubrückhaltevorrichtung Steuereinheit

Datenerfassung und -übertragung der Messwerte an den Zentralrechner (Leitstand) müssen sichergestellt sein. Alle Messparameter sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

#### 4. Halbautomatischer Prüfstand für Gasturbinenansaugfilter

Der neue Prüfstand von Bilfinger Gerber besteht aus mehreren verschiedenen Modulen, die sich für die Durchführung von Prüfungen nach der technischen Spezifikation 32-SAMSS-008 eignen.

Der Prüfaufbau setzt sich aus 10 Modulen zusammen:

- 1) Kompressor (Druckluftversorgung) für den Druckluftbehälter
- 2) Druckluftbehälter
- 3) Membraneckventil
- 4) Blasrohr/-leitung
- 5) Prüfkanal
- 6) Prüfabschnitt für Staubprobenahme bzw. Staubprobenahmesystem
- 7) Staubeinblasung (Staubaufgabesystem)
- 8) Differenzdruckmessung (für den Filter)
- 9) Gebläse (Saugbetrieb)
- 10) Verdampfer zur Befeuchtung

Tabelle 2 zeigt Fotos der verschiedenen Module.

Alle Bestandteile des in dieser Form aufgebauten Prüfstands sind an den zentralen Steuerrechner angeschlossen. Das Softwareprogramm erfasst alle Daten und steuert die verschiedenen Komponenten wie z.B. das frequenzgesteuerte Gebläse zur automatischen Anpassung des Volumenstroms an den Sollwert. Auch die Prüfstauberzeugung, die Druckimpulssteuerung und die Probenahme des Staubs auf der Anströmseite (Reingas) der Filterprüflinge werden innerhalb einer Prüfphase nach Aramco-Standard automatisch durchgeführt. Lediglich der Wechsel der geprüften Filter zur gravimetrischen Bestimmung des im Reingas enthaltenen Prüfstaubs muss in bestimmten Zeitabständen vom Bediener per Hand durchgeführt werden.

Der Zentralrechner kontrolliert die Messdaten anhand bestimmter Grenzwerte (zum Beispiel Druckobergrenze). Wird dieser Grenzwert erreicht, wird der Prüflauf automatisch gestoppt und der Bediener durch ein Alarmsignal darauf aufmerksam gemacht. Abbildung 1 zeigt den Bildschirm des Steuerungsprogramms.

#### 5. Validierung von Prüfstand und -verfahren

Um ein korrektes Prüfverfahren als Grundlage einer Zertifizierung zu gewährleisten, wurde der gesamte Prüfstand



gründlich untersucht. Die Untersuchung befasste sich insbesondere mit den Messwertaufnehmern, um die ordnungsgemäße Positionierung und das Kalibrieren der Messausrüstung zu kontrollieren.

Zunächst wurde der Kalibrierstatus der verschiedenen Messgeräte kontrolliert. Als Bestandteil der Prüfstandsvalidierung bedeutet das eine Überprüfung der Kalibrierscheine und deren Aufnahme in das Prüfstandshandbuch. Sämtliche Messfühler der Prüfgeräteausrüstung müssen regelmäßig gemäß den Anforderungen des vereinbarten Qualitätskontrollsystems (Tabelle. 1) rekaliert werden. Im Rahmen der Durchführung von Prüfungen an Ansaugfiltern nach dem ARAMCO-Standard unter der Aufsicht von DMT wird von dieser die Gültigkeit der Kalibrierscheine regelmäßig überprüft.

Für die Stauberzeugung untersuchte DMT den Massendurchfluss des Staubs und kalibrierte das System nach einer internen Verfahrensanweisung zur Qualitätskontrolle. Die Qualität der Partikelgrößenverteilung des Stauberzeugungssystems wurde durch Messung mittels eines von DMT modifizierten Berner-Impaktors und Vergleich mit der Korngrößenverteilung des verwendeten Prüfstaubs (Abb. 2) untersucht.

