

Anlagennahes Asset Management bei Stellgeräten – Eine Standortbestimmung



Sonderdruck aus
„atp – Automatisierungstechnische Praxis“
Jahrgang 44 · Heft 7 · 2002

Verfasser:
Dr.-Ing. Jörg Kiesbauer
Prof. Dr.-Ing. Heinfried Hoffmann

Anlagennahes Asset Management bei Stellgeräten – Eine Standortbestimmung

J. Kiesbauer, H. Hoffmann, SAMSON AG

Moderne Asset Management Systeme (AMS) auf Softwarebasis kommen heute in der chemischen Industrie zur wirtschaftlichen und technischen Optimierung aller Prozesse einer chemischen Anlage zunehmend zum Einsatz. Der Teilbereich des anlagennahen Asset Management Systems (aAMS) beinhaltet alle Tätigkeiten und Massnahmen zur Erhaltung und Steigerung des Wertes einer Anlage. Ein besonderes Augenmerk liegt hier auf den Feldgeräten, speziell den Stellgeräten, welche quasi als „Arbeitspferde“ im Prozess bei hoher Belastung lange zuverlässig funktionieren müssen.

Stellgeräte mit digitalen, kommunikationsfähigen Stellungsreglern passen gut in das Konzept des aAMS, da sie sich selbst überwachen und wichtige Informationen für die Anlagenfahrer

und Instandhalter geben können. Zwar setzen die Anwender in Neuanlagen zunehmend solche modernen Stellgeräte ein, nutzen aber die zusätzlichen „intelligenten“ Eigenschaften nur zögerlich oder gar nicht. Als Hersteller gewinnt man den Eindruck, dass alle über dieses Thema diskutieren, sich aber beim praktischen Einsatz zurückhalten. Dieser Beitrag versucht, eine Bestandsaufnahme zum Thema „Fehlerdiagnose und Fehlerfrüherkennung bei Stellgeräten“ zu machen und dabei die Anwender zu ermutigen, die heutigen Möglichkeiten intensiver zu nutzen und Erfahrungen zu sammeln. Natürlich werden auch zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten aufgezeigt, die noch zuverlässigere und besser integrierte Zustandsinformationen erlauben.

Online Plant Asset Management in Control Valves

Modern software-based asset management systems (AMS) are being used increasingly more in the chemical industry to maximize efficiency and performance of all the processes in a chemical plant. The area of online plant asset management systems (aAMS) involves all the activities and procedures required to maintain and increase the value of a plant. Special attention is paid here to field devices, in particular to control valves considered to be the “working horses” of the process as they are required to function reliably over long periods of time at high load. Control valves with smart positioners fit into the concept of aAMS very well as they can monitor themselves and capture important information for the plant operator as

well as the maintenance technician. Operators of new plants are using such modern control valves to a greater extent, but the additional “smart” features are only being made use of hesitantly or, in some cases, not at all. The manufacturers themselves get the impression that this subject is often a point of discussion, but its actual application is restrained. This article attempts to take stock of the subject concerning failure diagnosis and early fault recognition in control valves and to encourage users to make better use of current possibilities. In addition, the article highlights future development potential to improve the reliability and integration of information gained about the valve condition.

1. Einführung

Der Begriff „Anlagennahes Asset Management (aAMS)“ ist in der NAMUR - Empfehlung NE 91 [1] ausführlich beschrieben. Ein Asset Management-System (AMS) ist im Rahmen dieser Empfehlung ein Datenverarbeitungs-System, das anlagennahe Asset Management (aAMS) unterstützt. Ein AMS stellt vorrangig Online-Informationen für die technische Beurteilung der Anlagenkomponenten bereit. Es ermöglicht den Zugriff auf die technische Anlagendokumentation und auf betriebswirtschaftliche Systeme.

Während das Prozessleitsystem den Anlagenfahrer bei der Prozessführung unterstützt, unterstützt das aAMS quasi als Anlagenleitsystem die technische Betriebsbetreuung bei folgenden Aufgaben:

- Beurteilung des Anlagenzustandes von Komponenten,
- Entscheidung über Massnahmen,
- und Vorbereitung und Durchführung von Massnahmen in der Anlage.

Die Funktionen und der Zugang zu Informationen kann wie folgt charakterisiert werden:

- Das aAMS macht primäre Zustandsinformationen zugänglich, wo immer sie erzeugt werden.
- Es verdichtet primäre Zustandsinformationen oder es macht entsprechende Informationsverarbeitungen zugänglich.
- Primäre Zustandsinformationen vor allem bei Feldgeräten sind:
 - Meldung von Geräteausfall, Wartungsbedarf oder Funktionskontrolle,
 - Wartungsbedarf generiert aus Prozessgrößen und Daten der Basiskalibrierung,
 - Statusinformationen mit online-Meldung an AMS,
 - Überwachung von Trends und Statistiken, welche die Fehlerdiagnose und die Analyse eventueller Schwachstellen erleichtern,
 - und spezielle Diagnosen mittels herstellerspezifische Module, die in ein aAMS integriert sind.

Bei aller Diskussion über Zustandserkennung sollte eines nicht in den Hintergrund treten: Das Asset Management fängt im Grunde schon vor der Beschaffung eines Stellgerätes an, nämlich bei der Auslegung und Auswahl des geeigneten Stellgerätyps. In [2] wird ein konkreter Fall in einer deutschen Raffinerie geschildert, wo ein Drehkegelventil in Betriebsbereichen eingesetzt wurde, für die es einfach überlastet war (zu hohe Austrittsgeschwindigkeiten bei 2-phasiger Strömung). Die Folge: 2 Anlagenstillstände in ca. 2 Jahren und Anschaffungs- und Betreiberkosten von ca. 400000 €. Mittlerweile wurde ein

Hubventil mit grösserer Nennweite installiert und arbeitet vollkommen zufriedenstellend. Trotz höherer Anschaffungskosten liegen die Gesamtkosten nach 2 Jahren nur bei 50000 €.

