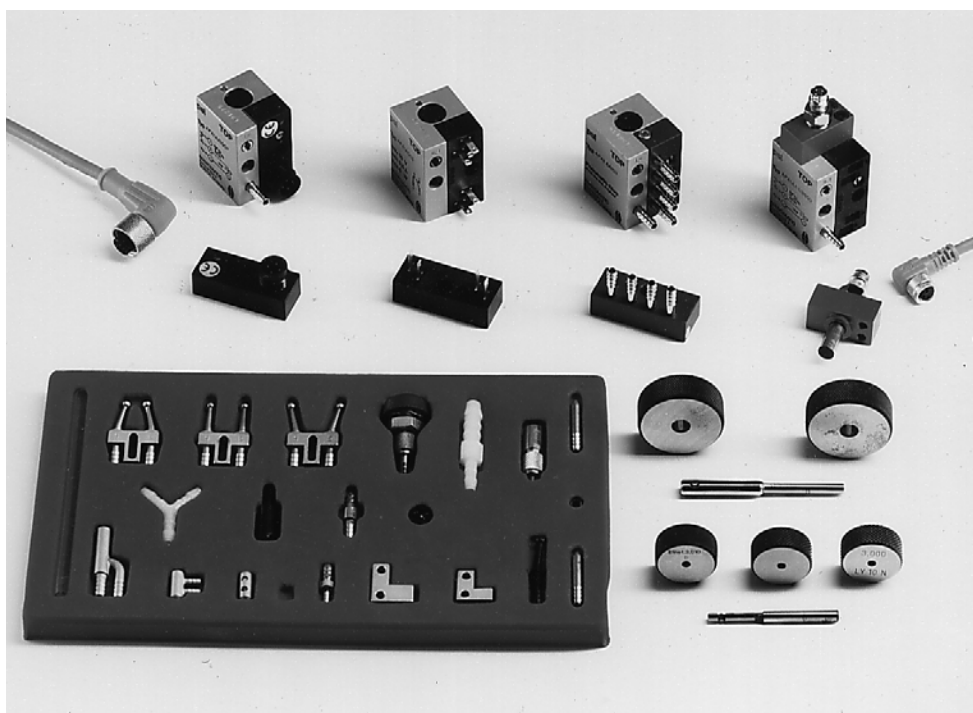


Heft 1:

Luftmesstechnik und seine besonderen Vorteile:



poel®

- Heft 1: Luftmesstechnik und seine besonderen Vorteile:**
- Funktionsweise pneumatisches Messen
 - Die Wirkungsweise des PEL - Systems
- Heft 2: Grundlegende technische Angaben zu PEL:**
- Verwendungsbereiche von Fühlerdüsen
 - 6 wichtige Hinweise beim Arbeiten mit PEL
 - Anwendungsmöglichkeiten mit PEL
 - Gerätebeschreibung mit Typenschlüssel
 - Schaltungsbeispiele
 - Systemeigenheiten Luftmesstechnik
 - Bestimmung der richtigen Geräte/Düse Kombination
- Heft 3: Düsen:**
- Steurdüsen
 - Messdüsen
 - Kegeldüsen
 - Lateraldüsen und Luftschranken
 - Kundenspezifische Düsen, Dorne, Ringe
- Heft 4: Staudruckschalter:**
- Abmessungen
 - Layout
 - Ausgangselemente Belegungsplan
- Heft 5: Zubehör:**
- Grundelemente
 - Einstellblenden
 - Zubehörteile
 - Luftaufbereitung

Luftmesstechnik und seine besonderen Vorteile:

Die Luftmesstechnik basiert auf dem Prinzip der Staudruckmessung. Wo immer ein Staudruck aufgebaut werden kann, ist dieses Messprinzip anwendbar.

Die besonderen Vorteile des PEL Systems sind:

Unabhängig vom Material:

Grundsätzlich können alle Materialien abgetastet werden die einen Staudruck zulassen. Das PEL-System arbeitet unabhängig von Farbe, Durchsichtigkeit, Oberflächenbeschaffenheit, auf Metall, Kunststoffe, Gummi, Papier, Folien, Kork und Stoff. Das PEL-System ist ein berührungsloses Messsystem. Ein Luftstrahl wirkt mit geringer Kraft auf das Objekt das einen Staudruck erzeugt. (-6 bis 10g) Dieser Staudruck wird dann von den PEL Sensoren in ein analoges oder digitales Signal umgesetzt.

