



## Energieanalyse - Verbrauchsmessung - Leckageberechnung

### DS 500 mobil - Energieanalyse nach DIN EN 50001

Wenn man bei Druckluftanlagen von Betriebskosten spricht, so meint man eigentlich die Energiekosten. Denn die Stromkosten machen ca. 70 - 80 % der Gesamtkosten einer Druckluftanlage aus. Je nach Anlagengröße sind das erhebliche Betriebskosten.

Schon bei kleineren Anlagen sind das schnell 10.000 - 20.000 € pro Jahr. Ein Betrag, der sich stark reduzieren lässt - selbst bei gut betriebenen Anlagen. Dies gilt mit Sicherheit auch für Ihre Druckluftanlage!

Welche Stromkosten pro erzeugtem m<sup>3</sup> Luft ergeben sich tatsächlich? Welche Energie wird durch die Wärmerückgewinnung gewonnen? Wie ist die komplette Leistungsbilanz der Anlage?





Wie hoch sind die Differenzdrücke einzelner Filter? Wie hoch ist die Feuchtigkeit (Drucktaupunkt)? Wie viel Druckluft wird verbraucht?

Obwohl Druckluft zu den teuersten Energieformen zählt, gibt es in den Betrieben gerade in diesem Bereich oftmals enorme Energieverluste.

Sie entstehen unter anderem hauptsächlich durch folgende Faktoren:

- **Nichtnutzung der Abwärme**
- **Leckagen bis zu 50%**
- **Fehlende Kompressorsteuerung**
- **Druckluftverluste**

Viele Anlagen sind nicht an den tatsächlichen Bedarf angepasst oder sind reparaturbedürftig. Jährlich könnten durch Leckagenbeseitigung etwa 1,7 Mio. Tonnen Emissionen von Kohlendioxid eingespart werden. (Quelle: Fraunhofer Institut, Karlsruhe).

In den Druckluftnetzen zahlreicher Unternehmen schlummert also ein erhebliches Energieeinsparpotential. Um dieses zu erschließen, sollte die bei der Druckluft-erzeugung entstehende Abwärme zur Raumbeheizung oder Warmwasserbereitung genutzt werden.

Zudem ist es entscheidend, die Steuerung von Druckluftstationen zu optimieren, denn das bringt auf jeden Fall deutliche Energieeinsparungen. Auch die Sanierung einer maroden oder nicht mehr bedarfsgerechten Druckluftverteilung kann sich schon nach kurzer Zeit rechnen. Verluste durch Leckagen im Rohrleitungsnetz verursachen extreme Kosten.

**Diese Tabelle zeigt die jährlichen Energiekosten die durch Leckagen entstehen:**

Lochdurchmesser mm	Luftverlust bei		Energieverlust bei		Kosten bei	
	6 bar (1/s)	12 bar (1/s)	6 bar (kWh)	12 bar (kWh)	6 bar (€)	12 bar (€)
1	1,2	1,8	0,3	1,0	144,00	480,00
3	11,1	20,8	3,1	12,7	1.488,00	6.096,00
5	30,9	58,5	8,3	33,7	3.984,00	16.176,00
10	123,8	235,2	33,0	132,0	15.840,00	63.360,00

**(Quelle: Druckluft-Effizient, kW x 0,06 € x 8000 Betriebsstunden pro Jahr)**

Über den Verbrauch der meisten anderen Medien wie Strom, Wasser, Gase herrscht üblicherweise in allen Betrieben völlige Transparenz.

Zähler für den Wasserverbrauch zum Beispiel, geben Aufschluss über den exakten Verbrauch. Anders als bei der Druckluft sind Leckagen bei Wasser für Jedermann sofort sichtbar und werden sofort behoben. Dagegen verpuffen Leckagen im Druckluftnetz unbemerkt, auch am Wochenende und bei Produktionsstillstand.

