

Bericht

Vakuum – Anlage zur Produktion von Styropor (EPS) Formteilen

Kunde: AERO Verpackungsgesellschaft mbH
Benzstrasse 19
D-67269 Grünstadt

und

E.A. Heitz OHG
Fabrik für Verschäumanlagen
Benzstrasse 17
D-67269 Grünstadt

Inhaltsverzeichnis

Inhalt	Seite
1. Einleitung	3
2. Vakuumwerte an den Formmaschinen mit Wasserringpumpen-System	3
3. Vakuumwerte an den Formmaschinen mit Pneumofore Drehschieber-Vakuumpumpe	7
4. Messresultate an den Vakuumsystemen	10
4.1. Vakuum-Vergleich der Vakuumsysteme	14
5. Energie Vergleich	15
6. Kosten Rechnung	16
7. Schlussfolgerung	18
8. Anhang	19

1. Einleitung

ENCO Engineering Chur AG, nachfolgend ENCO genannt kontaktierte die Firma E.A. Heitz OHG, nachstehend HEITZ genannt im Februar 2003 um die Vorteile der Pneumofore Vakuumpumpen gegenüber Wasserringpumpen aufzuzeigen. In weiteren Gesprächen wurde vereinbart, dass Pneumofore SpA, nachstehend PNEUMOFORE genannt für 6 Monate probeweise kostenlos eine UV8 im Nachbarbetrieb, der Firma Aero Verpackungsgesellschaft mbH nachstehend AERO genannt, mit einem zusätzlichen wasser-gekühlten Kondensator zur Verfügung stellt.

Während dieses Probetriebes darf ENCO und PNEUMOFORE die Anlage Kunden nach Voranmeldung zeigen. HEITZ wird die Pneumofore Anlage und ihre Vorteile seinen Kunden vorführen.

Während der Startup-Phase vom 08./09. Juli 2003 wurden während des Produktionsbetriebes charakteristische Daten aufgenommen zu Vergleichszwecken zwischen den installierten Wasserringpumpen und der neu installierten Pneumofore Drehschieber-Vakuumpumpe.

2. Vakuumwerte an den Formmaschinen mit Wasserringpumpen-System

Der Betrieb zur Herstellung von EPS – Formteilen für die Verpackungsindustrie besteht aus 10 Formmaschinen. Die Formmaschinen sind an einem Zentral-Vakuumsystem zusammengeschlossen. Das Vakuum wird mit 6 Wasserringpumpen gemäss untenstehender Aufstellung erzeugt.

Installierte Leistung:

installierte Pumpen	Typ	Motor	Spannung [V]	Leistung [kW]	RPM [1/min]
1	ELMO-F	Siemens	380	5.5	2920
2	ELMO-F	Siemens	380	5.5	2910
3	ELMO-F	Daten nicht lesbar			
4	ELMO-F	Siemens	380	5.5	2920
5	ELMO-F	Siemens	380	5.5	2920
6	ELMO-F	Siemens	380	5.5	2940
Total				33	

Die Wasserringpumpen weisen folgende Kennzahlen auf:

Hersteller	Siemens	Wert für alle 6 WRP
Ansaugvolumen	80 m³/h	480 m³/h
Ansaugdruck	500 mbar	
Wasserverbrauch	0.28 m³/h	1.68 m³/h
Zulässiger Wassermittförderung	0.70 m³/h	4.20 m³/h

Im Betrieb sind alle Variationen der Maschinen 1 bis 10 möglich. Jede Formmaschine ist mit einer eigenen SPS ausgerüstet und wird individuell nach der herzustellenden Form programmiert. Da jede Formmaschine mit einem eigenen Programmzyklus arbeitet können jederzeit Spitzenwerte (min/max) im Vakuumsystem auftreten. Die Anordnung des System ist auf dem Prinzipschema Nr: 22'957 ersichtlich.

Die Wasserringpumpen weisen all folgende Charakteristik auf:

Motorleistungen gemessen während des Betriebes:

Pumpe No.	Strom [A]	Spannung [V]	Leistung [kW]
1	6.7	380	2.5
2	10.3	380	3.9
3	10.9	380	4.1
4	9.0	380	3.4
5	10.3	380	3.9
6	8.5	380	3.2
Total			21.2

Die Vakuummessungen beim Betrieb mit den Wasserringpumpen ergab für die einzelnen Formmaschinen folgende Ergebnisse wobei nach den Messungen am Vakuumsystem abgelesen wurde:

Maschine No.1				Maschine No.2			
Druckanzeige				Druckanzeige			
fahrender Teil		stehender Teil		fahrender Teil		stehender Teil	
bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)
-0.50	0.50	-0.55	0.45	-0.25	0.75	-0.55	0.45
-0.50	0.50	-0.55	0.45	-0.25	0.75	-0.55	0.45
-0.45	0.55	-0.50	0.50	-0.30	0.70	-0.56	0.44
-0.45	0.55	-0.55	0.45	-0.30	0.70	-0.56	0.44
-0.45	0.55	-0.50	0.50	-0.25	0.75	-0.55	0.45
-0.50	0.50	-0.55	0.45	-0.29	0.71	-0.59	0.41
-0.45	0.55	-0.50	0.50	-0.33	0.67	-0.62	0.38
-0.50	0.50	-0.55	0.45	-0.26	0.74	-0.56	0.44
-0.50	0.50	-0.55	0.45	-0.25	0.75	-0.55	0.45
-0.45	0.55	-0.52	0.48	-0.30	0.70	-0.56	0.44
-0.50	0.50	-0.55	0.45	-0.26	0.74	-0.55	0.45
-0.50	0.50	-0.55	0.45	-0.26	0.74	-0.55	0.45
-0.50	0.50	-0.55	0.45	-0.25	0.75	-0.55	0.45
-0.50	0.50	-0.55	0.45	-0.30	0.70	-0.57	0.43
-0.50	0.50	-0.55	0.45	-0.25	0.75	-0.55	0.45

