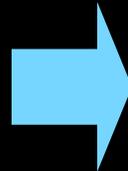


**Airleader Messkoffer
für professionelle
Druckluft Analysen**



Das Airleader DL-Meßsystem liefert **alle Daten** für eine qualifizierte Druckluft Analyse:



- Versorgungssicherheit
- Last-Leerlauf Verhalten
- DL-Qualität - Taupunkt
- DL-Gesamtverbrauch
- Druckverluste
- Gesamt Last-Leerlauf kW
- Gesamt last-Leerlauf Std.
- Tägl. DL-Verbrauchsprofil
- Tägliches Kompressorlaufverhalten

- Tägliche Druckprofil
- Leckageabschätzung



Eine professionelle Druckluftanalyse

- ☑ ist **NICHT** kostenlos und (hoffentlich) nicht umsonst – kann aber im Falle eines Auftrags angerechnet werden
- ☑ basiert auf echten **Fakten** – gemessenen Ampere, Druck, Taupunkt, Durchfluss Temperatur, ...
- ☑ liefert eine **exakte Aussage** über den Zustand und die Effektivität der Druckluftanlage auf der Erzeugerseite des Kunden, sowie über den Druckluftverbrauch und –qualität in der Produktion
- ☑ ist die **Ausgangsbasis** für fundierte druckluftseitige Investitionsentscheidungen



Eine professionelle Druckluftanalyse

- ☑ führt zu einem **effizienten Druckluftsystem** mit der höchstmöglichen erforderlichen Druckluftqualität zu den **niedrigst möglichen Kosten**
- ☑ ist ein einzigartiger Verkaufsvorteil und vermittelt **Expertenwissen** und **Kompetenz** gegenüber zweckorientierten „Kostenlosmessungen“
- ☑ schafft **Kundenbindung** und Kundenbindung verschafft **Aufträge**



Um diese Anforderungen zu erfüllen ist der Airleader Messkoffer das professionelle Werkzeug:

Versorgungssicherheit heißt **Spitzenverbrauch** kennen

Last-Leerlaufanteile messen

Gesamtluftverbrauch messen

Gesamt **Last- und Leerlauf-kW**

Gesamt **Last- und Leerlauf Std.**

Tagesverbrauchsprofil

Tägliche **Kompressorenzustands-Übersicht**

Tagesdruckprofil

Leckage (bei Stillstandszeiten)

Druckluft Qualität (**Taupunkt**)

Differenzdruck Messung



Vielseitiger Einsatz – bis 8 Kanäle in beliebiger Reihenfolge:

200 A
0 - 75 kW



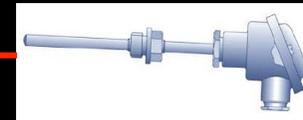
400 A
90 - 160 kW



1000 A
200-500 kW



Umgebungstemp.



Mediumstemp.



Taupunkt



Druck
Differenzdruck



Volumenstrom

Vielseitiger Einsatz – bis 8 Kanäle in beliebiger Reihenfolge:



4-20 mA

Beliebiges Signal oder Sensor
mit 4 – 20 mA Ausgabe

1 Koffer für:



8 Kompressoren



45 kW



55 kW



75 kW



90 kW
VSD



90 kW



160 kW



250 kW



315 kW
VSD



1 Koffer für:



ODER

7 Kompressoren
1 Druck



55 kW



75 kW



90 kW
VSD



90 kW



160 kW



250 kW



315 kW
VSD



1 Koffer für:



ODER

5 Kompressoren

1 Druck

1 Temperatur

1 Taupunkt



55 kW



75 kW



90 kW
VSD



90 kW



160 kW



1 Koffer für:



Ausrüstung zur Datenaufnahme

ODER

beliebige Kombination!

Die Software wertet bis zu **4 simultan eingesetzte Koffer** aus:

bis zu 4 verbundenen Kompressorstandorte

1 Auswertung



+



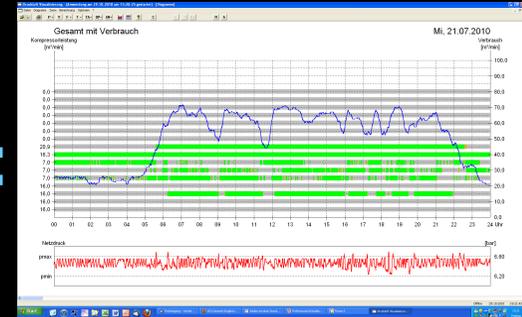
+



+



=



8 Kanäle

8 Kanäle

8 Kanäle

8 Kanäle

16 Kompressoren

16 Sensoren

Dezentrale Stationen – gemeinsame Auswertung



Die Auswerte-Software erstellt automatisch verständliche Diagramme (z. B. Tagesdiagramm Total):

Kompressor Zustände

(hier: 9 Kompressoren)

