

Druckluftverbrauch messen, Energiekosten sparen

Druckluft ist ein unverzichtbarer Energieträger. Etwa 60.000 Anlagen sind in Deutschland installiert. Obwohl Druckluft der teuerste Energieträger ist, verbrauchen die Industrieunternehmen bis zu 40% mehr als nötig.

Viele Anlagen sind nicht an den tatsächlichen Bedarf angepasst oder sind reparaturbedürftig. Jährlich könnten durch Leckagenbeseitigung etwa 200 Mio. € an Stromkosten und etwa 1,7 Mio. Tonnen Emissionen von Kohlendioxid eingespart werden.

Quelle: Fraunhofer Institut, Karlsruhe



Die Effizienz der Druckluftversorgung beginnt bei der Erzeugung und endet bei jedem Endabnehmer.

Verluste durch Leckagen im Rohrleitungsnetz verursachen extreme Kosten und setzen die Effizienz herab. Bisher gingen diese Kosten in der allgemeinen Stromrechnung unter und waren nicht transparent.

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 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 munter weiter, nur um einen konstanten Druck im Netz zu halten.

Nicht berücksichtigt bei diesen Betrachtungen sind die Kosten für die „Herstellung sauberer und trockener“ Druckluft.

Kältetrockner 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.

Die Tabelle 1 zeigt die jährlichen Energiekosten die durch Leckagen verpuffen.

Lochgröße	Luftverlust bei 6 bar, l/s	Luftverlust bei 12 bar, l/s	Energieverlust kWh, 6 bar	Energieverlust kWh, 12 bar	Kosten bei 12 bar in €
1 mkm	1,2	1,8	0,3	1,0	€ 480,-
3 mm	11,1	20,8	3,1	12,7	€ 6.096,-
5 mm	30,9	58,5	8,3	33,7	€ 16.176,-

Quelle: Druckluft-Effizienz, kWh x € 0,06 x 8.000 Betriebsstunden jährlich

1. Druckluft-Verbrauchsmessung/Bedarfsanalyse

1.2 Druckluftanalyse mit stationären Messgeräten

Viele Druckluftanwender wissen zunächst gar nicht wie hoch der Gesamtverbrauch der Druckluft ist und demzufolge auch nicht, wie hoch die Kosten für Leckagen sind. Der Stromverbrauch für die Kompressoren geht in der allgemeinen Stromrechnung unter.

In der Praxis werden sehr oft zischende Verschraubungen oder Verbindungen nicht sofort abgedichtet, da das Bewusstsein beim Druckluftanwender bisher nicht überall vorhanden ist. Akustisch sind Leckagen erst ab 1mm² bei einem Druck von 7 bar wahrnehmbar.

Bis dahin bereiten zehn Leckagen bis zu 1 mm² jedoch schon Kosten von 10.000,- € im Jahr.

Für die Druckluftverbrauchsmessung und Bedarfsanalyse kommen Mehrkanal-Langzeitdatenlogger mit entsprechenden Mess-Sonden zum Einsatz. Die neuartigen, praxisgerechten Messgeräte wurden in Zusammenarbeit mit führenden Firmen in der Drucklufttechnik entwickelt und leisten weit mehr, als bisherige Verbrauchsmessgeräte. Zusammen mit einer speziell entwickelten Auswertesoftware erhält der Anwender einen umfassenden Einblick in das gesamte Druckluftnetz.

Bild 1 Stationäres Multikanal-Messgerät

Besondere Vorteile:

Alle relevanten Messdaten zum wirtschaftlichen Betrieb der Druckluftstation

sind auf einen Blick sichtbar:

- momentaner Verbrauch in m³/h oder m³/min
- Gesamtverbrauch in m³
- Drucktaupunkt in °Ctd
- Leitungsdruck in bar
- Stromverbrauch in A
- Temperatur in °C

Die Datenübertragung zum PC erfolgt über

- den CS Datensammler (manuell)
- USB-Schnittstelle für kurze Distanz PC zum Display
- RS 485-Schnittstelle für lange Distanzen

Der Datensammler (USB) kann:

- bis zu 64 Messgeräte am PC auslesen
- Daten in der Software auswerten



Software mit Leckageberechnung

Messzeitraum 31.12.2006 bis 31.01.2007, Messrate 1 Sekunde

<u>Druckluftverbrauch</u>		
Gesamtverbrauch: 1.309.013 m ³	Durchschnittl. Verbrauch: 1.805 m ³	Max. Verbrauch: 2.400 m ³ /h
<u>Leckage</u>		
Leckage gesamt: 299.000 m ³	Durchschnittl. Leckage: 415 m ³ /h	Leckrate: 23%
<u>Energiedaten</u>		
Energieverbrauch gesamt: 129 000 KWh	Energiekosten: 129 000 KWh x 0,11 € = 14.190 €	Energiekosten pro m ³ 14.190 € / 1.309.013m ³ = 0.011 €/m³
<u>Weitere Messdaten</u>		
Maximaler Druck: 7 bar	Minimaler Druck: 5,8 bar	Durchschnittswert: 6 bar
Maximaler Taupunkt: -11 °Ctd	Minimaler Taupunkt: -50 °Ctd	
<hr/>		
<u>Leckagekosten:</u>		
299.000 m ³ x € 0,011		
= € 3.289		

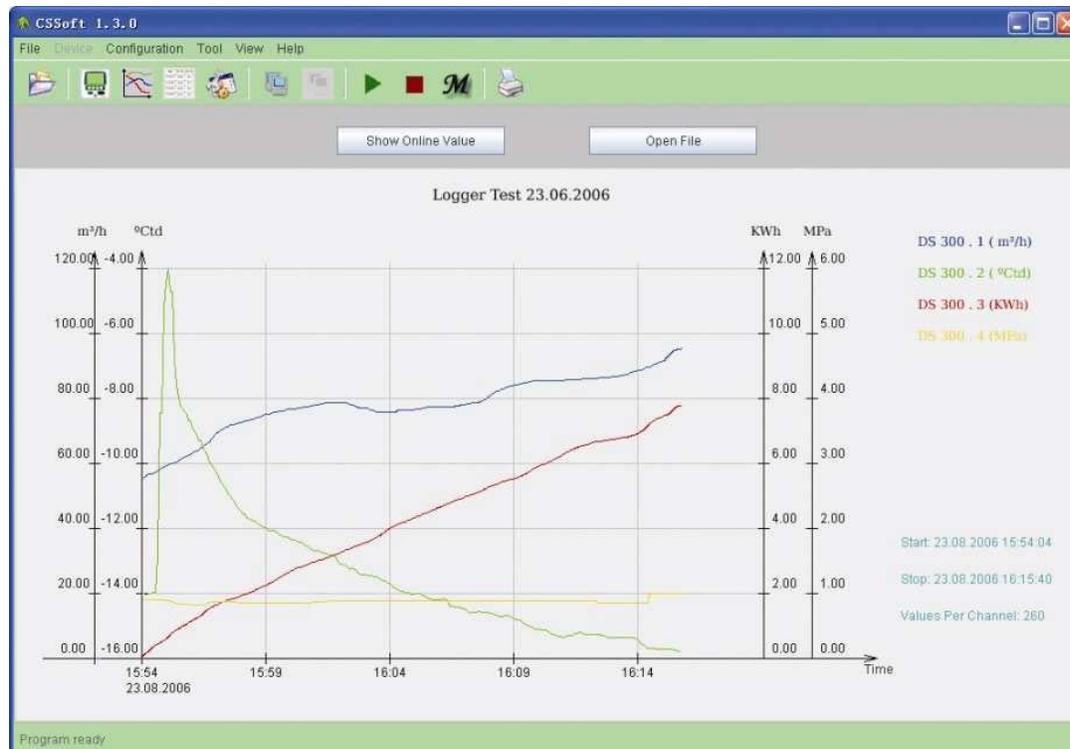


Bild 2 Grafische Auswertung aller relevanten Daten mit der Software

Die im Langzeitdatenlogger gesammelten Daten können mit der speziell für die Druckluftbranche neu entwickelten **Software mit Leckageberechnung ausgewertet** werden.

1. Wie wird die Leckage bestimmt?

Am einfachsten ist die Bestimmung der Leckage an produktionsfreien Tagen, z. B. Wochenende, Urlaub, nach Schichtende. Der Kompressor fördert in dieser Zeit Druckluft, die benötigt wird, 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, z.B. Wartung.

Diesen Zeitraum ermittelt die Software automatisch.

2. Was muss der Anwender tun?

Der Anwender muss folgende Parameter eingeben:

- Stromkosten pro kWh
- Messrate, Dauer der Messung

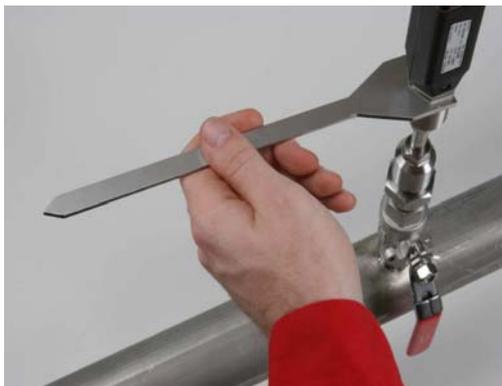
3. Welche Auswertungen erhält der Anwender?

