

# pel-System

# Grundinformation

MOSER Industrie-Elektronik GmbH  
Geneststraße 5  
10829 Berlin  
Tel. 030/751 57 37 - FAX 030/751 00 98

## Vorteile des PEL-Systems

Mit dem PEL-System werden Rationalisierungsmaßnahmen an Produktionseinrichtungen einfach und preisgünstig.

Das PEL-System ist ein pneumatisch betriebenes Steuer- und Meßsystem. Es können damit Prüfobjekte berührungslos mit einem Luftstrahl aus einer Sensordüse abgetastet werden und

Aussagen in Form elektrischer oder pneumatischer Signale über deren Anwesenheit, Position, Form oder Dimension gemacht werden.

Das PEL-System ist modulartig aufgebaut. Aus der Vielfalt der Anwendungsmöglichkeiten ergeben sich Vorteile, die andere herkömmliche Systeme in dieser Kombination nicht aufweisen:

- **Preisgünstige Problemlösungen**

Mit dem PEL-System lassen sich in praktisch allen Industriezweigen und Arbeitsprozessen selbst knifflige Rationalisierungsprobleme lösen.

- **Unabhängig vom Material**

Das PEL-System reagiert auf jedes Material des abzutastenden Objektes gleich, sei es Metall, Nichtmetall, magnetisch oder unmagnetisch, lichtdurchlässig oder nichtlichtdurchlässig und ist besonders geeignet für leicht deformierbare Materialien (z.B. Gummi, Weichplastik usw.) bei welchem nur sehr kleine Meßkräfte zulässig sind. (Kraft des Luftstrahles von -6 bis +10 g).

- **Kein Berühren beim Abfühlen**

Die Abtastflächen werden nicht beschädigt und sind keinem Verschleiß unterworfen. Durch das Abfühlen während der laufenden Produktion und die unmittelbare Signalisierung von Störungen wird ein möglicher Ausschuß direkt an der Quelle erfaßt und damit vermieden.

- **Kleinster Platzbedarf der Fühler**

Mit den sehr kleinen Fühlerdüsen lassen sich auf minimalstem Raum Überwachungen und Messungen durchführen, wo dies mit konventionellen Mitteln nicht möglich ist. (Subminiatur-Düse mit Einbaumaßen von nur  $\varnothing 1,2 \times 4$  mm).

- **Hohe Meß-Repetiergenauigkeit bis 0,2 $\mu$**

Diese hohe Präzision ermöglicht eine erhebliche Qualitätsverbesserung Ihrer Produkte.

- **Große Steuer- und Meßgeschwindigkeit**

Es lassen sich bis zu 50 Steuerfunktionen bzw. 5 Meßfunktionen pro Sekunde ausführen, wodurch Zeitersparnis und somit wirtschaftliche Fertigung resultieren.

- **Eindeutige Aussage**

Problemlos ist das Ablesen von Meßresultaten. Das PEL-System sagt eindeutig durch Schaltfunktion Ja oder Nein. Daher gibt es auch bei Grenzfällen keine Fehlentscheide.

- **Unempfindlich gegen Verschmutzung des Prüfobjektes**

Die aus der Fühlerdüse ausströmende Luft verhindert das Eindringen von Schmutzpartikeln oder eventuellen Kühlmitteln und reinigt laufend die Meßoberfläche.

- **Baukasten-Prinzip**

Alle PEL-Schaltelemente sind gleich groß (Hauptmaße 39 x 28 x 26 mm) und lassen sich elegant auf einer Sammelschiene befestigen. Daher ist das System jederzeit erweiterungs- und kombinationsfähig.

- **Zuverlässigkeit bei langer Lebensdauer**

Höchste mechanische und elektrische Lebensdauer von mehr als  $10^7$  Schaltungen beim Kontaktausgangsbereich. Bei Verwendung der PNP-Schließerausgänge erhöht sich die Lebensdauer entsprechend den Angaben für elektrische Ausgangsschaltungen.