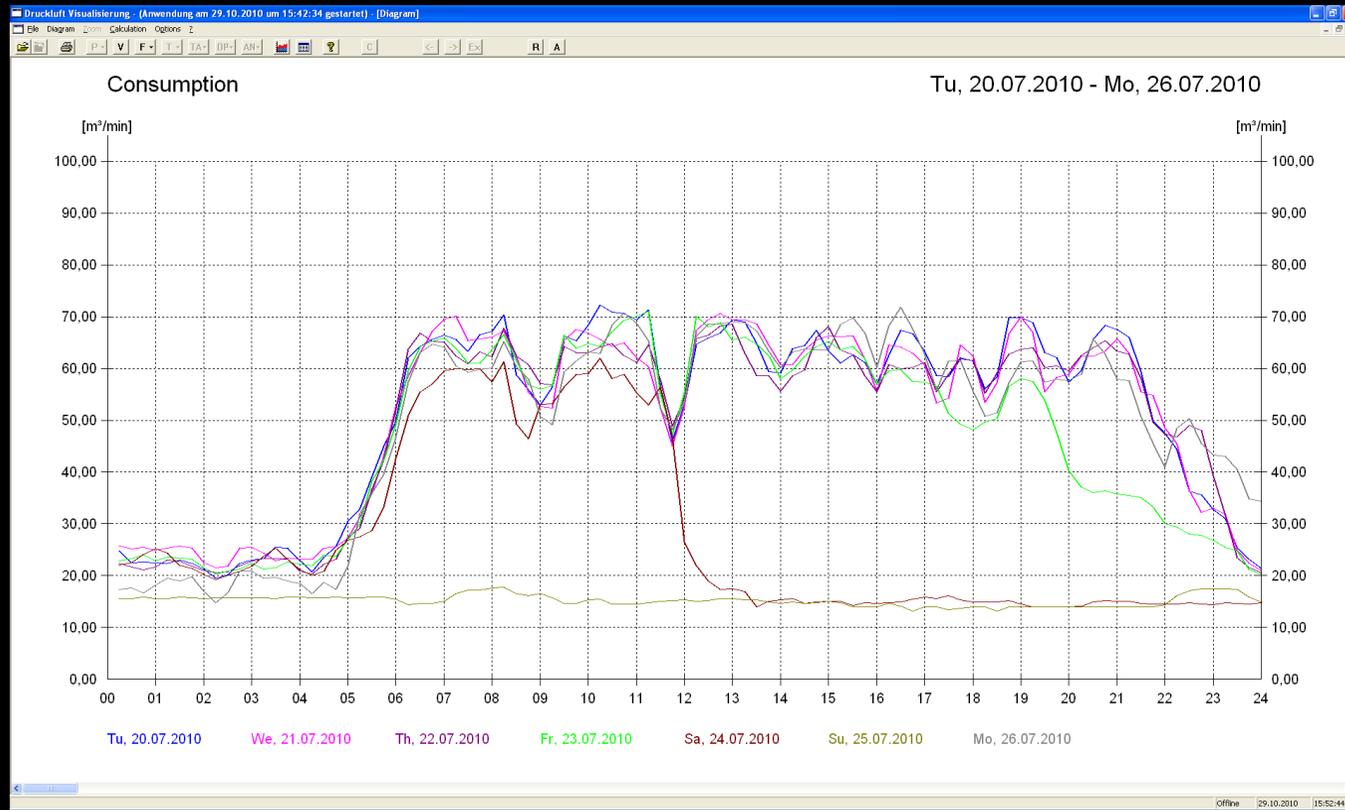


Gesamt DL-Verbrauch

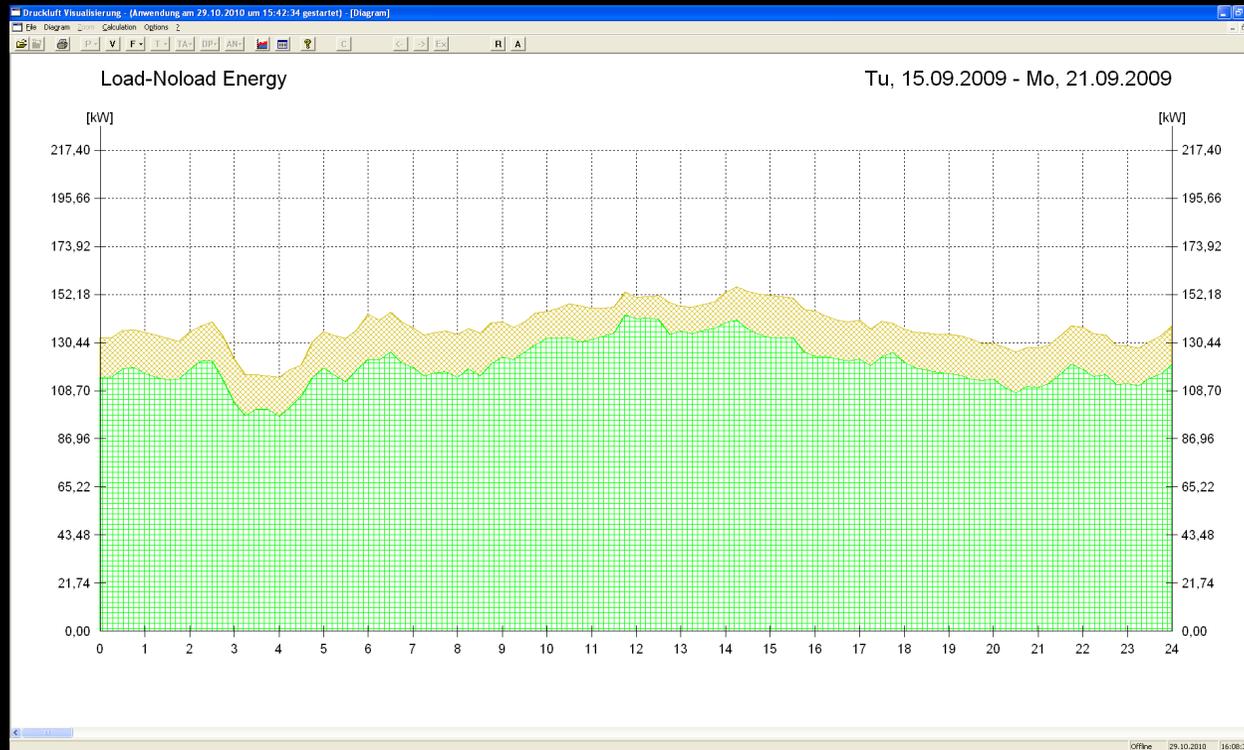
Druckprofil



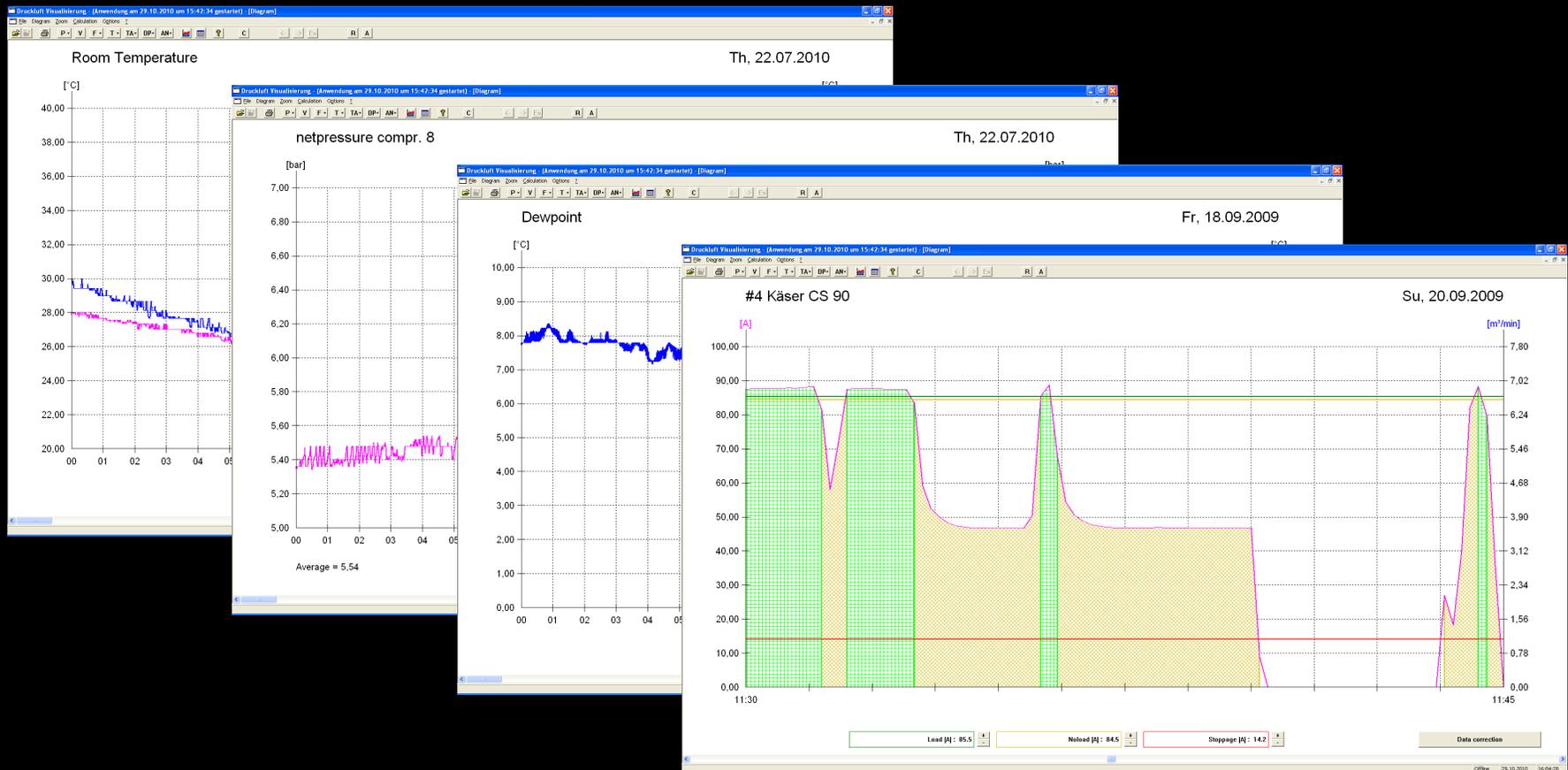
Die Auswerte-Software erstellt automatisch verständliche Diagramme (z. B. **Verbrauchsdiagramm 7 Tage**):



Die Auswerte-Software erstellt automatisch verständliche Diagramme (z. B. Last-Leerlauf Energie über 7 Tage):