Maschine No.3				Maschine No.4			
Druckanzeige				Druckanzeige			
fahrender Teil		stehender Teil		fahrender Teil		stehender Teil	
bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)
-0.15	0.85	-0.45	0.55	-0.49	0.51	-0.54	0.46
-0.15	0.85	-0.45	0.55	-0.44	0.56	-0.54	0.46
-0.15	0.85	-0.45	0.55	-0.44	0.56	-0.50	0.50
-0.15	0.85	-0.45	0.55	-0.40	0.60	-0.52	0.48
-0.15	0.85	-0.50	0.50	-0.42	0.58	-0.52	0.48
-0.15	0.85	-0.50	0.50	-0.40	0.60	-0.53	0.47
-0.15	0.85	-0.45	0.55	-0.40	0.60	-0.50	0.50
-0.15	0.85	-0.50	0.50	-0.46	0.54	-0.54	0.46
-0.15	0.85	-0.45	0.55	-0.46	0.54	-0.54	0.46
-0.15	0.85	-0.45	0.55	-0.46	0.54	-0.56	0.44
-0.15	0.85	-0.45	0.55	-0.42	0.58	-0.51	0.49
-0.15	0.85	-0.45	0.55	-0.42	0.58	-0.52	0.48
-0.15	0.85	-0.45	0.55	-0.43	0.57	-0.53	0.47
-0.15	0.85	-0.50	0.50	-0.45	0.55	-0.55	0.45
-0.15	0.85	-0.45	0.55	-0.44	0.56	-0.54	0.46

Maschine No.5				Maschine No.6			
Druckanzeige				Druckanzeige			
fahrender Teil		stehender Teil		fahrender Teil		stehender Teil	
bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)
-0.57	0.43	-0.60	0.40	-0.45	0.55	-0.52	0.48
-0.61	0.39	-0.63	0.37	-0.42	0.58	-0.50	0.50
-0.60	0.40	-0.60	0.40	-0.45	0.55	-0.50	0.50
-0.60	0.40	-0.61	0.39	-0.40	0.60	-0.47	0.53
-0.60	0.40	-0.63	0.37	-0.46	0.54	-0.51	0.49
-0.60	0.40	-0.60	0.40	-0.44	0.56	-0.50	0.50
-0.60	0.40	-0.62	0.38	-0.44	0.56	-0.50	0.50
-0.60	0.40	-0.60	0.40	-0.44	0.56	-0.50	0.50
-0.63	0.37	-0.65	0.35	-0.40	0.60	-0.46	0.54
-0.60	0.40	-0.60	0.40	-0.44	0.56	-0.50	0.50
-0.60	0.40	-0.62	0.38	-0.46	0.54	-0.52	0.48
-0.60	0.40	-0.60	0.40	-0.43	0.57	-0.50	0.50
-0.55	0.45	-0.60	0.40	-0.45	0.55	-0.51	0.49
-0.63	0.37	-0.64	0.36	-0.44	0.56	-0.50	0.50
-0.58	0.42	-0.58	0.42	-0.49	0.51	-0.55	0.45

Maschine No.7				Maschine No.8			
Druckanzeige				Druckanzeige			
fahrender Teil		stehender Teil		fahrender Teil		stehender Teil	
bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)
-0.50	0.50	-0.55	0.45	-0.58	0.42	-0.60	0.40
-0.50	0.50	-0.55	0.45	-0.55	0.45	-0.55	0.45
-0.55	0.45	-0.57	0.43	-0.55	0.45	-0.55	0.45
-0.45	0.55	-0.50	0.50	-0.58	0.42	-0.60	0.40
-0.50	0.50	-0.55	0.45	-0.55	0.45	-0.55	0.45
-0.50	0.50	-0.55	0.45	-0.55	0.45	-0.55	0.45
-0.52	0.48	-0.57	0.43	Formenwechsel		Formenwechsel	
-0.50	0.50	-0.55	0.45				
-0.50	0.50	-0.55	0.45				
-0.50	0.50	-0.55	0.45				
-0.50	0.50	-0.55	0.45				
-0.50	0.50	-0.55	0.45				
-0.52	0.48	-0.57	0.43				
-0.48	0.52	-0.54	0.46				
-0.48	0.52	-0.54	0.46				

