

Prüfstelle Gebäudetechnik

Prüfbericht Nr.: HP-09876

Objekt: **Druckverlustmessung an Wellrohren**

Auftraggeber: **Maincor AG
Maincor 1
D-97478 Knetzgau**

Datum: **2009-12-23**

Dieser Bericht umfasst 34 Seiten und darf ohne die schriftliche Genehmigung der Prüfstelle HLK nur in ungekürzter Form vervielfältigt werden.

Inhaltsverzeichnis

1. Auftraggeber	3
2. Auftrag	3
3. Prüfobjekt, Eingangsdatum, Datum der Prüfung	3
4. Prüfverfahren	3
5. Messresultate	4
5.1. DN 75	4
5.2. DN 90	6
6. Schlussbemerkungen	8
7. Anhang 1, Prüfeinrichtung	9
8. Anhang 2, Spezifikationen Messgeräte	10
9. Anhang 3, Formelzusammenstellung	11
9.1. Gemessene Grössen	11
9.2. Berechnete Grössen	11
10. Anhang 4, Messunsicherheit	11
11. Anhang 5, Fotos	12

1. Auftraggeber

Auftraggeber: Maincor AG
Maincor 1
D-97478 Knetzgau

Kontaktperson: Dr. Thomas Zeiler

2. Auftrag

Druckverlustmessung und Rohrreibungskoeffizient-Bestimmung bei je 5 Messpunkten bei diversen Volumenströmen zwischen 10 und 70 m³/h.

3. Prüfobjekt, Eingangsdatum, Datum der Prüfung

Prüfobjekte

- Wellrohr DN75, Länge 5860 +/- 2 mm, Di 62 +/- 1.5 mm
- Wellrohr DN90, Länge 5760 +/- 2 mm, Di 75 +/- 1.5 mm

Eingangsdatum: 2009-11-26

Datum der Prüfung: 2009-12-21

4. Prüfverfahren

Druckverlustmessungen gemäss Prüfeinrichtung, Anhang 1. Der jeweilige Druckverlust ergibt sich als Differenz des gemessenen Druckverlusts minus Druckverlust der Messeinrichtung allein. Letzterer wird separat gemessen, mittels einer Trendlinie interpoliert und mit Hilfe einer Gleichung dargestellt.

