

## Bauart 3730 und 3731 · Elektropneumatischer Stellungsregler Typ 3730-2, 3730-3, 3730-4, 3730-5 und Typ 3731-3

### Ventildiagnose EXPERTplus

#### Anwendung

Stellungsregler-Firmware zur Früherkennung von Stellventil-Fehlzuständen mit Hinweis auf vorausschauende Wartungsmaßnahmen. Gültig ab Firmwareversion V 1.51

Die Firmware EXPERTplus dient zur Fehlererkennung und vorausschauenden, zustandsorientierten Wartung von Ventilen mit pneumatischen Antrieben. Die gesamte Diagnosefunktionalität ist vollständig im Stellungsregler integriert und bietet eine Vielzahl von Funktionen zur Früherkennung von Fehlzuständen bei Regelventilen.

Der komfortable Zugang, die Darstellung und die Bearbeitung der Diagnose ist mit dem Programm TROVIS-VIEW gegeben und leicht erlernbar. Durch die Integrationsmöglichkeiten mit eDD, eEDD, FDT/DTM sind die Diagnosefunktionen auch in weiteren Engineering Tools problemlos verfügbar. Klassifizierte Statusmeldungen sowie der Sammelstatus nach NAMUR-Empfehlung NE 107 werden zusätzlich auf dem Vor-Ort-Display und über den Störmeldekontakt\* gemeldet.

**TROVIS-VIEW:** Bedienoberfläche zur Konfiguration und Parametrierung verschiedener SAMSON-Geräte

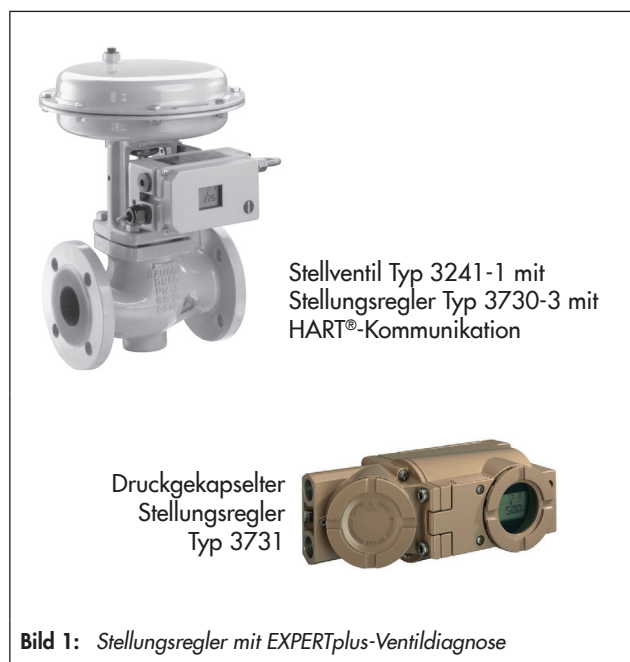
**FDT:** Field Device Tool – für die herstellerunabhängige Integration von Feldgeräten

**DTM:** Device Type Manager – Festlegung der Geräte- und Kommunikationseigenschaften

**DD/eDD:** Device Description/Enhanced Device Description

#### Merkmale

- Diagnosedaten werden stetig im Stellungsregler erfasst, gespeichert und ausgewertet. Statusmeldungen werden selbsttätig generiert. Die Testergebnisse und ihre Auswertung sind im Stellungsregler abgelegt.
- Zyklische Abfrage der Diagnosedaten, multiplexerfähig
- Beobachtungs- und Testfunktionen zur Ermittlung von kritischen Zuständen vor einem erkennbaren Fehlverhalten und zur vorausschauenden Wartung von Regelventilen
- Anzeige der minimalen und maximalen Temperatur mit Angabe der Verweildauer bei Überschreiten der Grenzwerte
- Selbsttätiges Starten von Test- und Diagnosefunktionen
- Anzeige von Hinweisen für Wartung und Instandhaltung
- Anzeige von klassifizierten Status- und Fehlermeldungen
- Statusklassifikation und Sammelstatus basieren auf der NAMUR-Empfehlung NE 107
- Statusmeldungen und Sammelstatus auch über das Display des Stellungsreglers sowie über den Störmeldekontakt\*
- Ermittlung der y-x-Signatur (Ventilsignatur) zur Fehlererkennung
- Diagnosefunktion zur Bestimmung von Reibungsänderungen
- Betriebsstundenzähler erlaubt eine zeitliche Einordnung der Daten und Ereignisse
- Speichern der Diagnosedaten und Testergebnisse sowie Auswertung im Stellungsregler