Die Kompressoren laufen auch während dieser Zeit weiter, nur um einen konstanten Druck im Netz zu halten. Bei gewachsenen Druckluftnetzen kann die Leckrate zwischen 25 und 35 Prozent liegen. Sie sind die fleißigsten Verbraucher, die 365 Tage im Jahr arbeiten.

Nicht berücksichtigt bei diesen Betrachtungen sind die Kosten für die „Herstellung sauberer und trockener“ Druckluft. Kälte-trockner und Adsorptionstrockner trocknen die Luft mit erheblichen Betriebskosten, die dann sinnlos „verpufft“.

Bei ständig steigenden Energiekosten müssen diese Einsparpotentiale immer stärker genutzt werden, um konkurrenzfähig zu bleiben. Nur wenn der Verbrauch einzelner Maschinen oder Anlagen bekannt ist und für alle transparent gemacht wird, können Einsparpotenziale genutzt werden.

Bei der Einführung eines Energiemanagementsystem nach DIN EN 16001 müssen im ersten Schritt alle Verbraucher erfasst werden. So bekommt der Anwender einen Überblick, wo was verbraucht wird. Diese Transparenz macht es erst möglich ge-

zielt einzugreifen und Energie zu sparen. In Druckluftanlagen heißt das im ersten Schritt, Leckagen aufzuspüren und zu beseitigen.

Wir haben speziell für die komplette Überwachung und Verbrauchsanalyse von Kompressorstationen und Druckluftnetzen einen mobilen Messkoffer, das DS 500 mobil, entwickelt. DS 500 mobil erfüllt alle Anforderungen, um eine Druckluftanlage zu analysieren.

Neben einer Auswertung von Standard-sensoren wie z. B.:

- **Verbrauchssensoren,**
- **Drucktaupunkt-,**
- **Druck-,**
- **Differenzdruck-,**
- **Absolutdruck-,**
- **Temperatursensoren**

ist auch der Anschluss aller Arten von Fremdsensoren wie:

- **Pt 100**
- **Pt 1000**
- **0/4...20 mA**
- **0-1/10 V**
- **Impuls**
- **RS 485 Modbus etc.**

möglich. Einer der Hauptvorteile des DS 500 mobil ist die Möglichkeit neben Stromzangen auch externe Stromzähler, Wasserzähler, oder Wärmemengenzähler anzuschließen. Damit lassen sich die Stromkosten sehr genau in die Analyse integrieren und typische Kennzahlen einer Druckluftstation ermitteln.



Mit dem DS 500 mobil kann eine intelligente Energieanalyse einfach und schnell durchgeführt werden. Die Daten werden sofort am Display angezeigt.

Dazu müssen nur die Kosten in € pro kWh (Tag und Nachtтарif beachten) eingegeben werden.

Mit Hilfe einer Mathematikfunktion können typische Berechnungen vorgenommen werden wie z. B.:

- **Kosten in € pro erzeugtem m<sup>3</sup> Druckluft**
- **Spezifische Leistung in kWh/m<sup>3</sup>**
- **Verbrauch einzelner Druckluftleitungen inklusive Summenbildung**
- **Anzeige von Min-Max Werten, Mittelwert**

Steigen die Minimalwerte im Laufe der Jahre kontinuierlich an, ist das ein eindeutiges Zeichen, dass die Leckrate größer wird. Dies lässt sich ganz einfach ermitteln indem die Messungen in regelmäßigen Abständen durchgeführt werden.

### Verbrauchsanalyse inklusive Statistik auf Knopfdruck

In dieser Auswertung können neben der Druckluft auch alle anderen Energiekosten wie Strom, Wasser, Dampf, etc. erfasst werden. Das schafft Transparenz.

So können alle Energie- und Verbrauchszähler für Druckluft, Gase, Wasser, Strom, Wärmemengen, Dampf etc. erfasst und ausgewertet werden. Der Kunde erhält die Kosten in €uro.

Mit dem großen 7" Farbdisplay mit Touchpanel sind alle Informationen auf einen Blick sichtbar. Mit der Auswertesoftware CS Soft Basic können alle Daten per USB-Stick oder Ethernet online auf dem PC ausgewertet werden.