Neben der grafischen Auswertung mit Kurvenverläufen aller Messdaten erhält der Anwender eine Angabe über:

- den Gesamtverbrauch in m³
- die Leckage gesamt in m³ und % des Gesamtverbrauchs
- Stromverbrauch in kWh
- Kosten pro m³ erzeugter Druckluft in €
- Kosten der Leckage in €
- Druckverlauf
- Drucktaupunktverlauf

1.2 Einfacher Einbau der Sonde unter Druck über einen 1/2" Kugelhahn

Bild 3 Lagegenauer Einbau der Messsonde



Einfacher Ein- und Ausbau der Sonde unter Druck über einen 1/2" Kugelhahn ohne dass die Druckluftleitung abgesperrt oder entleert werden muss.

Die korrekte Positionierung der Messsonde wird über ein verschiebbares Montagegewinde und eine Skalierung eingestellt. Die Sondenspitze wird in die Mitte des Rohres eingebaut. Mit Hilfe des Montageschlüssels wird die Messsonde ausgerichtet.

Der präzise Einbau- und Ausbau dauert nur wenige Minuten .

Die Vorteile gegenüber handelsüblichen Verbrauchsmessgeräten, die in Rohrleitungen fest eingebaut sind, liegen auf der Hand.

Vorteile:

- einfacher Ein- und Ausbau der Messsonde unter Druck für die Kalibrierung ohne Leitungsunterbrechung über preisgünstige, handelsübliche 1/2" Kugelhähne
- keine zusätzlichen Kosten für Bypassleitungen notwendig
- im Servicefall einfache Überprüfung und ggf. Austausch der Messsonde unter Druck ohne Leitungsunterbrechung
- keine Leitungsverengungen durch unterschiedliche Rohrdurchmesser
- in beliebige Rohrdurchmesser einsetzbar

1.3 Druckluft rund um die Uhr, kein Zeitfenster für die Messung?

Viele Industriebetriebe benötigen Druckluft „rund um die Uhr“. So ist es sehr oft nicht möglich für den Einbau- und Ausbau der Verbrauchsmessgeräte das gesamte Netz zu entleeren. Auch hier bieten wir eine praxisgerechte Lösung:

Mit Hilfe einer speziellen Bohrvorrichtung, kann an jeder beliebigen Stelle im Druckluftnetz innerhalb weniger Minuten, eine Messstelle mit einem 1/2" Kugelhahn eingerichtet werden. Sehr oft benötigen Druckluftanwender eine schnelle und präzise Messung des Verbrauchs an bestimmten ausgewählten Druckluftleitungen, aus unterschiedlichsten Gründen. Speziell in bestehenden Druckluftanlagen werden immer mehr Verbraucher angeschlossen, ohne dass genau bekannt ist, wie hoch der Verbrauch bestimmter Produktionshallen oder Abteilungen tatsächlich ist.

Bei bestehenden Rohrleitungen besteht daher die Gefahr, dass es bei einem extrem hohen Verbrauch zu überhöhten Fließgeschwindigkeiten und damit zu hohen Reibungsverlusten kommt.

Die Fließgeschwindigkeit sollte 6 m/s nicht übersteigen. Höhere Werte führen zu einem extremen Energieverlust.

1.4 Was tun, wenn keine Messstelle mit 1/2" Kugelhahn vorhanden ist?

Mit Hilfe einer speziellen Bohrvorrichtung kann an jeder beliebigen Stelle im Druckluftnetz innerhalb weniger Minuten eine Messstelle mit einem 1/2" Kugelhahn eingerichtet werden.

Bild 4 Bohrvorrichtung



Bild 5 Anbohrschelle



Bild 6 Anbohren unter Druck

2. Mobiles Messgerät für schnelle Messungen des Druckluftverbrauchs

In Verbindung mit der Bohrvorrichtung verwenden wir ein mobiles Durchflussmessgerät mit dem in beliebigen Rohrdurchmessern gemessen werden kann.