## Optional

- Leckagesensor zur Überwachung der inneren Dichtigkeit zwischen Ventilsitz und Kegel
- Binäreingang z. B. zum Starten von Testfunktionen, Überwachen von externen Magnetventilen u. Ä.

## Übersicht der Diagnosefunktionen

Die Diagnosefunktionen teilen sich in die beiden Hauptgruppen Beobachterfunktionen und Testfunktionen 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.

### Testfunktionen

Hier werden – ähnlich wie bei den Beobachterfunktionen – Daten gesammelt, im Stellungsregler gespeichert und ausgewertet. Nur wird die Ventilposition nicht vom Sollwert sondern von der jeweiligen Testfunktion vorgegeben. Die Testfunktionen 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 EXPERTplus-Ventildiagnose

### 1.1 Inbetriebnahme-Diagnose

Um eine einwandfreie Inbetriebnahme sicherzustellen, überwacht EXPERTplus den automatischen Initialisierungslauf. Dabei wird auch die Öffnungs- und Schließzeit ermittelt.

Zusätzlich meldet die Diagnose Fehler bei Anbau und Stellbereich, bei Hardware und Datenspeicher sowie die Initialisierungszeit.

### 1.2 Prozessgrößen und Betriebsparameter

#### 1.2.1 Aktuelle Prozessgrößen

EXPERTplus stellt die im Stellungsregler gesammelten wichtigsten Prozessgrößen wie Sollwert  $w$ , Regelgröße  $x$ , Stellsignal  $y$ , Regeldifferenz  $e$  und Temperatur  $t$  zur Verfügung und bewertet die Diagnosedaten.

#### 1.2.2 Wichtige Betriebsparameter/Statusmeldungen

Für die Beurteilung des aktuellen Zustands des Stellventils und für die vorausschauende Wartung liefert EXPERTplus dem Anwender eine Statusübersicht. Durch einen Zeitstempel wird die Zuordnung der Meldungen für nachfolgende Betriebsparameter erleichtert, z. B.:

- Betriebsstundenzähler, Unterscheidung zwischen „Gerät eingeschaltet“ und „Gerät in Regelung“ (seit erster Inbetriebnahme und seit letzter Initialisierung)
- Anzahl der Nullpunkteinstellungen
- Anzahl der Initialisierungen
- Anzeige der aktuellen Temperatur und Speichern der minimalen und maximalen Temperatur, Meldefunktion bei Überschreiten der Grenzwerte
- Wegzähler mit einstellbarem Grenzwert