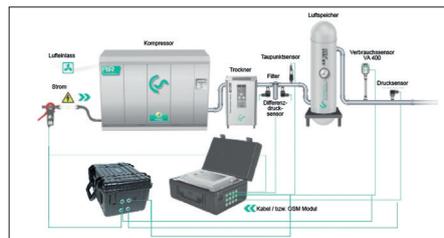
Neben der Verbrauchsanalyse wahlweise als Tages-/ Wochen-/ Monatsbericht können bei Grenzwertüberschreitungen Alarmer per E-Mail und SMS versandt werden.

Über den Webserver, GSM Modul sind die Messdaten weltweit abrufbar.

Wie wird das in der Praxis gemacht?

## Schritt 1: Messung

Ein besonderer Vorteil ist, dass bis zu 12 Kompressoren mit dem DS 500 mobil gleichzeitig gemessen werden können.



## Schritt 2: Analyse

### 2.1) Kompressor-Analyse (Strom-/ Leistungsmessung)

Hierbei wird die Energieaufnahme jedes einzelnen Kompressors gemessen. Die erzeugte Druckluftmenge wird durch die Software anhand einzugebender Leistungsdaten des Kompressors errechnet.

- **Berechnet werden zusätzlich:**
- **Energieverbrauch in (kWh),**
- **Last-,**
- **Leerlauf-,**
- **Stoppzeit,**
- **Kompressorauslastung in %,**
- **Anzahl Be-/Entlastungen (Lastzyklen), spezifische Leistung in kWh/m<sup>3</sup>,**
- **Kosten in €/m<sup>3</sup>**

### 2.2) Anlagen-Analyse (Strommessung und echte Verbrauchsmessung)

Die Anlagen-Analyse hat die Gleiche Funktionalität wie die Kompressor-Analyse, bietet jedoch zusätzlich die Möglichkeit, die tatsächlich erzeugte bzw. verbrauchte Druckluftmenge per Verbrauchssensor VA 500 zu messen.

Durch die zusätzliche „echte Verbrauchsmessung“ lassen sich die Leckage und damit der Kostenanteil der Leckage an den Gesamtkosten in € ermitteln.

## 2.3) Leckage-Berechnung

Bei der Leckage-Berechnung wird in der produktionsfreien Zeit, (Stillstand, Wochenende, Urlaub), mit dem Verbrauchssensor VA 500 die wirkliche Liefermenge gemessen. Der Kompressor fördert in dieser Zeit Druckluft, um einen konstanten Druck aufrecht zu erhalten.

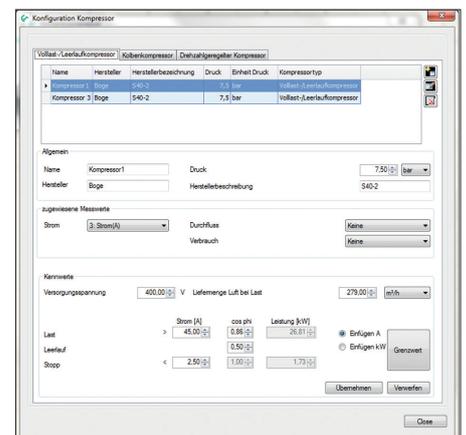
Wird „rund um die Uhr“ produziert, gibt es statistisch gesehen mindestens einen kurzen Zeitraum, in dem alle Verbraucher ausgeschaltet sind. Anhand dieser Daten legt die Software eine rechnerische Leckrate fest und berechnet die angefallenen Leckagekosten in €.

