

Industrie armaturen

The Industrial Valve Journal

<http://www.industriearmaturen.de>

Pneumatische Steuerkreise sparen Wasser und Energie bei Festbettfiltern

Pneumatic control loops save water and energy with
fixed-bed filters

Dr. Wolfgang Rieger, Festo AG & Co. KG, 73734 Esslingen

erschienen in Industriearmaturen Heft 3, September 2010

Vulkan-Verlag GmbH, Essen

Ansprechpartner: W. Mönning Tel. 0201/82002-25, E-Mail: w.moening@vulkan-verlag.de

Pneumatische Steuerkreise sparen Wasser und Energie bei Festbettfiltern

Pneumatic control loops save water and energy with fixed-bed filters

Wolfgang Rieger

Handrad oder automatisierte Armatur? Weltweit geht der Trend eindeutig in Richtung Automatisierung. Denn Automatisierung spart Energie und Wasser, insbesondere Spülwasser, und steigert die Betriebssicherheit. Dies zeigt beispielsweise die pneumatische Automatisierung von Festbettfiltern in einem Wasserwerk.

Handwheel control or an automated shut-off valve? The trend world-wide is clearly towards automation. Automation saves energy and water, particularly flushing water, and increases operational reliability. This is illustrated, for example, by the pneumatic automation of fixed-bed filters in a waterworks.

Festbettfilter in offener oder geschlossener Bauweise sind ein wichtiges Element der Wasseraufbereitung in Wasserwerken oder Kläranlagen (**Bild 1**). Sie entfernen Trübstoffe, biologisch nicht abbaubare Inhaltsstoffe, enthärten oder entsäuern bzw. härten das Wasser auf.

Aufgabe und Funktion von Festbettfiltern

Material, Korngröße der Partikel und Aufbau der Filterschicht oder Schüttung bestimmen die Funktion eines Festbettfilters. Die Schüttung kann je nach Aufgabe beispielsweise aus Sand, Kies, Hydroanthrazit oder Aktivkohle in einer oder mehreren Lagen bestehen.

Meist sind fünf bis acht Armaturen notwendig, um einen Festbettfilter zu steuern. Davon arbeiten bis zu drei Armaturen geregelt, die übrigen im Auf-/Zu-Betrieb.

Das Rohwasser wird über die Schüttung geleitet. Die große Oberfläche der Partikel, auf der sich die Trübstoffe ablagern, erzeugt die Filterwirkung. Mit zunehmender Betriebsdauer lagert sich

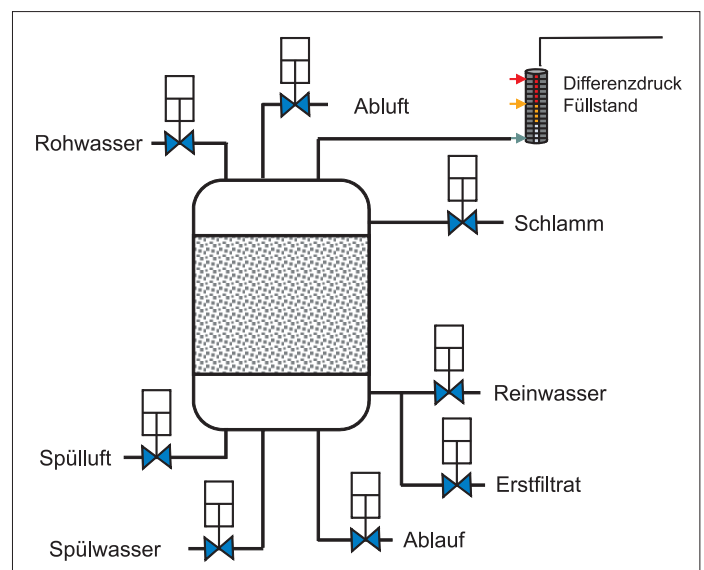
mehr und mehr Schmutz ab. Dabei nimmt die Durchflussleistung des Filters ab. Bei großer Verschmutzung wird eine Reinigung des Filters durch Rückspülung durchgeführt.