Die Auswerte-Software erstellt automatisch verständliche Diagramme (z. B. Temperatur, Druck, Taupunkt, Stromaufnahme):



... und hat eine Vielzahl Zoom- und Druckfunktionen,



... und Tabellen mit „hard facts“ (z. B. Last-Leerlauf-kW, -Stunden, -Kosten, -Zyklen, -%, Motor Starts, m³):

Druckluft Visualisierung - (Anwendung am 29.10.2010 um 15:42:34 gestartet) - [Diagram]

Compressor Data (Measurement Tu, 15.09.2009 - Mo, 21.09.2009)

CH	Compressor	Output [m³/min]		[kW] Loaded		No-load [kW]	Audit Time [hh:mm:ss]	Time Run [%]	Loaded		Unloaded	
		min	max	min	max				[hh:mm:ss]	[%]	[hh:mm:ss]	[%]
1	#1 Käser BS 60		5,3		42,67	16,51	168:00:00	95,44	160:02:40	99,81	00:18:10	0,19
2	#2 Käser BS 60		5,3		33,38	16,36	168:00:00	99,02	138:04:30	83,00	28:16:50	17,00
3	#3 Käser BS 60		5,3		38,13	14,49	168:00:00	61,61	103:10:30	99,69	00:19:30	0,31
4	#4 Käser CS 90		7,8		40,79	26,81	168:00:00	99,55	86:44:49	51,87	80:30:11	48,13

Druckluft Visualisierung - (Anwendung am 29.10.2010 um 15:42:34 gestartet) - [Diagram]

Measured Data (Measurement Tu, 15.09.2009 - Mo, 21.09.2009)

CH	Compressor	Motor	Load	Total Power [kWh]			Total Air m³	Costs [€]		
		Starts	Cycles	Loaded	Unloaded	Total		Loaded	Unloaded	Total
1	#1 Käser BS 60	16	18	6.829,07	5,00	6.834,07	50.893,0	682,91	0,50	683,41
2	#2 Käser BS 60	3	4.457	4.608,39	462,63	5.071,02	43.907,0	460,84	46,26	507,10
3	#3 Käser BS 60	17	21	3.933,55	4,71	3.938,26	32.811,0	393,36	0,47	393,83
4	#4 Käser CS 90	16	7.889	4.319,22	2.158,60	6.477,82	40.596,0	431,92	215,86	647,78
5	#5 Käser CS 90	30	404	111,49	154,97	266,46	1.061,0	11,15	15,50	26,65
6	#6 Käser SM 11	72	104	515,67	5,40	521,07	3.833,0	51,57	0,54	52,11



... eine Zusammenfassung der **IST Situation** mit **Hochrechnung**:

Measured Data (Measurement Tu, 15.09.2009 - Mo, 21.09.2009)				
Audit Time			168:00:00	[hh:mm:ss]
Compressed Air Consumption			173.101	[m³]
	Loaded	Unloaded	Total	
Energy Consumption	20.317	2.791	23.108	[kWh]
Load / Unload Run	87,9	12,1	100,0	[%]
Key Performance Indicator	0,1174	-	0,1335	[kWh/m³]
	Average	Minimum	Maximum	
Compressed Air Consumption	17,2	2,8	29,9	[m³/min]
Power Consumption	120,8	19,7	210,2	[kW]
Net Pressure	7,3	0,0	7,6	[bar]
System Utilisation	52,8	8,6	92,0	[%]
Compressed Air Costs				
Compressed Air Consumption Per Annum			9.025.981	[m³/a]
	Loaded	Unloaded	Total	
Energy Costs Measuring Period	2.032,-	279,-	2.311,-	[€]
Energy Costs Per Annum	105.954,-	14.548,-	120.502,-	[€]
Energy Costs Per m³			0,0134	[€/m³]



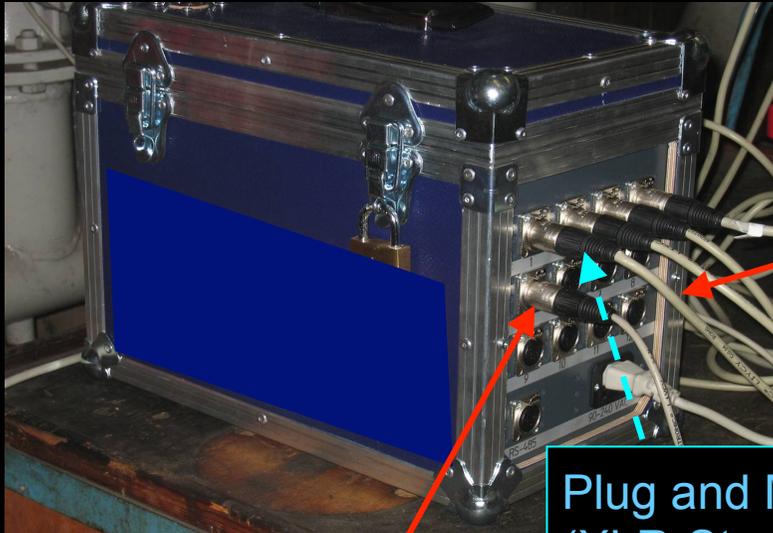
EXCEL-Exportfunktion (10 Sekunden Mittelwerte):

	A	B	C	D	E	F
1	15.09.2009	MASTER-SLAVE-MESSKOFFER Protokolldatei Version 8.0				
2	Time	Consumption[m³/min]	AI1[A]	AI2[A]	AI3[A]	AI4[A]
3	00:00:00	16,4	71,21	56,55	63,64	87,68
4	00:00:10	16,4	71,41	56,55	63,78	87,68
5	00:00:20	16,3	71,65	56,89	63,88	81,43
6	00:00:30	16,3	71,63	50,93	63,86	58,11
7	00:00:40	16,4	70,6	27,1	62,93	80,5
8	00:00:50	16,5	70,72	51,76	63,03	87,54
9	00:01:00	16,4	71,51	56,55	63,73	87,68
10	00:01:10	16,3	71,7	57,01	63,88	82,01
11	00:01:20	16,3	71,43	44,53	63,61	58,65



Einfach installiert (Vertriebssicher!):

Ampere Zange



Plug and Mess!
(XLR-Stecker, z. B.
bei Open Air Konzerten)

