

# Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Braunschweig und Berlin



## Prüfbericht

*Test report*

Gegenstand:  
*Object* Wirkdruckmeßstrecke mit Reduzierung DN 200 / DN 100

Hersteller:  
*Manufacturer* systec Controls  
Meß- & Regeltechnik GmbH  
Lindberghstr. 4  
D 82178 Puchheim

Typ  
*Type* DF 25 Typ 21

Gerätenummer  
*Serial number* DF 2550

Auftraggeber:  
*Applicant* systec Controls  
Meß- & Regeltechnik GmbH  
Lindberghstr. 4  
D 82178 Puchheim

Anzahl der Seiten:  
*Number of pages* 5

Geschäftszeichen  
*Reference No.* 3275.9-SYS

Prüfzeichen:  
*Test mark* PTB 99

Datum der Prüfung:  
*Date of test* 20.07.99

Im Auftrag  
*By order* Braunschweig, 8.9.99

Bearbeiter  
*Examiner*

Dr. R. Kramer



# Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Seite 2 zum Prüfbericht vom 8.9.99, Prüfzeichen: PTB 99

Page 2 of test report of 8.9.99, Test mark: PTB 99

## 1. Prüfverfahren

Die Prüfung der Wirkdruckmeßstrecke erfolgte mit atmosphärischer Luft auf dem Prüfstand der PTB, der über kritisch betriebene Düsen als Durchflußnormale verfügt. Der maximale Durchfluß der Meßstrecke war mit  $Q_{\max} = 2500 \text{ m}^3/\text{h}$  festgelegt.

Bei den durchgeführten Prüfungen wurden vor der Wirkdruckmeßstrecke eine gerade Einlaufstrecke der Länge  $10 D$  und zwischen der Wirkdruckmeßstrecke und dem Sammler des Düsenprüfstandes ein  $5 D$  gerades Rohrstück angeordnet.

Die Vorstörungstests erfolgten mit High-Level- und Low-Level-Einlaufstörungen nach OIML-R 32, die jeweils vor der geraden Einlaufstrecke installiert wurden.

Bei den durchgeführten Messungen wurden folgende Größen an der Wirkdruckmeßstrecke gemessen bzw. aus den Zustandsgrößen der Luft berechnet.

Formelzeichen	Beschreibung	Einheit	Unsicherheit
			U (k=2)
$\Delta p$	Differenzdruck zwischen dem + und dem - Stutzen	Pa	5 Pa
$p_E$	Absolutdruck 1D stromaufwärts zur Wirkdruckmeßstrecke	Pa	5 Pa
$\rho_E$	Luftdichte der (angesaugten) atmosphärischen Luft bezogen auf den Zustand 1D stromaufwärts zur Wirkdruckmeßstrecke	$\text{kg}/\text{m}^3$	0,12%
$Q_m$	Massestrom der Luft	$\text{kg}/\text{s}$	0,12%
$F$	Meßabweichung zwischen dem aus dem Differenzdruck berechneten und dem wahren Durchfluß	%	
$\varepsilon$	Expansionszahl		
$\kappa$	Isentropenexponent		
$k$	Korrekturfaktor		
$S$	meßstreckenspezifischer Widerstandsbeiwert (Blockagefaktor)		
$d$	Innendurchmesser (im Bereich der Wirkdrucksonden)	m	

Der statische Eingangsdruck der Wirkdruckmeßstrecke diente als Referenzdruck und wurde mit Hilfe von Druckstutzen 1D vor der Wirkdruckmeßstrecke bestimmt.

Der Innendurchmesser im Bereich der Wirkdrucksonden betrug  $d = 0,105 \text{ m}$ .

Die Luftdichte im Einlauf der Wirkdruckmeßstrecke wurde aus den Werten für den Druck, die Temperatur und die Feuchte im Einlauf berechnet.

# Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Seite 3 zum Prüfbericht vom 8.9.99, Prüfzeichen: PTB 99

Page 3 of test report of 8.9.99, Test mark PTB 99

Die Berechnung des Massestromes in der Wirkdruckmeßstrecke erfolgt nach:

$$Q_m = \sqrt{\frac{1}{\zeta}} \varepsilon \frac{\pi}{4} d^2 \sqrt{2 \Delta p \rho} \quad (1)$$

mit

$$\varepsilon = 1 - \frac{k \Delta p}{\kappa p_E} \quad (2)$$

Aus 3 Vorversuchen mit 10 D gerader Einlaufstrecke bei 0,2  $Q_{\max}$ , 0,6  $Q_{\max}$  und  $Q_{\max}$  wurden Werte für die meßstreckenspezifischen Größen  $\zeta$  und  $k$  berechnet, wobei davon ausgegangen wurde, daß  $\varepsilon$  für kleine Durchflüsse gegen 1 geht.