Unempfindlich gegenüber Umwelteinflüssen:

Eine besondere Stärke ist die Unempfindlichkeit gegenüber der Umwelt. Das PEL-System arbeitet unter schwersten Umweltbedingungen wie Staub, Ölnebel, Kühlmittel, Vibrationen, hohen Temperaturen, EMV-Einflüssen, Nuklearbereich zuverlässig und ohne Störung. Die Messdüsen und die Messfläche werden durch die ausströmende Luft laufend gereinigt.

Präzision nach Mass:

Die Wiederholgenauigkeit der Sensoren liegt bei 0,2µm über einen Zeithorizont von mehreren Jahren. Die kleinste Düse im PEL Programm hat einen Aussendurchmesser von 1.2mm und ist somit an den engsten Stellen zu plazieren. Die Mess- und Tast-Schaltabstände liegen zwischen 0 + 3mm je nach Anwendung und Anforderung an die Genauigkeit. Üblicherweise wird mit diesem System bei einem Schaltabstand von 0.3mm auf den µm genau gemessen. Luftschranken sind bis zu 100mm realisierbar. Mit Luftschranken können zum Beispiel Bohrer ab 0.2mm Durchmesser auf Bruch kontrolliert werden.

Messen oder Schalten:

Das PEL-System hat zwei Anwendungsrichtungen.

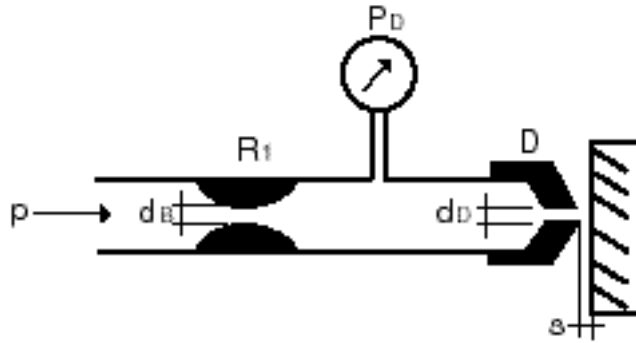
- 1.) Die PEL Staudruckschalter wandeln den Staudruck in ein digitales Ja/Nein Signal. Das Schaltelement (PNP, NPN, Reed,) kann an jede Steuerung direkt angeschlossen werden. Es sind keine weiteren Vorkehrungen zu treffen. Der Schalterpunkt wird auf dem Staudruckschalter justiert.
- 2.) Das PEL-System kann zum Beispiel in der Qualitätskontrolle eingesetzt werden. In dieser Anwendung wird der Staudruck in ein analoges Signal von ca. 1 - 10VDC umgesetzt.
In dieser Messtechnik kommen Messdorne und Masterringe zum Einsatz. Toleranzen werden festgelegt und Qualitätsaufzeichnungen können gemacht werden.

Beide Varianten sind für die Anwendung **im Prozess** geeignet!
Die Aufwendungen sind indes ungleich grösser.

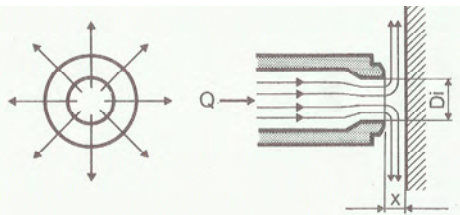
Funktionsweise pneumatisches Messen:

Das pneumatische Messen stellt ein berührungsloses Messverfahren dar. Werkstoffe können somit berührungslos vermessen werden. Das Messmedium ist die Pressluft welche in den meisten Betrieben vorhanden ist. Der typische Arbeitsdruck für das PEL-System liegt bei 1 - 1,4bar Überdruck. Während des Messvorganges werden die Messdüsen und das Messobjekt immer durch die ausströmende "Messluft" von Schmutz gereinigt resp. freigehalten soweit dies überhaupt möglich ist. Verunreinigungen soweit sie sich von der Pressluft ablösen lassen haben auf die Messgenauigkeit keinen Einfluss. Die Funktionsweise beruht auf dem Staudruckprinzip (Abb. 3.2.1). Wird der Abstand s zwischen Düse und Werkstückoberfläche vergrößert, nimmt der Staudruck ab, wird er verkleinert, nimmt der Staudruck zu. Durch die Verwendung der Blende R1 wird die Möglichkeit geschaffen, diese Veränderung als Differenzdruck PD zu messen.

