

## HVG-Mitteilung Nr. 2015

### Advanced Forming Pack

Servoproportionaltechnik mit neuen Möglichkeiten der Formgebung

C. Borsarelli, N. Boglione, Bottero S.p.A., Cuneo (Italien)

Vortrag im Fachausschuss IV der DGG am 7. März 2002 in Würzburg

Seit über 30 Jahren liefert Bottero technologische Lösungen für die Glasindustrie. Eine der letzten Neuerungen ist der Einsatz der Servo-Proportionalventile im Formgebungsverfahren. Zweck dieser Ventile, die speziell für die Glasindustrie entwickelt wurden, ist die sehr präzise Modulierung des Drucks während des Formgebungszyklus.

Besonders in den letzten Jahren werden die Hohlglasproduktionslinien mehr und mehr durch elektronische Einrichtungen gesteuert. Die Tropfen werden mit einem Servo-Feeder produziert, mit einem Servo-Tropfenverteiler den Stationen zugeführt und mit einer voll elektronisch gesteuerten Maschine erfolgt die Formgebung. In der Maschine selbst werden immer mehr Servo-Mechanismen wie Servo-Invert oder Servo-Greifer eingesetzt. Von der Maschine werden die Flaschen mittels Servo-Pusher auf das Maschinenband bewegt und mit einem Servo-Einschieber in den Kühl-ofen geladen.

Nach wie vor werden die Behälter mit Druckluft geblasen und diese Druckluft wird noch immer manuell mit mechanischen Druckreglern eingestellt. Um die Einstellung des Druckes für den Maschinenführer verfügbar zu machen, werden die Pilotregler im Seitenständer der Maschine mit langen Rohrleitungen zwischen Steuergerät und Bedarfspunkt montiert, d. h. die Druckregulierung ist nicht präzise und muss regelmäßig beobachtet werden und es kann nur ein Druckniveau pro Ereignis eingestellt werden.

Mit den Servo-Proportionalventilen von Bottero kann die Druckluft elektronisch geregelt und während eines Ereignisses moduliert werden. Manuelle Druckregler werden nicht mehr benötigt. Die Ventile ersetzen die Standard ON-OFF-Ventile. Am Eingang des Ventils muss ein über dem Bedarf liegender Druck anstehen. Am Ausgang des Ventils wird der exakt geforderte Druck ausgegeben.

Alle beweglichen Teile im Ventil bestehen aus Edelstahl. Kunststoff oder Gummi wird nicht verwendet. Die einzigen Dichtungen aus temperaturfestem Gummi sind statisch eingesetzt.

Durch die Hochfrequenz-Vibration wird eine Selbstreinigung der Ventile erreicht. Dies erlaubt die Verwendung einer Druckluftqualität, wie sie üblicherweise in den Glashütten eingesetzt wird. Empfohlen werden Filterpatronen mit einer Porosität von 25 µm.

Die Grundkonstruktion eines Servo-Proportionalventils besteht aus (Bild 1):