Man sollte also nach dem Motto verfahren: Erst auf der Basis der richtigen, sorgfältig bestimmten und ausgewählten Hardware machen mit Hilfe von Software „intelligente“ Stellgeräte wirklich Sinn.

2. Heutige Fehler- und Zustandserkennung durch digitale Stellungsregler

Die in der Einführung erwähnten primären Zustandsinformationen ermöglichen bei Stellgeräten die digitalen Stellungsregler [3,4]. Diese arbeiten intern mit digitalen Signalen und Algorithmen zur Regelung der durch den Sollwert vorgegebenen Ventilöffnung und zur Erkennung des gesamten Zustandes und von möglichen Fehlern.

Tabelle 1:
Übersicht über in digitalen Stellungsreglern verwendete Signale

Signal	HART	PROFIBUS-PA	FOUNDATION FIELDBUS
Zeit t	X	X	X
Ventilstellung x	X	X	X
Sollwert für Ventilstellung W_x	X	X	X
Internes Stellsignal Y	X	X	X
Prozessvariable P			(X)
Zusätzliche binäre Sensorik S	Option	Option	Option
Zusätzliche kontinuierliche Sensorik S	Option	Option	Option

Tabelle 1 zeigt in der Übersicht, welche Signale in Abhängigkeit der Kommunikationsart (HART, FoundationFieldbus, Profibus-PA) heute zur Verfügung stehen. Für die eigentliche Stellungsregelung werden die 4 ersten Signale benötigt und diese enthalten eigentlich schon sehr viel Information über den Zustand bzw. Zustandsänderungen, wenn sie nur „intelligent“ ausgewertet werden [4, 5]. Im Falle der FoundationFieldbus-Kommunikation liegen bei Nutzung des PID-Regelkreises für eine Prozessgröße wie Druck, Durchfluss, Temperatur etc. zusätzliche Informationen vor, welche für eine Diagnose mitverwendet werden können. Je nach „Herstellerphilosophie“ werden optional für die Stellungsregelung nicht unbedingt erforderliche Sensoren mitangeboten (s. 2.3), um erweiterte bzw. detaillierte Fehlererkennungsmethoden zu integrieren. Diese Sensorik liefert binäre oder kontinuierliche Signale.

Worin bestehen nun die Vorteile im Hinblick auf das aAMS ?



Bild 1: SAMSON Stellungsregler Typ 3730 mit Vor-Ort-Bedienung per Display

2.1 Automatische Inbetriebnahme

Die automatische Inbetriebnahme nach dem Anbau des Stellungsreglers an das Ventil besteht aus dem Ermitteln der mechanischen Anschläge (Nullpunkt und Maximalhub) und dem automatischen Tuning der optimalen Stellungsreglereinstellung (Regelgüte und Regeldynamik). Viele Hersteller arbeiten mit sogenannten Tuning-Kits (PD), die vom Anwender über ein Engineering-Tool wie AMS (EMERSON) oder PDM (SIEMENS) oder über Vor-Ort-Einstellung (SIEMENS SIPART, SAMSON 3730, Bild 1) in den Stellungsregler geladen werden können. Einige Geräte auf dem Markt haben aber auch eine permanente On-Line-Adaption an die aktuellen Betriebsbedingungen [3,4]. Auf jeden Fall können die einmal optimierten Datensätze im Engineering-Tool archiviert werden und jederzeit in einen Ersatzstellungsregler geladen werden. Dies sind ganz wesentliche Vorteile bei der Inbetriebnahme und bei der Instandhaltung der Anlage. Bei Bussystemen hat der Instandhalter dann ein Problem, wenn noch gar kein Prozessleitsystem zur Verfügung steht. Hier sind Stellungsregler von Vorteil, die zusätzlich eine serielle Schnittstelle besitzen, über die man den Stellungsregler autark für den Einsatz an einem Prozessleitsystem vorbereiten kann (z.B. SAMSON FF- bzw. PROFIBUS-PA-Stellungsregler mit SSP-Schnittstelle und TROVIS-VIEW [7]).

2.2 Zusatzfunktionen

Ein digitaler Stellungsregler bietet zudem gegenüber konventionellen, analogen Geräten zusätzliche interessante Funktionen:

- die definierte Dichtschliessfunktion,

- der nichtlineare Zusammenhang zwischen Sollwert und gewünschter Ventilstellung,
- der definierte Arbeitsbereich für die Ventilöffnung,

Dies soll an einem Beispiel verdeutlicht werden:

In einer Raffinerie arbeiteten zwei parallel angeordnete Stellgeräte mit analogen Stellungsreglern zur Kühlwassereinspritzung. Die ursprünglich vorgesehene Split-Range-Regelung erfüllte die hohen Anforderungen an die Regelgüte vor allem beim Anfahrvorgang nur unzureichend. Die Folge: Der Anlagenfahrer griff beim Anfahrvorgang „per Hand“ in den Prozess ein, wodurch das grosse Ventil mehr oder weniger im Schliessbereich arbeitete und nach kurzer Zeit durch Kavitationsverschleiss ausfiel.

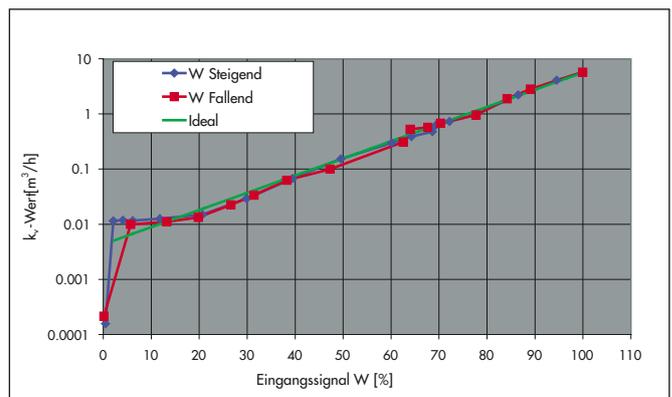
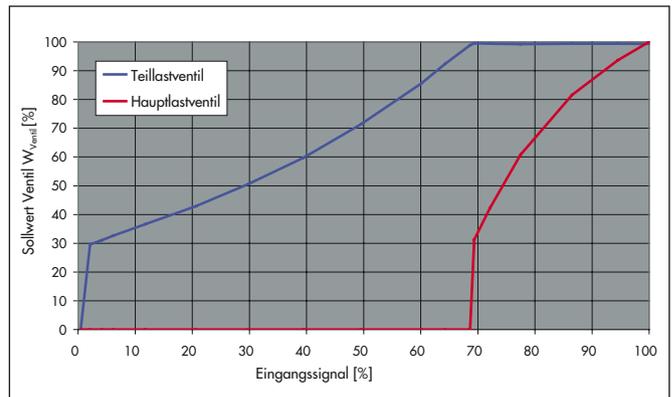