Tabelle 1: Funktionsübersicht EXPERTplus

Funktion	vgl. Abschnitt	Beschreibung
Inbetriebnahme-Diagnose	1.1	Regler-Selbsttest, mechanischer Anbau, Stellbereich, Initialisierungszeit Öffnungs- und Schließzeit
Aktuelle Prozessgrößen	1.2.1	Prozessgrößen Sollwert $w$ , Ventilstellung $x$ , Stellsignal $y$ , Regeldifferenz $e$ , Betriebsstundenzähler
Betriebsparameter	1.2.2	Anzahl der Nullpunkteinstellungen und Initialisierungen, Temperatur, Wegintegral, Regler-Selbstüberwachung
Statusmeldungen-Klassifikation	1.2.3 3.1	Anzeige und Protokollierung klassifizierter Statusmeldungen und Sammelstatus
<b>Beobachterfunktionen</b>		
Datenlogger	2.1.1	Aufzeichnen und Speichern der Sollwert $w$ , Ventilstellung $x$ , Stellsignal $y$ und Regeldifferenz $e$ mit Triggerfunktion
Histogramm Ventilstellung $x$	2.1.2	Trend des Stellbereichs, Stellbereich
Histogramm Regeldifferenz $e$	2.1.3	Beschränkung des Stellbereichs; innere Leckage, mechanische Verbindung von Stellungsregler und Stellventil, Betrag der maximalen Regeldifferenz
Histogramm Zyklenzähler	2.1.4	Externe Leckage, dynamischer Belastungsfaktor von Stopfbuchse und Metallbalg
Diagramm Stellsignal $y$ Stationär	2.1.5	Zuluftdruck, Leckage der Pneumatik
Diagramm Stellsignal $y$ Hysterese	2.1.6	Reibung, externe Leckage
Endlagentrend	2.1.7	Trend Endlage, Nullpunktverschiebung
<b>Testfunktionen</b>		
Stellsignal $y$ Stationär	2.2.1	Zuluftdruck, Leckage der Pneumatik, Antriebsfedern
Stellsignal $y$ Hysterese	2.2.2	Reibung, externe Leckage
Statische Kennlinie	2.2.3	Tote Zone des Stellventils
<b>Statusmeldungen</b>		
Darstellung und Parametrierung via Software	3	Gesammelte Daten und Auswertungsergebnisse sind grafisch darstellbar.
<b>Option</b>		
Binäreingang	4	Protokollierte Aktionen zu einzelnen Funktionen und einmalig ausführbaren Tests

### 1.2.3 Direkte Erkennung der Fehlerursache

Die von EXPERTplus generierten Alarm- und Statusmeldungen ermöglichen im Fehlerfall eine schnelle Fehlerortung. Die letzten 30 Meldungen werden mit Zuordnung zum Betriebsstundenzähler in einem Ringspeicher protokolliert. Im Fehlerfall ist dadurch eine schnelle Fehlerortung möglich.

Folgende Statusmeldungen werden unterschieden:

- Statusmeldungen
- Betriebsmeldungen
- Hardwaremeldungen
- Initialisierungsmeldungen
- Datenspeichermeldungen
- Temperaturmeldungen
- Erweiterte Meldungen
- Betriebsfehler z. B.:
  - Regelkreis gestört (Regeldifferenz zu hoch, beispielsweise Antrieb blockiert, Zuluftdruck nicht ausreichend)
  - Nullpunkt verschoben
  - Hardware
  - Datenspeicher
  - Temperatur
  - Initialisierung

## 2 Funktionen

### 2.1 Beobachterfunktionen

Das kontinuierliche Aufnehmen der Diagnoserohdaten ( $w$ ,  $x$ ,  $y$  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.

#### 2.1.1 Datenlogger

Die Größen Sollwert  $w$ , Ventilstellung  $x$ , Stellsignal  $y$ , Regeldifferenz  $e$  und der Betriebsstundenzähler werden erfasst. In einem Ringspeicher werden die letzten 100 Messwerte abgelegt. Der Zeittakt zwischen den einzelnen Messpunkten ist frei wählbar.

Neben der permanenten Aufnahme kann die Aufzeichnung der Daten im aktiven Prozess zusätzlich selbsttätig angestoßen werden, wenn eine Startbedingung erfüllt ist. Die Startbedingung wird vom Anwender in Form von Triggerbedingungen definiert.