Bild 1:

Schematischer Aufbau eines Festbettfilters im Wasserwerk

Fig. 1:

Schematic diagram of a fixed-bed filter in a waterworks



Rückspülung notwendig

Der Grad der Verschmutzung wird über den Filtratdurchfluss, den Wasserstand oder den Differenzdruck in der Filterschicht gemessen. Rückgespült wird in einem speziellen Spülprogramm mit Luft und Wasser über mehrere Minuten. Je nach Verschmutzungsgrad des Wassers liegt die Filterstandzeit zwischen zwei Rückspülungen bei bis zu 120 Stunden. Daher werden die Armaturen eher selten bewegt. Ein zuverlässiger Betrieb dieser Systemarmaturen ist von entscheidender Bedeutung.

Überwiegend eingesetzt werden zentrisch gelagerte Einklemmklappen oder doppeltextenzentrisch gelagerte Absperrklappen, als Regelarmatur am Filterablauf auch Ringkolbenventile oder Regelschieber. Bei offener Bauweise und großvolumigen Becken werden im Zulauf und Schlammablauf häufig gehäuselose Schieber oder Klappwehre spezifiziert.

Pneumatik als Alternative

Unabhängig davon, ob die Armaturen mit einer Linear- oder Schwenkbewegung betätigt werden, sind pneumatische Antriebs- und Automatisierungslösungen in punkto Wirtschaftlichkeit und

Technik eine interessante Alternative [1]. Dies gilt besonders bei Betrachtung der Lebensdauerkosten.

Bei der Armaturen-Steuerung bietet die Pneumatik mehr Funktionalität. Mit ihr lassen sich in Abhängigkeit der jeweiligen Betriebssituation sicherheitsrelevante Funktionen zwangsweise steuern. Das betrifft besonders das Verhalten der Armaturen bei Stromausfall, wenn kein Notstromaggregat vorhanden ist. Im Einzelnen sind das die Grundstellung der Armatur, wenn die Anlage außer Betrieb ist oder beim Anfahren und die Sicherheitsstellung der Armatur bei Energieausfall: zwangsgesteuert geschlossen, offen oder verharrend (Bild 2).

Flexible Automatisierung

Die Anzahl der Festbettfilter kann zwischen zwei bei kleinen lokalen Wasserwerken und bis zu 48 und mehr Filtern bei Wasserwerken für Großstädte liegen. Ein Automatisierungskonzept muss daher dezentral und flexibel sein und Pneumatik und Elektrik verbinden. Als besonders dafür geeignet zeigt sich die pneumatische Ventilinsel. Sie stellt die Verbindung her zwischen den pneumatisch betätigten Armaturen und den Endlagenschaltern, den Messgeräten und der Steuerungs- beziehungsweise Prozessleitebene.

Das System Ventilinsel

Die Ventilinsel (Bild 3) hat einen pneumatischen (MPA) und einen elektrischen Teil (CPX-Terminal). Beide Teile lassen sich mit vielen Bausteinen flexibel konfigurieren. Für die Elektrik stehen digitale und analoge Ein- und Ausgangsmodule zur Verfügung. Der pneumatische Teil besteht aus verschiedenen Magnetventilfunktionen und Durchflussleistungen. Der modulare Aufbau gewährleistet die optimale Anpassung an das Anlagenkonzept.

In Abhängigkeit vom Umfang einer Anlage umfasst die Automatisierung ein Prozessleitsystem (PLS), die SPS-Ebene sowie die so genannte Feldebene. Das Prozessleitsystem und die SPS-Ebene werden über Ethernet verbunden, SPS und Feldgeräte über parallele Datenübertragung oder Feldbus (seriell). Moderne Automatisierungslösungen werden heute mit Feldbussystemen zur Kommunikation in der Feldebene realisiert. Das gilt für alle Armaturen, Pumpen, Gebläse oder Messgeräte, die an eine SPS angeschlossen werden. Auch eine Anbindung an das Intranet zur werkübergreifenden Kommunikation ist einfach realisierbar. Die Vorteile dieser Automatisierungslösung sind:

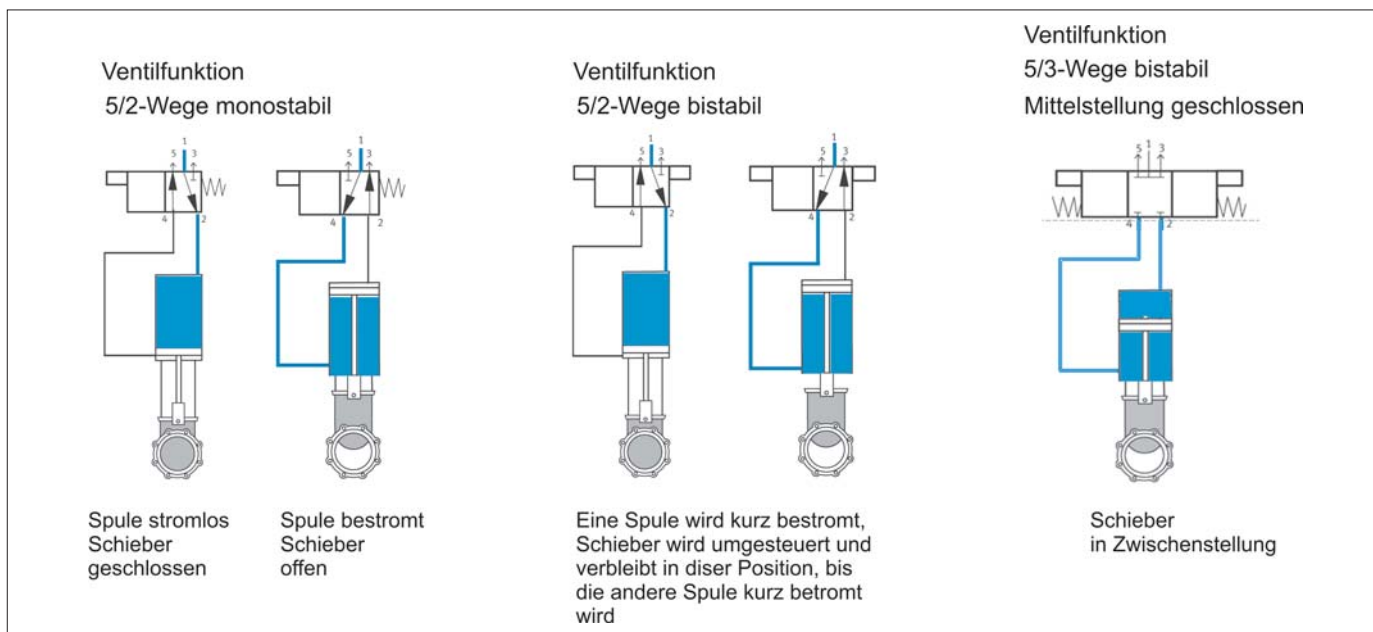


Bild 2: Möglichkeiten der Zwangssteuerung von Armaturen mit pneumatischem Antrieb bei Stromausfall: geschlossen, offen oder verharrend

Fig. 2: Ways of achieving automatic control of shut-off valves with pneumatic actuator in the case of an electrical power supply failure: Automatic closure, automatic opening or automatic maintenance of current position