Bild 2ab: Split-Range-Regelung mit digitalem Stellungsregler (a: Nichtlineare Kennlinie für beide Ventile , b: Gesamt- k_v -Kennlinie)

Diese Problematik kann durch 2 Stellgeräte mit digitalen Stellungsreglern vermieden werden:

Dabei werden die Ventile wie vorher auch als Eckventile mit Durchströmung in Schliessrichtung ausgeführt. Zudem benötigen die Ventile im Regelbereich eine Mindestöffnung von ca. 30% des normalen Nennhubes. Dadurch wird die Dichtkante bei kleinen Mengen und hohen Druckdifferenzen von ca. 130 bar gegen Verschleiss geschützt. Die Kennliniencharakteristiken sind gleichprozentig. Beim Anfahren der Anlage öffnet

das grosse Ventil erst bei ca. 99% der Öffnung des kleinen Ventils mit mindestens 30%. Durch Vorgabe der Kennliniencharakteristiken (Bild 2a) erreicht man eine nahezu gleichprozentige Gesamt-k_v-Kennlinie mit einem Stellverhältnis von ca. 1000:1 (Bild 2b). Im Schliesszustand ermöglicht die Dichtschliessfunktion mit der eindeutigen Aktivierung für Eingangssignale < 1% bzw. < 30% die maximale Schliesskraft des Antriebes durch volles Entlüften. Dadurch werden höhere „schleichende“ Leckageströme stark minimiert, welche sonst zu Dichtkantenverschleiss am Ventilkegel führen können.

2.3 Standard-Zustandsinformationen (Statuswerte)

Bei der automatischen Inbetriebnahme in 2.1. wird das gesamte Stellgerät neben der Parameteroptimierung auch ausführlich hinsichtlich seiner Performance geprüft. Im Fehlerfall werden Meldungen und Warnungen generiert und zum Beispiel auf dem Display des Stellungsreglers (Bild 1) oder im Engineering Tool (Bild 3) angezeigt. Aber auch im laufenden Betrieb erfolgen ständig Prüfungen, deren Ergebnisse in den Speicher des Reglers geschrieben werden. Tabelle 2 zeigt solche Meldungen in der Übersicht. In den Spalten findet man

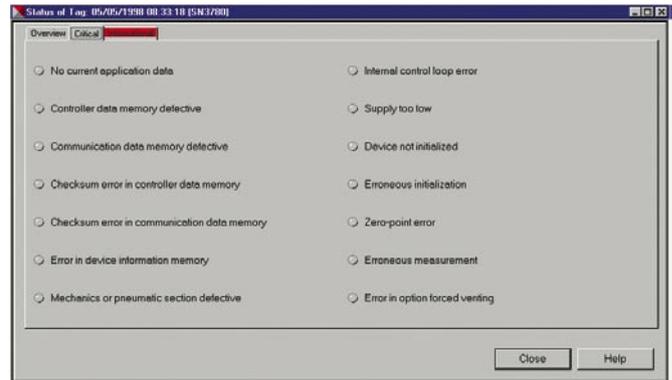


Bild 3: Warnungen und Meldungen in einem Engineering Tool (EMERSON PROCESS MANAGEMENT's AMS) [8,10]

folgende Informationen:

- Off-line oder on-line?: Bei Off-line läuft der Prozess nicht oder das Ventil arbeitet abgekoppelt im Bypass des Hauptstranges, bei on-line wird das Ventil vom Prozess gerade benötigt
- wenn möglich über den Zustand oder die Ursache (relevant für das Wartungspersonal)

Tabelle 2: Standard-Status-Informationen bei digitalen Stellungsreglern.

Meldung/Status	Off- oder On-line ?	Ursache/Zustand	Stellgeräbauteil	Massnahme	Alarmtyp
Regelkreis gestört	On-line	Toleranzband nicht erreicht Regelverzögerung zu hoch	Stellungsregler Stellventil Stellantrieb Luftversorgung	Weitere Funktionskontrollen bzw. Wartungsbedarf	Failure alert
Nullpunktfehler	On-line (wenn Ventil zu) Off-line (Inbetriebnahme)	Nullpunktverschiebung	Ventilkegel/Sitz (Verschleiss/ Verschmutzung)	Nullpunktjustierung Wartungsbedarf	Maintenance alert
Elektronik	On-line, Off-line (Inbetriebnahme)	Datenspeicher fehlerhaft Controllerspeicher fehlerhaft Informationsspeicher fehlerhaft Prüfsummenfehler Datenspeicher Prüfsummenfehler Controller Fehlerhafte Messung Sollwert/Istwert	Stellungsregler	Stellungsregler austauschen	Failure alert
Inbetriebnahme	Off-line	Fehlerhaft Nicht erfolgt		Initialisierungslauf starten	Failure alert
Mechanik/ Pneumatik	Off-line (Inbetriebnahme)	Zuluftdruck zu niedrig Fehler im Zusammenspiel von Pneumatik/Mechanik Leckage in Pneumatik	Luftversorgung Stellungsreglermontage Antriebsmembran und Anschlüsse	Wartungsbedarf Funktionskontrolle Eventuell Antriebsmembran und Anschlüsse prüfen	Predictive/ Maintenance alert
Wegintegral	On-line	Grenzwert überschritten	Stangenabdichtung (Balg, Packung)	Wartungsbedarf	Predictive alert
Vorgebene Einstellungsdaten	Off-line (Inbetriebnahme)	Nicht vorhanden	Stellungsregler	Eingeben	Failure alert
Status Binäreingang	On-line	Aus/An	Sensorabhängig, z.B. Druckschalter für Balgüberwachung	Wartungsbedarf Gerät austauschen	Predictive/ Maintenance/ Failure alert je nach Sensorart

