

## Druckluft-Durchsätze und Druckluft-Leckagen erfassen - aber wie?

Übersicht über das Dielen-VARIOMASS-Meßsystem  
zur Messung und Bilanzierung von Druckluftverbräuchen



## Druckluft-Durchsätze und Druckluft-Leckagen erfassen - aber wie?

Bei steigenden Strompreisen sowie höherem Druckluftbedarf und dem wirtschaftlichen Druck nach Senkung der Produktionskosten, ist der Ruf nach Energieeinsparung immer wichtiger geworden. Ein neues oder gut gewartetes Druckluftnetz hat üblicherweise eine Leckage von etwa 10% des Gesamt-Druckluftverbrauches. Die tatsächlichen Durchschnittswerte bestehender Anlagen liegen jedoch bei 20 bis 30%, weil sehr viele, nicht bekannte Leckagestellen vorhanden sind. Dieser Beitrag stellt ein auf den Druckluftmarkt abgestimmtes Meßsystem vor, mit dem der Betreiber der Druckluftanlage in der Lage ist, eine quantitative Aussage über die Leckagemengen zu treffen und Druckluft-Verbrauchsmessungen durchzuführen.

Die Problematik ist längst bekannt - eine Leckage mit einem Lochdurchmesser von 3 mm ergibt bei 6 bar Systemdruck einen Luftverlust von etwa 0,5 m<sup>3</sup>/min. Das folgende Rechenbeispiel verdeutlicht die Fakten: 0,5 m<sup>3</sup>/min x 60 min = 30 m<sup>3</sup>/h x 8000 Betriebsstunden pro Jahr = 240.000 m<sup>3</sup>/Jahr; bei einer Kostenberechnung von rund 0,025 EUR pro m<sup>3</sup> erzeugter Druckluft ergibt sich somit ein Jahresverlust von etwa 6.000 EUR.

Eine Leckage von der Größe eines 3-mm-Loches ist eher eine Seltenheit, jedoch die Summe der kleinen Leckagestellen von der Größe 0,1 bis 1 mm Durchmesser ergeben in der Summe einen beträchtlichen Verlust. Die Aussage "wir wissen, daß wir Leckagen haben, warum sollen wir auch noch Geld für die Messung ausgeben" von einigen wenigen Betreibern, ist eine Politik "des Kopfes in den Sand stecken", die sich in der heutigen Wirtschaftslage keiner mehr erlauben kann.

Setzt man ein bekanntes volumetrisches Meßsystem nach dem Wirkdruckverfahren ein, z.B. eine



**Bild 1:** Das VARIOMASS-Meßsystem gibt es in verschiedenen Ausführungen: mit In-Line Sensor oder mit Eintauch-Sensor, die Auswerteelektronik in einem DIN-Einschubgehäuse oder in einem robusten Feldgehäuse, als VARIOMASS für einen Messkanal und als VARIOMASS MF (Multi Function) für bis zu vier Messkanäle. Weiterhin gibt es die Kompaktauflösung VARIOMASS ECO mit Elektronik im Anschlussgehäuse des Sensors.

Bild 1 zeigt ein Einkanal-System VARIOMASS mit Feldgehäuse und Zubehör.

Normblende nach DIN, so ist der Betreiber in der Lage, den Durchsatz an Druckluft zu messen, wobei aber dieses System aufgrund des Meßbereichsverhältnisses von maximal 1:10 nicht in der Lage ist, die Leckagemenge zu erfassen.

Der an der Messblende gemessene Differenzdruck ist bei diesen Schleichmengen zu klein. Zudem entsteht durch den Einbau der Messblende ein bleibender Druckverlust im Rohrleitungssystem. Dieser kann je nach System zwischen 0,1 und 0,2 bar betragen. (bei einem angenommenen Systemdruck von 6 bar) und trägt somit zu einer Energieerhöhung von 2 bis 4 % pro Meßstelle bei.