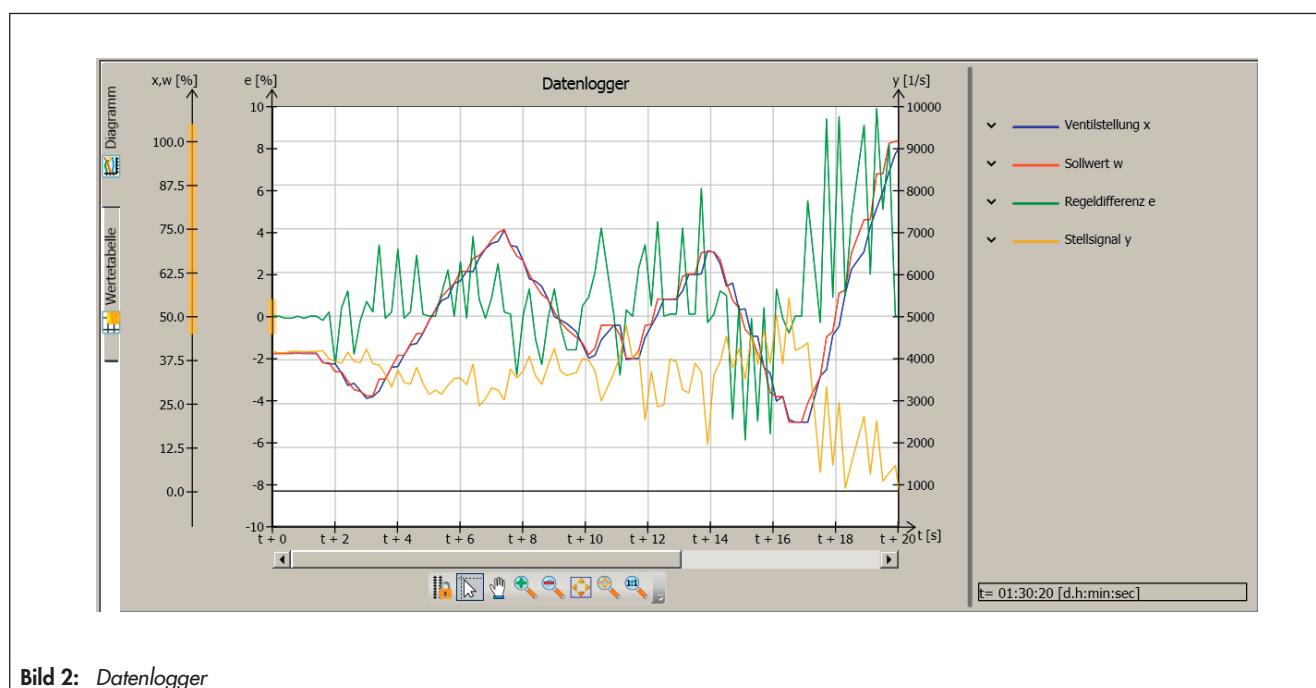


Bild 2: Datenlogger

### 2.1.2 Histogramm Ventilstellung x

Das Histogramm Ventilstellung x ist eine statistische Auswertung der aufgezeichneten Ventilstellungen. Es zeigt, wo das Ventil vorwiegend gearbeitet hat und ob sich der Arbeitsbereich verschiebt.

Die Datenaufzeichnung erfolgt selbsttätig im Hintergrund unabhängig von der eingestellten Betriebsart. In grafischer Form werden ein Langzeit- und ein Kurzzeithistogramm generiert.

Weist die Auswertung auf einen Fehler „Trend Stellbereich“ oder „Stellbereich“ hin, generiert der Stellungsregler eine entsprechende Meldung.

### 2.1.3 Histogramm Regeldifferenz e

Das Histogramm Regeldifferenz e ist eine statistische Auswertung der aufgezeichneten Regeldifferenzen. Es gibt einen Überblick wie häufig und in welcher Höhe eine Regeldifferenz am Ventil aufgetreten ist und ob sich ein bestimmter Trend abzeichnet. Die Regeldifferenz ist im Idealfall möglichst klein.

Die Datenaufzeichnung erfolgt selbsttätig im Hintergrund unabhängig von der eingestellten Betriebsart. In grafischer Form stehen ein Langzeit- sowie ein Kurzzeithistogramm zur Verfügung.

Weist das Histogramm auf einen Fehler hin, z. B. Beschränkung Stellbereich, Innere Leckage oder Mechanische Verbindung Stellungsregler/Stellventil, generiert der Stellungsregler eine entsprechende Meldung.

### 2.1.4 Histogramm Zyklenzähler

Das Histogramm Zyklenzähler ist eine statistische Auswertung der Zyklenspannen. Es liefert Informationen über die dynamische Belastung der Packung und eines eventuell vorhandenen Metallbalgs. Ein Zyklus beginnt bei einer Richtungsumkehr des Ventilhubs und endet bei der nächsten Richtungsumkehr. Der dazwischen liegende Ventilhub ist die Spannenhöhe.

Die Datenaufzeichnung erfolgt selbsttätig im Hintergrund unabhängig von der eingestellten Betriebsart. In grafischer Form steht ein Langzeit- sowie ein Kurzzeithistogramm zur Verfügung.