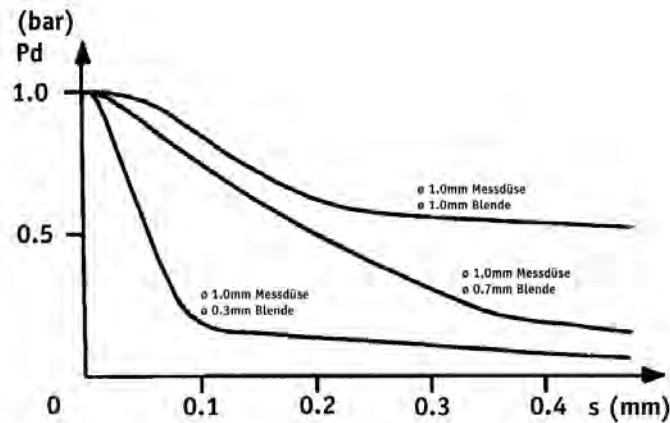
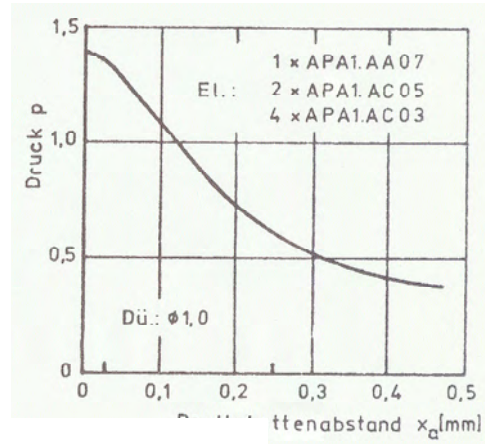
Staudruckprinzip
Abb. 3.2.1



Die Abhängigkeit zwischen der Spaltenbreite bzw. dem Messbereich s und dem Differenzdruck P_D ist in der Abb. 3.2.2 skizziert. Mittels der Blende wird der Messbereich eingestellt. Wird der Blendendurchmesser d_D verkleinert, verkleinert sich gleichzeitig der Messbereich, d.h. der zur Verfügung stehende Spalt s wird schmaler. Durch diese Massnahme erhöht sich jedoch die Auflösung des Messsystem, die Messgenauigkeit nimmt zu. Wird ein Blendendurchmesser gewählt, der dem der Messdüse d_D entspricht, kann zwar der Messbereich des Systems vergrößert werden, die Genauigkeit nimmt aber ab. Technisch günstig erscheint ein Blendendurchmesser von $d_B = 0.7\text{mm}$ bei einem Messdüsen-durchmesser von $d_0 = 1\text{mm}$ (Abb. 3.2.2), da hier eine sehr hohe Messgenauigkeit bei einer technisch sinnvollen Messbreite gegeben ist.