Abhilfe schafft das thermische VARIOMASS-Meßsystem zur Messung und Bilanzierung von Druckluft. Es besteht aus einem Sensor und der dazugehörigen digitalen Auswerteelektronik

**Es handelt sich dabei um ein Meßsystem, welches speziell auf die Druckluft-Mengenerfassung und -auswertung zugeschnitten ist, da es auch bei kleinen Durchsätzen und ohne jeden messbaren Druckverlust an der Messstelle arbeitet.**

## Druckluft-Durchsätze und Druckluft-Leckagen erfassen - aber wie?

Übersicht über das Dielen-VARIOMASS-Meßsystem zur Messung und Bilanzierung von Druckluftverbräuchen



### Der Meßwertaufnehmer (Sensor)

Der Meßwertaufnehmer ist ein thermischer Massenstrommesser, der nach dem bekannten Hitze-draht-Anemometerprinzip arbeitet. Hierbei handelt es sich um einen beheizten und einen unbeheizten Widerstandstemperaturfühler, wobei der Wärmeabtrag durch das fließende Medium proportional zum Volumenstrom steht.

Damit entfällt eine zusätzliche Druck- und Temperaturmessung, da das gelieferte Meßsignal direkt den Norm-Volumenstrom [ISO 1217: 20 °C, 1,0 bar abs., 0 % rel. Feuchte] liefert. Das reduziert den Installations- und Verdrahtungsaufwand erheblich, da nur eine Meßstelle und ein Meßsystem benötigt wird. Der Sensor selbst besitzt keine bewegten Teile und ist somit verschmutzungsunempfindlich und verschleißfrei. **Es gibt zwei Sensorausführungen:**

#### Bild 2: In-Line Sensoren für kleine Rohrnennweiten (1/2" bis 2")



**Blick in den In-Line Sensor:**  
Meßstrecke ohne Strömungsgleichrichter und mit Strömungsgleichrichter für gute Anströmung bei schwierigeren Einbauverhältnissen.

#### Bild 3: Eintauch-Sensor für große Rohrnennweiten (ab 2 1/2" bis DN 500) [bis DN 1000 auf Anfrage]

Die Sensorform ist so beschaffen, daß durch das Meßsystem in der Rohrleitung kein nennenswerter Druckverlust entsteht..



**Eintauch-Sensor, hier mit Klemmringverschraubung und Kugelhahn zum Ein- und Ausbau des Sensorstabes unter Prozessdruck.**

Die Eintauch-Sensoren lassen sich sehr einfach und kostengünstig über die Klemmringverschraubung installieren und sich der jeweiligen Rohrnennweite von DN 65 bis DN 500 anpassen. Der Prozeßanschluß des Sensors erfolgt über eine an der Rohrleitung anzubringende Anschweißmuffe mit 1/2"-Innengewinde (DN 15) und der Sensorstab (Durchmesser 1/2"= 12,7 mm) wird durch diese Muffe in die Rohrleitung eingeführt und mit der zum Lieferumfang gehörenden Klemmringverschraubung positioniert und befestigt.

Für den Ein- und Ausbau unter Prozessdruck, und damit auch für den mobilen Einsatz an vorinstallierten Messstellen, gibt es die hier angesprochene herausziehbare Sondereinheit mit Kugelhahn und Klemmringverschraubung. (Bild 3) Sie erlaubt es, den Sensorstab unter Prozeßdruck ein- und auszubauen, ohne daß das Medium entweichen kann.

## Druckluft-Durchsätze und Druckluft-Leckagen erfassen - aber wie?

Übersicht über das Dielen-VARIOMASS-Meßsystem  
zur Messung und Bilanzierung von Druckluftverbräuchen



In einer weiteren Option kann der Kugelhahn mit einem Anschluss für einen Druckaufnehmer ausgerüstet werden, mit dem der Systemdruck an der Messstelle extern registriert werden kann. (Bild 4)

**Bild 4: Anschlusskugelhahn mit zusätzlichem Anschluss für einen Druckaufnehmer**

Die Widerstandstemperaturfühler der Sensoren (siehe Bild 2) sind so beschaffen, daß eine schnelle Ansprechzeit (etwa 1 s) sichergestellt ist, damit auch kurzzeitige Spitzenverbräuche sicher registriert werden.

Bei den In-Line - Sensoren (Bild 2) wird ein Teil der Rohrmeßstrecke in der entsprechenden Nennweite direkt mitgeliefert und wie ein T-Stück in die Rohrleitung integriert. Das Sensormeßrohr ist gerade und ohne jede Einschnürung des Durchmessers. Dadurch werden Verwirbelungen durch Nennweitenveränderungen ausgeschlossen, was zu einer besseren Genauigkeit führt.