- **Vakuumanwendungen**

Analog zu den Druckluftanwendungen im Niederdruckbereich von 0 - ca. 2 bar ist der Betrieb mit Vakuum möglich. Insbesondere für „pick and place“ Anwendungen bieten wir Ihnen einen kleinen, leichten Vakuum-Kontrollschalter an.

- **Weiter Temperatur-Verwendungsbereich**

Das PEL-System arbeitet selbst dann, wenn die Fühlerdüse extremen Temperaturverhältnissen ausgesetzt ist.

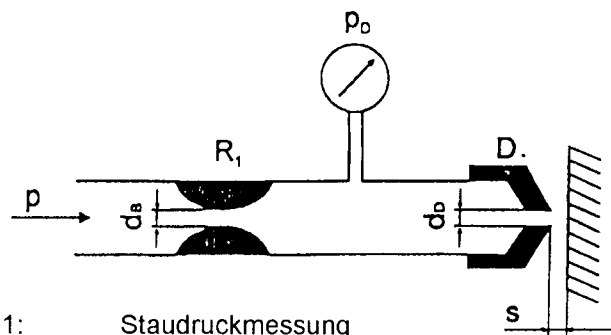
- **Erfüllt Forderung der völligen Dunkelheit**

Diese Eigenschaft gestattet den Einsatz auch in der Fotoindustrie oder bei anderen lichtempfindlichen Arbeitsprozessen.

## Funktionsweise pneumatisches Messen

Das pneumatische Messen stellt ein berührungsloses Meßverfahren dar. Es können Werkstoffe, bei denen berührende Meßverfahren Eindrücke hinterlassen, beschädigungsfrei und fehlerunkritisch vermessen werden. Das Meßmedium ist Druckluft bzw. turbulente Luft. Der übliche Arbeitsdruck des pneumatischen Meßsystems liegt bei 1 bar Überdruck. Während des Meßvorgangs werden Meßdüsen und Meßobjekt stetig durch die ausströmende "Meßluft" von Schmutz gereinigt. Hierdurch haben Verunreinigungen, sofern sie sich mittels Druckluft ablösen lassen kann,

keinerlei Einfluß auf die Meßgenauigkeit. Die Funktionsweise des Meßverfahrens beruht auf dem Staudruckprinzip (Abb. 3.2.1). Wird der Abstand  $s$  zwischen Düse und Werkstückoberfläche vergrößert, nimmt der Staudruck ab, wird er verringert, nimmt der Staudruck zu. Durch die Verwendung der Blende  $R_1$  wird die Möglichkeit geschaffen, diese Veränderung als Differenzdruck  $p_D$ , z.B. bei einfachster Anwendung mittels eines Flüssigkeitsmanometers, zu messen. Die Abhängigkeit zwischen der Spaltbreite bzw. dem Meßbereich  $s$  und



- $p$ : Druckluft
- $R_1$ : Blende
- $d_B$ : Blendendurchmesser
- $D$ : Düse
- $d_D$ : Düsendurchmesser
- $s$ : Spaltenbreite
- $p_D$ : Differenzdruck

Abbildung 3.2.1: Staudruckmessung

dem Differenzdruck  $p_D$  ist in Abbildung 3.2.2 skizziert. Mittels der Blende wird der Meßbereich eingestellt. Wird der Blendendurchmesser  $d_B$  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 Meßsystems, die Meßgenauigkeit nimmt somit zu. Wird ein Blendendurchmesser gewählt, der dem der Meßdüse  $d_D$  entspricht, kann zwar der Meßbereich des Systems vergrößert werden,