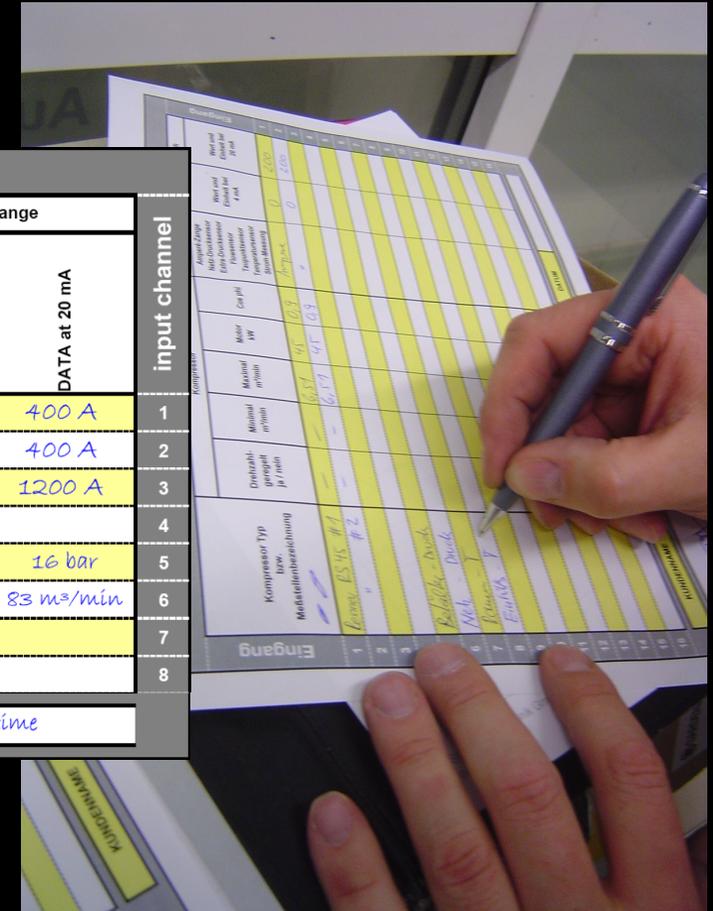


Druck-Sensor



Keine Programmierung etc. **vor Ort – nur ein paar Notizen!**

Data list for measuring without System data programming										
input channel	compressor type or measuring point	compressor				Cos phi	probe	data range		input channel
		VSD / FC yes / no	minimum ³ /min	maximum ³ /min	motor kW			DATA at 4 mA	DATA at 20 mA	
1	CompAir L132	no	-	24	132	0,93	Ampere	0	400 A	1
2	CompAir L132	no	-	24	132	0,93	Ampere	0	400 A	2
3	CompAir L250 RS	yes	12,0 -	40	250	0,99	Ampere	0	1200 A	3
4										4
5	pressure probe	-	-	-	-	-	net pressure	0 bar	16 bar	5
6	flow probe	-	-	-	-	-	flow	0 m ³ /min	83 m ³ /min	6
7										7
8										8
customer		anyone in anywhere				date		anytime		



Benutzerfreundliche und einfache **Auswerte-Software:**

Channel	Measuring	Application	4mA	20mA	[unit]	[m³/min]	Motor [kW]	Voltage [V]	Load cos phi	No-load cos phi
1 / AE1	Compressor [A]	Compressor [A]	0,00	200,00	[A]	3,7	22,0	400,0	0,850	0,600
2 / AE2	Compressor [A]	Compressor [A]	0,00	200,00	[A]	5,0				
3 / AE3	Net pressure	Net pressure	0,00	16,00	[bar]					
4 / AE4	Room temperature	Room temperature	-30,00	60,00	[°C]					

Sensor Default Value

6 Sprachen
+ US-Einheiten

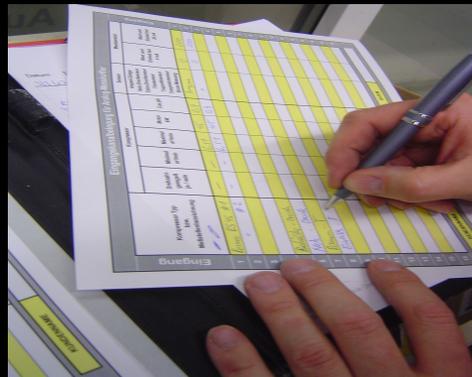
Compressed Air Visualisation - (Application Started on 29.10.2010 at 17:51:37)

File Diagram Zoom Calculation Options ?

- Port
- Presentation of flow diagram
- Language
 - Deutsch
 - ✓ English
 - Français
 - Italiano
 - Dansk
 - Nederlands
 - English (USA)
- Setup analog input
- Communication status
- Slave adjust
- Data correction
- Dataexport *.tag => *.txt/Ascii



Installation des Messkoffers bei einem Gelatinehersteller



- Ein Tastendruck startet Messung
- Ein Tastendruck nach einer 1 (oder mehr) Woche(n) stoppt die Messung
- Ein weiterer Tastendruck und die LOG-Files sind auf dem USB-Stick für die Auswertung am PC

DL-Analyse Bericht (Auszug): Inhalt – Zusammenfassung – Bilder

Compressed Air Professionals		AirAudit Report		Muster AG Deutschland	
PROJEKTLEITER	Herr Dipl.-Ing. XXXX YYYY	DATUM	3. November 2010	PROJEKTLEITER	Herr Dipl.-Ing. XXXX YYYY
ABTEILUNG	Technische Abteilung	FILE	AirAudit Report Example Compressed	ABTEILUNG	Technische Abteilung
MESSZEITRAUM	1. Feb. – 14. Feb. 2007	SEITE	2 von 28	MESSZEITRAUM	1. Feb. – 14. Feb. 2007

INHALT	Seite
1. EXECUTIVE SUMMARY	3
1.1 Scope	3
1.2 Results.....	3
1.3 Action needed and Payback.....	3
2. OVERVIEW COMPRESSED AIR GENERATION	4
2.1 R & I Schema IST-Zustand.....	5
2.2 Installierte Komponenten	6
3. RESULT OF MEASUREMENT	8
3.1 Überblick	8
3.2 Druckluftverbrauchskurven	8
3.3 Druckluftverbrauch und Energiebedarf.....	10
3.4 Druckniveau	11
3.5 Differenzdrücke	12
3.6 Leckagen	12
4. REDUNDANCY AND RELIABILITY OF OPERATION	13
4.1 Erzeugung	13
4.2 Druckluft-Aufbereitung	14
5. ENERGY BALANCE AND SAVING POTENTIALS	16
5.1 Energieeinsparpotenzial durch Leckagenreduzierung	17
5.2 Energieeinsparung durch besseres Kompressorenmanagement.....	18
5.2.1 Energieeinsparung durch besseres Teillastverhalten	18
5.2.2 Energieeinsparung durch geringere Druckspreizung mit Druckabsenkung	19
5.2.3 Energieeinsparung durch Effizienzverbesserung der Kompressoren.....	20
6. SYSTEM AND PARTS RECOMMENDATION	21
6.1 Konzept und Betriebsweise für die Beschaffung eines neuen Kompressors.....	21
6.2 Kompressormanagement-System Airleader Master Modul.....	22
6.3 Druckluftvisualisierung integriert im Airleader	24
6.4 Amortisationsgarantie Airleader	26
6.5 Druckluftaufbereitung ölfreie Druckluft.....	26
6.6 R & I Schema Systemempfehlung.....	27
7. MEASURING ATTACHMENT (DIAGRAMS)	28

WF Steuerungstechnik GmbH, 75446 Wiernsheim, Zeppelinstrasse 7-9, www.airleader.de
Fon +49 (0) 70 44-911-100, Fax +49 (0) 70 44-57 17, info@airleader.de

Compressed Air Professionals		AirAudit Report		Muster AG Deutschland	
PROJEKTLEITER	Herr Dipl.-Ing. XXXX YYYY	DATUM	3. November 2010	PROJEKTLEITER	Herr Dipl.-Ing. XXXX YYYY
ABTEILUNG	Technische Abteilung	FILE	AirAudit Report Example Compressed	ABTEILUNG	Technische Abteilung
MESSZEITRAUM	1. Feb. – 14. Feb. 2007	SEITE	3 von 28	MESSZEITRAUM	1. Feb. – 14. Feb. 2007

1. EXECUTIVE SUMMARY

1.1 Scope

Energetische Untersuchung der vorhandenen Druckluftanlage mit folgenden Schwerpunkten:

- o Ist-Zustandsbestimmung
- o Betriebssicherheit der Druckluftversorgung
- o Energieeinsparpotenziale
- o Optimierungsempfehlungen

1.2 Results

Energieeinsparpotenzial:	34	%
--------------------------	----	---

Energiekosten (ohne Trockner) aktuell für Druckluft:	27.340,-	€/a
I. Einsparpotenzial Teillastoptimierung:	1.474,-	€/a
II. Einsparpotenzial Druckabsenkung:	5.804,-	€/a
III. Einsparpotenzial Effizienzverbesserung:	2.085,-	€/a
Gesamt-Einsparpotenzial:	9.363,-	€/a

Einsparpotenzial auf 10 Jahre:	93.630,-	€
--------------------------------	----------	---

Durchschnittsverbrauch:	7,2	m³/min
Spitzenverbrauch:	12,5	m³/min
Installierte Kompressorleistung:	20,6	m³/min
Verfügbar bei Ausfall größte Einheit:	12,2	m³/min

Betriebssicherheit der Druckluftversorgung:

- o Bei Ausfall des größten Kompressors derzeit gerade ausreichend.
- o Bei Ausfall eines der beiden Trockner sind keine Reserven vorhanden.