Maschine No.9				Maschine No.10			
Druckanzeige				Druckanzeige			
fahrender Teil		stehender Teil		fahrender Teil		stehender Teil	
bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)
-0.50	0.50	-0.65	0.35	-0.55	0.45	-0.55	0.45
-0.48	0.52	-0.58	0.42	-0.55	0.45	-0.57	0.43
-0.48	0.52	-0.58	0.42	-0.54	0.46	-0.56	0.44
-0.50	0.50	-0.60	0.40	-0.54	0.46	-0.55	0.45
-0.48	0.52	-0.58	0.42	-0.58	0.42	-0.60	0.40
-0.48	0.52	-0.58	0.42	-0.54	0.46	-0.58	0.42
-0.48	0.52	-0.58	0.42	-0.55	0.45	-0.59	0.41
-0.48	0.52	-0.58	0.42	-0.53	0.47	-0.56	0.44
-0.48	0.52	-0.58	0.42	-0.50	0.50	-0.54	0.46
-0.50	0.50	-0.60	0.40	-0.50	0.50	-0.55	0.45
-0.50	0.50	-0.60	0.40	-0.52	0.48	-0.58	0.42
-0.48	0.52	-0.58	0.42	-0.57	0.43	-0.60	0.40
-0.50	0.50	-0.60	0.40	-0.53	0.47	-0.56	0.44
-0.50	0.50	-0.60	0.40	-0.54	0.46	-0.57	0.43
-0.48	0.52	-0.58	0.42	-0.53	0.47	-0.56	0.44

3. Vakuumwerte an den Formmaschinen mit Pneumofore Drehschieber-Vakuumpumpe

Die Inbetriebnahme der Drehschieber-Vakuumpumpe führte zu nachstehenden Resultaten.

Installierte Leistung

Type	Spannung [V]	Leistung [kW]	1/min
UV8	380	11	1460

Die Drehschieber-Vakuumpumpe weist folgende Kennzahlen auf:

Technische Angaben	
Saugvermögen	500 m ³ /h
Höchstvakuum	99,9 %
Abs. Restdruck	1 ÷ 0,5 mbar
Leistung	11 kW
Drehzahl	1460 U/min
Ventilatormotor	.25 kW

Während des Betriebes wurden folgende Motorleistungen gemessen, wobei die Leistung des Ventilatormotors nicht berücksichtigt wird, da dieser Motor nur bei hohen Oeltemperaturen in Betrieb geht:

Type	Strom [A]	Spannung [V]	Leistung [kW]
UV8	17.8	380	6.764

Die Vakuummessungen beim Betrieb mit der Drehschieber-Vakuumpumpe ergab für die einzelnen Formmaschinen die folgenden Ergebnisse Ergebnisse wobei nach den Messungen am Vakuumsystem abgelesen wurde:

Maschine No.1				Maschine No.2			
Druckanzeige				Druckanzeige			
fahrender Teil		stehender Teil		fahrender Teil		stehender Teil	
bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)
-0.45	0.55	-0.50	0.50	-0.25	0.75	-0.50	0.50
-0.45	0.55	-0.50	0.50	-0.25	0.75	-0.55	0.45
-0.40	0.60	-0.45	0.55	-0.20	0.80	-0.50	0.50
-0.40	0.60	-0.45	0.55	-0.20	0.80	-0.50	0.50
-0.45	0.55	-0.50	0.50	-0.25	0.75	-0.55	0.45
-0.48	0.52	-0.52	0.48	-0.20	0.80	-0.50	0.50
-0.45	0.55	-0.50	0.50	-0.20	0.80	-0.50	0.50
-0.48	0.52	-0.52	0.48	-0.20	0.80	-0.50	0.50
-0.44	0.56	-0.50	0.50	-0.25	0.75	-0.55	0.45
-0.45	0.55	-0.50	0.50	-0.20	0.80	-0.50	0.50
				-0.25	0.75	-0.55	0.45
				-0.20	0.80	-0.50	0.50
				-0.25	0.75	-0.55	0.45
				-0.25	0.75	-0.55	0.45
				-0.20	0.80	-0.50	0.50

Maschine No.3				Maschine No.4			
Druckanzeige				Druckanzeige			
fahrender Teil		stehender Teil		fahrender Teil		stehender Teil	
bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)
-0.18	0.82	-0.30	0.70	-0.45	0.55	-0.55	0.45
-0.18	0.82	-0.45	0.55	-0.35	0.65	-0.50	0.50
-0.18	0.82	-0.45	0.55	-0.35	0.65	-0.50	0.50
-0.18	0.82	-0.40	0.60	-0.35	0.65	-0.50	0.50
-0.15	0.85	-0.44	0.56	-0.35	0.65	-0.50	0.50
-0.16	0.84	-0.45	0.55	-0.35	0.65	-0.50	0.50
-0.18	0.82	-0.48	0.52	-0.35	0.65	-0.50	0.50
-0.16	0.84	-0.45	0.55	-0.30	0.70	-0.45	0.55
-0.18	0.82	-0.42	0.58	-0.35	0.65	-0.50	0.50
-0.16	0.84	-0.44	0.56	-0.35	0.65	-0.50	0.50
-0.16	0.84	-0.44	0.56	-0.30	0.70	-0.45	0.55
-0.15	0.85	-0.45	0.55	-0.35	0.65	-0.50	0.50
-0.16	0.84	-0.45	0.55	-0.30	0.70	-0.45	0.55
				-0.35	0.65	-0.50	0.50
				-0.35	0.65	-0.50	0.50