Tabelle 3: Erweiterte Zustandsinformationen bei digitalen Stellungsreglern

	Off-/On-line ? je nach Verfahrensart					
Stellgerätparameter	Drucksensor zusätzlich	Dynamik des Regelkreises ohne Zusatzsensor	Statistik	Stellgeräbauteil	Maßnahme	Alarmtyp
Reibkraft	Off- und On-line	Off- und On-line		Stopfbuchse Ablagerung an Kegel/Sitz oder an Ventilstange Druckentlastungsdichtung	Wartung Verschmutzung beseitigen Wartung	Predictive alert/ Maintenance alert
Federkräfte („Bench Set“)	Off-line	Off-line		Antriebsfedern	Federn nachjustieren/ tauschen	Predictive/ Maintenance alert
Differenzdruckeinfluss (Ausnutzung der maximal möglichen Antriebskraft)	On-line	On-line		Stellantrieb Stellventilbelastung	Auslegung / Betriebsdaten prüfen	Predictive alert
Leckage im pneumatischen System (Antriebskammer, pneumatische Anschlüsse)	Off-line	Off- und On-line		Stellantrieb Verbindung Stellungsregler/ Antrieb	Eventuell Antriebsmembran austauschen	Predictive/ Maintenance alert
Zuluftdruck	Off-line bedingt	Off- und On-line		Luftversorgung, Luftdruckminderer	Luftversorgung prüfen	Predictive/ Maintenance alert
Stellungsregler-Luftfilterverschmutzung		Off- und On-line		Stellungsregler	Luftfilter überprüfen	Predictive/ Maintenance alert
Vorwiegender Arbeitsbereich des Stellgerätes (Histogramm)			On-line		K_v -Wert grösser oder kleiner	Predictive/ Maintenance alert
Einfacher Richtungswechselzähler (Anzahl Richtungswechsel ohne Amplitudenklassifizierung)			On-line	Stellungreglereinstellung		Predictive/ Maintenance alert bedingt
Aufwendiger Richtungswechselzähler (Anzahl Richtungswechsel mit Amplitudenklassifizierung)			On-line	Dynamische Belastung Metallbalg oder Stopfbuchse Stellungreglereinstellung	Eventuell Balg oder Stopfbuchse	Predictive/ Maintenance alert
Trend der Veränderung des Arbeitsbereiches (z.B. zunehmend Verschiebung zu geringerer Ventilöffnung)			On-line	Eventuell Ventilkegel/ Sitz-Verschleiss	Betriebsdaten auf Veränderung prüfen	Predictive/ Maintenance alert

- über die betroffenen Stellgeräbauteile als Information (relevant für das Wartungspersonal)
- die zu ergreifende Massnahme (relevant für das Wartungspersonal)
- Alarmtyp:
 - „Predictive alert“ ist relevant für das Wartungspersonal, da der Gerätezustand sich geringfügig verschlechtert hat und anzunehmen ist, dass er sich weiter verschlechtert. Das Gerät funktioniert noch vollkommen.
 - „Maintenance alert“ ist relevant für das Wartungspersonal, da der Gerätezustand sich merklich verschlechtert hat. Das Gerät funktioniert trotzdem noch vollkommen, könnte aber irgendwann ausfallen.

- „Failure alert“ ist relevant für den Anlagenfahrer, da das Gerät mit Sicherheit ausgefallen ist.

2.4 Erweiterte Zustandsinformationen – und Auswertungen

Die vorher vorgestellten Standardüberwachungs-Funktionen ermöglichen die Erkennung gravierender Fehlfunktionen. Tabelle 2 macht deutlich, dass nicht immer eine eindeutige Fehlerursache erkennbar ist. Falls doch, dann aber meist nur off-line während der Inbetriebnahme und nicht on-line bei laufendem Prozessbetrieb. Z.B. ist die Meldung „Internal control loop error“ (Regelkreis gestört) in Bild 3 ein gravierender Fehler, aber die Ursache nicht unbedingt klar. Der Instandhalter weiss hier also noch nicht, ob er das Stellgerät ausbauen

oder nur den Stellungsregler neujustieren oder ersetzen muss. Grundsätzlich wünscht der Anwender im Einklang mit den Anforderungen für das aAMS (s. 1.):

- Detaillierte On-line-Diagnose- und Zustandsmeldungen
- Zustandsabhängige Wartungsinformation möglichst mit der Aussage: „Wann ist welcher Ausfall zu erwarten und wann ist welche Massnahme zu ergreifen?“

Über die Standardmöglichkeiten hinaus versuchen die Hersteller von Stellungsreglern oder von kompletten Stellgeräten diese Anforderung auf zwei Wegen zu erfüllen, und zwar durch:

- die Integration von Zusatzsensorik im wesentlichen zur Erfassung der Kraft, die der Antrieb benötigt, um den Ventilkegel gegen Reib- und Strömungskräfte zu verstellen oder im Gleichgewicht zu halten [10].
- die Auswertung der für die Stellungsregelung notwendigen Signale im Stellungsregler ohne zusätzliche Sensorik (in Tabelle 1 die 4 erst genannten Signale), insbesondere deren dynamische Eigenschaften und statistischen Merkmale [4,5].