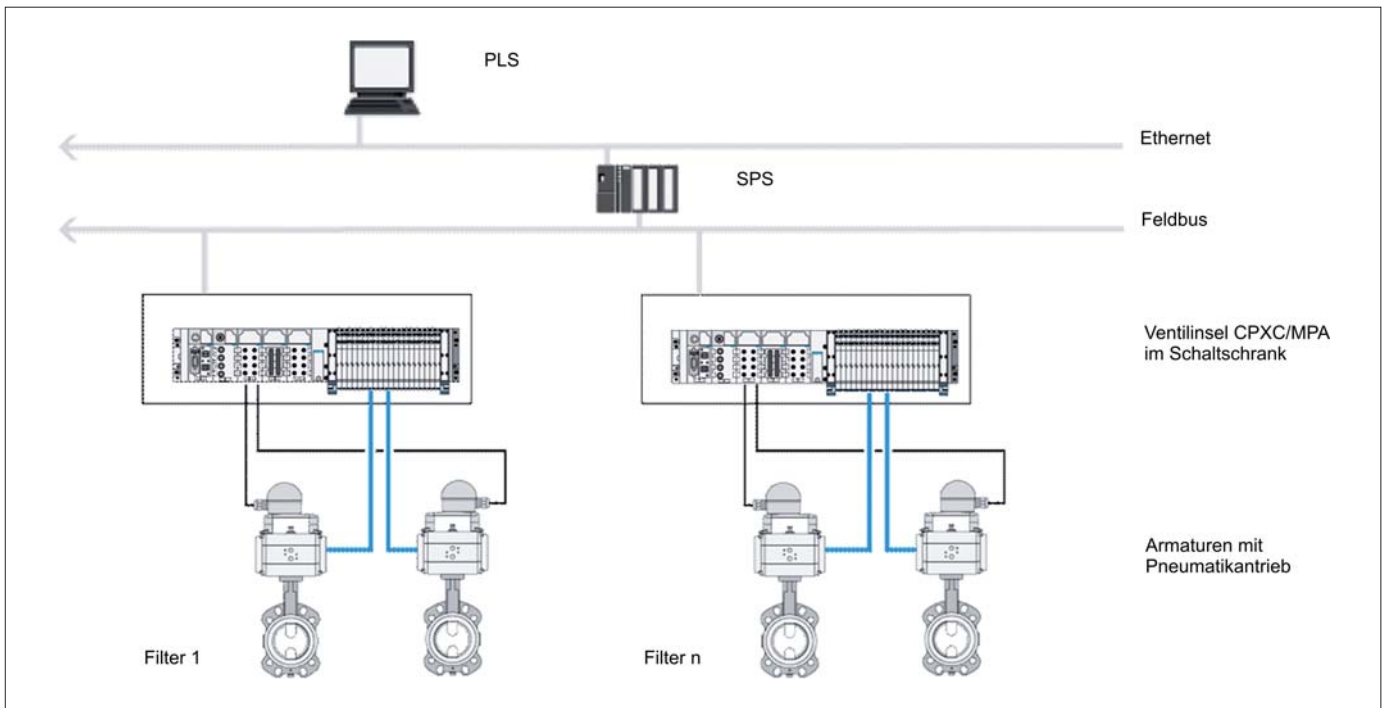


Bild 3: Automatisierungsstruktur für Festbettfilter mit Ventilinsel als zentralem Element

Fig. 3: Automation structure for fixed-bed filter with valve terminal as central component

- deutliche Einsparung für die Installation
- mehr Transparenz auf den einzelnen Ebenen
- durchgängiges Konzept mit weniger Schnittstellen
- schnellere Inbetriebnahme und Fehlerbeseitigung
- Zusammenführen der Stellglieder auf der Ventilinsel
- einfache Erweiterbarkeit von Anlagen durch Feldbussysteme

Einen Kostenvergleich über die konkreten Einsparpotentiale gegenüber einer Einzelventillösung, sowie weiterführende Informationen zum Thema Systemlösungen auf Basis Ventilinsel enthält [2].

Intelligente Ventilinsel

Eine Variante des CPX-Terminals verfügt neben dem Feldbus-Knoten über eine eigene SPS, den sogenannten CEC-Controller. Damit wird die Ventilinsel in ihrer Funktion autark vom übrigen Netzwerk beziehungsweise von der übergeordneten SPS und PLS. Diese Variante erhöht die Anlagenverfügbarkeit, denn bei Störungen im Netzwerk können damit einzelne Anlagenteile weiter laufen. Das kann für Filtersteuerungen oder auch Pumpwerke sinnvoll sein.

CPX-Terminal mit integriertem Web-Monitor

Das CPX-Terminal kann ergänzend mit einem Web-Monitor ausgerüstet werden. Damit ist es für den Anbieter möglich, die Serviceinformationen vom CPX-Terminal in Echtzeit auf einem externen Web-Monitor dazustellen. Eine Ferndiagnose ist dadurch einfach realisierbar.

Praxisbeispiele

Ventilinsel im Schaltschrank mit Handbedienebene

Zum Einsatz der Ventilinsel am Festbettfilter im Wasserwerk erfolgt der Einbau im Schaltschrank zum Schutz der Ventilinsel gegen äußere Einflüsse oder zum Schutz vor unbefugter Betätigung der Armaturen. **Bild 4** zeigt eine Ventilinsel mit Handbedienebene im Schaltschrank. Vorteilhaft an dieser Lösung ist, dass die automatisierte Ebene und die Handbedienebene komplett getrennt sind und gegeneinander verriegelt werden können. Zum Umschalten dient ein Schlüsselschalter.