Maschine No.5				Maschine No.6			
Druckanzeige				Druckanzeige			
fahrender Teil		stehender Teil		fahrender Teil		stehender Teil	
bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)
-0.46	0.54	-0.46	0.54	-0.35	0.65	-0.35	0.65
-0.46	0.54	-0.50	0.50	-0.35	0.65	-0.40	0.60
-0.48	0.52	-0.50	0.50	-0.35	0.65	-0.40	0.60
-0.48	0.52	-0.50	0.50	-0.35	0.65	-0.40	0.60
-0.50	0.50	-0.50	0.50	-0.10	0.90	-0.15	0.85
-0.50	0.50	-0.50	0.50	-0.30	0.70	-0.35	0.65
-0.48	0.52	-0.48	0.52	-0.20	0.80	-0.30	0.70
-0.48	0.52	-0.50	0.50	-0.35	0.65	-0.40	0.60
-0.48	0.52	-0.50	0.50	-0.40	0.60	-0.45	0.55
-0.48	0.52	-0.50	0.50	-0.35	0.65	-0.40	0.60
				-0.35	0.65	-0.40	0.60
				-0.30	0.70	-0.35	0.65
				-0.30	0.70	-0.35	0.65
				-0.40	0.60	-0.45	0.55
				-0.35	0.65	-0.40	0.60

Maschine No.7				Maschine No.8			
Druckanzeige				Druckanzeige			
fahrender Teil		stehender Teil		fahrender Teil		stehender Teil	
bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)
-0.40	0.60	-0.50	0.50	-0.50	0.50	-0.55	0.45
-0.45	0.55	-0.50	0.50	-0.50	0.50	-0.55	0.45
-0.45	0.55	-0.55	0.45	-0.50	0.50	-0.55	0.45
-0.40	0.60	-0.52	0.48	-0.50	0.50	-0.55	0.45
-0.45	0.55	-0.55	0.45	-0.50	0.50	-0.55	0.45
-0.41	0.59	-0.51	0.49	-0.50	0.50	-0.55	0.45
-0.45	0.55	-0.55	0.45	-0.50	0.50	-0.55	0.45
-0.42	0.58	-0.52	0.48	-0.50	0.50	-0.55	0.45
-0.46	0.54	-0.56	0.44	-0.50	0.50	-0.55	0.45
-0.40	0.60	-0.50	0.50	-0.50	0.50	-0.55	0.45
-0.46	0.54	-0.55	0.45	-0.50	0.50	-0.55	0.45
-0.44	0.56	-0.53	0.47	-0.50	0.50	-0.55	0.45
-0.45	0.55	-0.55	0.45	-0.50	0.50	-0.55	0.45
-0.46	0.54	-0.55	0.45	-0.50	0.50	-0.55	0.45
-0.48	0.52	-0.56	0.44	-0.50	0.50	-0.55	0.45

Maschine: No.9				Maschine: No.10			
Druckanzeige				Druckanzeige			
fahrender Teil		stehender Teil		fahrender Teil		stehender Teil	
bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)	bar(g)	bar(a)
-0.50	0.50	-0.60	0.40	-0.50	0.50	-0.55	0.45
-0.50	0.50	-0.60	0.40	-0.50	0.50	-0.55	0.45
-0.45	0.55	-0.55	0.45	-0.50	0.50	-0.55	0.45
-0.44	0.56	-0.54	0.46	-0.50	0.50	-0.55	0.45
-0.48	0.52	-0.58	0.42	-0.50	0.50	-0.55	0.45
-0.48	0.52	-0.58	0.42	-0.50	0.50	-0.55	0.45
-0.45	0.55	-0.55	0.45	-0.50	0.50	-0.55	0.45
-0.43	0.57	-0.53	0.47	-0.50	0.50	-0.55	0.45
-0.44	0.56	-0.54	0.46	-0.50	0.50	-0.55	0.45
-0.46	0.54	-0.56	0.44	-0.50	0.50	-0.55	0.45
-0.47	0.53	-0.57	0.43	-0.50	0.50	-0.55	0.45
				-0.50	0.50	-0.55	0.45
				-0.50	0.50	-0.55	0.45
				-0.50	0.50	-0.55	0.45
				-0.50	0.50	-0.55	0.45

4. Messresultate an den Vakuumsystemen

Die Messungen des Vakuums am System zeigt nachstende Resultate. Das Vakuum an den Formmaschinen ist in den Tabellen unter Kapitel 2 und 3 aufgezeigt. Die Messungen der Wasserringpumpen wurde am 08. Juli 2003 diejenigen der Pneumofore Drehschieber-Vakuumpumpe am 09. Juli 2003 vorgenommen. Die Messungen wurden vor den Messungen an den Formmaschinen vorgenommen.