1.3 Action needed and Payback

- Potenziale I und II: Einbau eines Airleader-Kompressorenmanagement-Systems (Invest ca. 7.500,- €, Amortisationszeit 12,4 Monate)
- Potenzial III: Bei Ersatzbeschaffung einen Kompressor mit Drehzahlregelung vorsehen

WF Steuerungstechnik GmbH, 75446 Wiernsheim, Zeppelinstrasse 7-9, www.airleader.de
Fon +49 (0) 70 44-911-100, Fax +49 (0) 70 44-57 17, info@airleader.de

Compressed Air Professionals		AirAudit Report		Muster AG Deutschland	
PROJEKTLEITER	Herr Dipl.-Ing. XXXX YYYY	DATUM	3. November 2010	PROJEKTLEITER	Herr Dipl.-Ing. XXXX YYYY
ABTEILUNG	Technische Abteilung	FILE	AirAudit Report Example Compressed	ABTEILUNG	Technische Abteilung
MESSZEITRAUM	1. Feb. – 14. Feb. 2007	SEITE	4 von 28	MESSZEITRAUM	1. Feb. – 14. Feb. 2007

2. OVERVIEW COMPRESSED AIR GENERATION

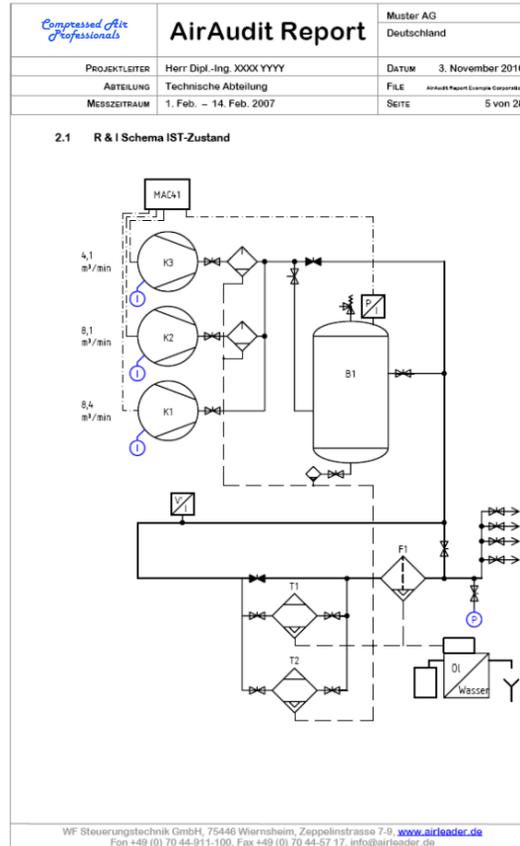


WF Steuerungstechnik GmbH, 75446 Wiernsheim, Zeppelinstrasse 7-9, www.airleader.de
Fon +49 (0) 70 44-911-100, Fax +49 (0) 70 44-57 17, info@airleader.de



Inventar + techn. Daten – R&I-Schema – Auswertung

Compressed Air Professionals		AirAudit Report		Muster AG Deutschland	
PROJEKTLEITER	Herr Dipl.-Ing. XXXX YYYY	DATUM	3. November 2010	FILE	AirAudit Report - Energie - Compressed
ABTEILUNG	Technische Abteilung	SEITE	6 von 28	MESSZEITRAUM	1. Feb. – 14. Feb. 2007
2.2 Installierte Komponenten					
Kompressor K1 Fabrikat: Käser Typ: CS 91/10 Wasserkuhlung Bauart: einstufiger ölgekühlter Schraubenkompressor Baujahr: 2000 Motornennleistung: 55 kW Cos Phi: 0,84 Liefermenge: 8,4 m³/min Nenndruck: 10 bar,(ü)					
Kompressor K2 Fabrikat: Käser Typ: DSD 102/11 Wasserkuhlung Bauart: einstufiger ölgekühlter Schraubenkompressor Baujahr: 2002 Motornennleistung: 55 kW Cos Phi: 0,88 Liefermenge: 8,1 m³/min Nenndruck: 11 bar,(ü)					
Kompressor K3 Fabrikat: Käser Typ: BS 50/10 Wasserkuhlung Bauart: einstufiger ölgekühlter Schraubenkompressor Baujahr: 1989 Motornennleistung: 30 kW Cos Phi: 0,88 Liefermenge: 4,1 m³/min Nenndruck: 10 bar,(ü)					
<small>WF Steuerungstechnik GmbH, 75446 Wiernsheim, Zeppelinstrasse 7-9, www.airleader.de Fon +49 (0) 70 44-911-100, Fax +49 (0) 70 44-57 17, info@airleader.de</small>					



Compressed Air Professionals		AirAudit Report		Muster AG Deutschland	
PROJEKTLEITER	Herr Dipl.-Ing. XXXX YYYY	DATUM	3. November 2010	FILE	AirAudit Report - Energie - Compressed
ABTEILUNG	Technische Abteilung	SEITE	8 von 28	MESSZEITRAUM	1. Feb. – 14. Feb. 2007
3. RESULT OF MEASUREMENT					
Dargestellt werden, soweit nicht anders beschrieben die Wochenübersichtsdiagramme. Die Detaildiagramme der einzelnen Messstellen sowie die Tageskurven finden sich im Anhang.					
3.1 Überblick					
Gemessen wurde an allen Kompressoren die Stromaufnahme über Amperezangen mit einer Auflösung von 1 Sekunde. Der Druck wurde am Verteiler gemessen. Hieraus lässt sich mit den Herstellerangaben der Kompressorenliefermengen der Druckluft-Momentanverbrauch exakt berechnen.					
3.2 Druckluftverbrauchscurven					
Der erste ausgewertete Messtag war Donnerstag, der 1. Februar 2007. Das nachfolgende Diagramm zeigt die graphische Darstellung des Gesamtverbrauchs über den Messzeitraum, zur besseren Vergleichbarkeit zur Wochendarstellung zusammengefasst.					
Diagramm Verbrauch von dem 01.02.2007 bis zum 07.02.2007					
<small>WF Steuerungstechnik GmbH, 75446 Wiernsheim, Zeppelinstrasse 7-9, www.airleader.de Fon +49 (0) 70 44-911-100, Fax +49 (0) 70 44-57 17, info@airleader.de</small>					



Druckverlust – Leckage Abschätzung – Gesamtverbrauch (m³, kW)

Compressed Air Professionals		AirAudit Report		Muster AG Deutschland	
PROJEKTLEITER	Herr Dipl.-Ing. XXXX YYYY	DATUM	3. November 2010	FILE	AirAudit Report Europe Corporation
ABTEILUNG	Technische Abteilung	SEITE	12 von 28	MESSZEITRAUM	1. Feb. – 14. Feb. 2007

3.5 Differenzdrücke

Anfangsdifferenzdrücke von Filterelementen (Herstellangaben)		
Typ	Bezeichnung	Anfangs Delta P
B	Feinfilter	140 mbar
C	Feinstfilter	200 mbar
D	Aktivkohlefilter	70 mbar

Leitungsführung:

Der Druckabfall vom Druckluftbehälter zur Kupplung an der Wand sollte 0,1 bar nicht übersteigen. Bei optimal ausgelegten Druckluftnetzen unterteilt man den Druckabfall in:

- ≤ 0,03 bar für die Hauptleitung
- ≤ 0,03 bar für die Verteilerleitung
- ≤ 0,04 bar für die Anschlussleitung
- ≤ 0,3 bar für das Anschlusszubehör.