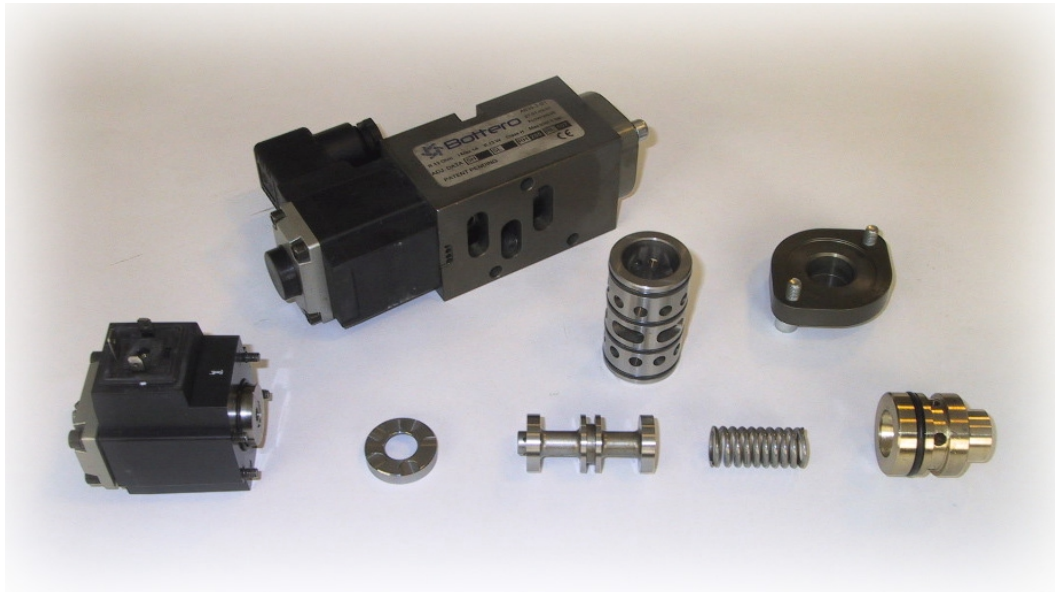


Bild 1: Teile und Aufbau eines Servo-Proportionalventils.

- Gehäuse,
- Steuerkolben,
- Steuerzylinder,
- Solenoid (Proportional-Magnet) und
- dem Grundteil.

Die Ventile können mit doppelten oder einfachen Steuerkolben montiert werden. Die Ventile zum Vorblasen und Fertigblasen sind mit doppelten Steuerkolben ausgerüstet. Mit einfachen Steuerkolben werden Ventile ausgestattet, die z. B. Pegelbewegungen kontrollieren müssen. Servo-Proportionalventile von Bottero können so gestaltet werden, dass sie entweder den Druck oder die Durchflussmenge steuern.

Das Proportional-Mengenventil ermöglicht die stufenlose elektrische Verstellung der Druckluftmenge (Bild 2). Der Proportional-Magnet (Solenoid) wird mit einem definierten Strom angesteuert. Die dabei auf den Steuerkolben wirkende Kraft verschiebt diesen gegen eine Druckfeder. Mit Verschieben des Steuerkolbens durch die veränderliche Magnetkraft wird eine Verstellung des Durchlassquerschnittes erreicht (Bild 3). Proportional-Mengenventile werden zur Geschwindigkeitsregulierung von mechanisch bewegten Teilen eingesetzt (Pegel ab, Vorform auf, Vorform-Boden...).

Das Proportional-Druckregelventil ermöglicht die stufenlose Verstellung der eingesetzten Druckluft (Bild 4). Der gewünschte pneumatische Ausgangsdruck wird durch ein Sollwertsignal eingestellt. Die Elektronik verarbeitet dieses Signal und steuert über einen Strom die Kraft des Solenoids am Ventil. Diese Kraft bewirkt die Verstellung des pneumatischen Ausgangsdruckes. Bei Abweichungen des eingestellten Ausgangsdruckes wird sich auch die Kraft am Solenoid ändern und der Steuerkolben wird verschoben, bis der voreingestellte Druck erreicht ist. Die installierte Druckfeder verschiebt den Steuerkolben bei nicht aktiviertem Ventil, so dass dieses in Ruhelage

geschlossen ist. Angewendet werden diese Ventile z. B. für Vorblasen, Ausblasen, Vorform zu, Pegel hoch...

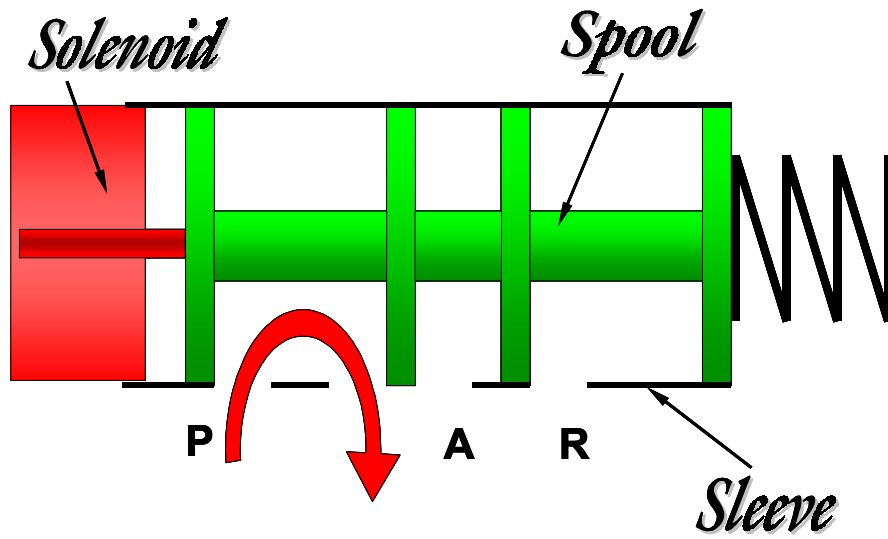


Bild 2: Flussregelung mit dem Servo-Proportionalventil.