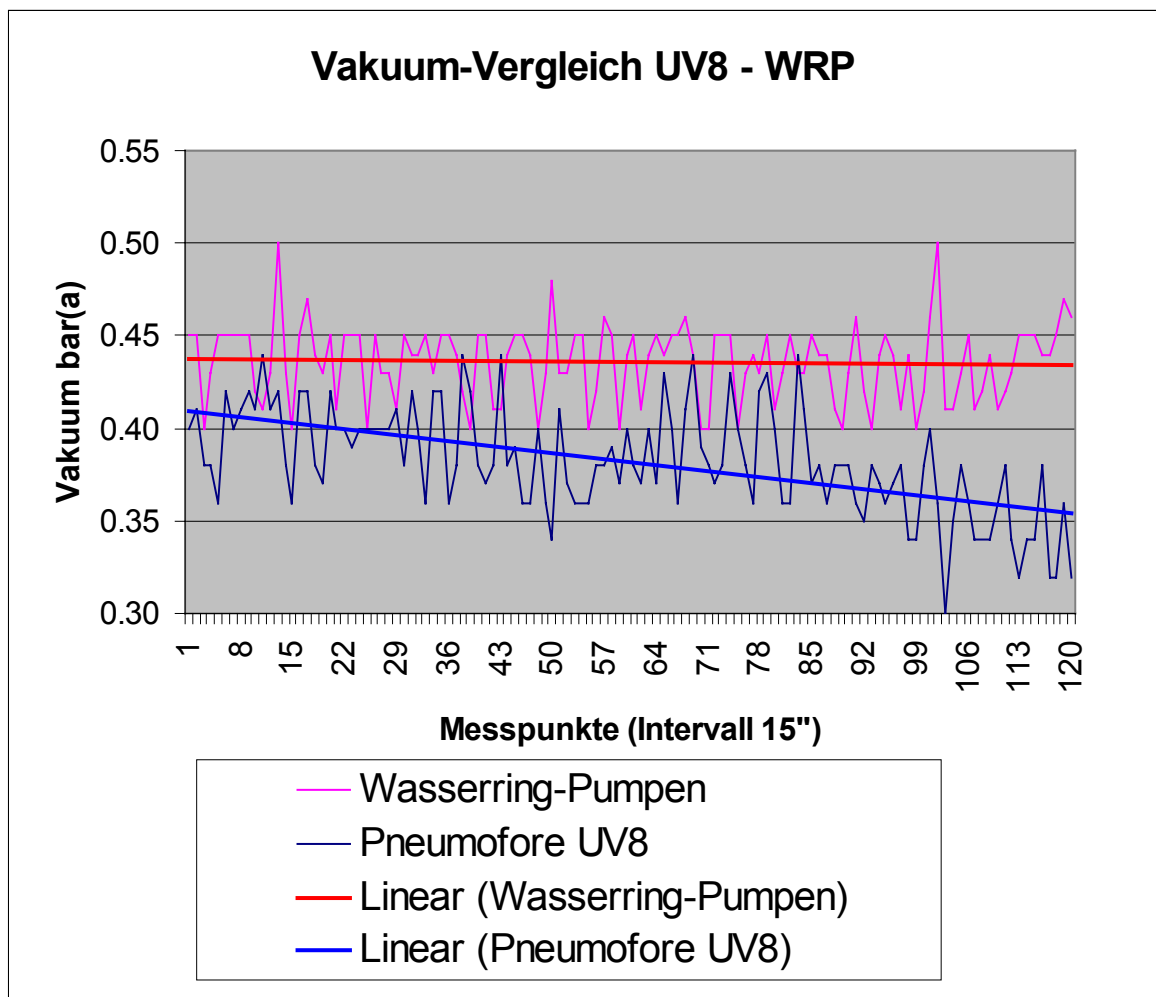
Druckanzeige im Betriebszustand				Druckanzeige im Betriebszustand			
System:		PNEUMOFOR		System:		Wasserring-Pumpen	
Datum:		08.07.2003		Datum:		09.07.2003	
Mess-Intervall:		15 Sekunden		Mess-Intervall:		15 Sekunden	
Messbeginn:		15:30		Messbeginn:		08:08	
No.	Zeit	Anzeige (barg)	(bara)	No.	Zeit	Anzeige (barg)	(bara)
1	15:30:00	-0.60	0.40	1	08:08:00	-0.55	0.45
2	15:30:15	-0.59	0.41	2	08:08:15	-0.55	0.45
3	15:30:30	-0.62	0.38	3	08:08:30	-0.60	0.40
4	15:30:45	-0.62	0.38	4	08:08:45	-0.57	0.43
5	15:31:00	-0.64	0.36	5	08:09:00	-0.55	0.45
6	15:31:15	-0.58	0.42	6	08:09:15	-0.55	0.45
7	15:31:30	-0.60	0.40	7	08:09:30	-0.55	0.45
8	15:31:45	-0.59	0.41	8	08:09:45	-0.55	0.45
9	15:32:00	-0.58	0.42	9	08:10:00	-0.55	0.45
10	15:32:15	-0.59	0.41	10	08:10:15	-0.58	0.42
11	15:32:30	-0.56	0.44	11	08:10:30	-0.59	0.41
12	15:32:45	-0.59	0.41	12	08:10:45	-0.57	0.43
13	15:33:00	-0.58	0.42	13	08:11:00	-0.50	0.50
14	15:33:15	-0.62	0.38	14	08:11:15	-0.57	0.43
15	15:33:30	-0.64	0.36	15	08:11:30	-0.60	0.40
16	15:33:45	-0.58	0.42	16	08:11:45	-0.55	0.45
17	15:34:00	-0.58	0.42	17	08:12:00	-0.53	0.47
18	15:34:15	-0.62	0.38	18	08:12:15	-0.56	0.44
19	15:34:30	-0.63	0.37	19	08:12:30	-0.57	0.43
20	15:34:45	-0.58	0.42	20	08:12:45	-0.55	0.45
21	15:35:00	-0.60	0.40	21	08:13:00	-0.59	0.41
22	15:35:15	-0.60	0.40	22	08:13:15	-0.55	0.45
23	15:35:30	-0.61	0.39	23	08:13:30	-0.55	0.45
24	15:35:45	-0.60	0.40	24	08:13:45	-0.55	0.45
25	15:36:00	-0.60	0.40	25	08:14:00	-0.60	0.40
26	15:36:15	-0.60	0.40	26	08:14:15	-0.55	0.45
27	15:36:30	-0.60	0.40	27	08:14:30	-0.57	0.43
28	15:36:45	-0.60	0.40	28	08:14:45	-0.57	0.43
29	15:37:00	-0.59	0.41	29	08:15:00	-0.59	0.41
30	15:37:15	-0.62	0.38	30	08:15:15	-0.55	0.45
31	15:37:30	-0.58	0.42	31	08:15:30	-0.56	0.44
32	15:37:45	-0.60	0.40	32	08:15:45	-0.56	0.44
33	15:38:00	-0.64	0.36	33	08:16:00	-0.55	0.45
34	15:38:15	-0.58	0.42	34	08:16:15	-0.57	0.43
35	15:38:30	-0.58	0.42	35	08:16:30	-0.55	0.45
36	15:38:45	-0.64	0.36	36	08:16:45	-0.55	0.45