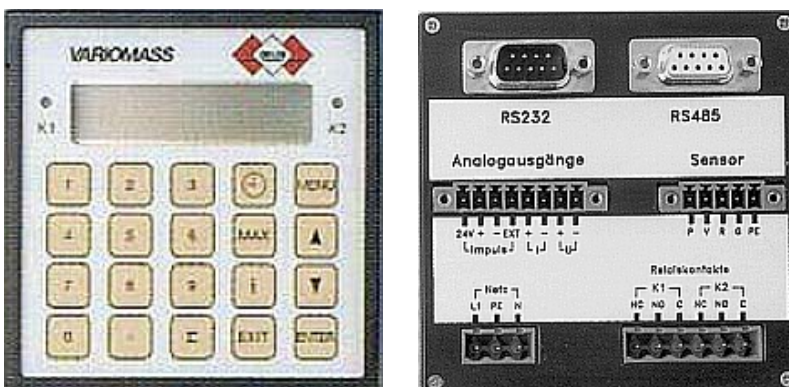
Bei beengten Einbauverhältnissen mit weniger guten Messstreckenverhältnissen, das heißt, bei kleineren Vor- und Nachlaufstrecken als gleich/größer  $10 \cdot DN$  Vorlauf und gleich/größer  $5 \cdot DN$  Nachlauf (DN = Innendurchmesser des Rohres), können in die In-Line - Sensoren Strömungsgleichrichter integriert werden. (siehe Bild 2)

Die hohe Reproduzierbarkeit von 0,5% vom Meßwert über breite Meßspannen (siehe Einsatzbereiche & Einsatzbedingungen) erlaubt eine genaue Verbrauchsabrechnung für alle Nennweiten. Die hohe Auflösung auch kleinster Durchflußmengen (z.B. ab  $0,050 \text{ Nm}^3/\text{min} = 3 \text{ Nm}^3/\text{h}$ ) macht Leckagemengenmessungen möglich.

### Die Auswerteelektronik (Transmitter)

Die Elektronik setzt die vom Sensor kommenden unlinearen analogen Meßsignale in ein digitales oder analoges, lineares Ausgangssignal um. Die Auswerteelektronik des VARIOMASS-Meßsystems gibt es in zwei Ausführungen:

**Bild 5: DIN-Einschubgehäuse für den Schalttafeleinbau**



**Bild 5: VARIOMASS-Auswerteelektronik im DIN-Einschubgehäuse, Vorderseite und Rückseite**

## Druckluft-Durchsätze und Druckluft-Leckagen erfassen - aber wie?

Übersicht über das Dielen-VARIOMASS-Meßsystem zur Messung und Bilanzierung von Druckluftverbräuchen



### Bild 6: Robustes Feldgehäuse mit der Schutzart IP 65 für die Wandmontage



Im Bild die Ausführung VARIOMASS MF (Multi Function) für bis zu vier Messkanäle. Die Ausführung VARIOMASS für einen Messkanal ist optisch und technisch identisch.

**Bild 6: Messumformer VARIOMASS und VARIOMASS MF im robusten Feldgehäuse mit der Schutzart IP 65 für Wandmontage.**

### Anwenderfreundliche Bedienung der VARIOMASS-Elektronik

Um den Anwendern ein schnelles und fehlerfreies Programmieren und Abfragen der Meßgröße zu ermöglichen, ist die systemeigene Software und Menüführung in klar gegliederten Schritten aufgebaut.

Es gibt verschiedene codesgeschützte Menüebenen, die dem Bediener ein Abfragen der Betriebsdaten oder ein Pro-

grammieren des Meßsystems erlaubt. Die Tastatur ist übersichtlich gegliedert und die Tastenbelegung ist eindeutig zugeordnet, was die Fehleingabe auf ein Minimum beschränkt.

Alle eingegebenen Parameter werden durch eine Ist-/Soll-Schaltung überprüft und bei Fehleingabe wird eine Klartext-Fehlermeldung im LC-Display mit 2 x 16 Zeichen angezeigt.

Folgende Betriebsdaten von zeitlichen Größen wie z.B. Druckluftverbrauch, Spitzen, Summierung in definierten Zeiträumen usw. können abgefragt und angezeigt werden.