Genauso wie die Wirtschaftlichkeit der Verdichter dokumentiert ist, sollte auch die Leistungsfähigkeit der Druckluftverteilung dokumentiert sein – das Fehlen einer Dokumentation führt immer zur Energievergeudung.

Ein weiterer Druckaufnehmer zur Überwachung des Druckes am Verteiler ist daher empfehlenswert. So kann der Differenzdruck über die Verteiler im Auge behalten werden.

3.6 Leckagen

In der Regel kann durch eine Reduzierung vorhandener Leckagen eine hohe Einsparung erzielt werden. Dies wurde in der Vergangenheit bereits vom Kunden in Eigenregie durchgeführt und somit konnte der Druckluftverbrauch um ca. 30% reduziert werden.

Compressed Air Professionals		AirAudit Report		Muster AG Deutschland	
PROJEKTLEITER	Herr Dipl.-Ing. XXXX YYYY	DATUM	3. November 2010	FILE	AirAudit Report Europe Corporation
ABTEILUNG	Technische Abteilung	SEITE	10 von 28	MESSZEITRAUM	1. Feb. – 14. Feb. 2007

Kosten von Leckverlusten bezogen auf das hier untersuchte Druckluftsystem:

Leck (#equiv. Loch-Ø)	Entweichende Luftmenge bei 7 bar	Energie	Verluste
[mm]	[l/min]	[kW]	[€/Jahr]
1	67	0,47	€ 395,-
2	231	1,64	€ 1.368,-
3	533	3,79	€ 3.158,-
4	978	6,96	€ 5.789,-
5	1511	10,75	€ 8.946,-
6	2489	17,74	€ 14.735,-

Leckagekosten Bei einem Strompreis von 0,095 €/kWh
Bei einer spez. Leistung von 0,1186 kWh/m³

Dabei ist davon auszugehen, dass das Druckluftnetz von der Erzeugungstation bis zu den Abnahmestellen keine nennenswerten Leckagen aufweist. Die eigentlichen Leckagen verteilen sich auf eine Vielzahl von Mikroleckagen, die der Abnahmestelle folgen: Schlauchkupplungen, Schlauchverbindungen, Schläuche, Armaturen, Pneumatikanschlüsse, Maschinenundichtigkeiten, etc.

Eine konkrete Höhe der Leckage ist hier durch die Messung nicht feststellbar. Bei Druckluftsystemen, die durchgehend mit Verbrauchern beaufschlagt sind, ist eine genaue Leckageratenbestimmung derzeit technisch nicht möglich.

Erfahrungsgemäß sind jedoch bei Systemen dieser Größenordnung, bei denen die Leckageortungs- und Leckagebeseitigungsintervalle größer ein Jahr sind, die Leckageraten im Bereich von mindestens 15 – 20% des Jahresverbrauchs. Diese angenommene Leckage bedeutet beim vorliegenden Druckluftsystem einen Energieverlust von ca.

Angenommener Leckageverlust 15%:

$$0,15 \times 0,1186 \text{ kWh/m}^3 \times 16,7 \text{ Mio. m}^3 \times 0,095 \text{ €/kWh} = 28.223,- \text{ €/Jahr}$$

Angenommenes Einsparpotenzial 5%:

Das Einsparpotenzial durch Reduzierung von Leckageverlusten um 5% beträgt ca. 9.408,- € pro Jahr für die unveränderte Station.

Compressed Air Professionals		AirAudit Report		Muster AG Deutschland	
PROJEKTLEITER	Herr Dipl.-Ing. XXXX YYYY	DATUM	3. November 2010	FILE	AirAudit Report Europe Corporation
ABTEILUNG	Technische Abteilung	SEITE	10 von 28	MESSZEITRAUM	1. Feb. – 14. Feb. 2007

3.3 Druckluftverbrauch und Energiebedarf

Messzeitraum (2 Wochen)	336 h
Druckluftgesamtverbrauch (2 Wochen)	145.461 m ³
Durchschnittlich gemessener Verbrauch (2 Wochen)	7,22 m ³ /min
Gemessene Energieaufnahme (ohne Trockner)	18.046 kWh

Ermittelte Druckluftkennzahl (ohne Aufbereitung) 0,124 kWh/m³

Betriebszeit pro Jahr (50 Wochen)	8.400 h/a
Hochgerechneter Druckluftverbrauch pro Jahr	3.636 Mio. m ³ /a
Hochgerechneter Energieverbrauch pro Jahr	451.150 kWh/a
Hochgerechnete Energiekosten pro Jahr (bei 0,0606 €/kWh)	27.340,- €/a

Spitzenverbrauch, real ca.	12,5 m ³ /min
Installierte Kompressorleistung	20,6 m ³ /min
Installierte Leistung bei Ausfall größter Kompressor	12,2 m ³ /min
Reserve / Fehlmenge zum Spitzenverbrauch	0,3 m ³ /min

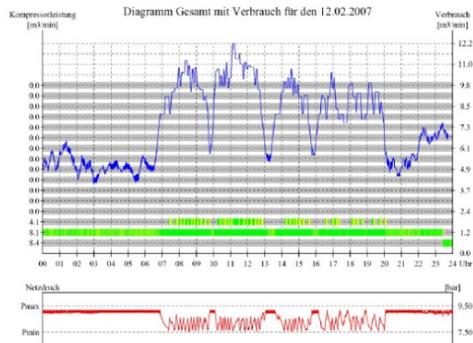


Tagesprofile – Last/Leerlaufverhalten - Versorgungssicherheit

Compressed Air Professionals		AirAudit Report		Muster AG Deutschland	
PROJEKTLEITER	Herr Dipl.-Ing. XXXX YYYY	DATUM	3. November 2010		
ABTEILUNG	Technische Abteilung	FILE	AirAudit Report Europe CaseStudy		
MESSEZEITRAUM	1. Feb. – 14. Feb. 2007	SEITE	11 von 28		

3.4 Druckniveau

Im nachfolgenden Diagramm ist der Druckverlauf (rot) in der Sammelleitung nach der Aufbereitung exemplarisch für einen typischen Werktag dargestellt. Die Diagramme des kompletten Messzeitraumes befinden sich im Anhang.



Der Druck schwankte ständig zwischen ca. 7,5 bar(u) und 9,4 bar(u). Im Mittel befand er sich auf 8,95 bar. Während der Produktionszeiten an Wochentagen sinkt der Druck nach Betreiberangabe zeitweise sogar bis unter 5,7 bar(u) ohne dass Produktionseinschränkungen zu bemerken sind.

Die Druckluftverbrauchscurve ist blau mit Skalierung auf der rechten Diagrammchasse.

Die grün-, gelb- und graufarbenen Bänder stellen die Kompressorenzustände dar:

- Grün = Lastlauf
- Gelb = Leerlauf
- Grau = Stillstand

Compressed Air Professionals		AirAudit Report		Muster AG Deutschland	
PROJEKTLEITER	Herr Dipl.-Ing. XXXX YYYY	DATUM	3. November 2010		
ABTEILUNG	Technische Abteilung	FILE	AirAudit Report Europe CaseStudy		
MESSEZEITRAUM	1. Feb. – 14. Feb. 2007	SEITE	13 von 28		

4. REDUNDANCY AND RELIABILITY OF OPERATION

Da die Druckluftversorgung in den meisten Betrieben mindestens so wichtig wie die Stromversorgung ist, führt ein Druck- bzw. Qualitätsabfall sofort zu Produktionseinbußen oder gar Produktionsausfall. Um Störungen der Produktion vorzubeugen gilt der Grundsatz der redundanten Auslegung:

Die größte Einheit in der Erzeugung oder Aufbereitung muss ausfallen dürfen, ohne dass bei maximalem Bedarf ein Qualitätsverlust (Druck, Feuchte, Partikel) auftritt. Hierbei wird von der N-1 Redundanz gesprochen.

