

Anwendung

EXPERTplus erfasst Stellventil-Fehlzustände im laufenden Prozess (Automatikbetrieb) und gibt Hinweise auf erforderliche Instandhaltungsmaßnahmen. Zusätzlich werden zahlreiche Tests im Handbetrieb zur gezielten Fehlerortung angeboten.

EXPERTplus ist eine im Stellungsregler integrierte Diagnosefirmware, die eine vorbeugende, zustandsorientierte Wartung von Stellventilen mit pneumatischem Antrieb erlaubt. Die Diagnosefunktionalitäten von EXPERTplus sind vollständig im Stellungsregler Typ 3730-6 integriert. Das Sammeln der Diagnosedaten sowie die Auswertung und das Speichern erfolgt im Stellungsregler. Aus der Auswertung werden klassifizierte Statusmeldungen gemäß NAMUR-Empfehlung NE 107 über den Stellventilzustand generiert.

Merkmale

- Diagnosefirmware für Regelventile
- Inbetriebnahmeüberwachung
- Diagnosefunktionen ohne zusätzliche Sensorik möglich (Ausnahme: Ermittlung der inneren Leckage mithilfe des optionalen Leckagesensors)
- Zyklische Abfrage der Diagnosedaten, multiplexerfähig
- Auswertung und Speicherung der Diagnosedaten im Stellungsregler
- Protokollierung mit Betriebsstundenzähler für die zeitliche Einordnung der Daten und Ereignisse
- Automatische Generierung von Statusmeldungen
- Statusklassifikation und Sammelstatus basierend auf der NAMUR-Empfehlung NE 107
- Aufzeichnung von minimaler und maximaler Temperatur mit Angabe der Verweildauer bei Überschreiten der Grenzwerte
- Anzeige von klassifizierten Statusmeldungen und Sammelstatus in der Bediensoftware, im Display des Stellungsreglers und am Störmeldekontakt

Bediensoftware

Der komfortable Zugang, die Darstellung und die Bearbeitung der Diagnose ist mit der SAMSON-Software TROVIS-VIEW gegeben und leicht erlernbar. Durch die Integrationsmöglichkeiten mit eDD, eEDD, FDT/DTM sind die Diagnosefunktionen auch in weiteren Engineering Tools problemlos verfügbar.

- **TROVIS-VIEW** · Bedienoberfläche zur Konfiguration und Parametrierung verschiedener SAMSON-Geräte.
- **FDT** · Field Device Tool - für die herstellerunabhängige Integration von Feldgeräten.
- **DTM** · Device Type Manager - Festlegung der Geräte- und Kommunikationseigenschaften.
- **DD/eDD** · Device Description/Enhanced Device Description



Bild 1: Regelventil mit elektropneumatischem Stellungsregler Typ 3730-6 mit HART®-Kommunikation und Drucksensoren

Diagnosefunktionen

Die Diagnosefunktionen von EXPERTplus teilen sich in die beiden Hauptgruppen Beobachterfunktionen und Dynamiktests auf.

• Beobachterfunktionen

Daten werden während des laufenden Prozesses – ohne Beeinträchtigung des Regelbetriebs – gesammelt, im Stellungsregler gespeichert und ausgewertet. D. h., der Stellungsregler folgt jederzeit dem vorgegebenen Sollwert. Bei einem Ereignis wird eine klassifizierte Status- oder Fehlermeldung generiert.

• Dynamiktests

Hier werden – ähnlich wie bei den Beobachterfunktionen – Daten gesammelt, im Stellungsregler gespeichert und ausgewertet. Nur wird die Ventilstellung nicht vom Sollwert, sondern durch die Einstellungen der Testprozedur vorgegeben. Dynamiktests dürfen nur gestartet werden, wenn der Anlagenzustand dies auch zulässt (z. B. Anlagenstillstand oder Wartung in der Werkstatt).

Tabelle 1 zeigt die einzelnen Diagnosefunktionen mit den dazugehörigen Testauswertungen.