Bild 7 Mobiles Verbrauchsmessgerät

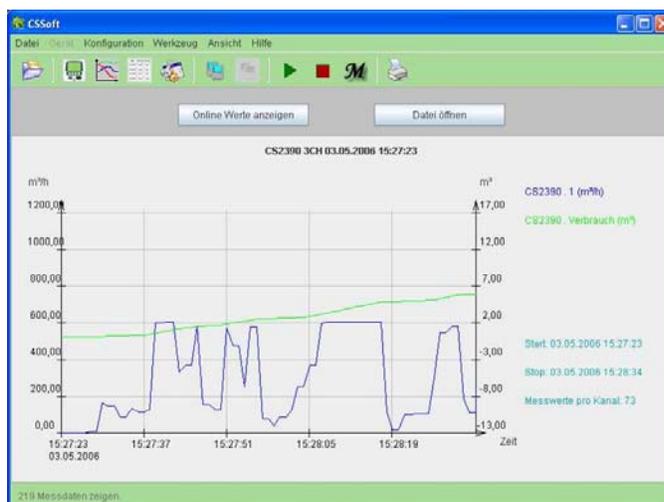


Besondere Vorteile:

- für beliebige Rohrdurchmesser einsetzbar
- Tiefenmaß eingraviert für genaue Positionierung im Rohr
- Schneller und einfacher Ein- und Ausbau unter Druck ohne Leitungsunterbrechung
- Anzeige direkt in m^3/h und m/s
- Innendurchmesser einfach einstellbar
- Sicherungsring
- PC Auswertung
- weitere Fühler Taupunkt, Druck...

Neben der eigentlichen Messung können bis zu 6000 Messwerte gespeichert werden und mit der Analysesoftware ausgewertet werden. Die graphische oder tabellarische Darstellung ermöglicht eine genaue Analyse des Druckluftprofils mit aktuellem Verbrauch in m^3/h , Totalverbrauch in m^3 .

Bild 8 Graphische Auswertungen



Die gespeicherten Messwerte können graphisch oder tabellarisch dargestellt werden.

Ein einfacher Datentransfer in „Excel“ ist einfach und schnell möglich. Damit können beliebige kunden-spezifische Formulare erstellt werden.

3. Dreifach optimieren mit der Druckluftanalyse

3.1 Druckluftanalyse mit Verbrauchsmessgeräten

Interessant wird die Analyse von Messdaten, die über einen längeren Zeitraum aufgezeichnet wurden. Hier bietet es sich vor allem an, den Verbrauch an Wochenenden und bei Produktionsstillstandszeiten aufzuzeichnen, siehe **Bild 2**. Es ergibt sich damit ein geschlossenes Bild über die zeitliche Schwankungsbereiche bei Druck, Drucktaupunkt und Volumenstrom.

Dies ist nur ein erster Schritt zur Optimierung der Gesamtanlage.

3.2 Die bereichsbezogene Analyse

Die Druckluftverbrauchsmessung an mehreren Verteilerstationen zeigt sofort, wie hoch der Verbrauch einzelner Abteilungen, Maschinen, Anlage ist. Sehr schnell wird deutlich, welche Kosten pro Messstelle oder pro Abteilung umgelegt werden können. So entsteht Kostentransparenz für den Druckluftverbrauch, höhere Verantwortlichkeit und sparsamer Verbrauch sind die Folge.

3.3 Die Optimierung der Anlage

Die ermittelten Verbrauchswerte ermöglichen eine schnelle und einfache Optimierung der Auslastung der Kompressoren. So erhält der Anwender ein exaktes Profil der verbrauchten Druckluftmengen, siehe **Bild 8**.

Die gewonnenen Ergebnisse können unter Einsatz einer weiteren Analyse-Software direkt in Vorschläge zur Anpassung der Kompressorenleistung in Bezug auf Leistungsstückelung, Drehzahlregelung, Gesamtkapazität und vor allem auch zur Optimierung der Kompressorensteuerung durch übergeordnete Steuerungen überführt werden.

An die Auswertung der Messergebnisse schließt sich eine zielgerichtete Leckageortung und Behebung an.



Mit **Ultraschalldetektoren** können Leckagen schnell und sicher erkannt werden, sogar aus mehreren Metern Entfernung. Ein integrierte Laser hilft bei der punktgenauen Ortung.

Bild 9 **Leckagen finden mit dem Ultraschall Detektor**

Wenn Druckluft aus Leckagen ausströmt, entstehen vom menschlichen Ohr nicht zu hörende Ultraschallwellen.

Der **Ultraschalldetektor** wandelt die nicht hörbaren Ultraschallwellen, im Kopfhörer, in hörbare Signale um.

Der schalldichte Kopfhörer sorgt dafür, dass störende Umgebungsgeräusche nicht wahrgenommen werden.