Weist die Auswertung auf einen Fehler hin, generiert der Stellungsregler eine entsprechende Meldung.

### 2.1.5 Diagramm Stellsignal y Stationär

Mit Hilfe des Stellsignals y Stationär können Änderungen des Zulufldrucks oder eine pneumatische Leckage erkannt werden. Reicht der Zulufldruck nicht, um den gesamten Federbereich zu durchfahren, weist dies auf einen Fehler „Zulufldruck“ oder „Leckage Pneumatik“ hin.

Sofern eine Referenzkurve vorliegt, erfolgt die Datenaufzeichnung und Bewertung im Hintergrund unabhängig von der eingestellten Betriebsart. Das Programm ermöglicht eine Langzeit- sowie eine Kurzzeitbetrachtung. Dabei wird die Langzeitbetrachtung grafisch als Diagramm und die Kurzzeitbetrachtung mit Messwerten dargestellt.

Weist die Auswertung auf einen Fehler hin, generiert der Stellungsregler eine entsprechende Meldung.

### 2.1.6 Diagramm Stellsignal y Hysterese

Mit dem Stellsignal y Hysterese werden Änderungen der Reibkräfte im Ventil analysiert. Fehler weisen auf Reibung oder externe Leckage hin.

Sofern eine Referenzkurve vorliegt, kann der Hysteresetest in der Betriebsart AUTO oder HAND gestartet werden. Die Ausführung ist einmalig oder zyklisch möglich.

Verfügbar ist sowohl eine Langzeitbetrachtung, die grafisch als Diagramm dargestellt wird, als auch eine Kurzzeitbetrachtung, die für die Auswertung Messwerte liefert.

Treten Fehler auf, generiert der Stellungsregler eine Fehlermeldung.

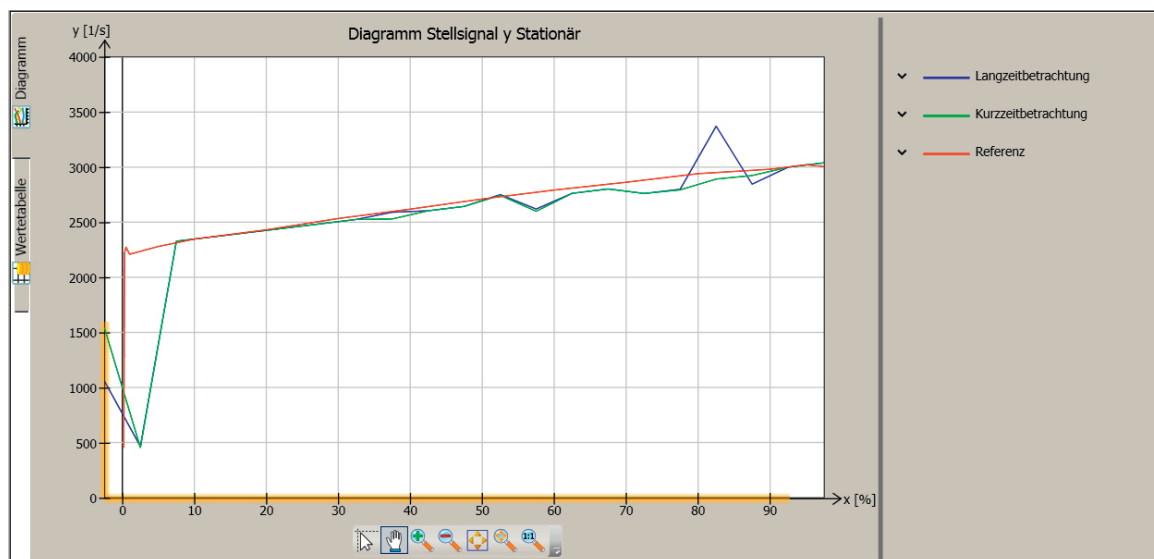


Bild 3: Diagramm Stellsignal y Stationär

### 2.1.7 Endlagentrend

Der Test dient der Detektion von Verschleiß oder Verschmutzung der Garnitur und arbeitet selbsttätig während des aktiven Prozesses. Bei Erreichen der unteren Endlage wird die Ventilstellung gemessen und bei Änderungen gemeinsam mit dem Stellsignal  $y$  ein Zeitstempel protokolliert. Dabei wird der erste Messwert als Referenz verwendet.