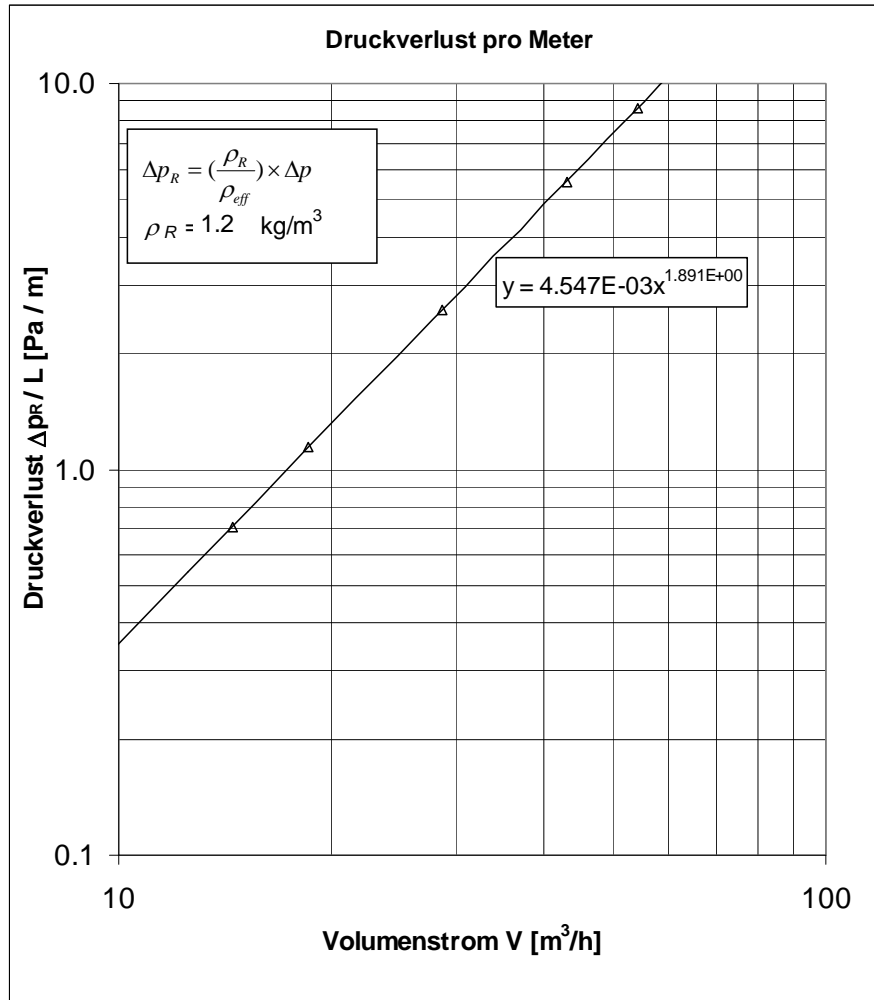
5. Messresultate

5.1. DN 75

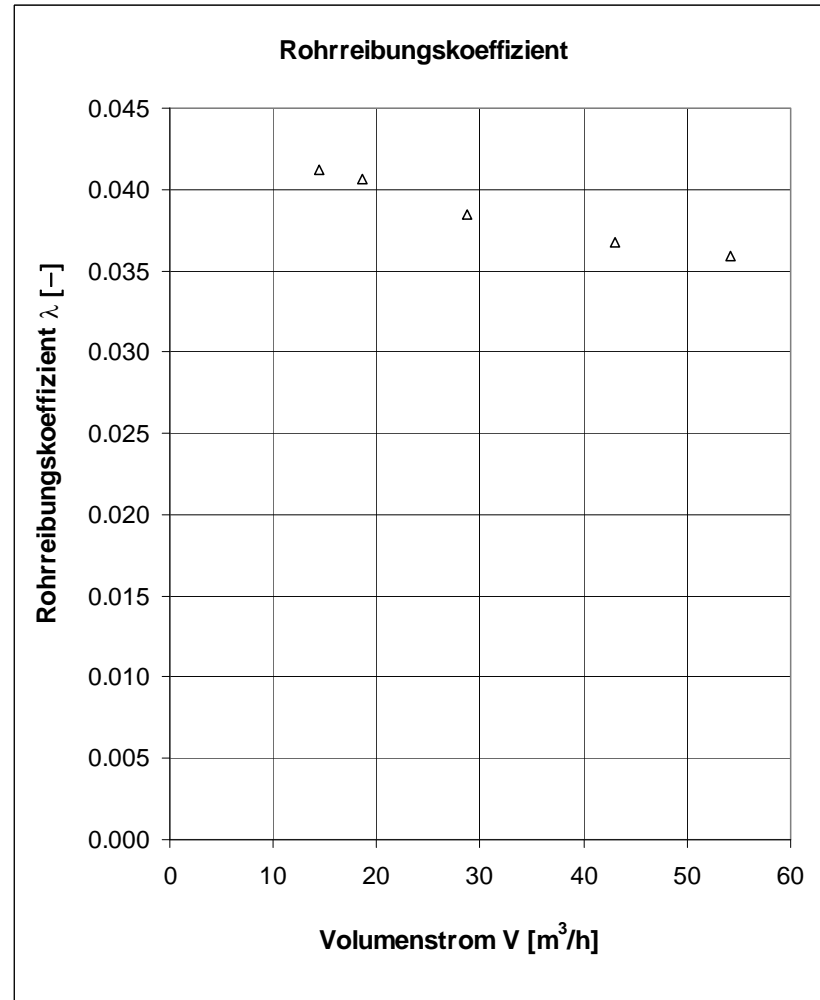
Maincor

Gegenstand Maincor Wellrohr
Hersteller Maincor
Typ Wellrohr DN75
Datum/Visum 21.12.2009/Dat
Länge Rohr 5860 mm +/- 2
Di Rohr 62 mm +/- 1.5
Bemerkungen
Referenzdichte 1.2 kg/m³