Druckanzeige im Betriebszustand				Druckanzeige im Betriebszustand			
System:		PNEUMOFÖRE		System:		Wasserring-Pumpen	
No.	Zeit	Anzeige (barg)	(bara)	No.	Zeit	Anzeige (barg)	(bara)
37	15:39:00	-0.62	0.38	37	08:17:00	-0.56	0.44
38	15:39:15	-0.56	0.44	38	08:17:15	-0.58	0.42
39	15:39:30	-0.58	0.42	39	08:17:30	-0.60	0.40
40	15:39:45	-0.62	0.38	40	08:17:45	-0.55	0.45
41	15:40:00	-0.63	0.37	41	08:18:00	-0.55	0.45
42	15:40:15	-0.62	0.38	42	08:18:15	-0.59	0.41
43	15:40:30	-0.56	0.44	43	08:18:30	-0.59	0.41
44	15:40:45	-0.62	0.38	44	08:18:45	-0.56	0.44
45	15:41:00	-0.61	0.39	45	08:19:00	-0.55	0.45
46	15:41:15	-0.64	0.36	46	08:19:15	-0.55	0.45
47	15:41:30	-0.64	0.36	47	08:19:30	-0.56	0.44
48	15:41:45	-0.60	0.40	48	08:19:45	-0.60	0.40
49	15:42:00	-0.64	0.36	49	08:20:00	-0.57	0.43
50	15:42:15	-0.66	0.34	50	08:20:15	-0.52	0.48
51	15:42:30	-0.59	0.41	51	08:20:30	-0.57	0.43
52	15:42:45	-0.63	0.37	52	08:20:45	-0.57	0.43
53	15:43:00	-0.64	0.36	53	08:21:00	-0.55	0.45
54	15:43:15	-0.64	0.36	54	08:21:15	-0.55	0.45
55	15:43:30	-0.64	0.36	55	08:21:30	-0.60	0.40
56	15:43:45	-0.62	0.38	56	08:21:45	-0.58	0.42
57	15:44:00	-0.62	0.38	57	08:22:00	-0.54	0.46
58	15:44:15	-0.61	0.39	58	08:22:15	-0.55	0.45
59	15:44:30	-0.63	0.37	59	08:22:30	-0.60	0.40
60	15:44:45	-0.60	0.40	60	08:22:45	-0.56	0.44
61	15:45:00	-0.62	0.38	61	08:23:00	-0.55	0.45
62	15:45:15	-0.63	0.37	62	08:23:15	-0.59	0.41
63	15:45:30	-0.60	0.40	63	08:23:30	-0.56	0.44
64	15:45:45	-0.63	0.37	64	08:23:45	-0.55	0.45
65	15:46:00	-0.57	0.43	65	08:24:00	-0.56	0.44
66	15:46:15	-0.60	0.40	66	08:24:15	-0.55	0.45
67	15:46:30	-0.64	0.36	67	08:24:30	-0.55	0.45
68	15:46:45	-0.59	0.41	68	08:24:45	-0.54	0.46
69	15:47:00	-0.56	0.44	69	08:25:00	-0.56	0.44
70	15:47:15	-0.61	0.39	70	08:25:15	-0.60	0.40
71	15:47:30	-0.62	0.38	71	08:25:30	-0.60	0.40
72	15:47:45	-0.63	0.37	72	08:25:45	-0.55	0.45
73	15:48:00	-0.62	0.38	73	08:26:00	-0.55	0.45
74	15:48:15	-0.57	0.43	74	08:26:15	-0.55	0.45
75	15:48:30	-0.60	0.40	75	08:26:30	-0.60	0.40
76	15:48:45	-0.62	0.38	76	08:26:45	-0.57	0.43
77	15:49:00	-0.64	0.36	77	08:27:00	-0.56	0.44
78	15:49:15	-0.58	0.42	78	08:27:15	-0.57	0.43
79	15:49:30	-0.57	0.43	79	08:27:30	-0.55	0.45
80	15:49:45	-0.60	0.40	80	08:27:45	-0.59	0.41
81	15:50:00	-0.64	0.36	81	08:28:00	-0.57	0.43
82	15:50:15	-0.64	0.36	82	08:28:15	-0.55	0.45
83	15:50:30	-0.56	0.44	83	08:28:30	-0.57	0.43