Verschiebungen der Endlage werden gemeldet.

## 2.2 Testfunktionen

Zur Sicherheit lassen sich die Testfunktionen 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 Testfunktionen liefern einen Überblick über den aktuellen Stellventilzustand und eventuelle Fehlfunktionen. Sie unterstützen damit die Fehlersuche und die Planung von Wartungsarbeiten.

### 2.2.1 Stellsignal $y$ Stationär

Mit der Testfunktion Stellsignal  $y$  Stationär ist eine genaue Prüfung der Ergebnisse aus der Beobachterfunktion Diagramm Stellsignal  $y$  Stationär möglich.

Der Test wird in der Betriebsart HAND gestartet und fährt verschiedene vorgegebene Ventilstellungen an. An jeder Position werden die Ventilstellung  $x$  und das Stellsignal  $y$  ermittelt und mit den Werten der Referenzkurve verglichen. Damit lassen sich Aussagen bei folgenden Problemen machen:

- Zuluftdruck
- Leckage Pneumatik oder
- Antriebsfedern

Weist die Auswertung auf einen Fehler hin, wird vom Stellungsregler eine entsprechende Meldung generiert.

### 2.2.2 Stellsignal $y$ Hysterese

Die Testfunktion ermöglicht eine genaue Prüfung der Ergebnisse aus der Beobachterfunktion Diagramm Stellsignal  $y$  Hysterese. Sie dient zur Detektion von Reibungsänderungen (Hysterese).

Der Test wird in der Betriebsart HAND gestartet. Er fährt verschiedene vorgegebene Ventilstellungen an, um dann eine kleine rampenartige Hubänderung durchzuführen. Dabei wird die Stellsignaländerung  $\Delta y$  mit den vorher aufgenommenen Referenzwerten verglichen.

Weist die Auswertung des Stellsignals auf einen Fehler Reibung oder externe Leckage hin, wird vom Stellungsregler eine entsprechende Meldung generiert.

### 2.2.3 Statische Kennlinie

Das statische Stellverhalten eines Stellventils wird von der Reibungshysterese und der Elastizität der Stopfbuchspackung bestimmt.

Der Test wird in der Betriebsart HAND gestartet. Der Stellungsregler gibt in einem bestimmten Testbereich den Sollwert  $w$  in kleinen Sprüngen vor und zeichnet die Antwort der Ventilstellung  $x$  nach einer vorgegebenen Wartezeit auf.

Anhand der Aufzeichnungen und der ermittelten minimalen, mittleren und maximalen toten Zone des Stellventils ist eine Bewertung des Stellregelkreises möglich.