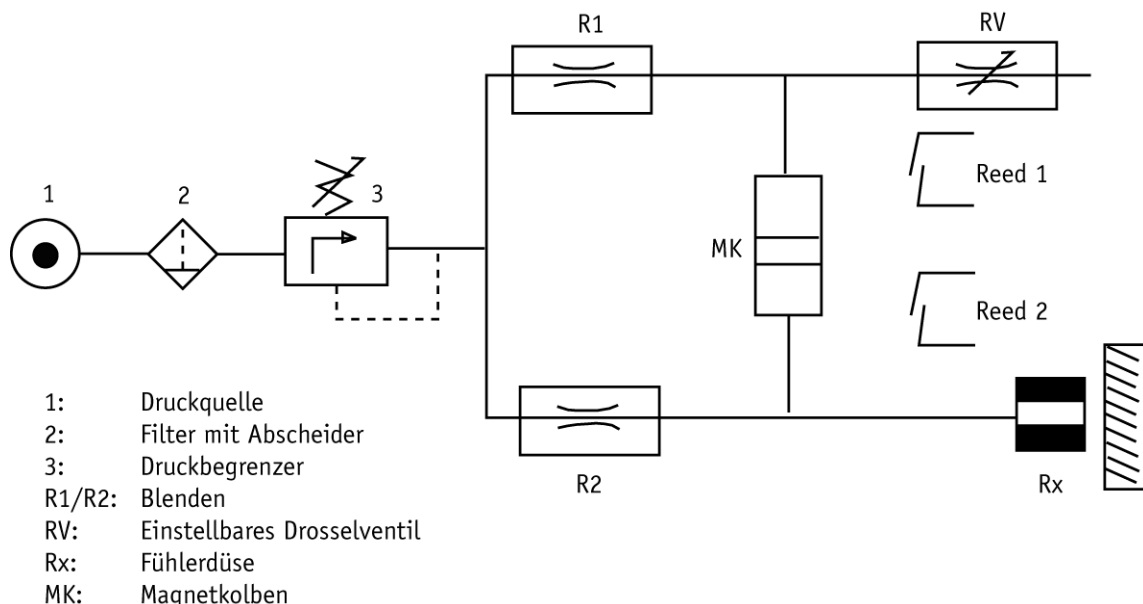


Schematische Darstellung
der Strömungsverhältnisse
Fühlerdüse - Prallplatte.



Differenzdruck p über Spaltbreite bzw. Messbereich s bei normaler Messdüse. Abb. 3.2.2

Zur Vermeidung von Messungenauigkeiten, die z.B. durch Schwankungen im Drucknetz verursacht werden können, bietet sich eine Verbindung mehrerer Düsen nach dem Prinzip einer Wheatstone'schen Brückenschaltung in der Elektrotechnik an (Abb. 3.2.3). Die Blenden R1, R2, die Einstelldüse Rv sowie die Fühlerdüse Rx bilden hierbei die Strömungswiderstände. Die Rolle des Galvanometers in der elektrischen Ausführung übernimmt ein Zylinder mit einem magnetischen Kolben. Auch hier wird wieder das Prinzip des Staudruckes verwendet. Je nach Abstand der Messdüse Rx von der zu vermessenden Oberfläche ändert sich der Druck in diesem Zweig des Messsystems. Mit Hilfe der Einstelldüse Rv kann der Gegendruck im anderen Zweig auf einen bestimmten Wert so eingestellt werden, dass sich der Kolben in einer eindeutigen Endlage befindet. Verändert man nun die Entfernung der Messdüse vom Werkstück, bewegt sich der Kolben in eine andere Position. Über zwei Reedkontakte kann diese Position bestimmt werden. Schaltet einer dieser Kontakte, wird ein elektrisches Signal geschaltet, welches einer der Aussagen "zu klein", "i.O.", oder "zu gross" zugeordnet werden kann. Diese Aussage wird auf das sogenannte Masterteil bezogen, welches zu Beginn der Messung zwecks Abgleich der Brücke in die Messeinrichtung eingelegt werden muss. Für den Fall, dass man eine qualitative Aussage über die tatsächliche Masse der Werkstücke erhalten möchte, kann die Aufgabe des Magnetkolbens durch einen Piezokristall übernommen werden. Die Druckeinwirkung auf einen solchen Kristall führt zum Auftreten von elektrischer Ladung an der Oberfläche, die der Stärke der einwirkenden Kraft und damit des Druckes proportional ist. Mit Hilfe eines Messverstärkers kann dieses elektrische Signal in eine Massabweichung umgerechnet werden. Auch bei dieser Anordnung ist ein Abgleich mittels eines Masters notwendig.

