

# Projektierung einer Ablösenden Regelung

SIMATIC PCS 7

Applikationsbeschreibung • August 2010

Applikationen & Tools

Answers for industry.

**SIEMENS**

## **Industry Automation und Drives Technologies Service & Support Portal**

Dieser Beitrag stammt aus dem Internet Serviceportal der Siemens AG, Industry Automation und Drives Technologies. Durch den folgenden Link gelangen Sie direkt zur Downloadseite dieses Dokuments.

<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/44229396>

Bei Fragen zu diesem Beitrag wenden Sie sich bitte über folgende E-Mail-Adresse an uns:

[online-support.automation@siemens.com](mailto:online-support.automation@siemens.com)

# SIEMENS

## SIMATIC PCS 7 Ablösende Regelung

Einführung

1

Projektierung einer  
ablösenden Regelung

2

Simulationsbeispiel

3

Fazit

4

Literatur

5

Historie

6

## Gewährleistung und Haftung

### Hinweis

Die Applikationsbeispiele sind unverbindlich und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit hinsichtlich Konfiguration und Ausstattung sowie jeglicher Eventualitäten. Die Applikationsbeispiele stellen keine kundenspezifischen Lösungen dar, sondern sollen lediglich Hilfestellung bieten bei typischen Aufgabenstellungen. Sie sind für den sachgemäßen Betrieb der beschriebenen Produkte selbst verantwortlich. Diese Applikationsbeispiele entheben Sie nicht der Verpflichtung zu sicherem Umgang bei Anwendung, Installation, Betrieb und Wartung. Durch Nutzung dieser Applikationsbeispiele erkennen Sie an, dass wir über die beschriebene Haftungsregelung hinaus nicht für etwaige Schäden haftbar gemacht werden können. Wir behalten uns das Recht vor, Änderungen an diesen Applikationsbeispielen jederzeit ohne Ankündigung durchzuführen. Bei Abweichungen zwischen den Vorschlägen in diesem Applikationsbeispiel und anderen Siemens Publikationen, wie z.B. Katalogen, hat der Inhalt der anderen Dokumentation Vorrang.

Für die in diesem Dokument enthaltenen Informationen übernehmen wir keine Gewähr.

Unsere Haftung, gleich aus welchem Rechtsgrund, für durch die Verwendung der in diesem Applikationsbeispiel beschriebenen Beispiele, Hinweise, Programme, Projektierungs- und Leistungsdaten usw. verursachte Schäden ist ausgeschlossen, soweit nicht z.B. nach dem Produkthaftungsgesetz in Fällen des Vorsatzes, der groben Fahrlässigkeit, wegen der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit, wegen einer Übernahme der Garantie für die Beschaffenheit einer Sache, wegen des arglistigen Verschweigens eines Mangels oder wegen Verletzung wesentlicher Vertragspflichten zwingend gehaftet wird. Der Schadensersatz wegen Verletzung wesentlicher Vertragspflichten ist jedoch auf den vertragstypischen, vorhersehbaren Schaden begrenzt, soweit nicht Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit vorliegt oder wegen der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit zwingend gehaftet wird. Eine Änderung der Beweislast zu Ihrem Nachteil ist hiermit nicht verbunden.

Weitergabe oder Vervielfältigung dieser Applikationsbeispiele oder Auszüge daraus sind nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich von Siemens Industry Sector zugestanden.

# Vorwort

## Ziel der Applikation

Bei einer ablösenden Regelung müssen sich zwei oder mehr Regler ein gemeinsames Stellglied teilen. In Abhängigkeit vom aktuellen Prozesszustand wird entschieden, welcher Regler tatsächlich Zugriff auf das Stellglied bekommt, d.h. die verschiedenen Regler lösen sich gegenseitig ab.

Das vorliegende Projektierungsbeispiel zeigt die Anwendung der ablösenden Regelung auf einen simulierten Prozess mit zwei Reglern. Ziel der Applikation ist, verschiedene Umschaltstrategien mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen zu demonstrieren.