Tab. 2: Grundmodule des Prüfstands nach Aramco-Standard

8		Differenzdruckmessumformer		Messstellen
9		Radialgebläse Axialgebläse		Lüftungsklappe mit Stellantrieb
10		Verdampfer (Vorderseite außerhalb der Prüfkammer)		Feuchte- und Temperaturfühler (innerhalb der Prüfkammer)

## Your trusted partner for innovative solid/liquid separation solutions



**ANDRITZ SEPARATION** is one of the leading global suppliers of mechanical and thermal solid/liquid separation technologies. With our established experience in many chemical applications we are a worldwide trusted partner when it comes to innovative products and systems:

- Decanters, filter centrifuges, separators
- Drum filters, belt filters
- Filter presses, cross-flow filters
- Fluid bed dryers, vertical helix dryers, plate dryers
- Mechanical and thermal separation systems

**ANDRITZ KMPT GmbH**  
 Industriestrasse 1-3  
 85256 Vierkirchen, Germany  
 Phone: +49 (8139) 80299 0  
 separation.de@andritz.com

[www.andritz.com](http://www.andritz.com)

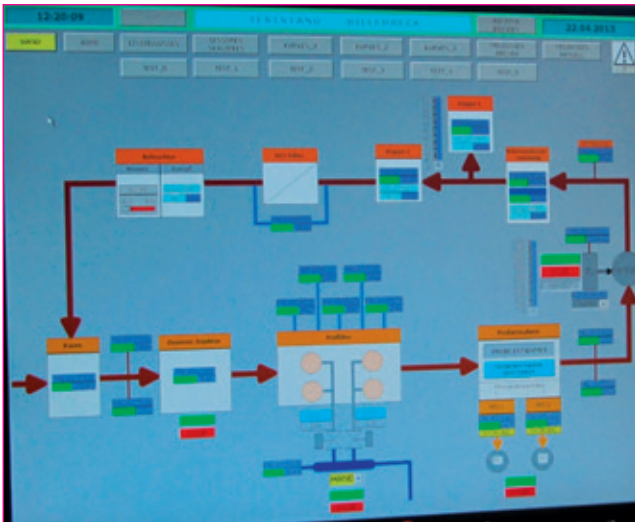


Abb. 1: Foto des Bildschirms des Steuerungsprogramms

Die von den verschiedenen Messfühler im Prüfstand gemessenen Daten werden vom zentralen Steuerrechner mit einer Geschwindigkeit von etwa fünf Werten pro Minute erfasst. Die sich daraus ergebende Tabelle zeigt eine kontinuierliche Zeitskala, auf der die Daten der einzelnen Messfühler in entsprechenden Säulen dargestellt werden. Die Daten werden nach den fünf Prüfphasen aufgeschlüsselt und in einer „csv-Datei“ gespeichert, die in eine Excel-Tabelle umgewandelt wird, um sie für eine anschließende Datenanalyse problemlos bearbeiten zu können.

Zur Validierung des an den Standard 32-SAMSS-008 angepassten halbautomatischen Filterprüfverfahrens wurden zwei gleiche Prüfungen an einem baugleichen Ansaugfilter auf dem DMT- und dem Bilfinger Gerber-Prüfstand vorgenommen. Diese erste Validierungsprüfung auf dem Prüfstand von Bilfinger Gerber wurde von einem DMT-Prüfingenieur begleitet.

Im Rahmen dieser Prüfverfahrenvalidierung hat DMT Leistungen in Form folgender Arbeitspakete erbracht:

- Definition der Anforderungen an diese externe Zertifizierungsprüfung
- Definition des für das Prüfverfahren angewandten Validierungsverfahrens
- Ringversuch zwischen DMT und Bilfinger Gerber
- Kontrolle der Rohdatenintegrität und der ordnungsgemäßen Datenübertragung

Der gesamte Validierungsprozess wurde von Bilfinger Gerber erfolgreich bestanden.

## 6. Durchführung der Prüfungen und Zertifizierung der Ansaugfilterelemente

Die Prüfung der Filtereinsätze nach Aramco-Standard auf dem neuen Prüfstand erfolgt am Standort von Bilfinger Gerber. Die Prüfungsergebnisse werden jedoch von DMT zertifiziert. Dabei wird davon ausgegangen, dass Bilfinger Gerber und DMT bei der Untersuchung der Filterleistung für andere Kunden eng zusammenarbeiten. Deshalb erfolgt die Zusammenarbeit der beiden Parteien auf Grundlage einer Geheimhaltungsvereinbarung, durch die vertrauliche Behandlung aller Informationen, die im Rahmen von Prüfungen für Dritte zur Kenntnis gelangen, sichergestellt ist.