Druckanzeige im Betriebszustand				Druckanzeige im Betriebszustand			
System:		PNEUMOFÖRE		System:		Wasserring-Pumpen	
No.	Zeit	Anzeige (barg)	(bara)	No.	Zeit	Anzeige (barg)	(bara)
84	15:50:45	-0.59	0.41	84	08:28:45	-0.57	0.43
85	15:51:00	-0.63	0.37	85	08:29:00	-0.55	0.45
86	15:51:15	-0.62	0.38	86	08:29:15	-0.56	0.44
87	15:51:30	-0.64	0.36	87	08:29:30	-0.56	0.44
88	15:51:45	-0.62	0.38	88	08:29:45	-0.59	0.41
89	15:52:00	-0.62	0.38	89	08:30:00	-0.60	0.40
90	15:52:15	-0.62	0.38	90	08:30:15	-0.57	0.43
91	15:52:30	-0.64	0.36	91	08:30:30	-0.54	0.46
92	15:52:45	-0.65	0.35	92	08:30:45	-0.58	0.42
93	15:53:00	-0.62	0.38	93	08:31:00	-0.60	0.40
94	15:53:15	-0.63	0.37	94	08:31:15	-0.56	0.44
95	15:53:30	-0.64	0.36	95	08:31:30	-0.55	0.45
96	15:53:45	-0.63	0.37	96	08:31:45	-0.56	0.44
97	15:54:00	-0.62	0.38	97	08:32:00	-0.59	0.41
98	15:54:15	-0.66	0.34	98	08:32:15	-0.56	0.44
99	15:54:30	-0.66	0.34	99	08:32:30	-0.60	0.40
100	15:54:45	-0.62	0.38	100	08:32:45	-0.58	0.42
101	15:55:00	-0.60	0.40	101	08:33:00	-0.54	0.46
102	15:55:15	-0.64	0.36	102	08:33:15	-0.50	0.50
103	15:55:30	-0.70	0.30	103	08:33:30	-0.59	0.41
104	15:55:45	-0.65	0.35	104	08:33:45	-0.59	0.41
105	15:56:00	-0.62	0.38	105	08:34:00	-0.57	0.43
106	15:56:15	-0.64	0.36	106	08:34:15	-0.55	0.45
107	15:56:30	-0.66	0.34	107	08:34:30	-0.59	0.41
108	15:56:45	-0.66	0.34	108	08:34:45	-0.58	0.42
109	15:57:00	-0.66	0.34	109	08:35:00	-0.56	0.44
110	15:57:15	-0.64	0.36	110	08:35:15	-0.59	0.41
111	15:57:30	-0.62	0.38	111	08:35:30	-0.58	0.42
112	15:57:45	-0.66	0.34	112	08:35:45	-0.57	0.43
113	15:58:00	-0.68	0.32	113	08:36:00	-0.55	0.45
114	15:58:15	-0.66	0.34	114	08:36:15	-0.55	0.45
115	15:58:30	-0.66	0.34	115	08:36:30	-0.55	0.45
116	15:58:45	-0.62	0.38	116	08:36:45	-0.56	0.44
117	15:59:00	-0.68	0.32	117	08:37:00	-0.56	0.44
118	15:59:15	-0.68	0.32	118	08:37:15	-0.55	0.45
119	15:59:30	-0.64	0.36	119	08:37:30	-0.53	0.47
120	15:59:45	-0.68	0.32	120	08:37:45	-0.54	0.46
Ø - Vakuum		-0.62	0.38	Ø - Vakuum		-0.56	0.44

4.1. Vakuum-Vergleich der Vakuumsysteme

In der nachstehend aufgeführten Darstellung ist die Vergleich des Vakuums zwischen dem Betrieb mit den Wasserringpumpen und der Pneumofore Drehschieber-Vakuumpumpe ersichtlich.



5. Energievergleich

Der Energievergleich zwischen der Pneumofore-Vakuumpumpe und den 6 Wasserringpumpen führt zu nachstehendem Resultat.

	UV8 PNEUMOFORE	ELMO-F 2BV2-070 Siemens AG
Saugleistung	500 m ³ /h bei 1460 U/min	480 m ³ /h bei ~2920 U/min und 500 mbara
Stromverbrauch	6,75 kW Ventilator 0.25 kW Total 7.0 kW	gemäss Tabelle Seite 4 Total 21.2 kW
Wasserverbrauch	0 m³/h	1,68 m³/h

Bei Anlagen die bereits mit einem Kondensat-System ausgerüstet sind, wird der zusätzlich installierte wassergekühlte Kondensator (ACA1100) durch einen Zyklonabscheider, versehen mit einer Niveaumessung, ersetzt. Die Niveauschaltung verhindert über einen Alarm, dass bei einer Fehlfunktion des bestehenden Kondensat-Systems, durch Abschaltung der Vakuumpumpe Schäden vermieden werden..