## Kerninhalte dieser Applikation

Folgende Kernpunkte werden in dieser Applikation behandelt:

- Zusammenwirken der beiden Regler mit nur einem Stellglied, wobei zwei verschiedene Alternativen zur Realisierung der Umschalt-Logik und zwei verschiedene Typen von PID-Reglern betrachtet werden.
- Beispiel-Simulation

## Gültigkeit

... gültig für PCS 7 V7.1, prinzipiell übertragbar auf V7.0 ab SP1.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Gewährleistung und Haftung</b> .....	<b>4</b>
<b>Vorwort</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Einführung</b> .....	<b>7</b>
1.1 Grundlagen zur ablösenden Regelung .....	7
1.2 Kriterien für die Art der ablösenden Regelung .....	8
1.3 Anwendungsbeispiele .....	9
<b>2 Projektierung einer ablösenden Regelung</b> .....	<b>11</b>
2.1 Instanzbildung der Messstelle .....	11
2.2 Manuelle Projektierung.....	12
2.2.1 Begrenzungsregelung .....	13
2.2.2 Stellwertauswahl .....	15
2.2.3 Ablösende Regelung mit PIDConR.....	17
2.3 Inbetriebnahme mit PID-Tuner.....	18
2.4 Kombination mit anderen APC-Verfahren.....	18
<b>3 Simulationsbeispiel</b> .....	<b>19</b>
3.1 Verhalten der Override-Regler bei Druckanstieg .....	20
3.2 Verhalten der Override-Regler bei Druckabfall .....	23
<b>4 Fazit</b> .....	<b>24</b>
<b>5 Literaturhinweis</b> .....	<b>24</b>
<b>6 Historie</b> .....	<b>24</b>

# 1 Einführung

## 1.1 Grundlagen zur ablösenden Regelung

Eine ablösende Regelung besteht aus zwei oder mehr Reglern die ein gemeinsames Stellglied ansteuern. Eine wie auch immer geartete Logik entscheidet welcher Regler auf das Stellglied zugreifen darf. Es ist immer nur ein Regler im Eingriff, während die anderen Regler beispielsweise nachgeführt werden.

Ein typisches Anwendungsbeispiel ist eine Gas-Pipeline mit Druck und Durchflussregelung über ein einziges Ventil. Das wesentliche Regelungsziel besteht darin, einen bestimmten Durchfluss zu erzielen, aber aus Sicherheitsgründen muss der Druck innerhalb bestimmter Grenzen gehalten werden. Daher wird der Druckregler auch als "begrenzender Regler" oder "sekundärer Regler" bezeichnet. (Bemerkung: mit „Sicherheit“ ist hier und im gesamten Beitrag das Einhalten von Grenzwerten gemeint, es geht nicht um das Ersetzen spezieller sicherheitsgerichteter Steuerungen, Notabschaltungen etc.).

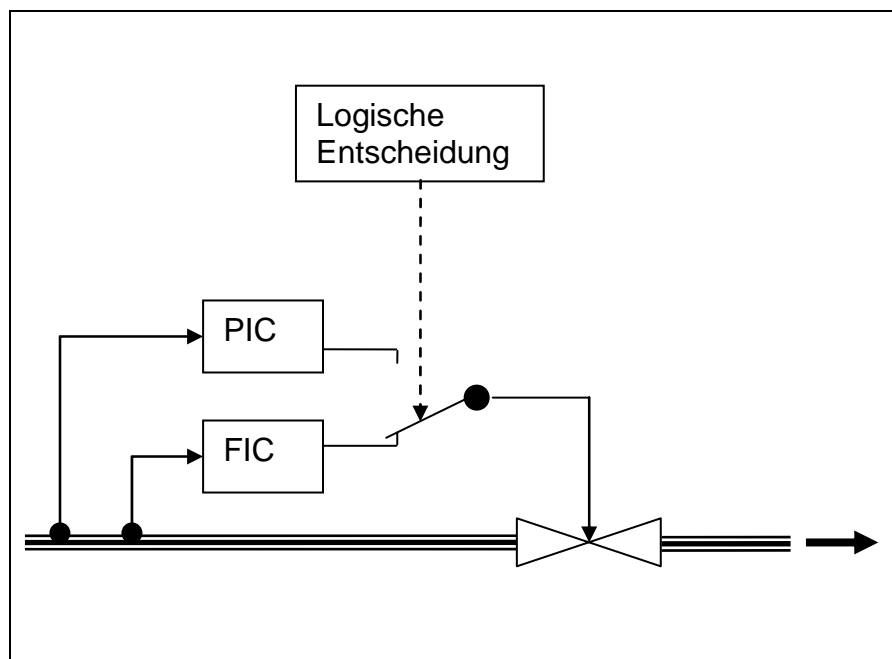


Bild 1-1: Ablösende Regelung mit Hauptregler für Durchfluss (FIC) und Begrenzungsregler für Druck (PIC)

Ablösende Regelungen mit mehr als zwei Regelgrößen sind eher selten. Ein Beispiel ist die Überwachung der Temperaturen in einem größeren Kessel oder Reaktor mit inhomogener Temperaturverteilung. Die Temperatur wird an einer Vielzahl von Stellen gemessen, aber es gibt nur einen Stelleingriff: die global zugeführte Heizleistung. Wenn sich an irgendeiner der Messstellen ein "hot spot" entwickelt und die Temperatur über eine gewisse Grenze steigt, wird diese zur maßgeblichen Regelgröße, um die gesamte Heizung zu drosseln.