Die Anpassung des Meßsystems über die anwenderfreundliche Menüführung erlaubt eine Festlegung des Meßbereiches, der Ausgangssignale, der Rohrnennweite und der Zeitintervalle der Zähler direkt vor Ort durch den Bediener.

Alle Betriebsdaten werden auch bei Spannungsunterbrechung gespeichert und dem Anwender bei Spannungszuführung über das LC-Display zur Verfügung gestellt.



Mobil einsetzbare Mess-Systeme können individuell zusammengestellt werden.

Auf Anfrage können mobil einsetzbare Mess-Systeme auch als Mietgeräte bereit gestellt werden

**Bild 7: VARIOMASS-Gerät mit Zubehör im Messkoffer zum mobilen Einsatz**

# Druckluft-Durchsätze und Druckluft-Leckagen erfassen - aber wie?

Übersicht über das Dielen-VARIOMASS-Meßsystem zur Messung und Bilanzierung von Druckluftverbräuchen



**Bild 8: VARIOMASS ECO - Kompakte Kombination von Sensor und Messumformer im Anschlussgehäuse**



Kombinierbar mit allen verfügbaren In-Line - oder Eintauch-Sensoren.



VARIOMASS ECO optional mit zweizeiligem LC-Display zur Vor-Ort-Anzeige von Momentandurchsatz und Gesamtmenge

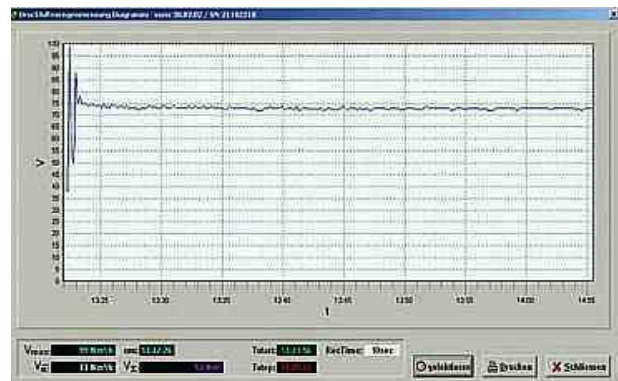
VARIOMASS ECO-Geräte werden vor Ort über einen Laptop mit der PC-Software WIN-ECO konfiguriert und ausgelesen.

Verbindung mit dem Laptop über die USB-Schnittstelle auf der Platine via USB-Kabel und / oder über eine Entfernung von ca. 30 bis 50 m via Bluetooth-Sender auf der Platine mit Bluetooth-USB-Empfänger am Laptop, hierbei Gerätesprache über die Seriennummer des Gerätes.

VARIOMASS-ECO -Geräte werden über die WIN-ECO-Software programmiert. WIN-ECO kann zudem Momentandurchsatz und Gesamtmenge empfangen, speichern und grafisch darstellen.



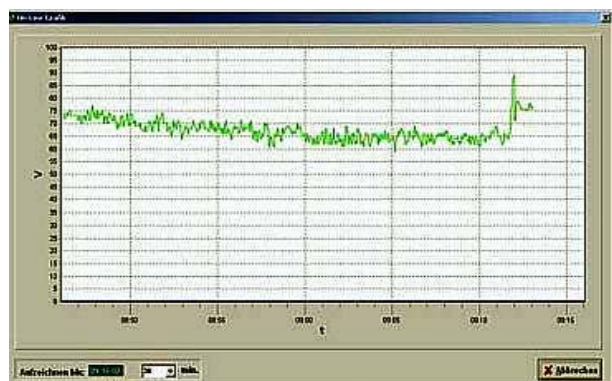
**Bild 9: WinEco, Programmiermodus**



**Bild 10: WinEco, Anzeigemodus**



**Bild 12: WinEco, Tagesgrafik**



# Druckluft-Durchsätze und Druckluft-Leckagen erfassen - aber wie?

Übersicht über das Dielen-VARIOMASS-Meßsystem zur Messung und Bilanzierung von Druckluftverbräuchen