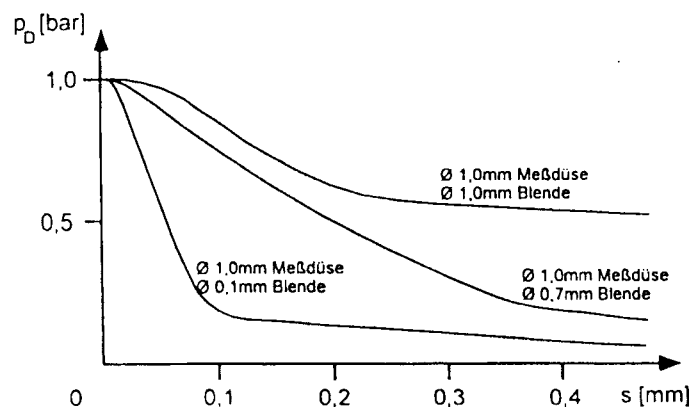
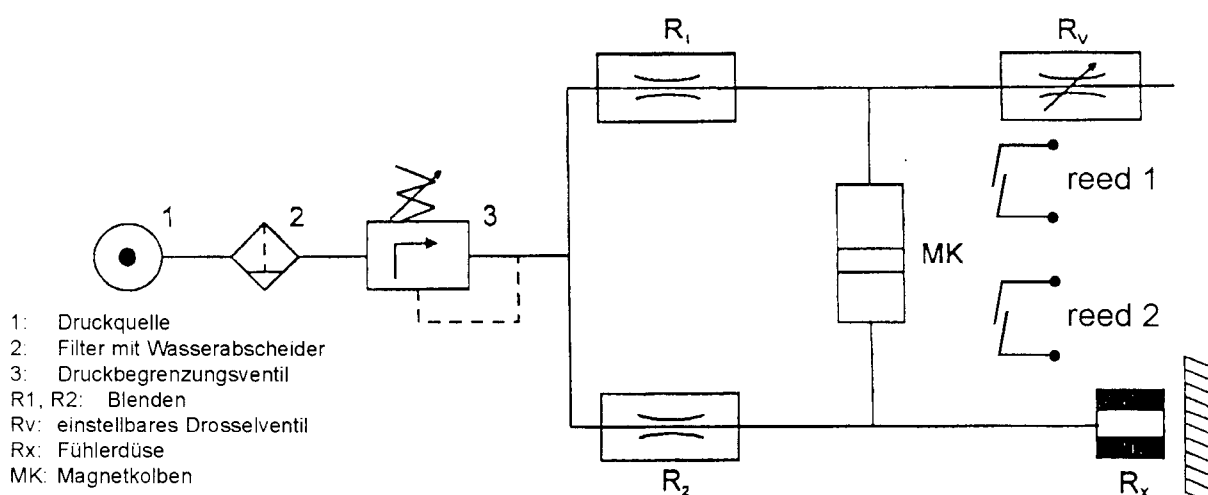


Abbildung 3.2.2: Differenzdruck  $p_D$  über Spaltbreite bzw. Meßbereich  $s$  bei normaler Meßdüse

die Genauigkeit nimmt aber ab. Technisch günstig erscheint ein Blendendurchmesser von  $d_B = 0,7 \text{ mm}$  bei einem Meßdüsendurchmesser von  $d_0 = 1 \text{ mm}$  (Abb. 3.2.2), da hier eine sehr hohe Meßgenauigkeit bei einer technisch sinnvollen Spaltbreite bzw. einem technisch sinnvollen Meßbereich gegeben ist.

Zur Vermeidung von Meßungenauigkeiten, die z.B. durch Schwankungen im Druckluftnetz 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  $R_1$ ,  $R_2$ , die Einstelldüse  $R_v$  sowie die Fühlerdüse  $R_x$  bilden hierbei die Strömungswiderstände. Die Rolle des Galvanometers in der elektrischen Ausführung übernimmt ein Zylinder mit einem magnetisierten Kolben. Auch hier wird wieder das Prinzip des Staudrucks verwendet. Je nach Abstand der Meßdüse  $R_x$  von der zu vermessenden Werkstückoberfläche ändert sich der Druck in diesem Zweig des Meßsystems. Mit Hilfe der Einstelldüse  $R_v$  kann der Gegendruck im anderen Zweig auf einen bestimmten Wert so eingestellt werden, daß sich der Kolben in der Mitte