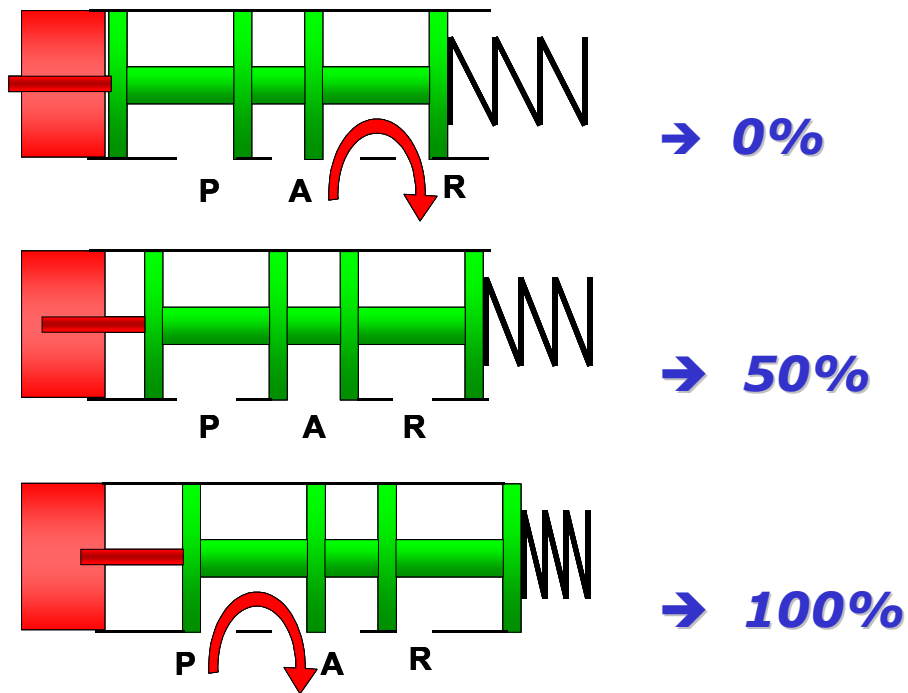


Bild 3: Einstellung verschiedener Durchflussmengen.

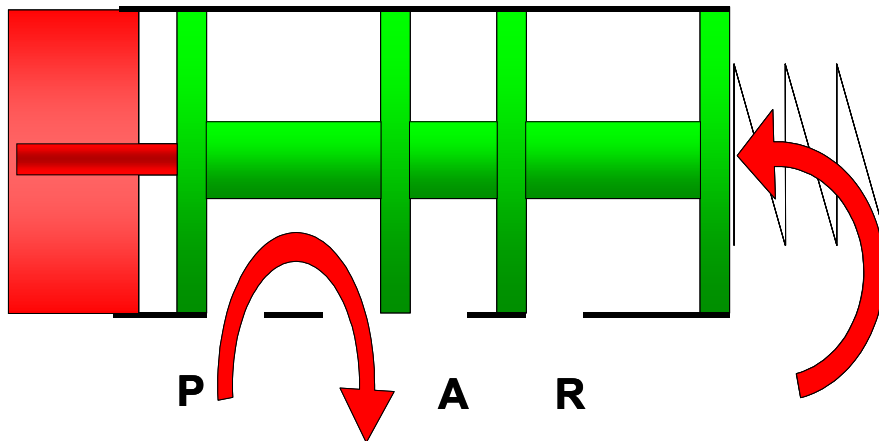


Bild 4: Druckregelung mit dem Servo-Proportionalventil.

Die Dateneingabe erfolgt über einen PC mit einem auf Windows basierenden Programm, welches von Bottero entwickelt wurde. Nach der Feineinstellung einer Station können die Daten automatisch an weitere Stationen übertragen werden. Bei Sortimentsfertigung können die Daten für jede gewählte Station separat gesendet werden. Datenänderungen sind bei laufender Maschine ohne Störung möglich.