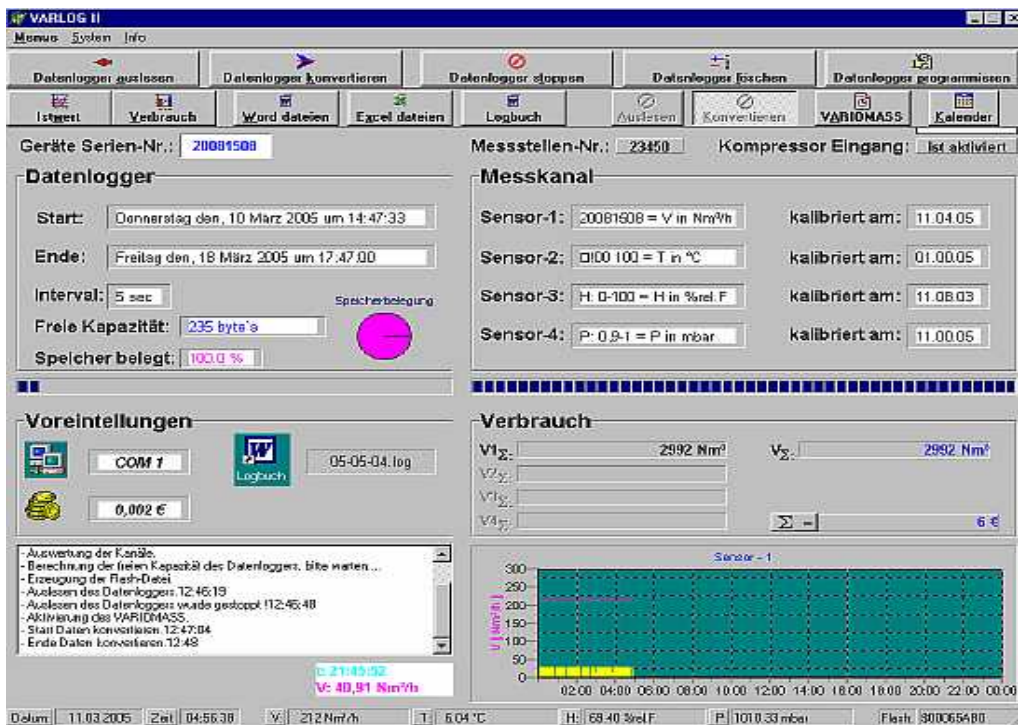
## Optional Datenlogger verfügbar

Ergänzend stehen für die Feldgehäusegeräte VARIOMASS und VARIOMASS MF programmierbare Datenlogger zur Verfügung, z.B. auch für den mobilen Einsatz. VARIOMASS mit 4 MB für bis zu 1 Mio. Datensätze, VARIOMASS MF mit 8 MB für bis zu 2 Mio. Datensätze. Das Aufzeichnungszeitraaster ist einstellbar von 1 s bis 10 min, so daß eine Aufzeichnungszeit bis zu mehreren Jahren realisiert werden kann. Beispiel: Der 8 MB grosse Speicher kann bei einem gewählten Aufzeichnungszeitraaster von 60 Sekunden bis zu 12 Monaten die Messwerte im Gerät aufzeichnen.

Diese Datenspeicher können über die RS232-Schnittstelle vom PC ausgelesen und die Daten z.B. in MS-EXCEL grafisch aufbereitet werden. .

Bild 13: **Datelogger-Software VARLOG:** In beiden Fällen ist der Datenlogger kombiniert mit der

Windows-Software VARLOG II, mit der die im Datenlogger gespeicherten Daten über die serielle Schnittstelle ausgelesen und grafisch dargestellt werden können.



Weiterhin wird der Datenlogger im Gerät mit VARLOG gesetzt und die freie Kapazität des Datenloggers wird in VARLOG angezeigt.