5. Kostenrechnung

Die Investitionskosten für die Pneumofore Einheit mit dem zusätzlichen Zyklonabscheider, der Niveaumessung und des Kondensatableiters betragen:

- Preis der UV8 € 14'150.--
 - Zyklonabscheider, Niveaumessung und Kondensatableiter € 2'775.--
 - Verrohrung € 650.--
- Ergibt einen Totalpreis von € 17'575.--**

Die Preise für die Utilities betragen:

Strom: 0.085 €/kWh
 Wasser: 1.75 €/m³ für Frischwasser

Kap.-Nutzung	Std./Tag	Tage/Woche	Std./Jahr
1 Schicht	8	5	2'000
1 Schicht	8	6	2'400
1 Schicht	8	7	2'800
2 Schicht	16	5	4'000
2 Schicht	16	6	4'800
2 Schicht	16	7	5'600
3 Schicht	24	5	6'000
3 Schicht	24	6	7'200
3 Schicht	24	7	8'400

Die Betriebskosten betragen pro Jahr je nach Kapazitäts-Nutzung und bei Verwendung von Frischwasser für die Wasserringpumpen:

Kap.-Nutzung	Pneumofore		Wasserringpumpen			Einsparung/Jahr
	kWh/Jahr	Kosten/Jahr	kWh/Jahr	m ³ /Jahr	Kosten/Jahr	
1 Schicht	14'000	1'190 €	42'400	3'500	9'730 €	8'540 €
1 Schicht	16'800	1'428 €	50'880	4'200	11'670 €	10'242 €
1 Schicht	19'600	1'666 €	59'360	4'900	13'620 €	11'954 €
2 Schicht	28'000	2'380 €	84'800	7'000	19'460 €	17'080 €
2 Schicht	33'600	2'856 €	101'760	8'400	23'350 €	20'494 €
2 Schicht	39'200	3'332 €	118'720	9'800	27'240 €	23'908 €
3 Schicht	42'000	3'570 €	127'200	10'500	29'190 €	25'620 €
3 Schicht	50'400	4'284 €	152'640	12'600	35'020 €	30'736 €
3 Schicht	58'800	4'998 €	178'080	14'700	40'860 €	35'862 €

Die entsprechende Amortisationszeit (Return of Investment (ROI)) beträgt je nach Kapazitäts-Nutzung:

Kap.-Nutzung	Einsparungen/Jahr	Amortisationszeit	
		in Jahren	in Monaten
1 Schicht	8'540 €	2.1	24.7
1 Schicht	10'242 €	1.7	20.6
1 Schicht	11'954 €	1.5	17.6
2 Schicht	17'080 €	1.0	12.3
2 Schicht	20'494 €	0.9	10.3
2 Schicht	23'908 €	0.7	8.8
3 Schicht	25'620 €	0.7	8.2
3 Schicht	30'736 €	0.6	6.9
3 Schicht	35'862 €	0.5	5.9

6. Schlussfolgerung

Das wesentlich bessere Vakuum (siehe Diagramm Seite 13) hat zur Folge, dass die Schwankungen durch den intermittierenden Betrieb der Formmaschinen kleiner sind. Durch die kleineren Schwankungen an den Formmaschinen ist eine konstantere Qualität erreichbar. Rein visuell konnte festgestellt werden, dass der Ausschuss von Formteilen mit kleinen Wandstärken deutlich kleiner ausfiel.

Dem Kostenvergleich (siehe Seiten 15 und 16) ist zu entnehmen, dass sich die Investitionen durch Einsparungen von Energie in kurzer Zeit auszahlt.

Bei Fragen wenden Sie sich an:

Rudolf Oertle email: rudolf.oertle@enco.ch
Dr. Christoph Klein email: christoph.klein@enco.ch

ENCO *Engineering Chur AG*

Sägenstrasse 97

CH-7001 Chur

Tel: +41 (0)81 252 35 25

Fax: +41 (0)81 252 35 30

email: enco@enco.ch

Homepage: www.enco.ch

oder

Daniel Hilfiker email: daniel@pneumofore.com

Pneumofore SpA

Via N. Bruno, 34

I-10090 Rivoli

Tel: +39 011 950 40 30

Fax: +39 011 950 40 40

email: info@pneumofore.com

Homepage: www.pneumofore.com

7. Anhang

- Prinzipschema Dok.-Nr: 23-22'957
- Datenblätter ELMO-F Flüssigkeitsring-Vakuumpumpen 2BV2-070
- UV8/UV16 power consumption vs. Pressure (a)
- Vergleich zwischen Pneumofore Vakuumpumpen, Pneumofore Schraubepumpen und Wasserringpumpen
- Vacuum system installation for polystyrene foam Dok.-Nr: 7308
- Diverse Photos
 1. EPS Fabrikationshalle
 2. Wasserringpumpen und Ausgleichsbehälter
 3. Installation Wasserringpumpen
 4. Anschlüsse Wasserringpumpen an Kondensatsystem
 5. Anschlüsse der Wasserringpumpen
 6. Anschlüsse Wasserringpumpne Vakuunbehälter
 7. Installation Pneumofore Vakuumpumpe und zusätzlicher wassergekühlter Kondensator
 8. Installation des wassergekühlter Kondensator und Kondensat-Ablassbehälter
 9. Anschluss Instrumentierung und Elektro
 10. Ansicht Pneumofore Vakuumpumpe und Oelbehälter (rot); Partikelfilter neben Motor
 11. Fertigmontage und bereit zum Startup
 12. Pneumofore Vakuumpumpe von oben mit den Ansaugfilter für die Luftkühlung
 13. Pneumofore Vakuumpumpe UV8
 14. Frontpanel der Pneumofore Vakuumpumpe
- Datenblatt Drehschiebervakuumpumpen Serie UV