

# Ventildiagnose: Status quo und aktuelle Entwicklungen

CHRISTOPHER HOHMANN, MONIKA SCHNEIDER

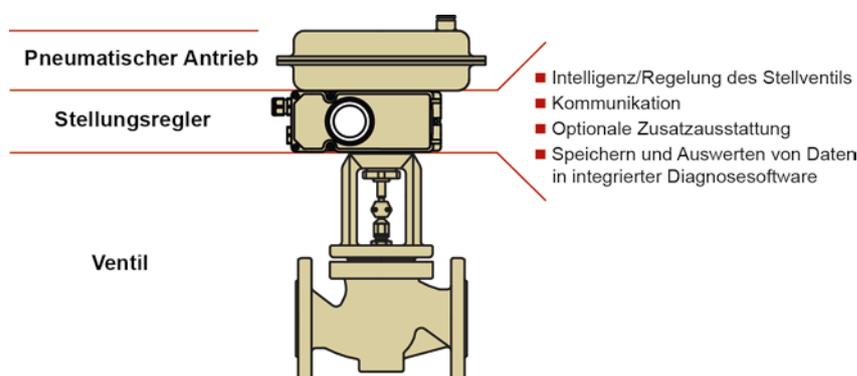
Der Begriff „Diagnose“ ist den meisten Menschen aus dem medizinischen Kontext bekannt. Er stammt aus dem Griechischen und kann mit „genau erkennen“ übersetzt werden. In der Medizin ist die richtige Diagnose die Voraussetzung für das Einleiten geeigneter Therapien zur Linderung von Krankheitssymptomen bis hin zur Heilung von Krankheiten. Analog wird der Begriff „Diagnose“ auch in anderen Bereichen verwendet. So kommen auch in der Prozessindustrie spezifische Diagnosesoftwares zum Einsatz, um Fehlzustände von Anlagenkomponenten frühzeitig zu erkennen, ihre Folgen zu minimieren und Störfällen entgegenzuwirken. Gerätebezogene Diagnosetools gehören in Prozessanlagen schon seit einiger Zeit zum Stand der Technik und helfen dabei, Prozesse sicherer, effizienter und planbarer zu machen. Das trifft auch auf die Ventildiagnose zu, die den Zustand von Stellventilen erkennt und bewertet.

Die Basis für jede Diagnose sind umfangreiche Informationen. Bei Stellventilen sammeln üblicherweise digitale Stellungsregler, vereinzelt auch digitale Grenzsinalgeber die erforderlichen Daten. Ursprünglich wurde der Stellungsregler allein dazu eingesetzt, die vorgegebene Zuordnung von Ventilstellung und Stellsignal zu gewährleisten.

## INTELLIGENTE STELLVENTILE DANK DIGITALER STELLUNGSREGLER

Diese Aufgabe wird nach wie vor auch von digitalen Stellungsreglern wahrgenommen. Zusätzlich sind

sie heute aber auch entscheidend für die Intelligenz des Stellventils und seine Kommunikationsfähigkeit (Bild 1). In digitalen Stellungsreglern laufen wichtige ventil-, regelungs- und prozessbezogene Daten zusammen. Dazu gehören beispielsweise die Aufnahme von tatsächlicher Ventilstellung und vorgegebenem Sollwert, die daraus resultierende Regelabweichung, die Hubstellung am Nullpunkt sowie statistische Größen wie die Anzahl der durchfahrenden Lastwechsel. Der Umfang verfügbarer Prozessdaten erhöht sich, wenn zusätzliche Funktionen im Stellungsregler integriert sind, die früher von separaten Anbauteilen ausgeübt wurden. So integrieren moderne Stellungsregler Magnetventile, Grenzsinalgeber und/oder Stellungsrückmelder. Anfänglich sollte durch diese Bauteilintegration die Stellventilmontage vereinfacht und damit einhergehend die Prozesssicherheit erhöht werden. Die damit einhergehende Generierung zusätzlicher Daten ist ein gewinnbringender Nebeneffekt für die Ventildiagnose.