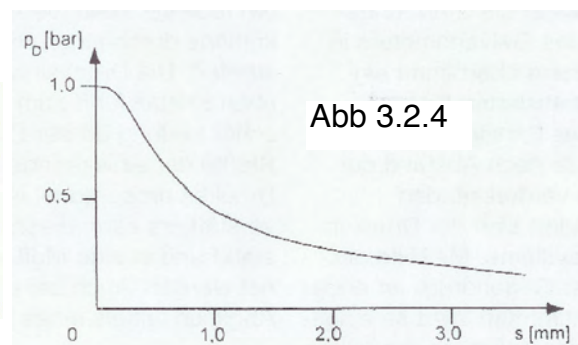
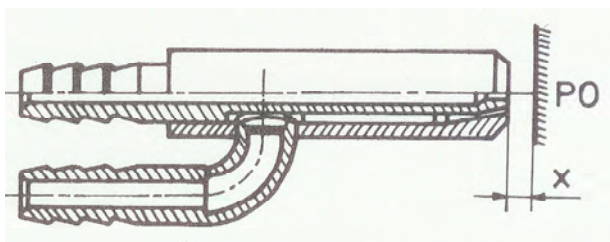


Als Druckmedium können alle nicht korrosive Gase wie Luft, Stickstoff oder Argon verwendet werden. Alle Angaben in diesen Unterlagen beziehen sich auf das Basismedium Luft.

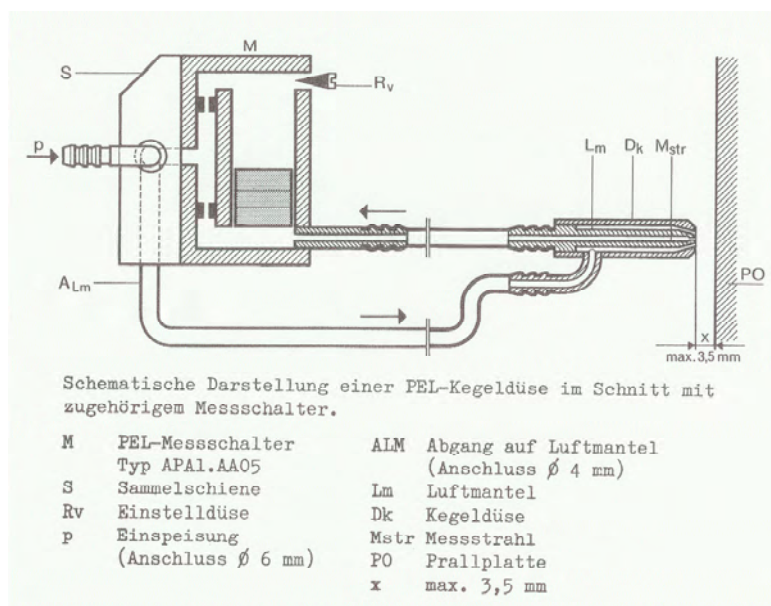
Die PEL-Schalter und die PEL-Analogwandler funktionieren immer wenn die physikalischen Gesetze eingehalten werden. Jedes Fremdsystem kann an das PEL-System angeschlossen werden. Gibt es ein funktionsfähiges Luftmesssystem, dann sind die vorhandenen Geräte mit PEL-Komponenten weiter verwendbar respektiv erweiterbar.

Die Kegeldüse:

Mit normalen Mess- oder Steurdüsen sind Messbereiche von 0.03 bis 0.4mm möglich. Mit den Kegeldüsen hingegen, lassen sich Abstände bis zu 3.5mm realisieren. Bei der normalen Düse strömt die Luft aus einer zentralen Bohrung mit einem bestimmten Durchmesser auf die Werkstückoberfläche. Um nun einen grösseren Messbereich zu erhalten, wird die so genannte Kegeldüse eingesetzt, die bei Spaltbreiten von 0.1 bis 3.5mm eine Auflösung von 10µm liefert (Abb. 3.2.4). Eine solche Kegeldüse ist in Abbildung 3.2.5 im Schnitt dargestellt. In der Mitte befindet sich wie gehabt der punktförmige Messstrahl, dessen Staudruckänderung registriert und ausgewertet werden. Um diese Düse herum befindet sich eine Ringöffnung aus der ebenfalls Druckluft ausströmt. Hierdurch wird vor der Düsen spitze ein Luftkegel erzeugt, der den zentralen Luftstrahl umschliesst. Nähert man nun einer solchen Düse eine Prallfläche, so wird der Luftkegel in Richtung Düsen spitze verschoben, wodurch sich der Staudruck im Zentralen Messstrahl ändert. Der Ringstrahl dient also als "Hebelsystem" für den eigentlichen Messstrahl, wodurch sich der Messbereich um den Faktor 10 gegenüber der normalen Düse Vergrößern lässt.