## Step 3: Auswertung am PC mit Grafik und Statistik

### 3.1) Eingabe notwendiger Parameter

Vor der Analyse werden spezifische Daten eingegeben:

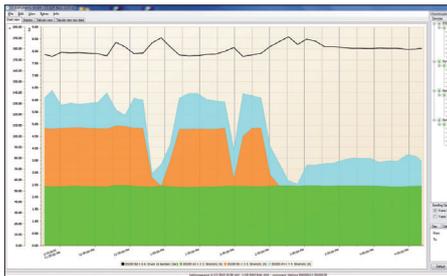
- **Auswahl Kompressortyp (Last-/ Leerlauf bzw. Frequenz geregelt)**
- **Eingabe der Leistungsdaten lt. Datenblatt**
- **Messzeitraum**
- **Kosten in € für 1 kWh**



### 3.2) Grafische Auswertung mit Tagesansicht und Wochenansicht

Alles auf einen Blick.

Auf Knopfdruck erhält der Anwender eine Tages-/ und Wochenansicht mit allen gespeicherten Messdaten mit seinem Firmenlogo (kann einfach integriert werden). Mit der Zoom- und Fadenkreuzfunktion können Spitzenwerte ermittelt werden.



### 3.3) Druckluftkosten in €

Dies war bisher mit viel Zeitaufwand verbunden, jetzt erhält der Anwender alle wichtigen Daten auf Knopfdruck, z. B.:

- Stromkosten
- Druckluftkosten
- Leakagekosten in €
- Kompressordaten mit Last-/ Leerlaufzeiten
- Spezifische Leistung in kWh/m<sup>3</sup>
- Kosten per m<sup>3</sup> in €

Energie- und Kostenauswertung																			
Zeitraum:		12.01.2010 10:39 - 19.01.2010 09:44			Tarif 1:		06:00 - 19:59												
Zeitraum in Stunden:		167,1			Tarif 2:		20:00 - 06:00												
Durchfluss Gesamt:		Summe ausgewählter Kompressoren			Tarif 2:		20:00 - 06:00												
Leckagegrenzwert:		128,00			Tarif 2:		0,11 Euro												
Kompressor	Bestandteil (kg)			Schaltvorgänge			Energie			Druckluft			Kosten (Euro)			Leckage			
	Last	Leerlauf	Stopp	Last (Leckwert)	Leck (Leckwert)	Stopp	Last (kWh)	Leck (kWh)	Stopp (kWh)	Last (m³)	Leck (m³)	Stopp (m³)	Last (€)	Leck (€)	Stopp (€)	Last (m³)	Leck (m³)	Stopp (m³)	
01 Kompressor	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
02 Kompressor	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
03 Kompressor	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
<b>Gesamt</b>	<b>30,0</b>	<b>30,0</b>	<b>30,0</b>	<b>30,0</b>	<b>30,0</b>	<b>30,0</b>	<b>30,0</b>	<b>30,0</b>	<b>30,0</b>	<b>30,0</b>	<b>30,0</b>	<b>30,0</b>	<b>30,0</b>	<b>30,0</b>	<b>30,0</b>	<b>30,0</b>	<b>30,0</b>	<b>30,0</b>	<b>30,0</b>

### 4) Maßnahmen

Basierend auf diesen Analysen sollten einige Maßnahmen durchgeführt werden um das Druckluftsystem zu optimieren. Diese Maßnahmen können von System zu System unterschiedlich sein, normalerweise gibt es jedoch folgende Möglichkeiten:

- Prüfen, ob es Leckagen im Druckluftsystem gibt und lokalisieren Sie diese. Sie treten üblicherweise an Schweißnähten und Verbindungsstellen auf. (50 Leckagen mit einem Durchmesser kleiner als 1 mm können Kosten in Höhe von 11.000 € Pro Jahr verursachen).
- Anhand der Last-/ Leerlaufanalyse und dem Druckprofil sollte die Kompressorregulierung und die Kompressoreinstellung optimiert werden. Mit Hilfe moderner Kompressor-Betriebssysteme können die Leerlaufzeiten minimiert werden. (Im Leerlauf verbraucht der Kompressor ca. 30% der Voll-Last-Energie, gibt aber keine Luft ab)
- Reduzieren der Eingangstemperatur (eine Temperaturreduzierung um etwa 10 °C kann 3% Energie sparen).
- Optimieren des Rohrleitungssystem indem unnötige Druckabfälle vermieden werden.