1 Initialisierungsergebnis

Um eine einwandfreie Inbetriebnahme sicherzustellen, überwacht EXPERTplus den automatischen Initialisierungslauf. Dabei werden der Nennbereich, die Öffnungs- und Schließzeit des Ventils sowie die Regelparameter Proportionalitätsfaktor Kp-Stufe und Vorhaltezeit Tv-Stufe ermittelt. Zusätzlich werden Initialisierungsfehler wie „Status Zuluftdruck“, „Anbau“, „Initialisierungszeit überschritten“ oder „Stiftposition/Schalterstellung“ gemeldet.

Name	Wert	Einheit
Initialisierungsergebnis		
Gerät ist initialisiert	Ja	
Ermittelter Nennbereich	14,9	mm
Minimale Laufzeit AUF	2,2	s
Minimale Laufzeit ZU	6,6	s
Zuluftdruck bei Initialisierung	4,9	bar
Ermittelter Proportionalitätsfaktor Kp-Stufe	7	
Ermittelte Vorhaltezeit Tv-Stufe	2	
Schalterstellung (ATO/ATC)	Schließend (Air To Open)	
Initialisierungsfehler		
Status Zuluftdruck	Nein	
x > Bereich	Nein	
Δx < Bereich	Nein	
Anbau	Nein	
Initialisierungszeit überschritten	Nein	
Initialisierung/Int. Magnetventil/Zwangsentlüftung	Nein	
Laufzeit unterschritten	Nein	
Stiftposition/Schalterstellung	Nein	
Keine Notlauf eigenschaft	Nein	
Ventilsignatur abgebrochen	Nein	

2 Diagnoseübersicht und Prozessmesswerte

EXPERTplus stellt die im Stellungsregler gesammelten wichtigsten Prozessgrößen wie Sollwert w, Istwert x (Ventilstellung), Betriebszustand, aktuelle Betriebsart, Zuluftdruck p_s und Stelldruck p_{out} dar. Bei Regelventilen wird zusätzlich die pneumatische Leckage dargestellt.