Der Ultraschalldetektor ortet ausströmende Druckluft an Haarrissen, verschlissenen Flanschverbindungen, fehlerhaften Dichtungen, undichten Steckkupplungen und gelockerten Leitungsverbindungen mit höchster Präzision. Eine Leckageortung ist auch teilweise des laufenden Betriebes möglich.



Bild 10
Leckagensuche an undichten Flanschen

In großen Höhen verlaufende Druckluftleitungen können mit dem Teleskop vom Boden aus überprüft werden.

4. Verbrauchsanalyse vor und nach der Leckagebehebung

Sehr schnell zeigen sich die Einsparungen, bei immer wiederkehrenden Vergleichsmessung vor und nach der Leckagenortung und natürlich nach deren konsequenten Behebung. Diese Messungen sollten in regelmäßigen Abständen durchgeführt werden, da einmal aufgetretene Leckagen über die Zeit immer größer werden und dadurch immer mehr Luft sinnlos abströmt.

Werden diese Messungen kontinuierlich durchgeführt, gehören schleichend steigende Druckluftverluste der Vergangenheit an:

Wenn im ersten Schritt nur ca. 10 % Leckagen beseitigt werden, kann das je nach Druckluftverbrauch, eine Kosteneinsparung in mehrfacher Höhe der Anschaffungskosten der Messgeräte sein.

5. Hohe Qualitätsstandards in der Produktion

5.1 Taupunktüberwachung

Neben der Kosteneinsparung durch Leckagebeseitigung, erfordern moderne Druckluftanlagen eine kontinuierliche Feuchteüberwachung um Produktionsstillstand zu vermeiden.



Bild 11 Kontinuierliche Taupunktüberwachung

Auch wenn die Abkühltemperatur eines Kältetrockners scheinbar in Ordnung ist, kann durch defekte Kondensatableiter, Kondensatüberlastung des Kältetrockners, korrodierte Wärmeaustauschrohre etc. die Feuchtigkeit im Druckluftnetz ansteigen. Produktionsstillstand hervorgerufen durch Kondensatanfall kann im Extremfall die Folge sein. Soweit sollte es nicht kommen!

5.2 Druckluftqualitätsüberwachung

Neben den Branchen (Nahrungsmittel, Pharmazie) mit bekannt hohen Anforderungen an die Qualität der im Produktionsprozess verwendeten Druckluft gibt es Anwender, die aufgrund prozesstypischen Einsatzes der Druckluft oder durch gesetzliche Bestimmungen (z.B. DIN EN 12021, BGR190) erhöhte Anforderungen an die Luftqualität stellen. Die Luftqualität ist in der Industrie nach ISO 8573.1 klassifiziert. Oft werden Anlagen und Komponenten auf die Erzeugung eines bestimmten Qualitätsstandards kombiniert. Ob die ursprünglich vorgesehene Druckluftqualität überhaupt erreicht wird, bzw. dauerhaft sichergestellt ist, darüber gibt es meist keine genauen Kenntnisse.



Bild 12: Drägerwerk AG & Co. KGaA, 2010

Für die Messung und Überwachung der Druckluftqualität setzen wir zertifizierte Messverfahren ein, die für den Nachweis von Bestandteilen gem. der DIN EN 12 021 geeignet sind. Die Aerotest-Messung ermöglicht die simultane, d.h. gleichzeitige Messung von Schadstoffen in der abströmenden Luft, sowie den Nachweis über Sauerstoffanteil und Kohlendioxid und Kohlenmonoxid. Weiter werden verbindliche Werte über Restölgehalt (Ölimpaktor) und Restfeuchtigkeit geliefert.



Schlussbetrachtung

Mit präzisen Messgeräten und Sensoren bietet die Wille GmbH einzigartige, praxisgerechte Druckluftanalyse und Leckageortung. Bei durchschnittlich 30 % Leckagen in typischen Druckluftnetzen in der Industrie, gibt es kein einfacheres und besseres Einsparpotential, als die Leckagenbeseitigung.

Wenn durch den Einsatz der Messgeräte 2 bis 3 Lecks mit 1 bis 2 mm Durchmesser gefunden und beseitigt wurden, haben sich die Kosten für Messungen und Analysen bereits nach wenigen Wochen amortisiert.

Ihre kompetenten Ansprechpartner:

Herr Dipl.-Ing. Frank Wille, Geschäftsführer
Herr Michael Kaiser, Technischer Leiter

Wille GmbH
Norderoog 4
D-28259 Bremen
Tel. + 49 (0) 421 57636-0
Fax + 49 (0) 421 57636-30
E-Mail: info@wille-gmbh.de
Internet: www.wille-gmbh.de