Aus den Vorversuchen ergaben sich die Werte

$$\zeta = 3,2803$$

$$k = 0,65976$$

Diese Werte wurden für die Berechnung der Meßabweichungen bei den Messungen mit 10 D Einlaufstrecke und bei den Vorstörungstests verwendet

## 2. Ergebnisse

Messungen mit 10 D gerader Einlaufstrecke

$Q_m$	$p_L$	$p_E$	$\Delta p$	$F$
kg/s	Pa	kg/m <sup>3</sup>	Pa	%
0,77015	99695	1,1511	12822	0,21
0,70286	99759	1,1517	10365	-0,03
0,63175	99786	1,1517	8131	-0,40
0,55996	99838	1,1513	6297	-0,24
0,48539	99900	1,1519	4671	-0,07
0,40841	99960	1,1528	3271	0,10
0,32953	100001	1,1534	2108	0,17
0,24751	100026	1,1538	1180	0,24
0,16571	100037	1,1535	524	0,06

# Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Seite 4 zum Prüfbericht vom 8.9.99, Prüfzeichen: PTB 99

Page 4 of test report of 8.9.99, Test mark: PTB 99

Messungen mit 10 D gerader Einlaufstrecke und  
OIML-R32 Low-Level-Störung links

$Q_m$	$P_E$	$\rho_E$	$\Delta p$	$F$
kg/s	Pa	kg/m <sup>3</sup>	Pa	%
0,76929	99051	1,1599	12707	0,27
0,33211	100037	1,1709	2113	0,26
0,20833	100166	1,1724	818	0,12

Messungen mit 10 D gerader Einlaufstrecke und  
OIML-R32 Low-Level-Störung rechts

$Q_m$	$P_E$	$\rho_E$	$\Delta p$	$F$
kg/s	Pa	kg/m <sup>3</sup>	Pa	%
0,77013	98925	1,1584	12500	-0,62
0,33204	100015	1,1704	2106	0,09
0,20824	100139	1,1716	817	0,06

Messungen mit 10 D gerader Einlaufstrecke und  
OIML-R32 High-Level-Störung links

$Q_m$	$P_E$	$\rho_E$	$\Delta p$	$F$
kg/s	Pa	kg/m <sup>3</sup>	Pa	%
0,74827	96183	1,1244	12348	0,04
0,32995	99464	1,1621	2094	0,08
0,20759	99925	1,1716	817	0,38

Messungen mit 10 D gerader Einlaufstrecke und  
OIML-R32 High-Level-Störung rechts

$Q_m$	$P_E$	$\rho_E$	$\Delta p$	$F$
kg/s	Pa	kg/m <sup>3</sup>	Pa	%
0,7476	96184	1,1243	12183	-0,46
0,32999	99464	1,1623	2091	0,01
0,20767	99923	1,1676	816	0,11

# Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Seite 5 zum Prüfbericht vom 8.9.99, Prüfzeichen: PTB 99

Page 5 of test report of 8.9.99, Test mark: PTB 99

**Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)** in Braunschweig und Berlin ist das natur- und ingenieurwissenschaftliche Staatsinstitut und die technische Oberbehörde der Bundesrepublik Deutschland für das Meßwesen und Teile der Sicherheitstechnik. Die PTB gehört zum Dienstbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft. Sie erfüllt die Anforderungen an Kalibrier- und Prüflaboratorien sowie an Zertifizierungs- und Akkreditierungsstellen auf der Grundlage der Normen der Reihe DIN EN 45000 bzw. der relevanten ISO/IEC-Leitfäden

Zentrale Aufgabe der PTB ist es, die gesetzlichen Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI) darzustellen, zu bewahren und - insbesondere im Rahmen des gesetzlichen und industriellen Meßwesens - weiterzugeben. Die PTB steht damit an oberster Stelle der metrologischen Hierarchie in Deutschland

Zur Sicherstellung der weltweiten Einheitlichkeit der Maße arbeitet die PTB mit anderen nationalen metrologischen Instituten auf regionaler europäischer Ebene in EUROMET und auf internationaler Ebene im Rahmen der Meterkonvention zusammen. Das Ziel wird durch einen intensiven Austausch von Forschungsergebnissen und durch umfangreiche internationale Vergleichsmessungen erreicht

**The Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)** in Braunschweig and Berlin is the national institute for science and technology and the highest technical authority of the Federal Republic of Germany for the field of metrology and certain sectors of safety engineering. The PTB comes under the auspices of the Federal Ministry of Economics. It meets the requirements for calibration and testing laboratories, certification and accreditation bodies as defined in the EN 45000 series of standards and the relevant ISO/IEC guides.

It is the fundamental task of the PTB to realize and maintain the legal units in compliance with the International System of Units (SI) and to disseminate them, above all within the framework of legal and industrial metrology. The PTB thus is on top of the metrological hierarchy in Germany.

To ensure worldwide coherence of measures, the PTB cooperates with other national metrology institutes within EUROMET on the regional European level and on the international level within the framework of the Metre Convention. The aim is achieved by an intensive exchange of results of research work carried out and by comprehensive international comparison measurements