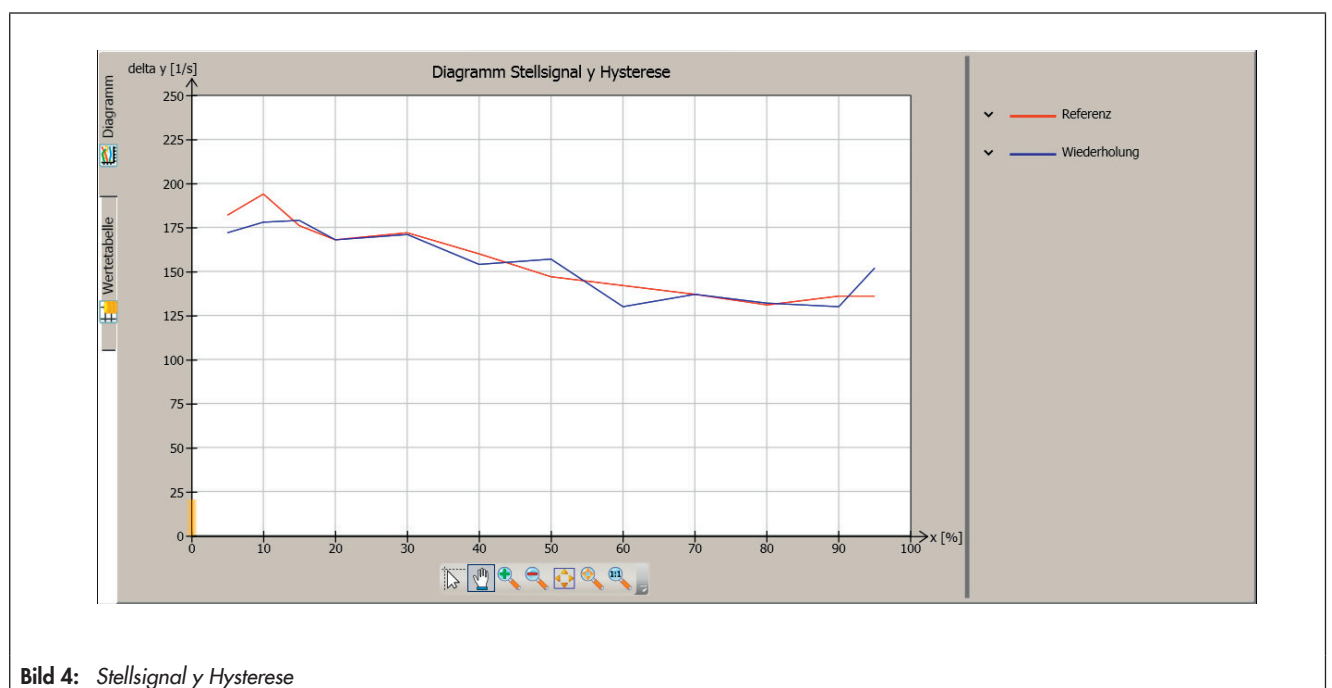


Bild 4: Stellsignal  $y$  Hysterese

### 3 Darstellung und Parametrierung der integrierten Diagnose EXPERTplus

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.

#### 3.1 Klassifizierung und Kennzeichnung von Statusmeldungen

Basierend auf der NAMUR-Empfehlung NE 107 werden die von EXPERTplus generierten Meldungen (Ereignisse) mit einem Status klassifiziert.

Die Klassifizierung kann benutzerdefiniert zugeordnet werden. Die klassifizierten Statusmeldungen (Ereignisse) werden zu einem Sammelstatus zusammengefasst.

##### Sammelstatus

Statusmeldung	TROVIS-VIEW/ DTM	Stellungsmelder
Keine Meldung, o. k.	 grün	
Funktionskontrolle	 orange	Textmeldung z. B. tESting, tunE, tESt
Wartungsbedarf, Wartungsanforderung	 blau	
Außerhalb der Spezifikation	 gelb	 blinkend
Ausfall	 rot	

Der Sammelstatus wird auf dem Display angezeigt und ist über die Kommunikation auslesbar. Weiterhin wird der Sammelstatus über den Störmeldekontakt\* abgebildet.

#### 3.2 Diagrammdarstellung in TROVIS-VIEW, DTM, eDD (z. B. Siemens PDM)

Die gesammelten Rohdaten und Testergebnisse sowie die vom Datenlogger gesammelten Größen (w, x, y, e) werden durch die Software mit der Trend-View-Funktionalität in einer entsprechenden Kurve grafisch dargestellt.

Gesammelte Rohdaten und Testergebnisse sind:

- Aktuelle Prozessgrößen
- y-x-Signatur
- Hysteresetest
- Statische Kennlinie
- Sprungantwort
- Endlagentrend

Die in Kapitel 2.1.2 bis 2.1.4 beschriebenen Lang- und Kurzzeit-Histogramme werden in Form von Balkendiagrammen dargestellt.

Bei der y-x-Signatur und den Histogrammen wird zwischen Langzeit und Kurzzeit unterschieden.

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

### 4 Binäreingang

Bei den Typen 3730-2/-3 und 3731-3 sind über den optionalen Binäreingang verschiedene Aktionen ausführbar, die auch die Diagnosefunktionen betreffen. Die ausgeführten Aktionen werden vom Stellungsregler protokolliert.

\* Störmeldekontakt bei Typ 3730-2 und 3730-3, optional bei Typ 3731-3



Typenblatt TROVIS-VIEW

Typenblatt Stellungsregler Typ 3730-x

Typenblatt Stellungsregler Typ 3731-x

▶ T 666 1

▶ T 8384-x

▶ T 8387-x