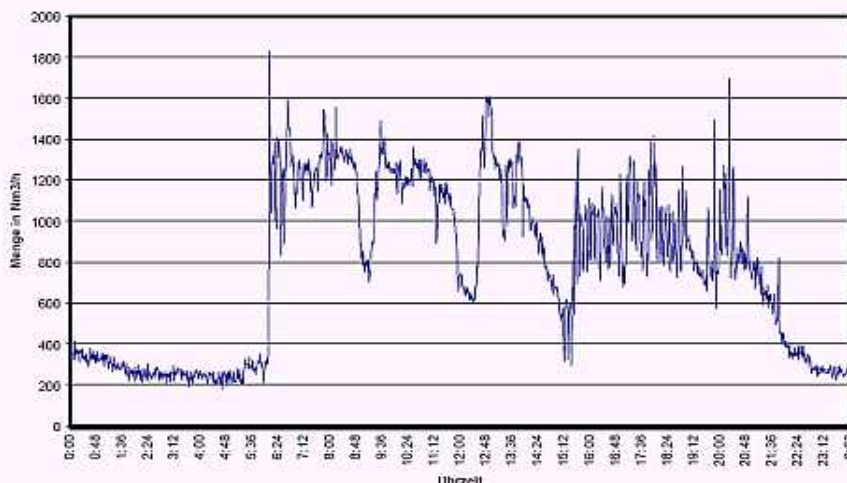


Bild 14 Ausdruck einer Datenlogger-Datei „Druckluftverbrauchs menge über einen Tag

## Druckluft-Durchsätze und Druckluft-Leckagen erfassen - aber wie?

Übersicht über das Dielen-VARIOMASS-Meßsystem  
zur Messung und Bilanzierung von Druckluftverbräuchen



### Einsatzbereiche & Einsatzbedingungen des Druckluft-Bilanzierungssystems

(hier nur zur Information über zu erwartende Bereiche, Details siehe Typenblätter)

Das Druckluft-Bilanzierungssystem VARIOMASS läßt sich für Druckluft-Mengenmessungen in Rohrleitungen von DN 15 (1/2") bis DN 500 einsetzen. (Nennweiten bis DN 1000 auf Anfrage) [DN = Rohr-Innendurchmesser]

**In-Line - Sensor:** DN 15 (1/2") bis DN 50 (2"), 0 bis 20 / 40 Nm<sup>3</sup>/h bis 0 bis 600 / 1.200 Nm<sup>3</sup>/h  
(optional bis DN 200, optional auch mit Strömungsgleichrichter für beengte Einbauverhältnisse lieferbar)

**Eintauch-Sensor:** DN 65 (2 1/2" bis DN 500 (20"), 0 bis 900 / 1.800 Nm<sup>3</sup>/h bis 0 bis 50.000 / 100.000 Nm<sup>3</sup>/h. (grössere Nennweiten bis DN 1.000 auf Anfrage)

#### Ein- und Auslaufstrecken bezogen auf DN = Rohrinne Durchmesser:

Ohne Strömungsgleichrichter: Vorlauf gleich/grösser 10 \* DN und Nachlauf gleich/grösser 5 \* DN.

Mit Strömungsgleichrichter: Vorlauf gleich/grösser 3 bis 5 \* DN und Nachlauf gleich/grösser 2 bis 3 \* DN.

**Kalibrierung:** 0 bis 80 Nm/s (optional 0 bis 200 Nm/s). Die sich daraus ergebenden Messbereichsendwerte sind abhängig von Rohrleitungsinne Durchmesser und Sensorgrösse, siehe Angaben dort.

Hierbei werden die Sensoren auf die vereinbarte Geschwindigkeit kalibriert. Die konkreten Rohr-Innendurchmesser werden bei der Werks-Parametrierung der Meßstelle eingegeben.

Auf der Grundlage dieser Kalibrierung sind Betriebsmessungen ab ca. 0,100 Nm/s Strömungsgeschwindigkeit möglich.

#### Die Ausgabe erfolgt als Normvolumenstrom,

**z.B. Nm<sup>3</sup>/h [ISO 1217: 20 °C, 1,0 bar abs., 0 % rel. Feuchte].**

Messgenauigkeit bei geforderten Vor- und Nachlaufstrecken und innerhalb der Druck- und Temperaturgrenzen: +/- 2 % vom Messwert bei einer Messspanne von 1:100.

Reproduzierbarkeit +/- 0,5 % vom Messwert

Messspannen 1:10 bis 1:1.000 (VARIOMASS MF), je nach Messbereich bzw. 1:10 bis 1:800 (VARIOMASS und VARIOMASS ECO), je nach Messbereich

Medien: **trockene Druckluft \*\*\***, optional auch andere Gase, wie z.B. O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>,  
auf Anfrage ggf. auch CO<sub>2</sub>, Argon, Helium und Erdgas (Aufpreis bei der Kalibrierung)

Medium Temperatur: 20 °C +/- 20 °C (optional -10 bis + 200 °C)

Medium Druck: 4 bis 12 bar Ü (optional von Unterdruck bis 40 bar Ü)

Maximaler Betriebsüberdruck: 16 bar Ü (optional bis 40 bar Ü)

Sensorform und Sensorauslegung bewirken, dass kein messbarer Druckverlust in der Rohrleitung entsteht und dass der Sensor bei Durchflussänderungen sofort reagiert.