Die Steuerung ist ebenfalls eine Eigenentwicklung von Bottero. Zunächst wurde das System als Erweiterung des Bottero EFC200-Steuersystems genutzt. Später wurde ein selbstständiges Steuersystem (stand-alone-system) zur Integrierung in vorhandene fremde Steuersysteme entwickelt. Erfolgt die Montage der Proportional-Ventile in Verbindung mit fremden Steuersystemen, so werden die entsprechenden Signale für die Ergebnisse zum Bottero-Schaltschrank geleitet, zur Ansteuerung an die Proportional-Ventile verändert und anschließend an die Maschine weitergeleitet.

Grundprinzip für jede Phase des Formgebungsverfahrens ist es, den benötigten Druck zur Verfügung zu stellen. Beim Vorblasen beispielsweise können eventuell 3 verschiedene Phasen benötigt werden (Bild 5):

- In der ersten Phase wird die Formgebung des Halsdurchgangs oder auch die Hinterblasung im Mündungseingang vollzogen. Nach praktischen Erfahrungen wählt man hier einen höheren Druck von etwa 2,5 bar aus.
- Kurz bevor das Glas gegen den Vorformboden gepresst wird und infolgedessen starke Vorform- und Vorformbodennähte am Kübel entstehen können, reduziert man jetzt den Druck auf etwa 0,5 bar.
- Nach kurzer Formenkontaktzeit ist die Außenhaut des Kübels soweit abgekühlt, dass nun der Vorblasdruck für eine optimale Kühlung des Kübels auf ca. 2,0 bar erhöht werden kann.

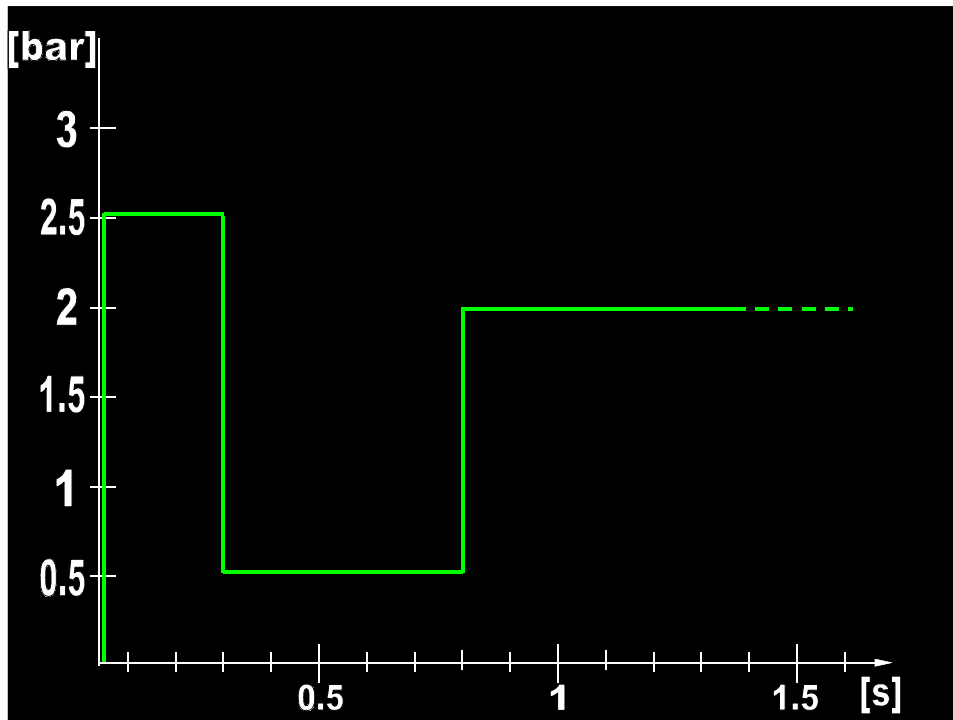


Bild 5: Druckzyklus für die Vorform.

Bei diesem Beispiel wurden 3 unterschiedliche Drücke für eine optimale Formung des Kübels benutzt. Möglich sind bis zu 8 verschiedene Stufen pro Ereignis.