	p_{Baro} Pa	t °C	ρ kg/m ³	V m ³ /h	$u(V)$ % MW	m kg/h	ρ_{Vordruck} Pa	ρ' Pa	ρ'_{R} Pa	ρ''_{R} Pa	ρ_{R} Pa	ρ_{R} / L Pa / m	$u(\rho_{\text{R}} / L)$ % MW	ρ -	$u \rho$ % MW
MP1	94'528	19.1	1.124	14.50	0.65	16.29	4.6	4.2	4.5	0.3	4.2	0.7	39.7	0.0412	42.1
MP2	94'512	19.0	1.124	18.55	0.64	20.85	7.1	6.8	7.2	0.5	6.7	1.1	24.6	0.0406	28.3
MP3	94'496	19.0	1.124	28.72	0.64	32.28	15.8	15.3	16.3	1.1	15.2	2.6	10.9	0.0385	17.7
MP4	94'483	19.0	1.124	43.03	0.64	48.37	33.4	32.6	34.8	2.1	32.6	5.6	5.1	0.0367	14.9
MP5	94'459	19.0	1.124	54.26	0.63	60.98	51.5	50.5	53.9	3.1	50.7	8.7	3.3	0.0359	14.4



Resultate DN 75

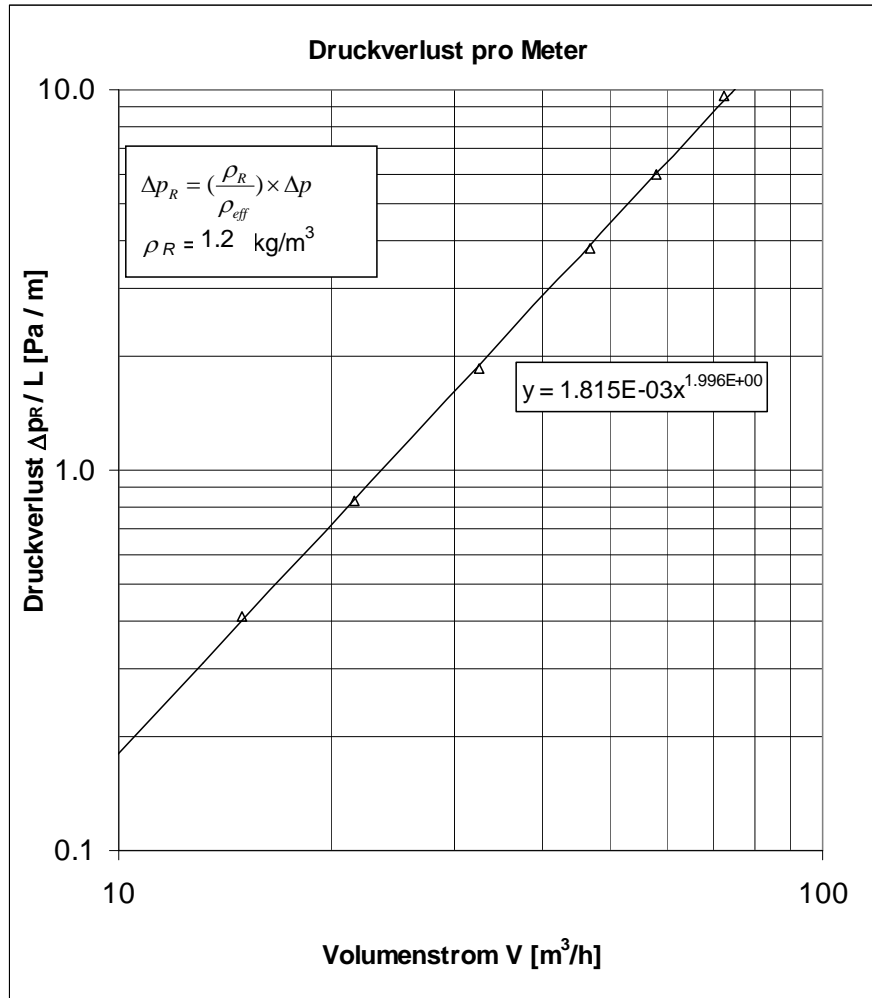


5.2. DN 90

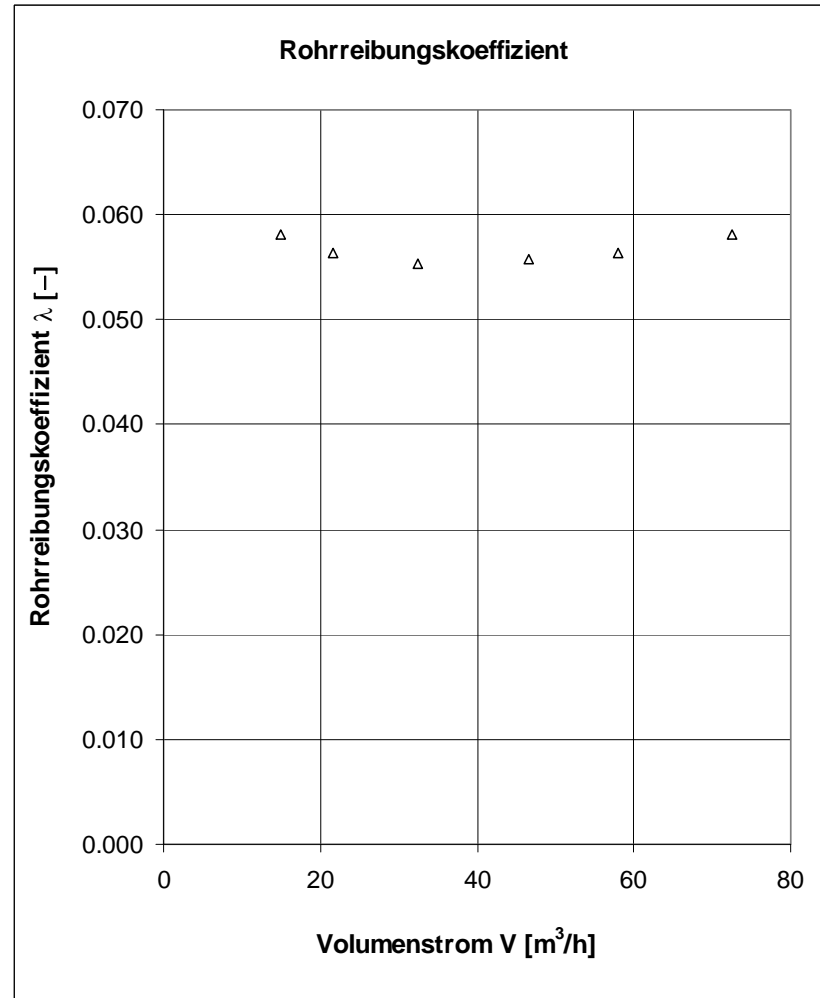
Maincor

Gegenstand Maincor Wellrohr
Hersteller Maincor
Typ Wellrohr DN90
Datum/Visum 21.12.2009/Dat
Länge Rohr 5760 mm +/- 2
Di Rohr 75 mm +/- 1.5
Bemerkungen
Referenzdichte 1.2 kg/m³