**Bild 1:** Der Stellungsregler als entscheidende Komponente für die Intelligenz und Kommunikation

## SYMBIOSE ZWISCHEN INTEGRIERTER UND EXTERNER DIAGNOSE

Für die eigentliche Ventildiagnose, also dem genauen Erkennen des Ventilzustands, sind die Daten aus dem Stellungsregler essenziell – ihre kontinuierliche Aufnahme allein reicht aber nicht aus, um zuverlässige Aussagen über das Ventil zu treffen. Dies ist nur durch ihre genaue Analyse möglich. Unterstützt wird die Analyse durch herstellerabhängige Testfunktionen, die einen tieferen Einblick in die Funktionstüchtigkeit des Stellventils bieten. Besonders wichtig sind hier vor

allem Testroutinen, die Auskunft über die Beweglichkeit des Ventils geben: Ventilsignatur, Partial Stroke Test (PST) und Full Stroke Test (FST). Je nach Hersteller erfolgt die Analyse sowie das Parametrieren und Starten von Testroutinen in einem nachgeschalteten Asset-Management-System oder direkt im Stellungsregler. Beide Ansätze haben ihre Vor- und Nachteile. Asset-Management-Systeme werden am PC ausgeführt und verfügen damit über eine größere Speicherkapazität zur Datenanalyse und Historisierung der Daten. Bei Verbindungsausfall zwischen Stellungsregler und Asset-Management-System besteht die Gefahr des Datenverlustes, sodass Aussagen zum Ventilzustand nur noch bedingt oder gar nicht mehr getroffen werden können. Dagegen speichern und analysieren im Stellungsregler integrierte Diagnosesysteme die Daten direkt vor Ort. Wichtige Diagnosedaten und Diagnosefunktionen sind im Feld verfügbar und somit software- und kommunikationsunabhängig. Für die Qualität der Ventildiagnose ist der Ort der Datenanalyse nicht entscheidend, wohl aber die Datenaufbereitung und die zugrundeliegenden mathematischen Algorithmen.

Neuere Konzepte vereinen integrierte Diagnosekonzepte mit webbasierten Asset-Management-Systemen. Daten und Analysen sind im Stellungsregler verfügbar, vor Ort können weiterhin Ventilzustand und Störungen erkannt werden. Zusätzlich liegen aber in einem webbasierten Asset-Management-System alle für den Anlagenbetrieb notwendigen Informationen an einer zentralen Stelle ab und

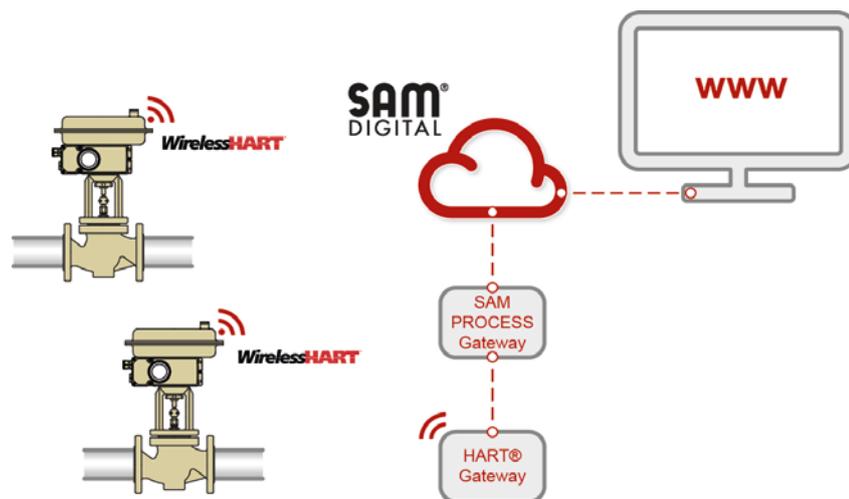


Bild 2: Webbasierter Datenzugriff mit Asset-Management-System SAM DIGITAL

können leitsystemunabhängig und unabhängig vom Kommunikationsprotokoll aufgerufen werden. Die Informationen aller verbundenen Stellventile laufen hier zusammen und werden übersichtlich und intuitiv erfassbar angezeigt. Das gleichzeitige Beobachten aller relevanten Stellventile erhöht die Zuverlässigkeit und Sicherheit in Prozessanlagen und erleichtert die vorbeugende Wartung.