des Zylinders befindet. Verändert man nun die Entfernung der Meßdüse vom Werkstück, bewegt sich der Kolben in eine andere Position. Über zwei Ruhe-Reedkontakte kann diese Position bestimmt werden. Schaltet einer dieser Kontakte, wird ein elektrisches Signal erzeugt, welches einer der Aussagen "zu klein", "in Ordnung" oder "zu groß" entspricht. 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 tatsächlichen Maße des Werkstückes 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 verstärkt und in eine Maßabweichung umgerechnet werden. Auch bei dieser Anordnung ist ein Abgleich mittels eines Masterteils notwendig.



- 1: Druckquelle
- 2: Filter mit Wasserabscheider
- 3: Druckbegrenzungsventil
- $R_1$ ,  $R_2$ : Blenden
- $R_v$ : einstellbares Drosselventil
- $R_x$ : Fühlerdüse
- MK: Magnetkolben

Abbildung 3.2.3: Aufbau einer pneumatischen Meßeinheit mittels Brückenschaltung

## Die Kegeldüse

Die bisher behandelten Düsen waren herkömmlicher Bauweise und ließen nur einen Meßbereich von 0,03 bis 0,4 mm zu. Bei diesem Düsentyp strömt Luft aus einer zentralen Bohrung mit einem bestimmten Durchmesser auf die Werkstückoberfläche. Um einen größeren Meßbereich zu erhalten, wird die sogenannte Kegeldüse eingesetzt, die bei Spaltenbreiten von 0,1 bis 3,5 mm eine Auflösung von 10 µm liefert (Abb. 3.2.4). Eine solche Düse ist in Abbildung 3.2.5 im Schnitt dargestellt. In der Mitte befindet sich wie gehabt der punktförmige Meßstrahl, dessen Staudruckänderungen registriert und aus-

gewertet werden. Um diese Düse herum befindet sich ein Ring, aus dem 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.

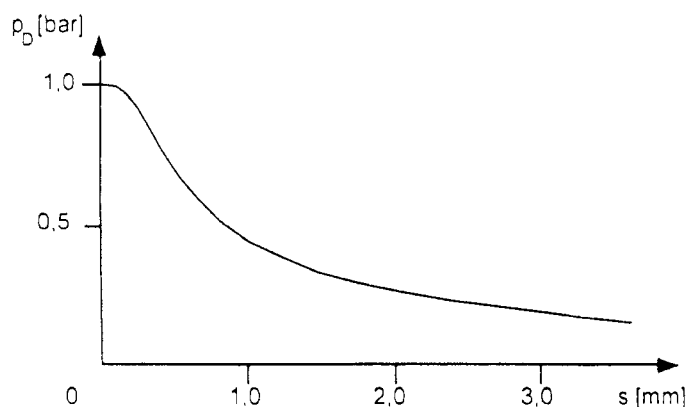


Abbildung 3.2.4: Differenzdruck  $p_D$  über Spaltenbreite bzw. Meßbereich  $s$  bei Kegeldüse

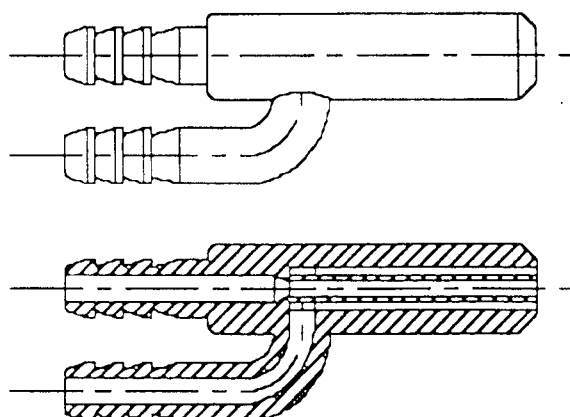


Abbildung 3.2.5: Kegeldüse und Kegeldüse im Schnitt (Maßstab 2:1)