	p _{Baro} Pa	t °C	ρ kg/m ³	V m ³ /h	u(V) % MW	m kg/h	p _{Vordruck} Pa	p' Pa	p' _R Pa	p'' _R Pa	p _R Pa	p _R / L Pa / m	u(p _R / L) % MW	-	u □ % MW
MP1	94'424	19.1	1.122	14.97	0.66	16.80	2.9	2.5	2.7	0.4	2.4	0.4	69.7	0.0581	70.6
MP2	94'384	19.0	1.122	21.60	0.64	24.24	5.5	5.1	5.4	0.7	4.8	0.8	34.5	0.0563	36.4
MP3	94'372	19.0	1.122	32.45	0.63	36.41	11.8	11.2	11.9	1.3	10.6	1.8	15.6	0.0554	19.4
MP4	94'340	19.0	1.122	46.66	0.64	52.36	23.9	22.9	24.5	2.4	22.1	3.8	7.5	0.0557	13.8
MP5	94'341	19.0	1.122	58.00	0.63	65.09	36.8	35.6	38.0	3.5	34.5	6.0	4.8	0.0563	12.6
MP6	94'341	19.0	1.123	72.57	0.63	81.47	58.6	56.9	60.9	5.2	55.7	9.7	3.0	0.0581	12.0



Resultate DN 90



6. Schlussbemerkungen

Die angegebene erweiterte Messunsicherheit ist das Produkt aus der Standardmessunsicherheit und dem Erweiterungsfaktor $k = 2$. Die Werte der gemessenen respektive errechneten Grössen liegen jeweils mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% im zugeordneten Intervall.