## VERBREITERTE DATENBASIS DURCH UMFASSENDE VERNETZUNG

Webbasierte Asset-Management-Systeme wurzeln in der Idee von Industrie 4.0. Daten sollen zu jeder Zeit und von jedem Ort aus verfügbar sein. Erste Ansätze nutzen für die Datenkommunikation vorhandene Kommunikationsprotokolle. Vielversprechend ist etwa der kombinierte Einsatz von HART®- und Prozess-Gateways, die den Datentransfer auf der Grundlage bereits eingesetzter Technik erlaubt (Bild 2). Aktuell sind Systeme am Markt verfügbar, die die Feldgerätedaten zyklisch in das Asset-Management-System übertragen. FDI, OPC UA und NOA versprechen weitere Möglichkeiten für die Einbindung von im Stellungsregler gesammelten Daten in übergeordnete Systeme. Weitere richtungsweisende Entwicklungen zielen auf die zunehmende Vernetzung des einzelnen Stellventils ab. Das Stellventil soll nicht mehr nur mit dem Asset-Management-System kommunizieren, sondern auch mit seiner direkten Umgebung auf der Feldebene. Die Kommunikation in der Feldebene wird in Zukunft durch APL (Advanced Physical

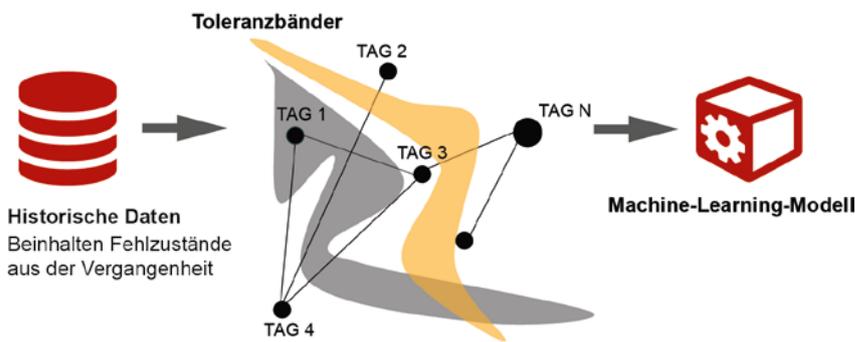


Bild 3: Machine-Learning-Modell

### NEUE KONZEPTE DANK DIGITALER TRANSFORMATION

Die beschriebenen Konzepte zur Einbindung des intelligenten Stellventils mit Diagnosefunktion in das digitale Umfeld ist nach Ansicht führender innovativer Stellventilhersteller erst der Anfang bei den aktuell neuen digitalen Entwicklungen. Schon die unglaubliche Menge an über Jahre von digitalen Stellungsreg-

lern gesammelten und von Diagnosesoftware analysierten Daten erlaubt Stellventilspezialisten einen tieferen Einblick in das Ventilverhalten: Etwa, wie wirken sich unterschiedliche Durchflussmedien auf das Ventil aus? Oder, wie lassen sich Verschleißerscheinungen am und Störfälle durch das Ventil frühzeitig erkennen? Dieses und anderes neu gewonnene Wissen fließt bei den Herstellern von Diagnosesoftware kontinuierlich in die Ventildiagnose ein. Verbesserte Algorithmen und Testprozeduren verbessern die Aussagekraft der Diagnose. Das gewonnene Know-how kann dazu genutzt

werden. Das gewonnene Know-how kann dazu genutzt werden, um die Diagnosefunktion des Ventils zu verbessern. Durch die Integration von Sensoren und Aktoren in das Ventil selbst, ermöglicht die APL-Technologie (Advanced Process Layer) eine direkte Verbindung zwischen dem Ventil und benachbarten Sensoren und Aktoren. Dies ermöglicht eine erweiterte Diagnosefunktion und eine breitere Datenbasis, durch die Prozess Trends frühzeitig erkannt und Diagnoseergebnisse verifiziert werden können. Protokollabhängig werden künftig in der Feldebene vernetzte Stellungsregler zusätzliche Aufgaben übernehmen können, die bisher vom übergeordneten Leitsystem erfüllt wurden.