Differenzdruck p_0 über Spaltenbreite bzw. Messbereich s bei Kegeldüse

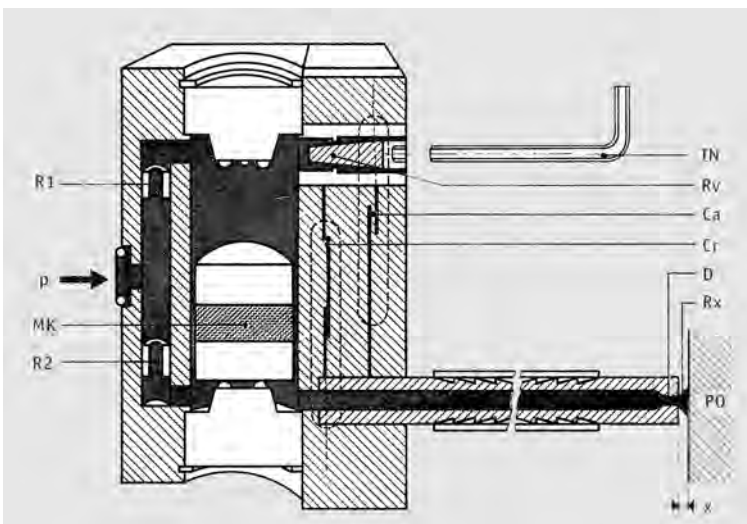


Die Wirkungsweise des PEL - Systems:

a) Elektrischer / elektronischer Ausgang:

Das PEL -System arbeitet auf überraschend einfache Weise. Es handelt sich um ein pneumatisch betriebenes Schaltsystem. Bei Druckluftbetrieb strömt an der Fühlerdüse Luft aus und bewirkt je nach Abstand zu dem überprüfenden Objekt einen Staudruck im PEL Schalter. Dessen pneumatischer Teil ist prinzipiell wie eine elektrische Brückenschaltung aufgebaut (Wheatstone). Darin bilden die Blenden R1 und R2 sowie die Einstelldüse Rv und die Fühlerdüse D die Strömungswiderstände. Der leicht bewegliche Magnetkolben MK reagiert auf kleinste Veränderungen des Ausströmwiderstandes Rx vor der Fühlerdüse D. Wird eine Prallfläche PO (Werkstück) in Richtung auf die Düsenöffnung bewegt, so verändert sich der Strömungswiderstand Rx und damit der Druck in diesem Zweig. Durch die Einstelldüse Rv ist die Brücke auf einen bestimmten Schwellwert eingestellt. Wird der entsprechende Abstand der Fühlerdüse zum Objekt unterschritten, so genügen wenige Millimeter Wassersäule Druckunterschied, um den leicht beweglichen Magnetkolben anzuheben. Der Magnet kommt oder verlässt den Aktionsbereich der Sensoren, die Schaltung wird ausgelöst. Als Schaltelemente stehen Reed-Kontakte und Hall-Sensoren zur Verfügung.

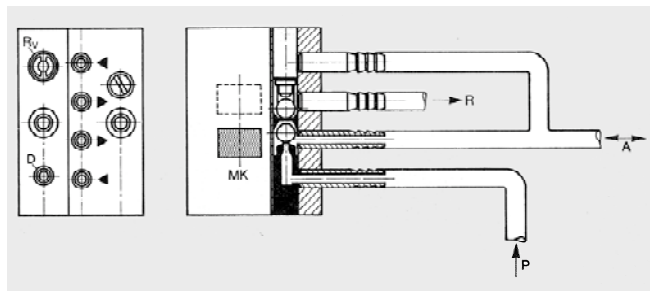
Für schnelle Anwendungen werden PEL-Schalter mit Induktiv-Sensoren als Schaltelemente angeboten. Bei diesen PEL Schaltern wird das Magnet entfernt, damit der Induktiv-Sensor nur auf den metallischen Kolben anspricht. Diese Sensoren sind im Vergleich zu den Reed-/Hall-Sensoren, von oben resp. von unten in den Schalter eingebaut. Der kleine Steigweg des Kolben ermöglicht dann die kurzen Ansprechzeiten der Sensoren. Das grundsätzliche Funktionsprinzip der Schalter bleibt aber bestehen.