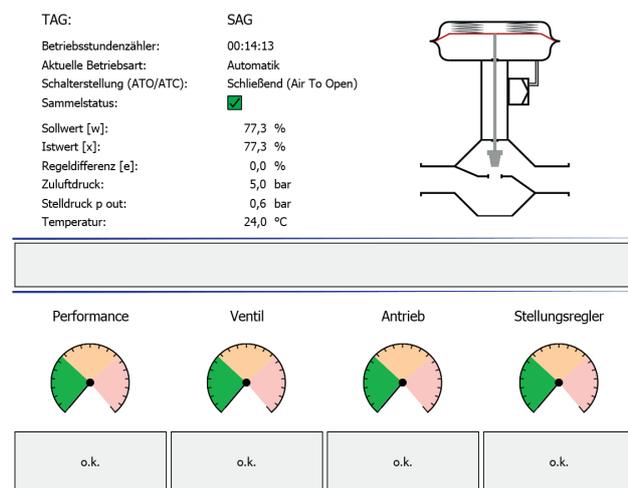


Tabelle 1: Funktionsübersicht EXPERTplus

Funktion	Auswertung	vgl. Kapitel
Initialisierungsergebnis	Nennbereich, minimale Laufzeit AUF und ZU, Zulufldruck bei der Initialisierung, Proportionalitätsfaktor Kp-Stufe, Vorhaltezeit Tv-Stufe, Schalterstellung ATO/ATC (Schließstellung) Meldungen: Status Zulufldruck, $x >$ Bereich, $\Delta x <$ Bereich, Anbau, Initialisierungszeit überschritten, Int. Magnetventil/Zwangsentlüftung/Zulufldruck, Laufzeit unterschritten, Stiftposition/Schalterstellung, Keine Notlaufeigenschaft, Ventilsignatur abgebrochen	1
Prozessmesswerte	Sammelstatus, Betriebsstundenzähler, Sollwert w, Istwert x (Ventilstellung), Regeldifferenz e, Betriebszustand, Betriebsart, Zulufldruck, Stelldruck, Absolutes Wegintegral, interne Gerätetemperatur, Dynamischer Belastungsfaktor, Differenzdruck, Durchfluss	2
Überwachung		
Statusmeldungen	Anzeige und Protokollierung klassifizierter Statusmeldungen und des Sammelstatus	3.1
Sammelstatus		3.2
Protokollierung		3.3
Beobachterfunktionen		
Datenlogger	Entsprechend der Startbedingung	4.1.1
Ventilsignatur	Meldungen: Reibungsänderung, Zulufldruck, Leckage Pneumatik, Defekt der Antriebsfedern	4.1.2
Histogramm Ventilstellung x	Meldungen: Änderung des Stellbereichs, Stellbereich	4.1.3
Histogramm Regeldifferenz e	Mittlere Regeldifferenz Meldungen: Beschränkung Stellbereich, innere Leckage, Mechanische Verbindung Stellungsregler/Stellventil	4.1.4
Histogramm Zyklenzähler	Dynamischer Belastungsfaktor Meldung: Äußere Leckage	4.1.5
Leckagesensor	Meldung: Innere Leckage	4.1.6
Endlagenverlauf	Nullpunktverschiebung Meldung: Endlagenverlauf	4.1.7
Dynamiktests		
Tote Zone Stellgerät	Tote Zone	4.2.1
Binäreingang	–	5

3 Überwachung

3.1 Statusmeldungen

Der Stellungsregler enthält ein integriertes Diagnosekonzept, um klassifizierte Statusmeldungen gemäß NAMUR-Empfehlung NE 107 zu generieren.

Meldungen, die aus der Auswertung der Diagnose resultieren, können klassifiziert werden.

Folgende Klassifizierungen sind möglich:

- Keine Meldung**
 Ist einem Ereignis „Keine Meldung“ zugeordnet, so hat dieses Ereignis keinen Einfluss auf den Sammelstatus.
- Funktionskontrolle**
 Am Gerät werden Test- oder Abgleichprozeduren durchgeführt, das Gerät kann für die Dauer dieser Prozedur seiner Aufgabenstellung vorübergehend nicht folgen.
- Wartungsbedarf/Wartungsanforderung**
 Das Gerät kann seiner Aufgabenstellung noch (eingeschränkt) folgen, ein Wartungsbedarf bzw. überdurchschnittlicher Verschleiß wurde festgestellt. Der Abnutzungsvorrat ist bald erschöpft bzw. nimmt schneller ab als vorgeesehen. Ein Wartungseingriff ist mittelfristig notwendig.
- Außerhalb der Spezifikation**
 Das Gerät wird außerhalb der spezifizierten Einsatzbedingungen betrieben.
- Ausfall**
 Der Stellungsregler kann aufgrund einer Funktionsstörung im Stellungsregler oder an seiner Peripherie seiner Aufgabenstellung nicht folgen oder hat noch keine erfolgreiche Initialisierung durchlaufen.

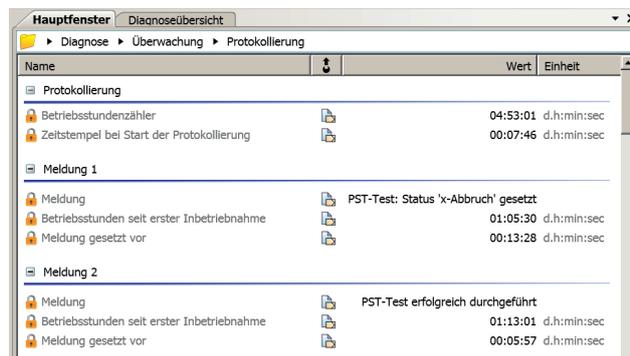
3.2 Sammelstatus gemäß NE 107

Um eine bessere Übersicht über den Zustand des Stellventils zu gewährleisten, werden alle Statusmeldungen zu einem Sammelstatus zusammengefasst. Er ergibt sich aus der Verdichtung aller Statusmeldungen des Geräts. Die Statusmeldung mit der höchsten Priorität bestimmt den Sammelstatus. Der Sammelstatus wird weiterhin über den Störmeldekontakt abgebildet.