Im ersten Fall verwenden die Hersteller von pneumatisch angetriebenen Ventilen mit Federrückstellung im Antrieb meist einen Drucksensor zur Erfassung des Druckes auf der Antriebsmembran in Abhängigkeit der Ventilstellung („Valve Signature“ wie in Bild 4). In Tabelle 1 entspricht dies der kontinuierlich arbeitenden Zusatzsensorik. Dieses Verfahren behandelt im wesentlichen die Parameter der 2. Spalte in Tabelle 3. Im on-line-Betrieb sind zuverlässige Aussagen nur über die Reibkraft und die Druckbelastung im Antrieb möglich, wenn die Signale in Bild 4 aus der Bewegung heraus aufgenommen werden (Hystereseschleife um die aktuelle Ventilstellung).

Im zweiten Fall kann sowohl im off-line als auch im on-line-Betrieb die Veränderung der dynamischen Eigenschaften der Antwortsignale (Ventilstellung X) nach kleinen Sprüngen ($\pm 2\%$) in der Führungsgrösse W um die Startventilstellung im Stellungsregler aufgenommen werden und ausgewertet werden (Bild 5). Mit Hilfe einer eindeutigen Veränderungsmuster-Tabelle [5] für die Verzugszeit t_v und Laufzeit t_l für die beiden Bewegungsrichtungen (steigend und fallend) sind im ersten Schritt die in der 3. Spalte von Tabelle 3 enthaltenen Parameteränderungen zu erkennen. Diese gehen über das erst genannte Verfahren hinaus. Durch Einsatz von mathematischen Simulationsmodellen kann für bestimmte Ventiltypen auch der aktuelle Zustandwert berechnet werden (z.B. die Höhe der Reibkraft).

Zusätzliche Informationen ergeben sich aus den statistischen Analysen (4. Spalte Tabelle 3, [5]).

Die Umsetzung beider Methoden erfolgt heute noch in

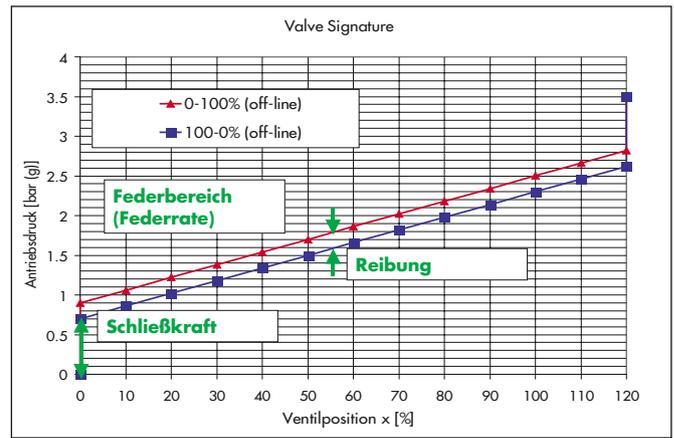


Bild 4: Typischer Verlauf der „Valve Signature“ eines Stellgerätes mit pneumatischem Antrieb [10]

herstellerspezifischen Programmen wie z.B. VALVELINK von EMERSON PROCESS MANAGEMENT [8, 10], VALVE MANAGER von METSO [9] oder TROVIS-EXPERT [5] von SAMSON, da spezielle Testroutinen mit grösseren Datenmengen aktiviert und im Programm ausgewertet werden müssen. Die Integration in vorhandene Engineering-Tools ist allgemein nur bedingt möglich und sehr aufwendig. Dies liegt unter anderem auch an der teilweise stark protektionistischen Haltung der Systemhersteller, welche Stellungsregler aus eigener Herstellung anbieten. Das FDT-Konzept von PACTWARE mit der „Druckertreiber-Philosophie“ ist hier ein vielversprechender Ansatz.

Aber nicht nur die Diagnoseverfahren und -parameter, sondern auch die Bewertung der Signaländerungen oder Symptome unterscheiden sich erheblich.

Die meisten Hersteller konzentrieren sich auf die Erfassung und Anzeige direkter Parameter (aktuell oder auch im Trend) wie Reibung, Druckbelastung des Antriebes, Sollwert, Istwert, Tote Zone. Die Zustandsbewertung des Stellgerätes und seiner Bauteile auf Basis dieser Parameter erfolgt nicht automatisch. Einige Hersteller [8] bieten einen kostenpflichtigen Diagnoseservice im eigenen Hause an, welcher aufgenommene Testdaten bewertet und einen Report erstellt. Der Anwender dürfte aber sicherlich an einer automatischen Bewertung ohne zusätzliche Kosten interessiert sein, wie dies bei TROVIS-EXPERT von SAMSON [5] z.B. der Fall ist.

3. Bewertung heutiger Fehler- und Zustandserkennung

Grundsätzlich wird bei den erweiterten Diagnoseverfahren in 2.4 von vielen Herstellern (vor allem amerikanische) immer wieder der Faktor Reibung in den Vordergrund gestellt. Laut Tabelle 3 wird die Reibung im wesentlichen bestimmt durch die nachziehbare Stopfbuchse, Druckentlastungsdichtungen, und eventuelle Verschmutzungen in engen Spalten zwischen Kegel

und Sitz, Druckentlastungshülsen oder in „Cage“-Ausführungen. Bei drehverstellbaren Ventilen kann erhöhte Reibung in den Lagern der Welle dazukommen, wenn bei geringen Öffnungen ein hoher Differenzdruck hohe Lagerkräfte erfordert. Zudem werden oft Kolbenstellantriebe verwendet, die von Natur aus hohe Reibkräfte an den Kolbenabdichtungen im Antrieb selber aufweisen. Ganz anders bei Membranstellantrieben mit verteilt angeordneten Federn: hier kann die Reibung praktisch vernachlässigt werden.