DMT erhält sowohl während laufender Messungen Zugriff auf die am externen Prüfstand erfassten Daten als auch nach Abschluss der Prüfungen auf die vollständigen Datensätze. DMT kann über das Internet mit dem TeamViewer-Programm auf das Rechnersystem des externen Prüfstands zugreifen. Auf diese Weise lassen sich die jeweiligen Betriebszustände während laufender

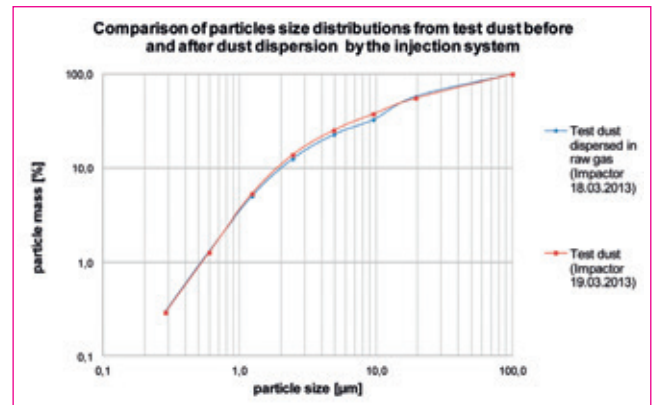


Abb. 2: Vergleich der Korngrößenverteilung des Prüfstaubes mit dem dispergierten Prüfstaub, der dem Rohgas im Prüfstand entnommen wurde

EN

- Comparison of particles size distributions from test dust before and after dust dispersion by the injection system
- particle mass [%]
- particle size [ $\mu\text{m}$ ]
- Test dust dispersed in raw gas (Impactor 18.03.2013)
- Test dust (Impactor 19.03.2013)

DE

- Vergleich der Korngrößenverteilungen des Prüfstaubes vor und nach der Staubverteilung durch das Einblasssystem
- Partikelmasse [%]
- Partikelgröße [ $\mu\text{m}$ ]
- Prüfstaub, verteilt im Rohgas (Impactor 18.03.2013)
- Prüfstaub (Impactor 19.03.2013)

Prüfungen überwachen. Durch den Vergleich der Daten, die während der Überwachung durch den TeamViewer dokumentiert wurden, mit dem Rohdatensatz nach Abschluss der Prüfungen kann die Gültigkeit der Daten verifiziert werden.

## 7. Einsatzmöglichkeiten dieses einzigartigen Prüfsystems

Mit dem halbautomatischen „Aramco-Prüfstand“ von Bilfinger Gerber lassen sich plausible und verlässliche Ergebnisse erzielen. Seine Auslegung eignet sich für das an Ansaugfiltern vorzunehmende Prüfverfahren gemäß der Spezifikation 32-SAMSS-008. Durch diese halbautomatische Filtersystemprüfung können Prüfungen viel leichter und mit weniger Personaleinsatz durchgeführt werden.

Zu den Grundmerkmalen des Prüfstands zählen auch eine Dampfbefeuchtung und ein Umluftsystem. Die Umluft wie auch der erzeugte Dampf wird in einem speziellen Raum eingeleitet, indem sich der Lufteinlass zum Prüfkanal mit den Filterpatronen befindet. Durch diese Konfiguration des Prüfaufbaues eröffnen sich diverse weitere Prüfmöglichkeiten.

Dieser Prüfstand ermöglicht die Durchführung von Testreihen verschiedener Ansaugfiltertypen (nicht nur Gasturbineneinlassluftfilter) und eignet sich zur Optimierung der Filterleistung im Rahmen der Entwicklung und Vorentwicklung. Daher können neben den standardgerechten Prüfoptionen weitere Prüfungen durchgeführt werden, zum Beispiel eine Optimierung des Abstands zwischen Blasrohr und Filtereinsatz oder des Druckluftverbrauchs, die Ermittlung der Effizienz von Koaleszenzfiltern oder Tropfenabscheidern, usw.

### Literatur

- /1/ 32-SAMSS-008, Materials System Specification for Inlet Air Filtration Systems for Combustion Gas Turbines, Saudi Aramco, 2008
- /2/ VDI 3926-1, „Prüfung von Filtermedien für Abreinigungsfilter - Standardprüfung zur vergleichenden Bewertung von abreinigbaren Filtermedien“
- /3/ ISO/DIS 29461-1:2010, „Luftfiltereinlasssysteme von Rotationsmaschinen - Prüfverfahren - Teil 1: Statische Filterelemente“
- /4/ DIN EN ISO/IEC 17025 „Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien,“
- /5/ DIN EN ISO/IEC 17065, „Konformitätsbewertung - Anforderungen an Stellen, die Produkte, Prozesse und Dienstleistungen zertifizieren“
- /6/ EN 45002 „Allgemeine Kriterien zum Begutachten von Prüflaboratorien“