Statusmeldung	TROVIS-VIEW oder DTM	Stellungsregler	Priorität
Ausfall	rot		
Funktionskontrolle	orange	Textmeldung z. B. TESTING, TUNE oder TEST	
Außerhalb der Spezifikation	gelb	blinkend	
Wartungsbedarf/Wartungsanforderung	blau		
Keine Meldung, o. k.	grün		

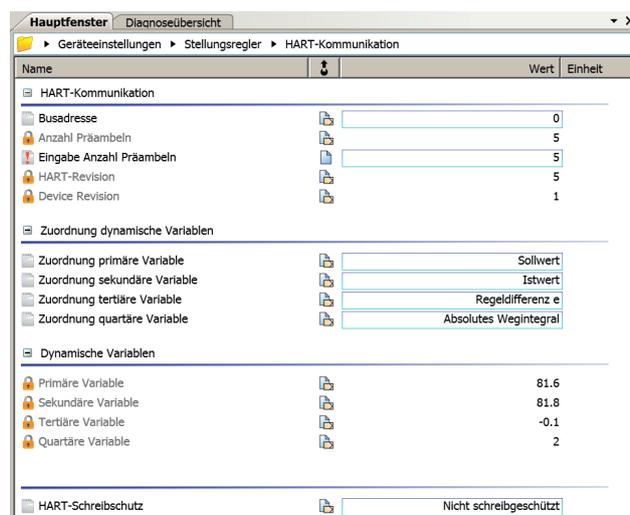
3.3 Protokollierung

Die letzten dreißig generierten Klartextmeldungen werden im Stellungsregler mit Zuordnung zum Betriebsstundenzähler und Angabe über die Dauer der anstehenden Meldung gespeichert. Die Protokollierung von Meldungen, die aus der Diagnose resultieren, kann deaktiviert werden.



3.4 Dynamische HART®-Variablen

Den vier dynamischen HART®-Variablen können die Größen Sollwert, Sollwert der Wirkrichtung, Sollwert nach Laufzeitvorgabe, Istwert (Ventilstellung), Regeldifferenz, absolutes Wegintegral, Zustand Binäreingang, Status internes Magnetventil/Zwangsentlüftung, Sammelstatus, Temperatur, Pegelwert (Leckagesensor), Umgebungsdruck, Stelldruck, Zulufldruck, Durchfluss und Differenzdruck sowie alle aktiven Fehler zugeordnet werden.



4 Diagnosefunktionen

Die Auswertung der Diagnosefunktionen bietet Hinweise auf ein mögliches Fehlverhalten des Stellgeräts.

4.1 Beobachterfunktionen

Das kontinuierliche Aufnehmen der Diagnoserohdaten (w , x , p_{out} und e) im Stellungsregler gibt Aufschluss über das Stellverhalten des Stellventils unter Prozessbedingungen. Die Protokollierung der Signale erlaubt eine Auswertung für den aktuellen Messausschnitt und für die gesamte Lebensdauer des Stellungsreglers.

Es sind Aussagen möglich wie z. B.:

- Ventilstellungsbereich o. k.
- Ventil arbeitet vorwiegend in einer der Endlagen.
- Dynamischer Belastungsfaktor

Daraus können Maßnahmen zur vorausschauenden Wartung generiert werden. Weiterhin wird auch ein akuter Handlungsbedarf gemeldet.

4.1.1 Datenlogger

Der Datenlogger nimmt die Messgrößen *Ventilstellung x*, *Sollwert w*, *Regeldifferenz e* und *Stelldruck p_{out}* auf. Die aufgezeichneten Messwerte werden grafisch über die Zeit abgebildet. In einem Ringspeicher werden die letzten 100 Messwerte je Messgröße abgelegt. Der Zeittakt zwischen den einzelnen Messpunkten ist frei wählbar.

Neben der permanenten Aufnahme kann die Aufzeichnung der Daten im aktiven Prozess automatisch angestoßen werden, wenn eine zuvor definierte Startbedingung erfüllt ist.