Erhöhte Reibkräfte sind aber eigentlich nicht problematisch, solange der Stellungsregler die gewünschte Ventilstellung schnell und genau ausregelt. Schafft er dies nicht, dann kann dieser Zustand mit der Regelkreisüberwachung erfasst werden („Internal control loop error“, s. Tabelle 2/Bild 3). Wenn nicht gerade die Antriebskräfte oder der Zuluftdruck zu gering sind, dann liegt es meist an der Reibung (vor allem bei kleinen Signaländerungen). Diese Überwachung kann der Anwender z.B. bei SAMSON Stellungsreglern über die erlaubte Verzögerungszeit und das zulässige Toleranzband für die bleibende Regelabweichung steuern [4]. Dieses Potential wird von den Anwender aus Sicht der Autoren heute noch nicht vollkommen ausgenutzt. Gerade für Sicherheitsventile, die im Normalfall und damit lange nur in der Auf- oder Zu-Stellung „verharren“ und im Ernstfall sicher schliessen oder öffnen müssen, ergibt sich hier eine gute Überprüfbarkeit durch kleine Signaländerungen im Normalfall.

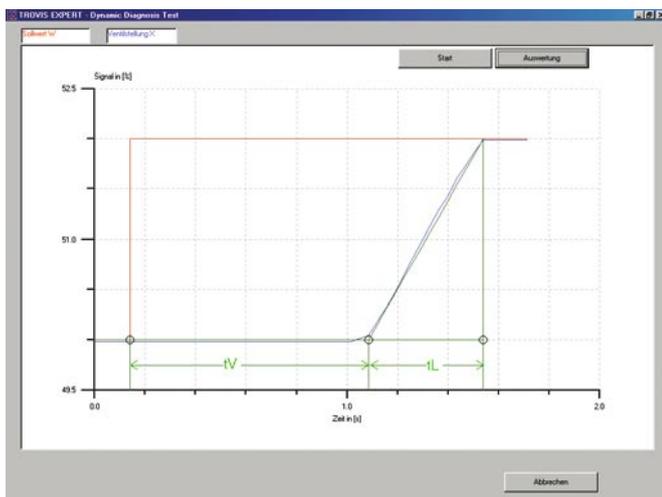


Bild 5: Bewertung von dynamischen Antwortsignalen der Ventilstellung (Verzugszeit t_V , Laufzeit t_L) [5]

An dieser Stelle sei nochmals erwähnt, dass das Asset Management im Grunde schon bei der Auswahl des Stellgerätes anfängt. Ventilkonstruktionen, die von vornherein „reibungarm“ arbeiten, haben weniger Probleme mit der Reibung und brauchen daher eigentlich keine direkte Überwachung der

Reibungsparameter. Sollte sie aus Verschleissgründen doch einmal zunehmen, kann diese Zustandsänderung mit der Regelkreisüberwachung erfasst werden.

Eine Ausnahme: im Hinblick auf den Zustand der nachziehbaren Graphit-Stopfbuchsenpackung (bei höheren Temperaturen $> 200^\circ\text{C}$) kann die Abnahme der Reibung etwas über die Änderung der Vorspannung der Packung aussagen (Tabelle 3, 2. Zeile). Bei selbstnachstellenden PTFE-Stangenabdichtungen ($\leq 200^\circ\text{C}$) ist die Reibung zur Beurteilung ihres Zustandes nicht geeignet.

Trotz dieser kritischen Bewertung sind die primären Zustandsinformationen aus Abschnitt 1 für das anlagennahe Asset Management und speziell die Feldgeräte in einem solchen System von grosser Bedeutung. Die in den Abschnitten 2.3 und 2.4 bzw in den Tabellen 2 und 3 aufgelisteten Alarme, Warnungen und Performanceüberprüfungen decken sicherlich alle wichtigen Zustandsparameter von Stellgeräten ab. Daher stellt sich die Frage, warum die Anwender sich beim Einsatz der vorgestellten Diagnosewerkzeuge doch noch recht zurückhalten. Am 30.4.2002 fand in Frankfurt beim VDMA das Forum „Intelligente Armaturen für die chemische Industrie“ zum Gedankenaustausch zwischen Armaturen- und Sensorherstellern und Anwendern aus der chemischen Industrie statt. Dabei kristallisierte sich folgendes heraus:

- Unbestritten wichtig sind die Alarmmeldungen aus Tabelle 2, da sie direkte Statusinformationen liefern.
- Die Warnungen der erweiterten Fehler gehen zwar in die richtige Richtung, als nachteilig wird aber der Einsatz von herstellerspezifischen Diagnosetools mit aufwendiger Einarbeitungszeit empfunden. Zusätzlich scheut man den Aufwand, turnusmässig die derzeit noch notwendigen Testzyklen über diese Tools selbst auslösen zu müssen.
- Teilweise stellt man auch die Sicherheit der Diagnosemeldungen vor allem für den Zustand der Dichtigkeit der Stopfbuchse (Externe Leckage) und den Zustand von Kegel und Sitz (Innere Leckage) in Frage. Der Grund: Parameter wie Reibkraft, Schliesskraft oder Nullpunkt sind indirekte und keine direkten Indikatoren für diese Leckagearten.
- Ein weiterer Nachteil aus Sicht der Anwender sind die teilweise sehr unterschiedlichen Alarm- und Diagnosemeldungen. Hier wünscht man sich mehr Einheitlichkeit verbunden mit klaren Hinweisen wie „kritisch, noch nicht kritisch und nicht kritisch bzw. in Ordnung“ (Ampelschaltung). Ausserdem sollten sich die Meldungen für den Anlagenfahrer und den Instandhalter unterscheiden und dabei auch deaktiviert werden können. In der Diskussion wurde nicht klar, ob die Deaktivierung im Gerät oder erst im Prozessleitsystem geschehen sollte.