## 1.2 Kriterien für die Art der ablösenden Regelung

Die logische Entscheidung, welcher Regler aktiv sein soll, kann aufgrund zweier verschiedener Kriterien getroffen werden, woraus sich zwei verschiedene Arten ablösender Regelungen ergeben:

### Begrenzungsregelung

Die Entscheidung basiert auf einer messbaren Prozess-Ausgangsgröße, z. B. einer der beiden Regelgrößen. Im oben genannten Beispiel können die Warn Grenzen des Druckreglers herangezogen werden, um zu entscheiden, ob der Druckregler aktiv werden soll. Der jeweils passive Regler wird nachgeführt, um Windup-Probleme zu vermeiden und eine stoßfreie Umschaltung zu gewährleisten. Der Sollwert des sekundären Reglers muss etwas tiefer als die Umschaltsschwelle liegen (der Abstand von der Schwelle muss sich deutlich aus dem Messrauschen und evtl. Hysteresebreiten hervorheben), damit die Umschaltung auch wieder rückgängig gemacht werden kann. Diese Art der ablösenden Regelung ist leicht zu verstehen und zu implementieren. Sie hat den Vorteil, dass die sekundäre Regelgröße (z. B. Druck) auf Ober- und Untergrenze überwacht werden kann, aber den Nachteil, dass eine Grenzyklus-Schwingung entsteht, sobald der Begrenzungsregler eingreifen muss. Der sekundäre Regler wird immer versuchen, seine Regelgröße in den sicheren Bereich zurückzuführen und das Kommando an den Hauptregler (z. B. Durchfluss) zurückzugeben, sodass es zu einem ständigen Wechsel zwischen aktivem und passivem Regler kommt. Daher wird diese Variante nur empfohlen, wenn der sekundäre Regler selten gebraucht wird und eher die Funktion eines Sicherheits- oder Backup-Systems hat.

### Stellwertauswahl

Die Entscheidung basiert auf einem Vergleich der Stellwerte beider Regler, z. B. bekommt derjenige Regler die Kontrolle über das Stellglied, der den größeren (oder kleineren) Stellwert verlangt. Im oben genannten Beispiel bekommt derjenige Regler das Kommando, der das Ventil weiter öffnen möchte. Der Sollwert des sekundären Reglers definiert die Schaltschwelle. Beide Regler laufen die ganze Zeit in Automatikbetrieb. Um Windup-Probleme zu vermeiden, müssen die Stellwertbegrenzungen in einer Überkreuz-Struktur nachgeführt werden: Wenn der größere (kleinere) Stellwert gewinnt, müssen die Unter- (Ober-)grenzen aller Regler dem aktuell größten (kleinsten) Stellwertes in einem geringen Abstand z. B. 2% des Stellbereichs unterhalb (oberhalb) nachgeführt werden. Dadurch kann dieses Schema auch auf Anwendungen mit mehr als zwei Regelgrößen angewendet werden. Es gibt keine Windup-Probleme an der Obergrenze, da der größte Stellwert ohnehin das Kommando übernimmt. Dieser Ansatz vermeidet die Grenzyklus-Schwingung von Alternative 1, aber er ist prinzipiell asymmetrisch, d.h. es kann entweder eine Ober- oder eine Untergrenze der sekundären Regelgröße überwacht werden, nicht beides gleichzeitig.

Diese Art der ablösenden Regelung wird in den meisten regelungstechnischen Lehrbüchern beschrieben, vor allem in den USA. Sie kann aber nur mit PID-Algorithmen angewendet werden, die eine Online-Manipulation der Stellwertbegrenzungen erlauben (bei SIMATIC PCS 7 ab V6.0).



## 1.3 Anwendungsbeispiele

### Dampferzeuger

Primäre Regelgröße ist der Dampfdruck, aber der Wasser-Füllstand im Dampfkessel muss überwacht werden, damit die Heizwendeln vollständig von Wasser bedeckt bleiben und der Kessel nicht überläuft. Der einzige Stellwert ist das Auslassventil.