4.1.2 Ventilsignatur

Die Ventilsignatur zeichnet den *Stelldruck p_{out}* in Abhängigkeit von der *Ventilstellung x*, den *Zuluftdruckverlauf (Zuluftdruck p_s gegen Anzahl der Messungen)* und die *Reibung (Hysterese gegen Ventilstellung x)* auf.

Für die Überwachung im laufenden Regelbetrieb ist zunächst die Aufnahme der Referenzkurve (*Stelldruck p_{out} gegen Ventilstellung x*) erforderlich.

Mit Hilfe der Ventilsignatur kann EXPERTplus folgende Fehlzustände erkennen:

- Federvorspannung an den Antriebsfedern reduziert
- Nullpunktfehler
- Zuluftdruck zu hoch, schwankt, zu gering, nicht vorhanden oder überschreitet die zulässigen Grenzen.
- Reibungsänderung im Gesamtbereich/in der Mittelstellung/naher maximaler Öffnung/naher Schließstellung größer oder kleiner

4.1.3 Histogramm Ventilstellung x

Das Histogramm Ventilstellung x ist eine statistische Auswertung der aufgezeichneten Ventilstellungen. Es zeigt, wo das Ventil in seiner Lebenszeit vorwiegend gearbeitet hat und ob sich ein Trend für die Änderung des Arbeitsbereichs abzeichnet.

In grafischer Form werden eine Langzeit- und eine Kurzzeitbeobachtung generiert.

Arbeitet der Stellungsregler vorwiegend nahe oder in der Schließstellung/maximalen Öffnung oder zeigt sich eine Arbeitsbereichsverschiebung, generiert EXPERTplus eine entsprechende Meldung.

4.1.4 Histogramm Regeldifferenz e

Das Histogramm Regeldifferenz e ist eine statistische Auswertung der aufgenommenen Regeldifferenzen. Es gibt Aufschluss darüber, in welcher Höhe die Regeldifferenzen während der Lebenszeit des Stellventils auftreten und ob möglicherweise Fehlzustände vorliegen. Die Regeldifferenz ist im Idealfall möglichst klein.

In grafischer Form stehen eine Langzeit- sowie eine Kurzzeitbeobachtung zur Verfügung.

Weist das Histogramm auf eine innere Leckage des Ventils hin oder ist der Stellbereich nach oben oder unten beschränkt, generiert EXPERTplus eine entsprechende Meldung.

4.1.5 Histogramm Zyklenzähler

Das Histogramm Zyklenzähler liefert eine statistische Auswertung der Zyklenspanne bzw. Zyklenhöhe und damit Informationen über die dynamische Beanspruchung des Balgs und/oder der vorhandenen Packung.

4.1.6 Leckagesensor

Durch die Erweiterung des Stellungsreglers mit einem Leckagesensor ist es möglich, Leckagen in der Schließstellung festzustellen. Zu diesem Zweck ermittelt der Leckagesensor den Schallpegel beim Dichtschließen und vergleicht den aktuellen Pegelwert mit vorgegebenen Alarmgrenzen.

Um die Funktionalität des Leckagesensors nutzen zu können, muss zunächst das Ansprechverhalten des Leckagesensors auf normierte Standardbedingungen und auf die herrschenden Prozessbedingungen gemessen werden. Außerdem sind die Grenzwerte für die Alarmauslösung vorzugeben.

EXPERTplus generiert eine Meldung, wenn eine der Grenzwerte für die Alarmauslösung überschritten wird.



Bild 2: Stellventil Typ 3241-7 mit Stellungsregler Typ 3730-6 und optionalem Leckagesensor

4.1.7 Endlagenverlauf

Über den Endlagenverlauf kann sowohl ein alternierender Nullpunkt als auch eine schleichende Nullpunktverschiebung aufgrund von Verschleiß an Sitz und Kegel oder aufgrund von Verschmutzungen erkannt werden.