Das Betätigen des Schlüsselschalters sendet ein Signal an das PLS. Diese

komfortable Handbedienebene ist besonders sinnvoll für die Inbetriebnahme, wenn beispielsweise die Versorgung der Anlage mit elektrischer Energie oder die Programmierung der SPS erst später erfolgen kann, da die Handbedienung rein pneumatisch arbeitet. Die



Bild 4: Ventilinsel im Schaltschrank mit komfortabler Handbedienebene

Fig. 4: Valve terminal in control cabinet with convenient manual control panel



Bild 5: Ventilinsel im Schaltschrank mit Anlagenschema
Fig. 5: Valve terminal in control cabinet with schematic plant diagram

Anlage kann dadurch auch bei Ausfall elektrischer Energie weiterbetrieben oder in einen definierten Zustand gebracht werden.

Ventilinsel im Schaltschrank mit Frontschaltbild

Leuchtdioden auf dem CPX-Terminal zeigen den aktuellen Schaltzustand der Ar-

maturen an. Durch ein Fenster im Schaltschrank lässt sich der Zustand der Anlage für den Betreiber schnell und einfach erfassen. Eine komfortablere Variante zeigt **Bild 5**. Die Schaltschranktür ist mit dem Anlagenschema und Leuchtdioden ausgestattet. Die komplette Einheit ist kompakt aufgebaut. Die Steuerung für fünf Filter ist in einem Schaltschrank zusammengefasst.

Zukunftsweisend: Ventilinsel im Schaltschrank mit integrierter Steuerung (SPS), Touchscreen und Integration der Stellungsreglerfunktion

Eine zukunftsweisende systemtechnische Entwicklung ist ein Steuerschrank, bei dem die Anlagenbediener alle Parameter zur Steuerung der Armaturen eines Festbettfilters zentral einstellen können.