Es wurden alle Anforderungen des Messumfanges des Kunden erfüllt.

Die Messresultate gelten ausschliesslich für die gemessenen Prüfobjekte.

Die elektronisch erfassten Daten werden während 3 Jahren gespeichert. Der Prüfbericht und die zugehörigen Dokumente werden bei uns an der Prüfstelle während 10 Jahren archiviert.

Der Auftraggeber kann während dieser Zeit die Dokumente einsehen. Der Aufwand beim Erstellen von Kopien wird dem Kunden verrechnet.

Horw, 2009-12-23

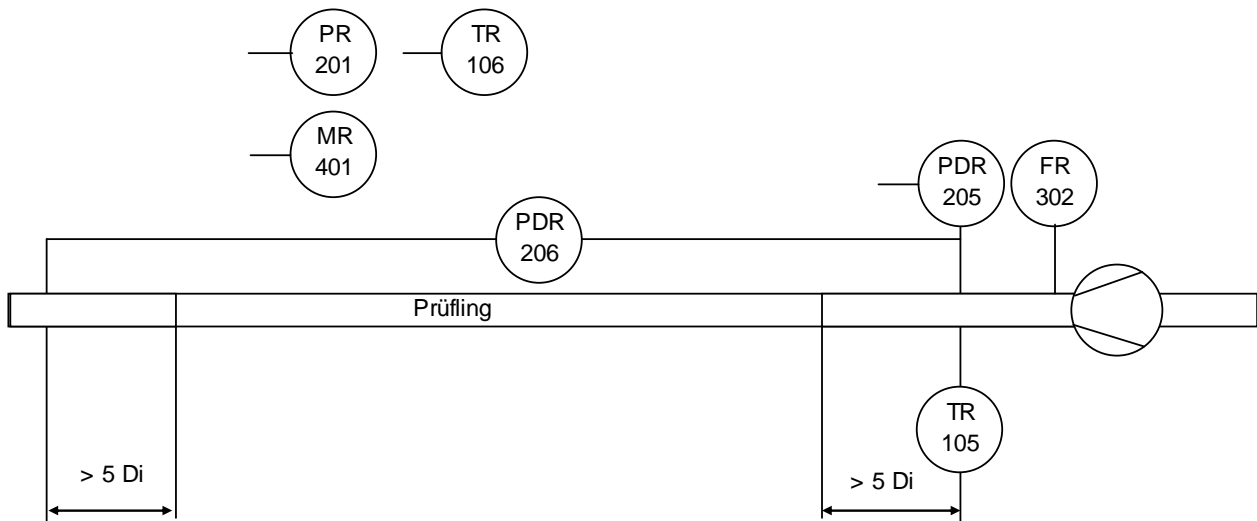


Dr. T. de Neef, dipl. Masch Ing. ETH
Leiter Prüfstelle Gebäudetechnik



Patrick Keller, dipl. Ing. HTL
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

7. Anhang 1, Prüfeinrichtung



Legende:

Erstbuchstabe		Folgebuchstabe		Ergänzungsbuchstabe	
F	Durchfluss	D	Differenz	R	Registrierung
P	Druck				
T	Temperatur				
M	Feuchte				

8. Anhang 2, Spezifikationen Messgeräte

Wenn Hinweise auf Kalibrierscheine angegeben sind, beziehen sich die Angaben auf ein Vertrauensniveau von 95%.

FR 302 Volumenstrom

Typ Instromet Drehkolbengaszähler: Type IRM 3 DUO
Messbereich 6.5 - 1'000 m³/h
Genauigkeit $\pm 0.5\%$ vom Messwert im Bereich >10m³/h (2008-04-22)
Log. Nr. 1.08 HP 330

PR 201 Luftdruck

Typ Barometer elektronisch Haenni
Genauigkeit ± 2 mbar
Log Nr. 1.07 HP 191

TR 101 Temperatur Umgebung

Typ Moser Pt100
Messbereich - 10... 90 °C
Genauigkeit ± 0.1 K
Log Nr. 1.16 HP116 Kanal 101

TR 401 rel. Feuchte Umgebung

Typ rotronic: Hygroclip S HPH-CG20XX
Messbereich 0...100%
Genauigkeit $\pm 2\%$
Log Nr. 1.09 HP105