Der Endlagenverlauf erfasst beim Anfahren der unteren Endlage die *Ventilstellung x* und den *Stelldruck p_{out}* zusammen mit dem Zeitstempel des Betriebsstundenzählers. Die neu erfasste Ventilstellung wird mit dem zuletzt gespeicherten Nullpunkt verglichen. Weicht sie um einen definierbaren Grenzwert vom letzten Wert ab, werden die Daten des neuen Nullpunkts gespeichert.

Die gespeicherten Ventilstellungen der unteren Endlage werden grafisch über die Zeit dargestellt.

Bei Verschiebungen der Endlage generiert EXPERTplus eine entsprechende Meldung.

4.2 Dynamiktests

Zur Sicherheit lassen sich die Dynamiktests nur starten, wenn sich der Stellungsregler in der Betriebsart HAND befindet. Weiterhin muss sichergestellt sein, dass die Anlage und ein laufender Prozess ein Durchfahren des Arbeitsbereichs zulässt.

Die Dynamiktests liefern einen Überblick über den aktuellen Stellventilzustand und eventuelle Fehlfunktionen. Sie unterstützen damit die Fehlersuche und die Planung von Wartungsarbeiten.

4.2.1 Tote-Zone-Stellgerät

Als „Tote Zone“ wird die Betragsdifferenz des *Sollwerts* w bezeichnet, die eine minimale Änderung der *Ventilstellung* x herbeiführt.

Die Tote Zone des Stellgeräts wird beeinflusst von der Reibungshysterese und den elastischen Vorgängen in der Packung für die Ventilstangenabdichtung.

Der Stellungsregler gibt in einem definierbaren Testbereich den *Sollwert* w in kleinen Sprüngen vor und zeichnet jeweils die Antwort der *Ventilstellung* x auf. Innerhalb des Testbereichs wird der aufsteigende und abfallende Ast aufgezeichnet. Die Antwort der *Ventilstellung* x auf die *Sollwertänderung* Δw wird als Diagramm dargestellt.

Die Tote Zone wird bei einer Sprunghöhe $<0,2\%$ im Stellungsregler ermittelt und ausgewertet.

5 Binäreingang

Über den optionalen Binäreingang sind verschiedene Aktionen, die auch die Diagnosefunktionen betreffen, ausführbar. Dabei werden die Aktionen vom Stellungsregler protokolliert.

Darstellung und Parametrierung

Die von der Diagnosefirmware im Stellungsregler gesammelten Daten, Testergebnisse und Statusmeldungen werden von den Programmen TROVIS-VIEW oder dem DTM komfortabel grafisch aufbereitet und angezeigt.

Weiterhin sind die Diagnosedaten mit der DD (Device Description) auch anderen Engineering Tools zugänglich. Die Integration mit eDD (Enhanced Device Description) gestattet eine grafische Darstellung (z. B. mit Siemens PDM, AMS). Die Darstellung ist von dem entsprechenden Bedienprogramm abhängig.

Diagramme in TROVIS-VIEW, DTM, eDD

Die gesammelten Rohdaten und Testergebnisse

- Prozessmessgrößen,
- Ventilsignatur,
- Endlagenverlauf,
- Tote Zone Stellgerät,

sowie die vom Datenlogger gesammelten Größen (w , x , e , p_{out}) werden durch die Software mit der Trend-Viewer-Funktionalität in einer entsprechenden Kurve grafisch dargestellt.

Die in Kapitel 4.1.3 bis 4.1.5 beschriebenen Lang- und Kurzzeitbeobachtungen werden in Form von Balkendiagrammen dargestellt.

Bei der Ventilsignatur und den Histogrammen wird zwischen Langzeit und Kurzzeit unterschieden.

Die Darstellung macht Veränderungen im Stell- und Regelverhalten sichtbar und unterstützt vorausschauende Wartungsmaßnahmen.

Technische Änderungen vorbehalten.



SAMSON AG · MESS- UND REGELTECHNIK
Weismüllerstraße 3 · 60314 Frankfurt am Main
Telefon: 069 4009-0 · Telefax: 069 4009-1507
samson@samson.de · www.samson.de

T 8389-1

2015-02-20 · German/Deutsch