Besonders sicherheitsbewusste Firmen oder Einrichtungen bestehen auf eine erhöhte N-2 Redundanz (z. B. Automobilindustrie).

4.1 Erzeugung

Die drei Kompressoren haben eine Gesamtliefermenge von 20,2 m³/min.

Spitzenverbrauch, real ca.	12,5 m³/min
Installierte Kompressorleistung	20,6 m³/min
Installierte Leistung bei Ausfall größter Kompressor	12,2 m³/min
Reserve / Fehlmenge zum Spitzenverbrauch	0,3 m³/min

Aufgrund der Tatsache, dass an regulären Werktagen eine Druckluftmenge zwischen 5 m³/min und 12,5 m³/min abgenommen wird, ist die Druckluft erzeugung mit 2 Kompressoren derzeit gerade ausreichend dimensioniert. Bei Ausfall eines Kompressors ist Redundanz durch den dritten Kompressor vorhanden. Bei weiter steigendem Verbrauch ist die Versorgung bei Ausfall oder Wartung des größten Kompressors allerdings gefährdet.

Compressed Air Professionals		AirAudit Report		Muster AG Deutschland	
PROJEKTLEITER	Herr Dipl.-Ing. XXXX YYYY	DATUM	3. November 2010		
ABTEILUNG	Technische Abteilung	FILE	AirAudit Report Europe CaseStudy		
MESSEZEITRAUM	1. Feb. – 14. Feb. 2007	SEITE	14 von 28		

4.2 Druckluft-Aufbereitung

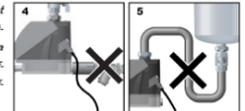
Die Aufbereitung der Druckluft erfolgt nach dem Speicherkessel durch 2 parallele Kalttrockner und einen Filter.

Behälter:



Am Druckluftbehälter ist ein niveaugesteuerter Ableiter vorhanden, welcher normalerweise für das bedarfsgesteuerte Entwässern des Behälters ohne unnötigen Druckverlust vorsieht. Wie auf dem Bild zu erkennen ist, befindet sich in der Kondensateintrittsleitung ein Sitzventil und ein Schmutzfängsieb. Dies kann zu Fehlfunktionen aufgrund von Luftschlüssen und Wassertaschen im Zulauf führen. Siehe hierzu Zitat aus der Bedienungsanleitung des Herstellers:

- Um eine optimale Entlüftung des Kondensatableiters beim Eintritt des Kondensats zu gewährleisten, muss die Eintrittsverrohrung durchgehend einen lichten Durchmesser (Innendurchmesser) von mindestens 12 mm haben.
- Es wird empfohlen, zwischen Eintrittsverrohrung und Kondensatableiter einen Kugelhahn zu setzen (5).
- Der Kondensatzulauf darf nicht durch den Einbau eines Schmutzabweisers gestört werden, da hierdurch die notwendige Entlüftung über die Kondensatzulaufleitung unterbunden wird (4).
- Achten Sie bei der Montage darauf, dass sich keine Wassertaschen in der Verrohrung bilden (5). Evtl. Luftschlüsse verhindern dann den Kondensatzfluss zu den Ableitern.



Das ölhaltige Kondensat läuft über den Sammelschacht und wird einer Spaltanlage zugeführt, die seitens der Produktion vorhanden ist.



Energieeinsparpotenziale – Faktenbasierte Empfehlungen

AirAudit Report		Muster AG Deutschland	
PROJEKTLEITER	Herr Dipl.-Ing. XXXX YYYY	DATUM	3. November 2010
ABTEILUNG	Technische Abteilung	FILE	AirAudit Report Energie-Compressoren
MESSZEITRAUM	1. Feb. – 14. Feb. 2007	SEITE	16 von 28

5. ENERGY BALANCE AND SAVING POTENTIALS

Zur Bewertung der realen Effizienz des Gesamtsystems aller Kompressoren wird der ermittelte Volumenstrom und die gemessene Energieaufnahme verwendet und der spezifische Wirkungsgrad (Druckluftkennzahl) der Kompressorstation ermittelt. Als Berechnungsgrundlage für die Energiekosten wird hier der interne Strompreis von 6,06 Cent/kWh angenommen.

Es ergeben sich für die Messperiode nachfolgende Werte:

Kanal	Last	Leertlauf	Leistung	Lastzeit	Leertlaufzeit	Last	Leertlauf	Druckluft	Gesamt
Nr.	[kW]	[kW]	[kW]	[h:mm:ss]	[h:mm:ss]	[%]	[%]	[m³]	[kWh]
1	55	18	8,4	107:34:40	37:06:20	74%	26%	5.917	8.568
2	55	18	8,1	149:01:50	37:10:40	80%	20%	8.197	8.669
3	30	10	4,1	76:52:20	28:52:10	73%	27%	2.306	2.850
Summe			20,6					16.420	1.626

Energieverbrauch Kompressorstation ohne Aufbereitung:

Druckluftgesamtverbrauch (2 Wochen)	145.559 m³
Gesamt Energieaufnahme (2 Wochen)	18,045 kWh
Ermittelte Druckluftkennzahl	0,124 kWh/m³
Betriebszeit pro Jahr (50 Wochen)	8.400 h/a
Hochgerechneter Druckluftverbrauch pro Jahr	3.638.965 m³/a
Hochgerechneter Energieverbrauch pro Jahr	451,135 kWh/a
Hochgerechnete Energiekosten pro Jahr (0,0606 €/kWh)	27.340,- €/a

Jährliche Energiekosten für Druckluftzeugung:

$$3.638 \text{ Mio. m}^3 \times 0,124 \text{ kWh/m}^3 \times 0,0606 \text{ €/kWh} = 27.340,-$$

AirAudit Report		Muster AG Deutschland	
PROJEKTLEITER	Herr Dipl.-Ing. XXXX YYYY	DATUM	3. November 2010
ABTEILUNG	Technische Abteilung	FILE	AirAudit Report Energie-Compressoren
MESSZEITRAUM	1. Feb. – 14. Feb. 2007	SEITE	18 von 28

5.2 Energieeinsparung durch besseres Kompressorenmanagement

Auf Grund der derzeit installierten einfachen Kaskadenschaltung ist tagsüber eine hohe Druckspreizung in Verbindung mit einem hohen Druckniveau vorhanden. Ferner ist durch die starre Festlegung der drei Last- und Leerlaufschaltpunkte ein unnötig hoher Leerlaufanteil vorhanden. Durch den Einsatz eines selbst optimierenden und verbrauchsabhängig arbeitenden Kompressoren-Managementsystems lässt sich in allen 3 Bereichen elektrische Energie sparen und darüber hinaus durch geringere Schaltspiele und Lastwechsel in den Schwachlastzeiten Service- und Instandhaltungskosten einsparen.

Im Folgenden wird nur auf die elektrischen Einsparpotenziale eingegangen und die Höhe berechnet die durch den Einsatz eines Airleaders garantiert werden können.

5.2.1 Energieeinsparung durch besseres Teillastverhalten

Teillastverhalten im Messzeitraum (2 Wochen):

Kanal	Last	Leertlauf	Leistung	Lastzeit	Leertlaufzeit	Last	Leertlauf	Last	Leertlauf
Nr.	[kW]	[kW]	[m³/min]	[h:mm:ss]	[h:mm:ss]	[%]	[%]	[kWh]	[kWh]
1	55	18	8,4	107:34:40	37:06:20	74%	26%	5.917	868
2	55	18	8,1	149:01:50	37:10:40	80%	20%	8.197	669
3	30	10	4,1	76:52:20	28:52:10	73%	27%	2.306	289
Summe								16.420	1.626

Durch den Einsatz des Airleader Mastermodules lassen sich bereits bei der vorhandenen Konstellation pro Jahr (50 Wochen) hochgerechnet folgende Einsparungen erzielen:

Derzeitiger Leerlaufanteil: 40,645 kWh/a
entspricht

$$40,645 \text{ kWh} \times 0,0606 \text{ €/kWh} = 2,463,- \text{ €/Jahr}$$

Einsparung Leerlaufabsenkung durch Airleader um 60 %:
entspricht

$$2,463 \text{ €/a} \times 0,6 = 1,474,- \text{ €/Jahr}$$

Das Einsparpotenzial durch Teillastoptimierung mit Airleader beträgt 1,474,- € pro Jahr für die unveränderte Station.