R1	Blende 1
p	Speisedruck
MK	Magnet-Kolben
R2	Blende 2
IN	Inbusschlüssel
Rv	Strömungswiderstand an der Einstelldüse
Ca	Kontakt unbetätigt
Cr	Kontakt betätigt
Rx	Strömungswiderstand an der Fühlerdüse
D	Fühlerdüse
x	Abstand Objekt - Fühlerdüse
PO	Werkstück

b) Pneumatischer Ausgang:

Grundsätzlich gelten die gleichen Ausführungen wie unter a) beschrieben. Anstelle der elektrischen Schaltelemente auf dem PEL Staudruckschalter wird jedoch das magnetische 2-fach-Ventil eingesetzt. Dieses besteht im Prinzip aus 2 getrennten 2/2-Wege-Ventilen, welche je nach Anwendung die Funktion eines 3/2-Wege-Ventiles erfüllen. Die Öffnung bez. Sperrung des Durchflusses wird durch eine Stahlkugel bewirkt, welche ihrerseits wiederum durch den Magnetfluss des Permanentmagneten im PEL-Staudruckschalter von ihren Ventilsitz abgehoben bez. angedrückt wird. Wo grosse Durchflüsse erforderlich sind, kann das Ausgangssignal des 2-fach-Ventiles mit einem pneumatischen Verstärker gekoppelt werden.

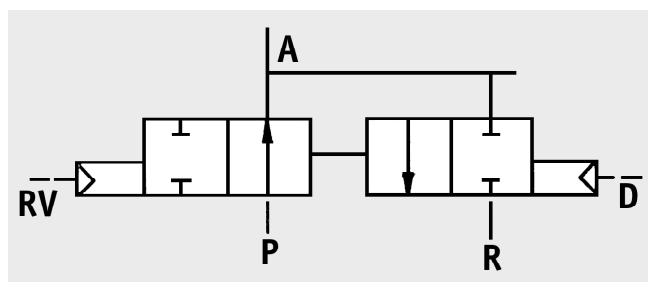


Schnitt-Darstellung des magnetischen 2-fach-Ventiles!

(Schaltung für Betätigung und Entlüftung eines Zylinders)

MK	Magnetkolben	P	Steuerdruck
Rv	Einstelldüse	A	Pneum. Schaltverst. oder Zylinder
D	Anschluss Fühlerdüse	R	Entlüftung

Pneumatisches Schema 2-fach-Ventil:



Steuerdruck: bei vertikaler Lage des PEL-Schalters:
- oberes Ventil: 0 bis 2bar
- unteres Ventil: 0.3 bis 2bar

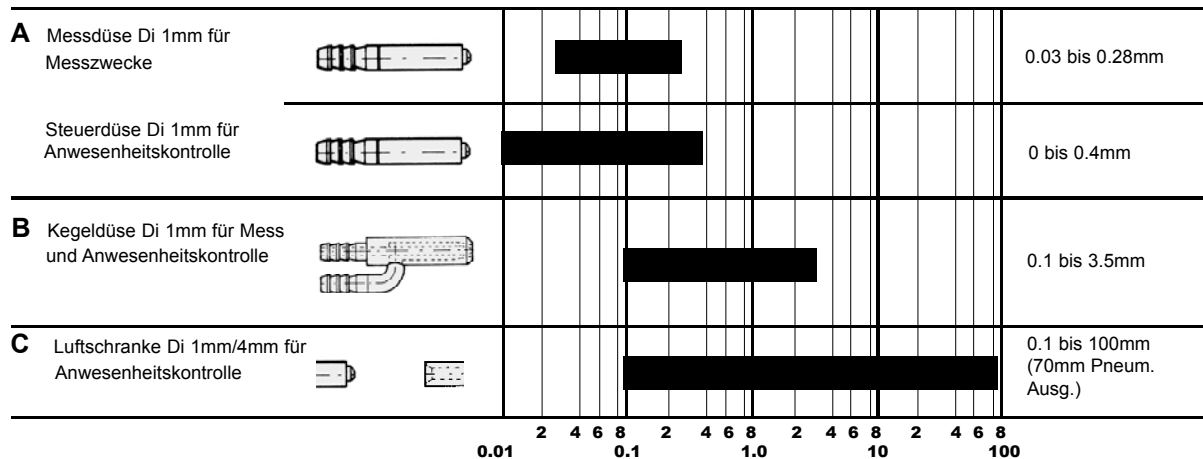
Durchfluss: 0.2Nm³/h bei 1.4bar Steuerdruck (NW 0.5mm)

Lebensdauer: < 10⁷ Schaltungen, (geeignet für Luftschranken)

Technische Daten:

Abstand und Verwendungsbereiche von Fühlerdüsen:

Entsprechend dem geforderten Abstandsbereich zwischen Fühlerdüse und Objekt sind verschiedene Düsen erhältlich.