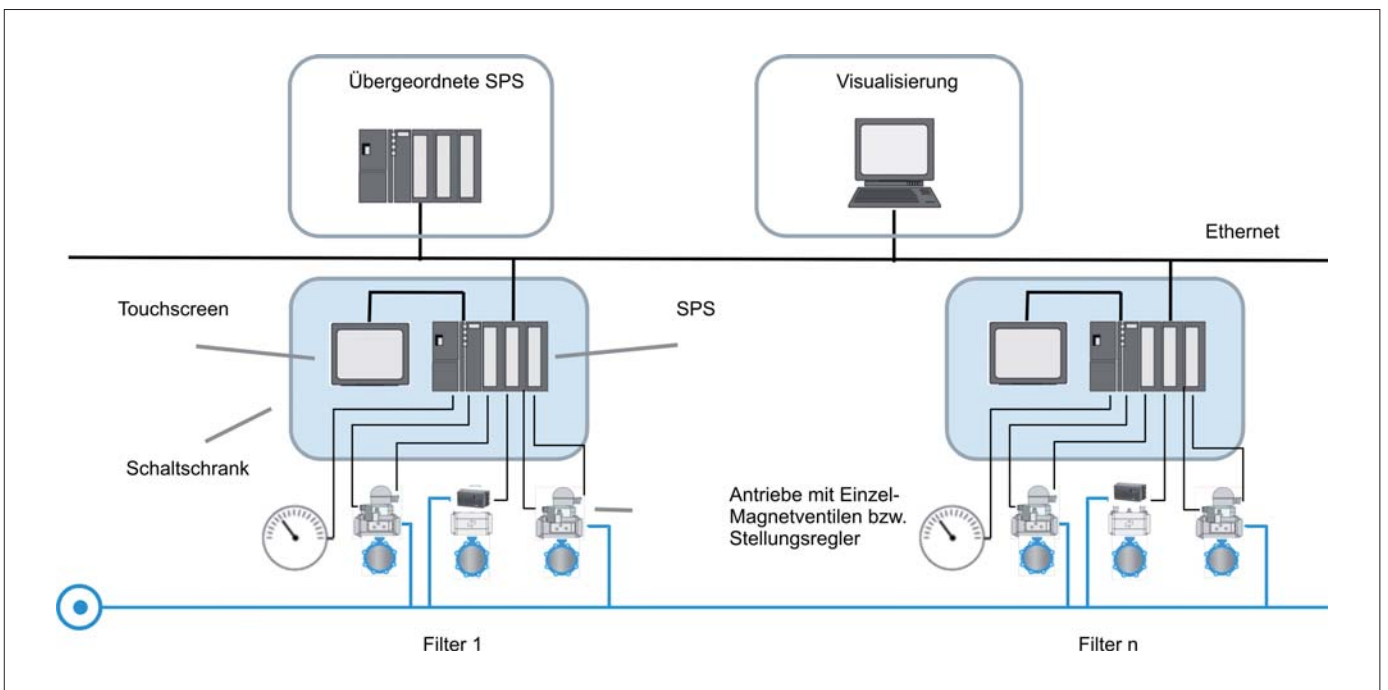


Bild 6: Konventionelle Automatisierungslösung mit Einzel-Magnetventilen und Antrieb mit Stellungsregler
Fig. 6: Conventional automation solution with individual solenoid valves and actuator with position controller