#### Integrierte Ventildiagnose – Status quo der Diagnosefirmware EXPERTplus

**Beobachterfunktionen** überwachen den laufenden Betrieb, ohne dass sie den Prozessablauf stören.

- **Ventilsignatur/Hysteresetest** – Bildet die Basis für alle stellendruckabhängigen Diagnosefunktionalitäten, beispielsweise die Erkennung einer pneumatischen Leckage oder eines zu hohen oder zu niedrigen Zulufldrucks.
- **Endlagentrend** – Erkennt einen alternierenden Nullpunkt und eine schleichende Nullpunktverschiebung auf Grund von Verschleißerscheinungen an Sitz und Kegel oder infolge von Verschmutzungen.
- **Statistische Auswertungen** – Prozessdaten geben Hinweise auf einen veränderten Stellbereich, externe und interne Leckagen und einen fehlerhaften Anbau des Stellungsreglers.
- **Datenlogger** – Durch ein ereignisorientiertes Starten der Datenaufnahme können Prozesszustände gezielt überwacht und dokumentiert werden.
- **Leckageerkennung** – Der Einsatz des optionalen Leckagesensors erlaubt die präzise Leckageerkennung zwischen Sitz und Kegel (innere Leckage).
- **Auf/Zu-Diagnose** – Liefert Informationen über die Hubendstellung, die Laufzeiten sowie die Losbrechzeiten des Ventils.

**Testfunktionen** werden eingesetzt, um die Ergebnisse der Beobachterfunktionen zu verifizieren. Sie können nur bedingt im laufenden Prozess durchgeführt werden, da der Testablauf Vorrang vor dem Sollwert hat:

- **Ventilsignatur/Hysteresetest** – Gibt den Zusammenhang zwischen Stellendruck und Ventilhub wieder.
- **Statische Kennlinie** – Der Test ermittelt die Tote Zone des Stellventils und gibt Aufschluss über die Reibungshysterese.
- **Teilhubtest (PST)** – Überprüft die Beweglichkeit insbesondere an sicherheitsgerichteten Absperrarmaturen. Durch eine regelmäßige, kurzzeitige Hubänderung kann die Versagenswahrscheinlichkeit von Absperrarmaturen im Notfall gesenkt werden.
- **Vollhubtest (FST)** – Das Ventil wird über den gesamten Stellbereich verfahren. Die Auswertung des Tests erlaubt Aussagen über das dynamische Stellverhalten des Stellventils.

Vom Ventil- zum Anlagenmonitoring – Lückenloses Diagnosekonzept von SAMSON

Fehlzustände am einzelnen Stellventil erkennen	Stellventile überwachen und verwalten	Anlagenanomalien frühzeitig erkennen
		
<p><b>Nutzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifikation von Verschleiß</li> <li>• Vorbeugen von Stellventil-Ausfällen</li> <li>• Integriert im Stellungsregler</li> <li>• 24/7-Überwachung</li> </ul>	<p><b>Nutzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersicht über alle Stellventile</li> <li>• Unabhängig vom Leitsystem</li> <li>• Erkennen von Störungen</li> <li>• Unterstützung bei der Fehlersuche</li> <li>• Datenverwaltung</li> </ul>	<p><b>Nutzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzieren von Anlagen-Ausfallzeiten</li> <li>• Frühzeitige Anomalie- und Fehlererkennung</li> <li>• Aggregation auf wenige konkrete Warnmeldungen</li> <li>• Schnelle Implementierung</li> <li>• Unabhängig vom Leitsystem</li> </ul>
<p><b>Anwendungsbereich</b> Einzelnes Stellventil</p>	<p><b>Anwendungsbereich</b> Alle verbundenen Stellventile</p>	<p><b>Anwendungsbereich</b> Alle Assets</p>
<p><b>Basis</b> Betriebs- und Diagnosedaten des einzelnen Stellventils</p>	<p><b>Basis</b> Betriebs- und Diagnosedaten der einzelnen Stellventile</p>	<p><b>Basis</b> Maschinelles Lernen und Big-Data-Analyse auf Basis des Anlagenmodells</p>

werden, reale Stellventile in der digitalen Welt als digitalen Zwilling zu repräsentieren. Das eröffnet neue Möglichkeiten für komplexe Analysen und Simulationen. Immer bessere Voraussagen über das Verhalten des Stellventils helfen, Wartungsabläufe zu optimieren und Störfälle zu vermeiden. Weil aber Prozessanlagen nicht nur aus Stellventilen und benachbarten Sensoren bestehen, werden schon heute vereinzelt IT-Tools für die ganzheitliche Betrachtung von Prozessanlagen angeboten, deren Vorhersagen auf der Grundlage von maschinellem Lernen immer präziser werden. Diese Systeme sind in der Lage, auch Wechselwirkungen anderer Anlagenkomponenten auf ein einzelnes Stellventil zu erkennen. Eine neue, praxisnahe Lösung beruht auf der Idee, das Diagnosesystem anhand von historischen Daten anzulernen. Die notwendigen Daten stammen von bereits im Einsatz befindlichen Feldgeräten, beispielsweise von digitalen Stel-

lungsreglern und der Prozesssensorik. Für einzelne Parameter werden Toleranzgrenzen für den Gutbereich definiert. Parameterwerte, die sich außerhalb des Toleranzbereichs befinden, werden als unzulässig identifiziert (Bild 3). Diese Feldgerätedatenanalyse wird mit einem digitalen Prozessmodell kombiniert, das die Prozess- und Anlagenstruktur und damit alle relevanten Wechselwirkungen in der Prozessanlage berücksichtigt. Die