Richtwerte für PEL-Standard-Kombinationen Fühlerdüsen / Staudruckschalter.

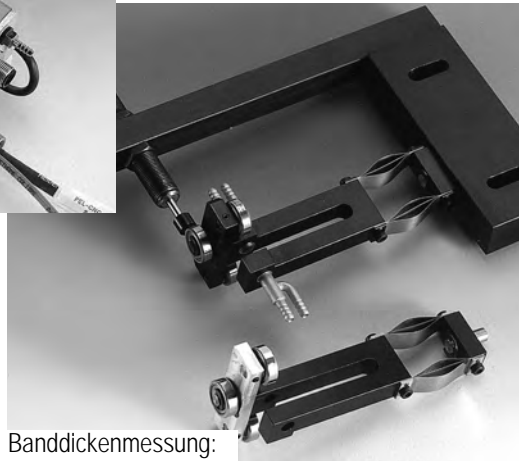
Die richtige Kombination der Blendendurchmesser R1 und R2 zum Innendurchmesser der Fühlerdüse ist für das einwandfreie Arbeiten des PEL-Systems von entscheidender Wichtigkeit. Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über diese Kombinationen und die entsprechenden Abstandsbereiche.

PEL-Schalter Düsen	1x PEL	2x PEL	3x PEL	4x PEL	5x PEL	6-8x PEL
Düsen mit ø:						
0.5mm APA4..05	1x APA1..AA03					
0.7mm APA4..07	1x APA1..AA05	2x ..AC03	3x ..AC03			
1.0mm APA4..10	1x APA1..AA07	2x ..AC05	3x ..AC05	4x ..AC03	5x ..AC03	
1.4mm APA4..14	1x APA1..AA10	2x ..AC07	3x ..AC07	4x ..AC05	5x ..AC05	6-8x ..AC03
Kegeldüsen:						
APA4 DA10	1x APA1.AA05	2x APA1.AC03				
APA4 DB10	1x APA1.AA05	2x APA1.AC03				
APA4 DF10	1x APA1.AA05	2x APA1.AC03				
APA4 DE10	1x APA1.AA05	2x APA1.AC03				
Luftschränke:						
APA4 GA32	1x APA1.AA03					
APA4 GB32	1x APA1.AA03					

Lösungen mit PEL



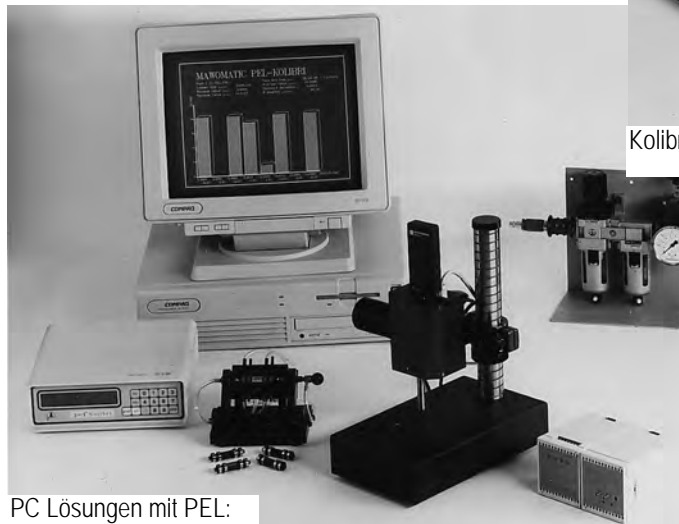
Automatischer Messdorn:



Banddickenmessung:



Kolibri mit Messdorn:



PC Lösungen mit PEL:

poel®