TR 105 Lufttemperatur beim Prüfling

Typ Moser Pt100
Messbereich - 10... 90 °C
Genauigkeit ± 0.1 K
Log Nr. 1.16 HP 116 K105

PDR 205 statischer Überdruck vor dem Prüfling

Typ E+H: Deltabar S PM 075
Messbereich -10 bis +10 mbar
Genauigkeit ± 1.13 Pa (2009-03-25)
Log. Nr. 1.07 HP 198

PDR 206 Druckverlust Prüfling

Typ E+H: Deltabar S PM 075
Messbereich -10 bis +10 mbar
Genauigkeit ± 1.55 Pa (2009-03-25)
Log. Nr. 1.07 HP 197

9. Anhang 3, Formelzusammenstellung

9.1. Gemessene Grössen

Formelzeichen	Einheit	Definition
t	°C	Lufttemperatur beim Prüfling (TR105)
p _{Baro}	Pa	Luftdruck (PR201)
V	m ³ /h	Volumenstrom (FR302)
Δp _{Vordruck}	Pa	statischer Überdruck vor dem Prüfling (PDR205)
Δp'	Pa	Druckverlust Prüfling plus Messeinrichtung (PDR206)
Δp''	Pa	Druckverlust der Messeinrichtung (ME) ohne Prüfling (PDR206)
d	m	Innendurchmesser des Prüflings
L	m	Länge des Prüflings

9.2. Berechnete Grössen

Der Index R bezieht sich auf die Umrechnung der Werte einer gewählten Referenz-Luftdichte von 1.2 kg/m³.

Formelzeichen	Einheit	Definition
ρ	kg/m ³	Luftdichte bei der Messung beim Prüfling
m	kg/h	Massenstrom Luft $m = \rho \cdot V$
Δp _R	Pa	Druckverlust Prüfling, bezogen auf Referenzdichte ρ _R $\Delta p_R = \Delta p_R' - \Delta p_R''$ $\Delta p'_R = \Delta p' \cdot \frac{\rho_R}{\rho}$ $\Delta p''_R = \Delta p'' \cdot \frac{\rho_R}{\rho}$ ρ _R = 1.2 kg/m ³ (frei gewählt)
Δp _R / L	Pa / m	Druckverlust pro Meter Rohrlänge des Prüflings
λ	-	Rohrreibungskoeffizient $\lambda = \frac{2 \cdot \Delta p}{\rho \cdot w^2} \cdot \frac{d}{L}$, mit $w = \frac{V}{\pi/4 \cdot d^2}$

10. Anhang 4, Messunsicherheit

Siehe Genauigkeitsangaben in Anhang 2, Spezifikationen Messgeräte.

Die Angabe des Innendurchmessers der Prüflinge ist mit einiger Unsicherheit behaftet, da, der Strömungsquerschnitt der Prüflinge nicht kreisrund ist und zudem die Innenoberfläche gewellt ist. Dies manifestiert sich in einer grossen Unsicherheit der Angabe der Rohrreibungskoeffizienten, da hier der Durchmesser mit der 5. Potenz in die Berechnung eingeht.

11. Anhang 5, Fotos



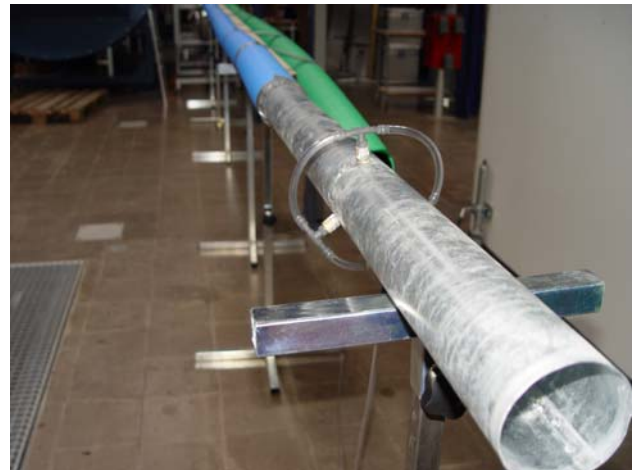
Prüfeinrichtung



Messstrecke allein



Messstrecke Einlauf



Messstrecke Auslauf