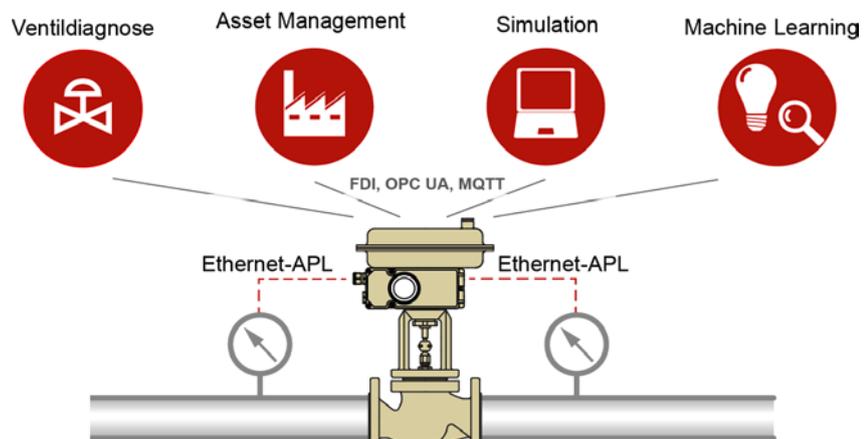


Bild 4: Das vernetzte, intelligente Stellventil bleibt von zentraler Bedeutung.

Symbiose aus digitalem System, das auch kleinste Grenzwertüberschreitungen erkennt und dem Sachverstand von Spezialisten, die die Grenzwertüberschreitungen begutachten und bewerten, lässt ein maschinell lernendes System entstehen. Die Qualität der vom System ausgehenden Warnmeldungen wird besser, je länger das System arbeitet und je genauer die Bewertung der Grenzwertüberschreitung durch den Spezialisten ist. In der Praxis zeigt sich regelmäßig, dass ein derartiges System Ausfälle Tage bis Wochen im Voraus erkennt und frühzeitig die richtigen Warnmeldungen generiert.

### **INTELLIGENTES STELLVENTIL WEITERHIN VON ZENTRALER BEDEUTUNG**

Die Diagnose ist umso besser, je intelligenter und vernetzter die Einzelkomponenten sind. In Zukunft können intelligente und gut vernetzte Stellungsregler Daten besser analysieren und Aufgaben übernehmen, die bislang vom übergeordneten Leitsystem wahrgenommen werden. Es ist schon heute keine Utopie mehr, dass sich die Diagnosequalität durch Rückkopplungen und maschinelles Lernen stark verbessert und die Maßstäbe für die Sicherheit, Effizienz und Planbarkeit von Produktionsanlagen neu gesetzt werden müssen. Für die Umsetzung des Industrie 4.0-Gedankens in der Prozessindustrie ist das vernetzte intelligente Stellventil mit Diagnosefunktion von zentraler Bedeutung (**Bild 4**). Die

beschriebenen Lösungen auf Grundlage von Simulationen oder maschinellem Lernen können das intelligente Stellventil mit Diagnosefunktion auf globaler Ebene ergänzen, aber auf Feldebene nicht ersetzen. Für die genaue Analyse des Ventilverhaltens ist und bleibt die Ventildiagnose mit präzisen Auslegungs- und Prozessdaten ein wichtiger Bestandteil der Prozessanlage.

## Autoren

---



**CHRISTOPHER HOHMANN, M.SC.**

Produktmanager Smart Accessories  
SAMSON AKTIENGESELLSCHAFT  
60314 Frankfurt am Main  
Tel.: +49 69 40 09-2613  
chohmann@samson.de

---



**MONIKA SCHNEIDER**

Technische Redakteurin  
SAMSON AKTIENGESELLSCHAFT  
60314 Frankfurt am Main  
Tel.: +49 69 40 09-1586  
mschneider@samson.de

---