\*\*\* Das thermische Meßprinzip bedingt, daß die zu messende Druckluft trocken (< 99 % rel. Feuchtigkeit und > Taupunkttemperatur) sein muss, da Tautropfen oder zu grosse Feuchtigkeit an den Messfühlern das Messergebnis über Verdunstungskälte erheblich verfälschen können. Somit Einbau hinter Trockner ideal. Wenn keine Aufbereitung der Druckluft erfolgt, kann bei entsprechenden Bedingungen der Einbau eines geeigneten Zyklon-Abscheiders Abhilfe schaffen, der dann auch eventuelle Feststoff-Partikel abscheidet. Weitergehende Anforderungen an die Qualität der Druckluft in Bezug auf Sauberkeit oder Ölgehalt bestehen nicht.

## **Druckluft-Durchsätze und Druckluft-Leckagen erfassen - aber wie?**

Übersicht über das Dielen-VARIOMASS-Meßsystem  
zur Messung und Bilanzierung von Druckluftverbräuchen



---

### **Abschlußbetrachtung**

**Im Rahmen der technischen Randbedingungen ist für jede in der Praxis vorkommende Rohrnennweite und für jeden praktisch vorkommenden Betriebsbereich ein entsprechendes VARIOMASS-Meßsystem lieferbar, womit die jeweils gegebenen Einzel- und Gesamtverbräuche ermittelt und bilanziert werden können.**

**Mit Einsatz der VARIOMASS-Messtechnik können durch Addition bzw. Subtraktion die Leckagen auch an den Endabnahmestellen mit tragfähiger Genauigkeit ermittelt werden.**

**Nur wer seine Verbräuche und Leckagen zahlenmäßig und grafisch erfaßt und auswertet, kann eine Rentabilitätsprüfung der gesamten Druckluftanlage durchführen und gegebenenfalls die erforderlichen Änderungen oder Erweiterungen für die Erhöhung der Wirtschaftlichkeit des Druckluftnetzes vornehmen.**

**Damit lassen sich bei Einsatz von VARIOMASS-Messtechnik erhebliche Kosten über das Jahr hinweg einsparen, womit sich die die Meßsysteme schon in kurzer Zeit armartisieren..**

Anmerkung & Disclaimer: Bei der vorliegenden Informationsschrift handelt sich um eine überarbeitete und erweiterte Fassung eines Fachartikels von Dipl.-Ing. R. Dielen, Geschäftsführer der Dielen GmbH, Straelen, in der ursprünglichen Fassung erschienen unter dem Titel „**Druckluft-Leckagen erfassen - aber wie?**“ in einer Marketing-Fachzeitschrift für Drucklufttechnik. Diese Informationsschrift enthält eine Auswahl an allgemeinen Informationen zum Variomass-Druckluft-Meßsystem im Sinne einer Programmübersicht und als Grundlage für weitergehende und anwendungsspezifische Überlegungen und Beratungen. Bitte sprechen Sie uns darauf an. Die Original-Typenblätter stellen wir Ihnen auf Anfrage gern zur Verfügung.

**Weitergehende projektbezogene Informationen  
und Angebote erhalten Sie von:**



**Dipl.-Ing. Ulrich Klyne \* MSW Mess-Service-Weeze**  
**fon: 0 28 37 / 9 55 78 \* fax: 0 28 37 / 9 55 12**  
**email: [msw@tbklyne.de](mailto:msw@tbklyne.de)**  
**web: [www.msw-weeze.de](http://www.msw-weeze.de)**



Dipl.-Ing. Ulrich Klyne, MSW Mess-Service-Weeze, Sent-Jan-Strasse 14, D-47652 Weeze  
 fon: 0 28 37 / 9 55 78 \* fax: 0 28 37 / 9 55 12 \* mobil: 01 71 / 9 71 14 79 \* email: [msw@tbklyne.de](mailto:msw@tbklyne.de)