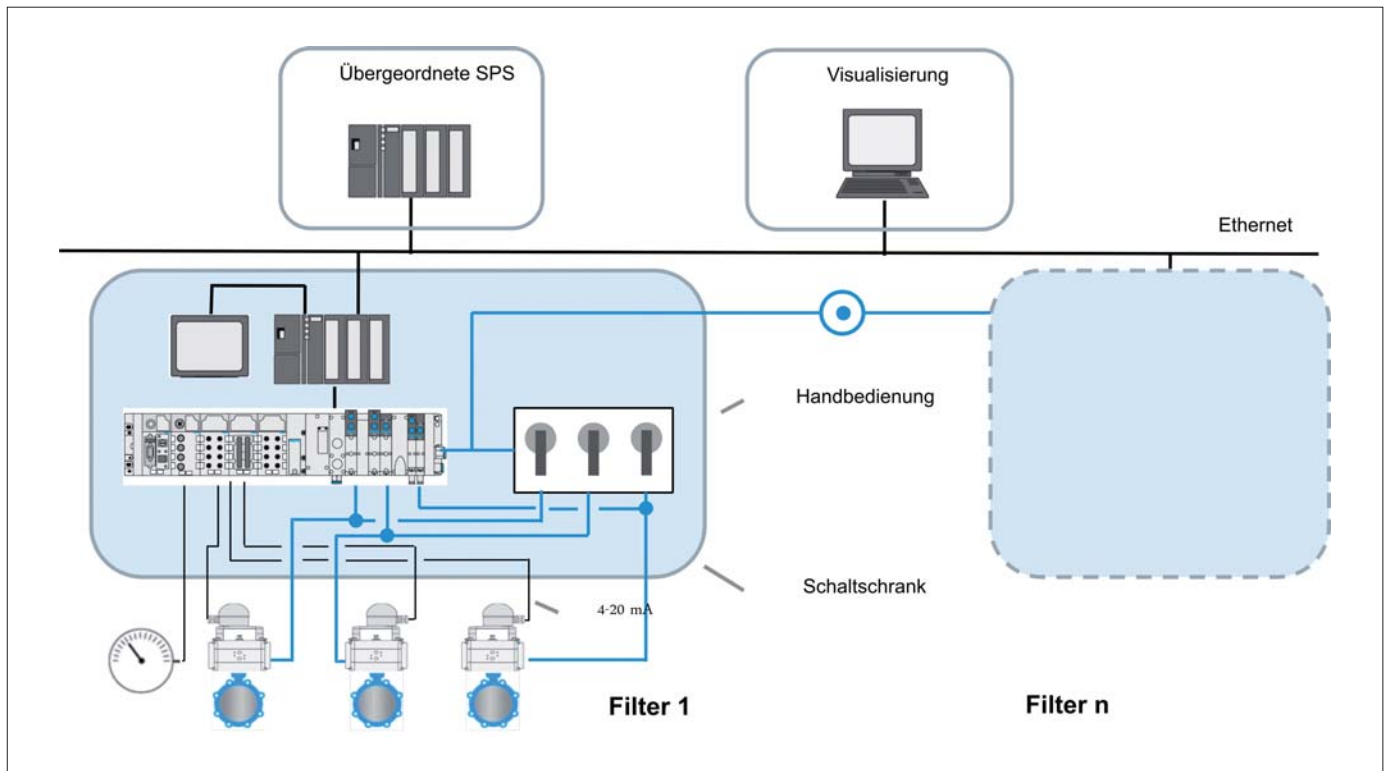


Bild 7: Automatisierungslösung von Festo mit Ventilinsel und Integration der Stellungsreglerfunktion im Schaltschrank

Fig. 7: Festo automation solution with valve terminal and integration of position controller function into control cabinet

Bild 6 zeigt die bisherige konventionelle Lösung. Für die Armaturen mit Auf-/Zu-Funktion sind pneumatische Antriebe und Einzelventile mit Namur-Schnittstelle direkt am Antrieb montiert. Die Regelarmatur für den Filterablauf ist mit pneumatischem Antrieb und Stellungsregler ausgerüstet. Jedem Festbettfilter ist ein Schaltschrank zugeordnet. Die wesentlichen Bauteile des Schaltschranks sind ein Touchscreen zur Anlagenbedienungs sowie eine SPS. Die Anbindung an die Leitebene erfolgt über Ethernet an eine übergeordnete SPS und die Visualisierung des Prozesses. Die SPS im Schaltschrank steuert die Armaturen, die übergeordnete SPS koordiniert das Rückspülen der einzelnen Festbettfilter.

Festo erweiterte die konventionelle Lösung um folgende Eigenschaften:

- Eine Handbedienebene, die auch bei Ausfall bzw. ohne elektrische Energie die Anlagenbedienungs vom Schaltschrank aus ermöglicht.
- Eine robuste und flexiblere Lösung für die Regelarmatur. Diese bleibt auch ohne elektrische Energie bedienbar. Parameter des Reglers können zentral am Schaltschrank eingestellt werden.

- Eine hohe Zuverlässigkeit nicht nur für die Inbetriebnahme, sondern vor allem für den laufenden Betrieb

Bild 7 zeigt die neue Lösung. Die wesentlichen Unterschiede sind: Ventilinsel anstelle Einzelventile, Integration einer pneumatischen Handbedienebene und Verzicht auf den Stellungsregler durch Aufteilung der Funktion in drei Elemente: Stellungsrückmeldung der Armaturenposition durch eine Box mit Analogausgang 4 ... 20 mA, Ansteuerung des Antriebs durch ein 5/3-Wege-Magnetventil auf der Ventilinsel und Verlegung der Reglersoftware in die SPS.

Im Vergleich zur konventionellen Lösung mit Stellungsregler bietet diese Lösung mehrere Vorteile:

- Die Anforderung an die Qualität der Druckluft ist geringer gegenüber dem bislang eingesetzten Stellungsregler.
- Die höheren Durchflussraten der Magnetventile ermöglichen schnelle Bewegungen und Sicherheitsfunktion auch bei großen Antrieben.
- Die Armatur lässt sich auch ohne elektrische Energie nur durch die Handbedienungs einstellen.

- Der Anlagenbedienungs muss nicht mehr zur Armatur laufen, da er die Parameteränderungen zum Regeln direkt am Schaltschrank eingibt.

Insgesamt ist diese Lösung wirtschaftlicher als die konventionelle Lösung.

Literatur

- [1] Rieger, W.; Herrmann, C.; Torney, M.: Transparenz im Kostenschlingel – Total Cost of Ownership entscheidet über langfristige Wirtschaftlichkeit von Antriebslösungen für Industriearmaturen, P&A November 2007, Seite 65-68.
- [2] Rieger, W.: Vorteile für Armaturen Anwenders durch Systemlösungen. Industriearmaturen Heft 3, September 2007, Seite 254-259.

IFAT ENTSORGA 2010

Halle A5, Stand 429



Dr. Wolfgang Rieger

Festo AG & Co. KG
Esslingen
Tel. +49 711 347-4413
rge@de.festo.com