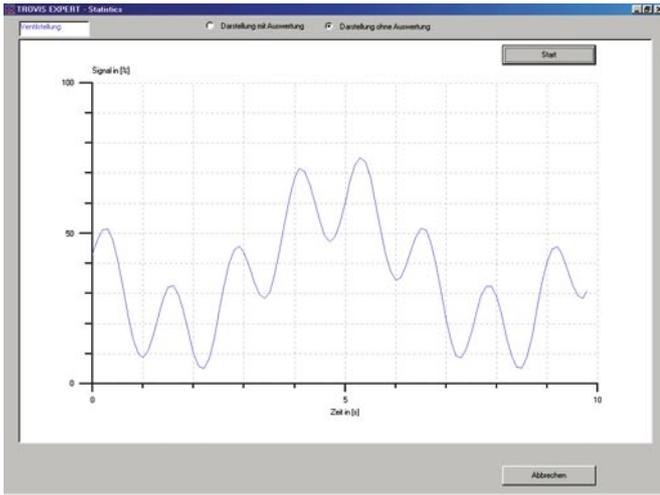


Bild 6: Bewertung von statistischen Merkmalen [5]

- Eine Vorbewertung der Diagnosemeldungen zur Angabe von automatischen Anweisungen für den Instandhalter ist wünschenswert, die echte Diagnose und die Entscheidung, was zu tun ist, muss und sollte letztendlich durch den Betreiber, also den Menschen, erfolgen.

4. Zukünftige Entwicklungen

Aus dem vorherigen Abschnitt ergeben sich im Grunde für die Zukunft vier Bereiche für Weiterentwicklungen.

- Die Prozessleitsystem-Software oder das Engineering Softwaretool muss vereinheitlichte Zustands- und Diagnosebegriffe verwenden und standardisierte Schnittstellen zu herstellerspezifischen Diagnosetools aufweisen, die selbst wiederum einheitliche Meldungen generieren. Die Methoden, wie diese Meldungen erzeugt werden, werden sicherlich Feld-

geräteherstellerspezifisches Know-How bleiben. Dies erscheint vor allem bei Herstellern kompletter Stellgeräte bestehend aus Stellventil, Stellantrieb und Stellungsregler verständlich.

- Ein weiterer wichtiger Schritt wird sein, dass man gar keine Diagnosetools braucht, sondern die Diagnoseverfahren und Tests vollkommen im Stellungsregler ablaufen und automatisch Statusmeldungen mit der oben genannten Ampelschaltung generieren, die dann vom Prozessleitsystem je nach Berechtigungsebene (Standard, Experte, Administrator) angezeigt werden. Das Wartungspersonal interessiert dabei andere Meldungen als das Betriebspersonal (z.B. Unterscheidung Predictive, Maintenance und Failure Alerts wie in den Tabellen 2 und 3).
- Die beiden Hauptfehlerquellen von Stellgeräten, nämlich die Undichtigkeit der Stopfbuchse (Externe Leckage) und zwischen Kegel und Sitz (Innere Leckage) können zwar durch indirekte Parameter wie Reibkraft, Schliesskraft oder Nullpunkt zum Teil detektiert werden (Predictive Maintenance-Informationen). Braucht der Anwender die sichere, direkte Aussage Information, ob dicht oder undicht, dann bleibt aus heutiger Sicht nur die Verwendung von zusätzlicher Sensorik. In diesem Zusammenhang macht Tabelle 3 klar, dass der Einsatz von zusätzlicher Sensorik in Form z.B. eines Drucksensors im Antrieb eigentlich keinen Sinn macht, da ebenfalls nur die obigen indirekten Parameteränderungen erkannt werden. Hier hat das zweit genannte Verfahren aus 2.4 ohne diesen Drucksensor sogar Vorteile.
- Für die externe Leckage bieten sich z.B. Druckschalter zur Überwachung des Druckes in einem Kontrollvolumen zwischen Metallbalg und Sicherheitsstopfbuchse oder 2 Stopf-

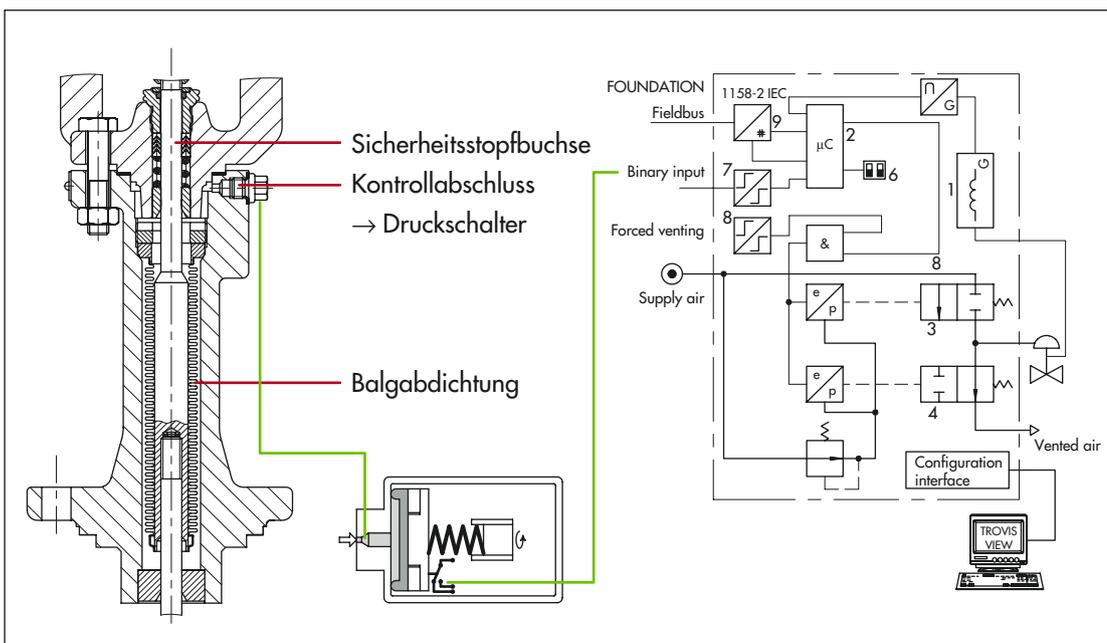


Bild 7: Überwachung der externen Leckage bei Metallbälgen in Kombination mit einem digitalen Stellungsregler

buchsen an (Bild 7). Diese binär arbeitende Zusatzsensorik (Tabelle 1) kann mit dem binären Eingang eines digitalen Stellungsreglers kombiniert werden, welcher diesen Status (Tabelle 2) als „Maintenance alert“ oder „Predictive Alert“ an das Prozessleitsystem weitersenden kann.