Mit dem Bottero-System kann man ein zweites Druckprofil einsetzen, welches vom OFF-Signal aktiviert wird. Eine typische Anwendung ist hier der sogenannte "parison-puff". Nach dem Öffnen der Vorform bläst man kurzzeitig mit einem niedrigen Druck. Nach dem Schwenken des Kübels auf die Fertigformseite kann auch die Pegelkühlung mit Hilfe der Proportional-Ventile erfolgen.

Auf der Fertigformseite ist es beim Ausblasen des Behälters ebenfalls sehr hilfreich, wenn man mit verschiedenen Blasdrücken arbeiten kann. So kann man z. B. mit einem niedrigen Druck zu Beginn des Ausblasens starke Nähte und schlechte Glasverteilung vermeiden. Erfahrungen haben gezeigt, dass man mit anfangs niedrigerem Druck zeitiger Ausblasen kann, was u. a. sehr hilfreich bei der Vermeidung von Affenschaukeln sein kann. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass man die Form und Dicke des Behälterbodens sehr gut beeinflussen kann. Nach relativ kurzer Zeit kann dann der Blasdruck erhöht werden, um eine optimale Kühlung des Behälters zu erreichen. Sehr hilfreich sind diese Ventile gerade auch bei der Fertigung von unrunder und schwierigen Formen, z. B. bei flachen Schultern oder aufwendigen Gravuren. Die Vorteile der Verwendung von Servo-Proportionalventilen liegen sowohl in der Verbesserung der Qualität als auch in der Optimierung der Maschinengeschwindigkeit.

Eine weitere wichtige Funktion bei der Formgebung von Hohlglasbehältern ist die Pegelsteuerung. Hier werden Proportional-Mengenventile eingesetzt. Ein Proportional-Mengenventil bietet ebenfalls die Möglichkeit achtstufig zu arbeiten. Außerdem kann man die Entlüftung elektronisch steuern und damit die Enddämpfung einstellen.

Deshalb benutzt man ein Druck-Regelventil für die Funktion "Pegel hoch" und ein Mengen-Regelventil für die "Pegel ab"-Funktion.

Die Kombination der zwei Ventile garantiert:

- schnelle "Pegel-hoch"-Hubbewegung,
- Dämpfung vor Erreichen des oberen Endpunktes,
- sanfte Bewegung beim Zurückziehen des Pegels vom Glas und
- schnelle "Pegel-ab"-Bewegung für den verbleibenden Hub bis zum Dämpfungspunkt.

Das wichtigste Einsatzgebiet der Servo-Proportionalventile ist das Formgebungsverfahren bei geschlossenen Formen. Wichtig sind aber auch die Geschwindigkeiten der Schließ- bzw. Öffnungsbewegungen.

Infolge zu hoher Geschwindigkeiten sind Beschädigungen an Formenwerkzeugen und Behältern vorprogrammiert. Optimal ist es, die Form zunächst sanft zu öffnen und dann mit höherer Geschwindigkeit weiter zu öffnen. Der Öffnungsvorgang wird mit einer Enddämpfung abgeschlossen. Bei der Schließbewegung braucht man nur eine Enddämpfung kurz vor dem Zusammentreffen der Formenhälften. Mit den Proportionalventilen kann man so ein ideales Bewegungsprofil einstellen.

Für die komplette Steuerung aller mechanisch bewegten Teile der IS-Maschine hat Bottero einen Servo-Proportionalventilblock entwickelt. Dieser ersetzt den konventionellen Ventilblock. Für jeden Mechanismus der Station wurde ein ideales Bewegungsprofil entwickelt, das sehr einfach für jedes Sortiment optimiert werden kann. Der optimierte Ablauf kann dann für jeden Artikel gespeichert werden. Alle Einstellungen von Druck, Durchflussmenge und Entlüftung, die normalerweise bei einem Umbau manuell durchgeführt werden müssen, entfallen. Alles wird elektronisch gesteuert und gespeichert. Dies ist eine Neuerung die mit dem Einsatz der elektronischen Trommel verglichen werden kann.

Nach 3 Jahren Kalttestphase sind die Servo-Proportionalventile und der Servo-Proportionalventilblock seit 1999 in Deutschland im Glaswerk Enstthal unter Produktionsbedingungen im Einsatz. Seitdem wurden weltweit weitere Installationen erfolgreich durchgeführt.