AirAudit Report		Muster AG Deutschland	
PROJEKTLEITER	Herr Dipl.-Ing. XXXX YYYY	DATUM	3. November 2010
ABTEILUNG	Technische Abteilung	FILE	AirAudit Report Energie-Compressoren
MESSZEITRAUM	1. Feb. – 14. Feb. 2007	SEITE	21 von 28

6. SYSTEM AND PARTS RECOMMENDATION

6.1 Konzept und Betriebsweise für die Beschaffung eines neuen Kompressors

Wie im vorigen Kapitel erläutert sind folgende Kombinationen rechnerisch sinnvoll:

- Zusätzlicher Drehzahl geregelter Kompressor mit ca. 6 m³/min Regelbereich
- Drehzahl geregelter Kompressor mit ca. 11 m³/min Regelbereich anstelle BS 50 (Kompressor 3)

Die Variante 1 berücksichtigt dabei den recht alten Kompressor 3 (BS 50, Bj. 1989) mit gleicher Priorität wie die neueren Kompressoren. Der Vorteil besteht im relativ geringen Invest für die kleinere Anlage, dem jedoch ein Mehraufwand für den zusätzlichen Platz und Verrohrung für Kühlwasser und Druckluft gegenübergestellt werden muss.

Wir empfehlen daher Variante 2. Dies entspricht einem Kompressor mit 90 KW und einer variablen Liefermenge von ca. 4-16 m³/min.

Die Wartungs- und Instandhaltungskosten sind bei 3 Kompressoren (Variante 2) grundsätzlich geringer als bei 4 Kompressoren (Variante 1), auch wenn ein Kompressor etwas größer ausfällt als zwei kleinere.

Die Variante 2 ist auch vor dem Hintergrund eines weiter steigenden Bedarfs durch höheren Automatisierungsgrad und steigende Takttzahlen der Produktion zukunftsicherer.

Sollte der Luftverbrauch künftig eher rückläufig sein, so ist die Variante 1 vorzuziehen, da sie bei Verbräuchen unter 6 m³/min wirtschaftlicher arbeiten kann..



Kompressormanagementsystem – VSD-Kompressor - Aufbereitung

<i>Compressed Air Professionals</i>		Muster AG Deutschland	
PROJEKTLEITER	Herr Dipl.-Ing. XXXX YYYY	DATUM	3. November 2010
ABTEILUNG	Technische Abteilung	FILE	AirAudit Report - Example Compressor
MESSZEITRAUM	1. Feb. – 14. Feb. 2007	SEITE	22 von 28

6.2 Kompressormanagement-System Airleader Master Modul

Wir schlagen eine neue übergeordnete Steuerung vom Typ Airleader Master Modul vor, welche alle Kompressoren in einem gleichen engen Druckband von ca. +/- 0,25 bar fährt. In Verbindung mit dem drehzahlgeregelten Kompressor können damit alle Einsparpotenziale voll genutzt werden. Dokumentiert und archiviert werden können die Daten Druck, Druckluft- und Energieverbrauch, Last-, Leerlauf- und Stillstandszeiten der Kompressoren.

AIRLEADER kombiniert unterschiedlich große Kompressoren



zu einer sich automatisch, nach aktuellem Druckluftverbrauch, auf die Produktion einstellende Einheit. Es wird sichergestellt, dass immer nur die effizienteste Kompressoren Kombination die Druckluft erzeugt, die zur Produktion benötigt wird, unabhängig von Hersteller und Leistungen. Der Netzdruck bleibt innerhalb niedrigster Grenzen. Es wird darauf geachtet dass die entstehenden Kosten so niedrig wie möglich bleiben. Die Kompressorenleistungen und eine gemeinsame Druckdifferenz für alle Kompressoren werden einprogrammiert. Mit diesen Informationen

berechnet AIRLEADER permanent den aktuellen Druckluftverbrauch und das Druckluftnetzvolumen. Die selbstlernende 8-fache Berechnungstiefe passt die Kompressoren dynamisch an den Druckluftverbrauch an.

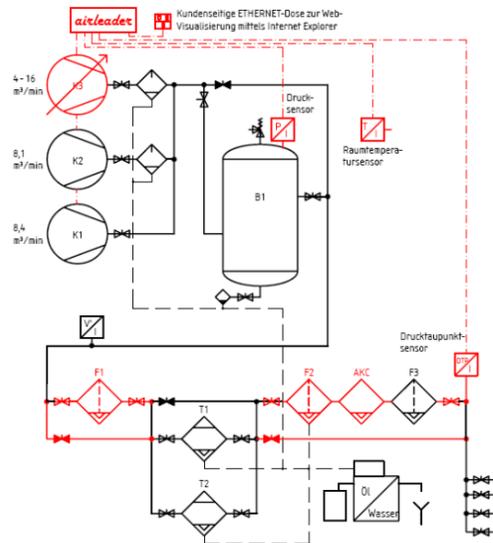
Automatischer Kompressoren Wechsel nach Druckluft Verbrauch:

Sind alle Kompressoren auf gleicher Rangstufe, arbeiten diese völlig automatisch und verbrauchsabhängig. Die Reihenfolge der Kompressoren wird in Echt-Zeit mit sinnvoller Hystereseberechnung dem Produktionsablauf angepasst. Es läuft immer nur die Kompressoren Kombination mit den minimalsten Taktraten und damit niedrigsten Leerlaufzeiten. Große Kompressoren laufen nur dann wenn sie gebraucht werden. Anstatt Leerlauf der großen Kompressoren laufen die kleineren Kompressoren unter Last. Die Kompressoren regeln die Motorstartbegrenzungen selbst.

<i>Compressed Air Professionals</i>		Muster AG Deutschland	
PROJEKTLEITER	Herr Dipl.-Ing. XXXX YYYY	DATUM	3. November 2010
ABTEILUNG	Technische Abteilung	FILE	AirAudit Report - Example Compressor
MESSZEITRAUM	1. Feb. – 14. Feb. 2007	SEITE	27 von 28

6.6 R & I Schema Systemempfehlung

Das nachfolgende Schema enthält die empfohlenen Komponenten, wobei die vom Bestand abweichenden Komponenten rot eingezeichnet sind.:



<i>Compressed Air Professionals</i>		Muster AG Deutschland	
PROJEKTLEITER	Herr Dipl.-Ing. XXXX YYYY	DATUM	3. November 2010
ABTEILUNG	Technische Abteilung	FILE	AirAudit Report - Example Compressor
MESSZEITRAUM	1. Feb. – 14. Feb. 2007	SEITE	28 von 28

7. MEASURING ATTACHMENT (DIAGRAMS)



DL-Analyse Bericht – Ziel erreicht!

- Faktenbasierter IST-Zustand
- Nachvollziehbar Energie Einsparpotenziale aufgezeigt
- Empfehlungen mit geldwertem Vorteil für den Kunden durch hohe Energieeinsparungen
- Und nicht zuletzt neue Geschäfte für Sie!





WF Steuerungstechnik GmbH

Zeppelinstr. 7-9

75446 Wiernsheim

Tel. 0 70 44 – 911 1 00, Fax 0 70 44 – 57 17