<http://www.msw-weeze.de/msw-variomass.html>

Nennweite und Messbereiche	In-Line Sensoren von 1 NL/min bis 600 Nm <sup>3</sup> /h Einpunkt-Eintauch Sensoren von DN 65 bis DN 500 von 1 Nm <sup>3</sup> /h bis 100.000 Nm <sup>3</sup> /h
Ein- und Auslaufstrecke	Mind. 10 x D und 5 x D, mit Gleichrichter 3xD und 2xD

**Tabelle In-Line Sensoren:\*\*\*\***

Modell Bez.	Nennweite DN (Zöllig)	Durchmesser „di“	Messstrecke Länge „L“	Anschluss Gewinde	Standard Messbereich *** (optional doppelt so hoch)
E-2	DN 15 (1/2")	15,8 mm	178 mm	1/2" NPT	0 - 20 Nm <sup>3</sup> /h (0,35 Nm <sup>3</sup> /min.)
E-3	DN 20 (3/4")	20,9 mm	178 mm	3/4" NPT	0 - 100 Nm <sup>3</sup> /h (1,65 Nm <sup>3</sup> /min.)
E-4****	DN 25 (1")	26,6 mm	300 mm	R 1"	0 - 150 Nm <sup>3</sup> /h (2,5 Nm <sup>3</sup> /min.)
E-5	DN 32 (1 1/4")	35,1 mm	254 mm	1 1/4" NPT	0 - 250 Nm <sup>3</sup> /h (4,15 Nm <sup>3</sup> /min.)
E-6	DN 40 (1 1/2")	40,9 mm	381 mm	1 1/2" NPT	0 - 350 Nm <sup>3</sup> /h (5,85 Nm <sup>3</sup> /min.)
E-7****	DN 50 (2")	52,5 mm	750 mm	R 2"	0 - 600 Nm <sup>3</sup> /h (10 Nm <sup>3</sup> /min.)

**Tabelle Einpunkt-Eintauch Sensoren:**

Modell Bez.	Nennweite * DN (Zoll)	Durchmesser nach DIN 2458	**gesamte Messstrecke	Anschluss Gewinde	Standard Messbereich *** (optional doppelt so hoch)
E-0	DN 65 (2 1/2")	70,9 mm	1 m	R 1/2"	0 - 900 Nm <sup>3</sup> /h (15 Nm <sup>3</sup> /min.)
E-0	DN 80 (3")	83,1 mm	1,2 m	R 1/2"	0 - 1400 Nm <sup>3</sup> /h (23 Nm <sup>3</sup> /min.)
E-0	DN 100 (4")	107,9 mm	1,6 m	R 1/2"	0 - 2300 Nm <sup>3</sup> /h (38 Nm <sup>3</sup> /min.)
E-0	DN 125 (5")	132,5 mm	2 m	R 1/2"	0 - 3500 Nm <sup>3</sup> /h (58 Nm <sup>3</sup> /min.)
E-1	DN 150 (6")	160,3 mm	2,4 m	R 1/2"	0 - 5000 Nm <sup>3</sup> /h (83 Nm <sup>3</sup> /min.)
E-1	DN 200 (8")	210,1 mm	3,1 m	R 1/2"	0 - 9000 Nm <sup>3</sup> /h (150 Nm <sup>3</sup> /min.)
E-1	DN 300 (12")	312,7 mm	4,7 m	R 1/2"	0 - 20000 Nm <sup>3</sup> /h (333 Nm <sup>3</sup> /min.)
E-1	DN 500 (20")	495,4 mm	7,4 m	R 1/2"	0 - 50000 Nm <sup>3</sup> /h (833 Nm <sup>3</sup> /min.)

\*Größere Nennweiten auf Anfrage

\*\*Erforderliche gesamte Messstrecke aus 10 \* D Einlauf- plus 5 \* D Auslaufstrecke hinter einem 90° Krümmer

\*\*\* N = Normzustand nach ISO 1217 (20°C 1 bar abs. & 0% rel. Feuchte) andere Norm Zustände möglich

\*\*\*\* Neue Messstrecke für Nennweite 1" und 2" mit Rohrgewinde und 10 x D Einlauf und 5 x D Auslauf, nur ohne Gleichrichter, sonst NPT Gewinde und Gesamtlänge 1" Strecke 203 mm und 2" Strecke 508 mm

**Projektierungs-Übersicht zur Einschätzung der zu erwartenden Grössenordnung.  
 Projektierungs-Übersicht Sensorgrößen Dielen-Variomass  
 V06030802**