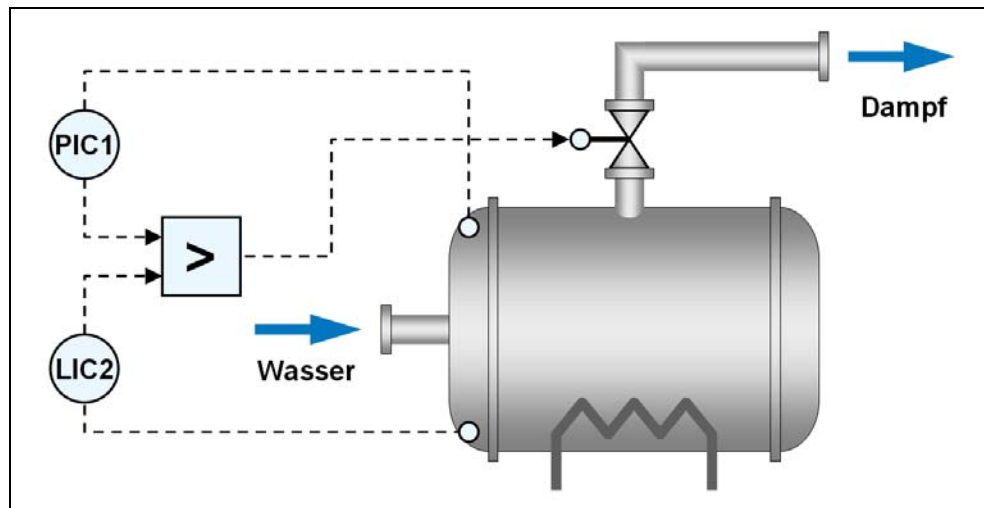


Bild 1-2: Ablösende Regelung an einem Dampferzeuger

### Kompressor

Primäre Regelgröße ist der gelieferte Durchsatz, aber der Druck muss überwacht werden, damit er nicht über einen Sicherheitsgrenzwert steigt. Der einzige Stellwert ist die Motorgeschwindigkeit zum Antrieb des Kompressors.

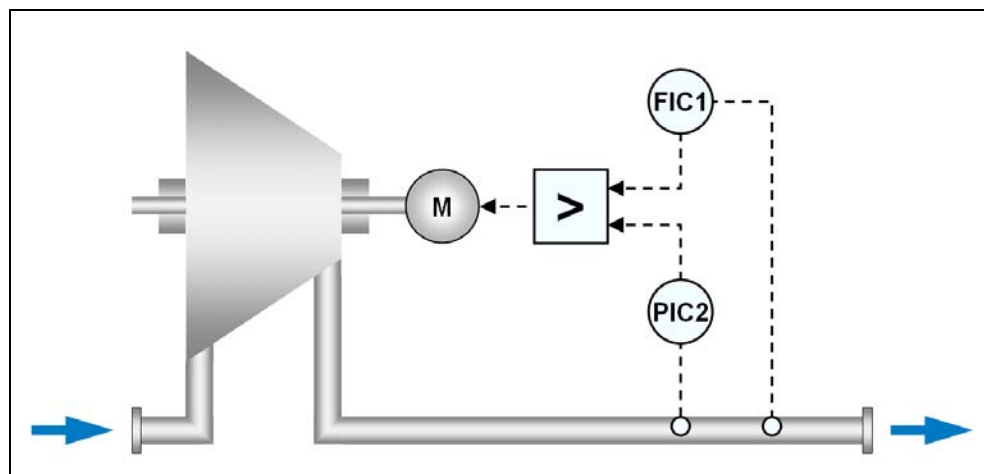


Bild 1-3: Ablösende Regelung an einem Kompressor.

### Dampfverteilungssystem

In jeder verfahrenstechnischen Anlage gibt es ein Leitungsnetz, um den Dampf auf verschiedenen Druckstufen in der Anlage zu verteilen. Hochdruckdampf wird über ein Ventil auf niedrigere Druckstufen abgesenkt. Primäre Regelgröße ist der Druck auf der niedrigeren Druckstufe, aber der Druck in der Hochdruckschiene muss überwacht werden, damit er nicht über einen Sicherheitsgrenzwert steigt.