# Wirkungsweise des PEL-Systems



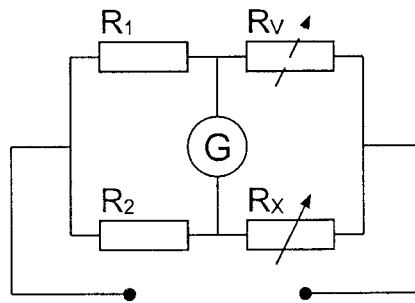
## Wirkungsweise

### a) Elektrischer Ausgang

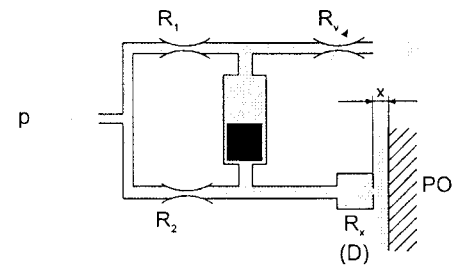
Das PEL-System arbeitet auf überraschend einfache Weise. Es handelt sich um ein pneumatisch betriebenes Schaltsystem. Bei Druckluftbetrieb strömt an der Fühlerdüse Luft aus und bewirkt je nach Abstand zu dem überprüfenden Objekt einen Staudruck im PEL-Meßschalter.

Dessen pneumatischer Teil ist prinzipiell wie eine elektrische Brückenschaltung (Wheatstone) aufgebaut. Darin bilden die Blenden R1 und R2 sowie die Einstelldüse Rv und Fühlerdüse Rx die Strömungswiderstände. Der leicht bewegliche Magnetkolben MK (anstelle des Galvanometers in der elektrischen Meßbrücke) reagiert auf kleinste Veränderungen des Ausströmungswiderstandes Rx vor der Fühlerdüse D.

Wird eine Prallfläche PO in Richtung auf die Düsenöffnung bewegt (was in



Elektrische (Wheatstone) Brückenschaltung mit unbekanntem Widerstand Rx.

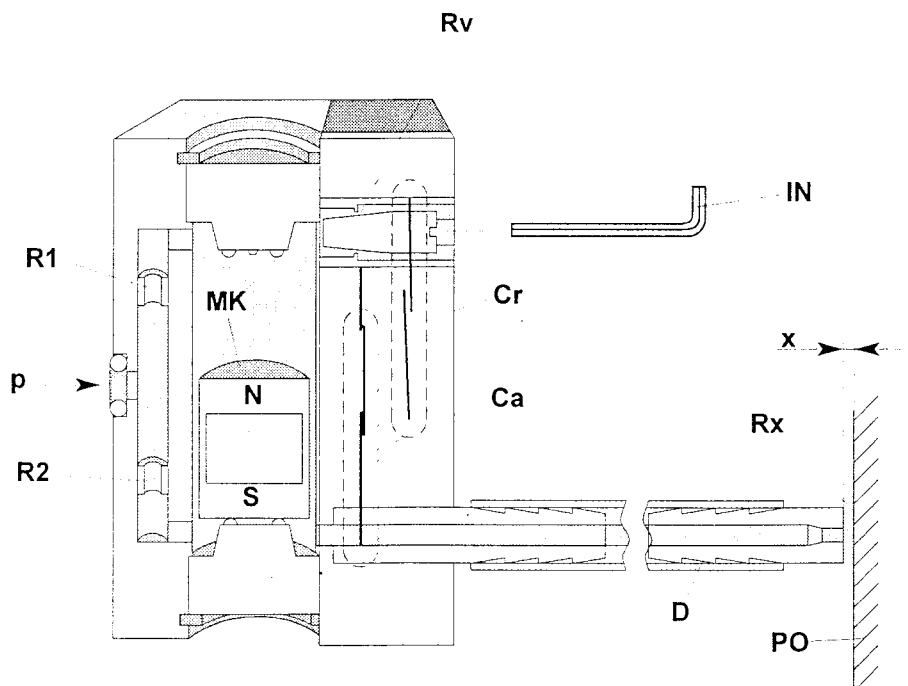


Schematische Darstellung der pneumatischen Brückenschaltung mit 1 Meßzweig Rx.