- In [6] wurde über ein Leckagedetektor für die innere Leckage berichtet, der ein ähnliches binäres Signal liefert. Während des oben genannten Forums machten die Anwender deutlich, dass sie in dieser noch nicht marktreifen Entwicklung ein grosses Zukunftspotential sehen.
- Darüberhinaus ergeben sich bei FoundationFieldbus-Stellungsreglern durch den aktivierbaren PID-Prozessregelkreis weitere Möglichkeiten. Ist die zu regelnde Prozessgröße beispielsweise der Ventildurchfluss, dann verrät der Trend „Ventilstellung verschiebt sich bei gleichem Durchfluss immer weiter zum Schliesspunkt“ etwas über den Verschleisszustand des Ventils. Vorstellbar sind hier auch Aussagen über die Pumpe vor dem Ventil.

5. Zusammenfassung

Die Standardzustands- und Fehlerinformationen von digitalen Stellungsreglern sind schon seit Markteinführung solcher Geräte vorhanden, werden heute aber von den Anwendern noch nicht optimal eingesetzt. Gerade die Status-Meldung „Regelkreis gestört“ oder „Nullpunktänderung“ enthalten wertvolle Informationen über Zustandsänderungen (z.B. Reibung, Verschleiss, Leckage) im laufenden Betrieb. Will der Anwender eine detailliertere Bewertung des Stellgerätezustandes, dann kann er weitergehende Diagnosetools einsetzen, mit denen er Instandhaltungsarbeiten im on-line-Betrieb und kurz vor der beginnenden Revision besser planen kann. Die Integration solcher Werkzeuge in übergeordnete AMS-Systeme ist aufwendig und aufgrund der „Schnittstellenpolitik“ der AMS- und PLS-Hersteller nur bedingt möglich. Langfristig werden aber zukünftige Stellungsregler die internen Signale genauer auswerten und echte on-line Diagnosen ermöglichen, die über moderne Bussysteme an die Prozesswarte weitergesendet werden. Die Informationen werden sich für den Anlagenfahrer und den Instandhalter unterscheiden. Für besonders kritische Stellgeräte wird es auch möglich sein, die innere und externe Leckage direkt und sicher zu überwachen. Ausserdem wird der Trend auch zur Informationsabfrage per Internet oder Telefonleitung gehen (Fernwartung). Dies erfordert aber noch höhere Sicherheitsstandards gegen unzulässige oder zu weitgehende Eingriffe in die Anlage von aussen.

Literatur

- [1] NAMUR-Empfehlung NE91: Anforderungen an Systeme für Anlagen-nahes Asset Management, August 2001
- [2] Kiesbauer, J. Stellventilen bei kritischen Prozessbedingungen in Raffineriem, Industriearmaturen, Vulkan Verlag, Essen, Heft 3, 2001, S. 243 - 250
- [3] Pandit, M., König, J., Hoffmann, H.: Ein kommunikationsfähiger, elektropneumatischer Stellungsregler, Automatisierungstechnische Praxis 35 (1993) H. 7, S. 408 - 413
- [4] Kiesbauer, J., Hoffmann, H., „Verbesserte Prozeßzuverlässigkeit und Wartung mittels digitaler Stellungsregler“, Automatisierungstechnische Praxis 40 (1998), H. 2, S. 22-34
- [5] Kiesbauer, J., „Diagnosetools bei Stellgeräten“, Automatisierungstechnische Praxis 42 (2000), H. 2, S. 38 - 45
- [6] Kiesbauer, J., „Detektion der inneren Leckage bei Stellgeräten“, Automatisierungstechnische Praxis 42 (2000), H. 11, S. 50 - 53
- [7] SAMSON – Homepage – Internet: TROVIS-VIEW-Information http://www.samson.de/pdf_de/t66610de.pdf
- [8] Emerson Process Management – Internet-Homepage: http://www.emersonprocess.com/Fisher/news/newproduct_newliter/pdfilities.html
- [9] METSO AUTOMATION – Homepage – Internet: <http://www.metsoautomation.com> (Valve Manager-Software)
- [10] Emerson Process Management – Internet-Homepage: <http://www.emersonprocess.com/Fisher/products/fieldvue/dvc/diagnostics.html>

Dr.-Ing. Jörg Kiesbauer ist Leiter der Abteilung „Entwicklungsprüfstand“ der SAMSON AG. Hauptarbeitsfelder: Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Stellventile einschließlich elektrischer und pneumatischer Anbaugeräte und der Regler ohne Hilfsenergie (strömungstechnische und akustische Untersuchungen, Entwicklung und Optimierung von Berechnungsverfahren, Entwicklung und Erprobung von Diagnosemethoden für Stellgeräte etc., Entwicklung von Softwaretools). Seit 1999 Mitwirkung als Experte in der IEC Working Group 65B-WG9 und im DKE 963
Telefon: 069 4009-1464, Telefax: 069 4009-920
E-Mail: drjkiesbauer@samson.de



Prof. Dr.-Ing. Heinfried Hoffmann leitet als Mitglied des Vorstandes der SAMSON AG den Bereich Entwicklung mit den Abteilungen für Stellgeräte und Anbauteile, Regler ohne Hilfsenergie, Elektronik und Pneumatik. Ausserdem ist er Mitglied des Vorstandes des Fachverbandes Armaturen im VDMA und arbeitet in den ISA subcommittees SP75.01, SP75.07 und SP75.26 für Stellgeräte mit.
Telefon: 069 4009-1425, Telefax: 069 4009-1507
E-Mail: proffhoffmann@samson.de





SAMSON AG · MESS- UND REGELTECHNIK · Weismüllerstraße 3 · 60314 Frankfurt am Main
Telefon: 069 4009-0 · Telefax: 069 4009-1507 · E-Mail: samson@samson.de · Internet: <http://www.samson.de>