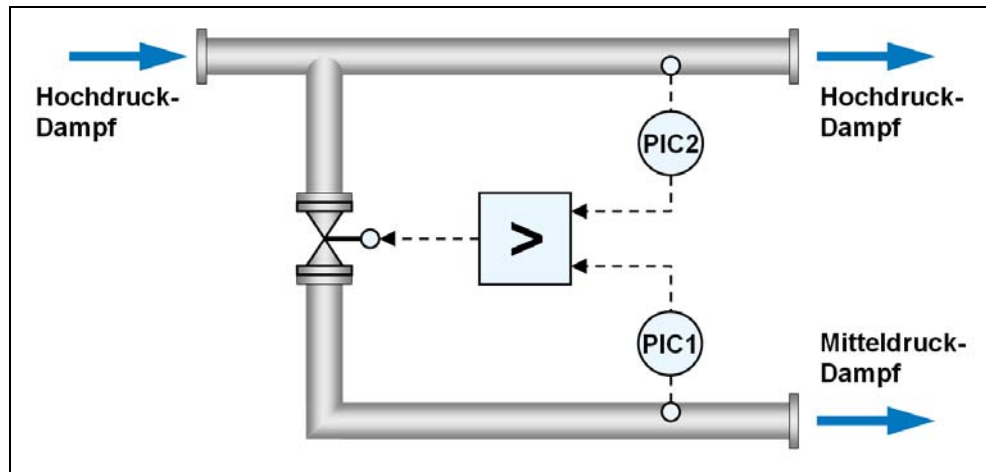


Bild 1-4: Ablösende Regelung an einem Dampfverteilungssystem

## 2 Projektierung einer ablösenden Regelung

Falls Sie eine ablösende Regelung neu im Projekt anlegen, ist grundsätzlich die Verwendung des Messstellentyps "OverrideControl" aus der Advanced Process Library zu empfehlen.

### 2.1 Instanzbildung der Messstelle

Die folgenden Arbeitsschritte erfolgen für die ablösende Regelung in gleicher Weise wie bei jedem anderen Messstellentyp.

Öffnen Sie im SIMATIC Manager über „Datei“/„Öffnen“/ „Bibliotheken“ die „PCS 7 AP Library V71“.

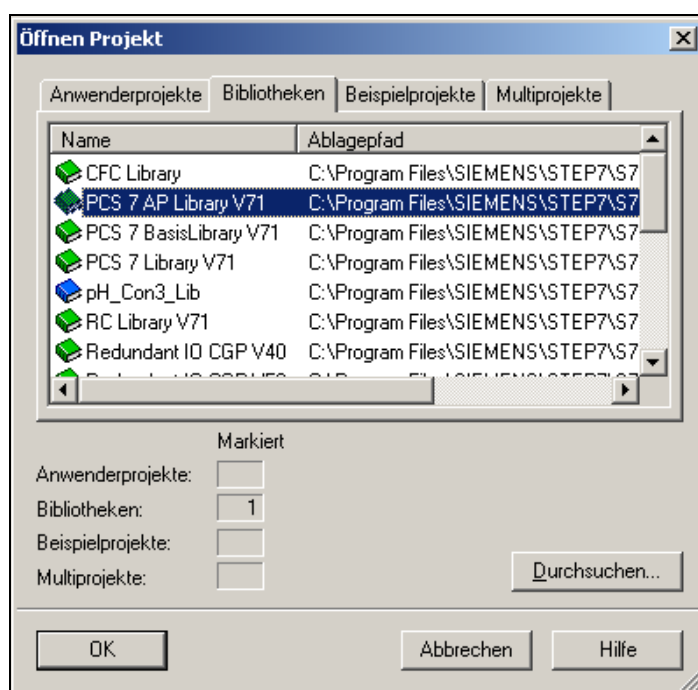


Bild 2-1: Öffnen der „PCS 7 AP Library V71“

Kopieren Sie den Messstellentyp „OverrideControl“ aus dem Verzeichnis „Templates“ in die Stammdatenbibliothek Ihres PCS 7 Multiprojekts und modifizieren Sie ihn ggf. entsprechend den generellen Vorgaben Ihrer Applikation.