der Praxis einem Werkstück entspricht, welches seinen Abstand zur Fühlerdüse verringert), 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 Fühlerdüse – Objekt unterschritten, so genügen wenige Millimeter WS Druckunterschied, um den leicht beweglichen Magnetkolben anzuhe-

ben. Damit wird der Ruhe-Reedkontakt geöffnet, der Arbeitskontakt geschlossen. Diese elektrischen Signale können auf jede gewünschte Weise weiter ausgewertet werden. Die maximale Schaltleistung der Reed-Kontakte beträgt 50 V / 0,5 A / 5W (ohmsch).

- R1 Blende 1
- p Speisepressur
- MK Magnet-Kolben
- R2 Blende 2
- IN Inbusschlüssel
- Rv Strömungswiderstand an der Einstelldüse
- Ca Reed-Kontakt 1-2 (Arbeit)
- Cr Reed-Kontakt 3-4 (Ruhe)
- Rx Strömungswiderstand an der Fühlerdüse
- D Fühlerdüse
- x Abstand Objekt – Fühlerdüse
- PO Prüfobjekt

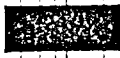





Problemlösungen

**Abstand – Verwendungsbereiche von Fühlerdüsen**

Entsprechend dem geforderten Abstandsbereich zwischen Fühlerdüse und dem zu

überwachenden bzw. zu messenden Objekt sind verschiedene Fühlsysteme erhältlich.

A Meßdüse Di 1 mm für Meßzwecke		0,03 – 0,28 mm
Steuerdüse Di 1 mm für Anwesenheitskontrollen		0 – 0,4 mm
B Kegeldüse Di 1 mm für Meßzwecke oder Anwesenheitskontrollen		0,1 – 3,5 mm
B Luftschränke Di 1,0/4 mm für Anwesenheitskontrollen		0,1 – 100 mm

0,01    0,1    1    10    100    1000 mm

## Wachstwerte für PEL-Standard-Kombinationen

**Fühlerdüsen – Schaltelement**  
Die richtige Kombination der Blendendurchmesser R1 und R2 (Im Schaltelement eingebaut)

zum Innendurchmesser der Fühlerdüse ist für das einwandfreie Arbeiten des PEL-Systems von entscheidender Bedeutung.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über diese Kombinationen.

PEL Schalter	1 PEL Schalter	2 PEL Schalter	3 PEL Schalter	4 PEL Schalter	5 PEL Schalter	8 PEL Schalter
Düsen						
Alle Düsen mit Durchmesser:						
5 mm APA4 .. 05	1xAPA1 .. AC03	2xAPA1 .. AC03	3xAPA1 .. AC03	4xAPA1 .. AC03	5xAPA1 .. AC03	6 - 8x APA1 .. AC03
7 mm APA4 .. 07	1xAPA1 .. AC05	2xAPA1 .. AC05	3xAPA1 .. AC05	4xAPA1 .. AC05	5xAPA1 .. AC05	
10 mm APA4 .. 10	1xAPA1 .. AC07	2xAPA1 .. AC07	3xAPA1 .. AC07	4xAPA1 .. AC05	5xAPA1 .. AC05	
14 mm APA4 .. 14	1xAPA1 .. AC10	2xAPA1 .. AC07	3xAPA1 .. AC07			
Kegeldüsen:						
APA4 DA10	1xAPA1 .. AA05	2xAPA1 .. AA03	größere Kaskaden nicht möglich			
APA4 DB10	1xAPA1 .. AA05	2xAPA1 .. AA03				
APA4 DF10	1xAPA1 .. AA05	2xAPA1 .. AA03				
APA4 DE10	1xAPA1 .. AA05	2xAPA1 .. AA03				
alle Luftschränke und Empfängerdüsen						
APA4 GA32	1xAPA1 .. AA03	keine Kaskaden möglich				
APA4 GB32						