## 2 Projektierung einer ablösenden Regelung

### 2.2 Manuelle Projektierung

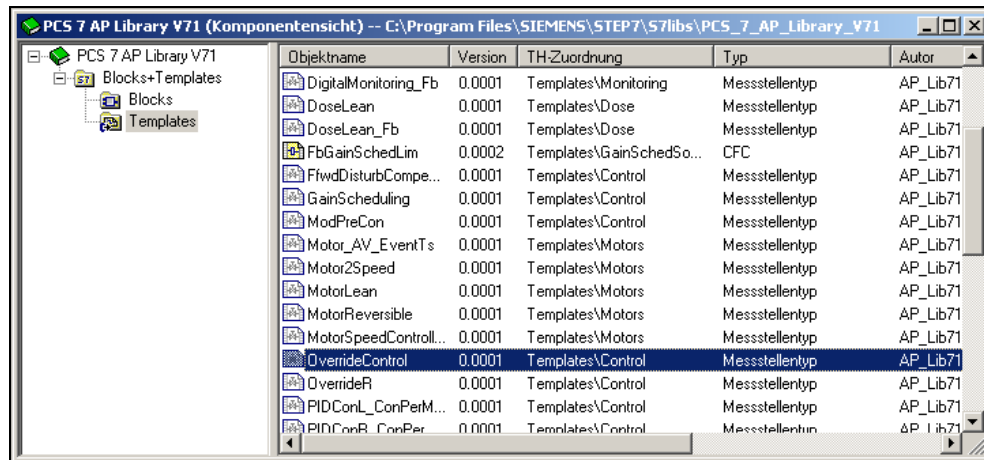


Bild 2-2: Auswahl des Messstellentyps

Kopieren Sie den Messstellentyp aus der Stammdatenbibliothek in den Projektteil <Projektname>\_Prj Ihres Multiprojekts, in den vorgesehenen Zielordner (Anlage/Teilanlage etc.) der technologischen Hierarchie. Sie erhalten damit eine Instanz dieses Messstellentyps (eine „Messstelle“) d.h. einen CFC-Plan, der durch seine symbolische Darstellung die Herkunft von einem Messstellentyp anzeigt.

Benennen Sie den neuen CFC-Plan geeignet um und überprüfen Sie, ob er im passenden zyklischen Weckalarm-OB aufgerufen wird (im CFC-Plan über „Ablaufreihenfolge“).

Da die beiden PID-Algorithmen von primären und sekundären Regler unabhängig voneinander arbeiten, ist es nicht zwingend erforderlich, dass beide Regler im selben Zyklus laufen. Die einfachste Lösung ist dennoch, beide Regler und die Umschaltlogik (d.h. die gesamte Messstelle) in den Zyklus zu legen, der für den schnelleren der beiden Einzelregelkreise sinnvoll erscheint.

## 2.2 Manuelle Projektierung

Falls Sie eine ablösende Regelung manuell projektieren, d.h. nicht auf den vorgefertigten Messstellentyp zurückgreifen, beachten Sie bitte die Erläuterungen zur Verschaltung der beiden Varianten (gemäß Kapitel 1.2) in den nächsten beiden Abschnitten.



### 2.2 Manuelle Projektierung

Mit einem Oderbaustein PID\_Lim\_Act wird geprüft, ob der Begrenzungsregler die obere oder untere Warngrenze der Regelgröße erreicht ist. Der Ausgang des PID\_Lim\_Act-Bausteins ist mit dem SelectPID\_Lim verbunden. Diese schaltet die Stellgröße des Begrenzungsreglers auf den MV-Ausgabebaustein durch, wenn eine Warngrenze erreicht ist. Ist die Regelgröße des Begrenzungsreglers innerhalb der Warngrenzen wird der Begrenzungsregler über den FDErrOrTrckPIC1-Baustein nachgeführt. Wenn die Regelgröße des Begrenzungsreglers außerhalb der Warngrenzen ist, wird der Hauptregler über den FDErrOrTrckFIC1- Baustein nachgeführt. Der Nachführwert kommt jeweils vom Stellgrößenausgang des aktiven Reglers. Bei Störung der zugehörigen Regelgrößen (schlechter Signalstatus) werden die Regler ebenso nachgeführt, zusätzlich wird am Hauptregler der Eingang CSF gesetzt.

Es ist immer nur ein Regler aktiv, der andere Regler wird nachgeführt. Die Anzeige auf der Operator Station erfolgt standardmäßig im Symbol- und Bedienbild der Regler

Eine Regelkreisüberwachung mit ConPerMon ist nur für den Hauptregler vorgesehen, und wird deaktiviert, wenn der Hauptregler nachgeführt wird. Aufgrund der unterschiedlichen Eigenschaften der Durchfluss- und der Druckregelstrecke sind naturgemäß auch die Varianzen im gut eingestellten Zustand der Regelkreise unterschiedlich, so dass es nicht sinnvoll wäre, vom sekundären Regler die Einhaltung der Varianzen des primären Reglers zu verlangen.

2.2.2 Stellwertauswahl

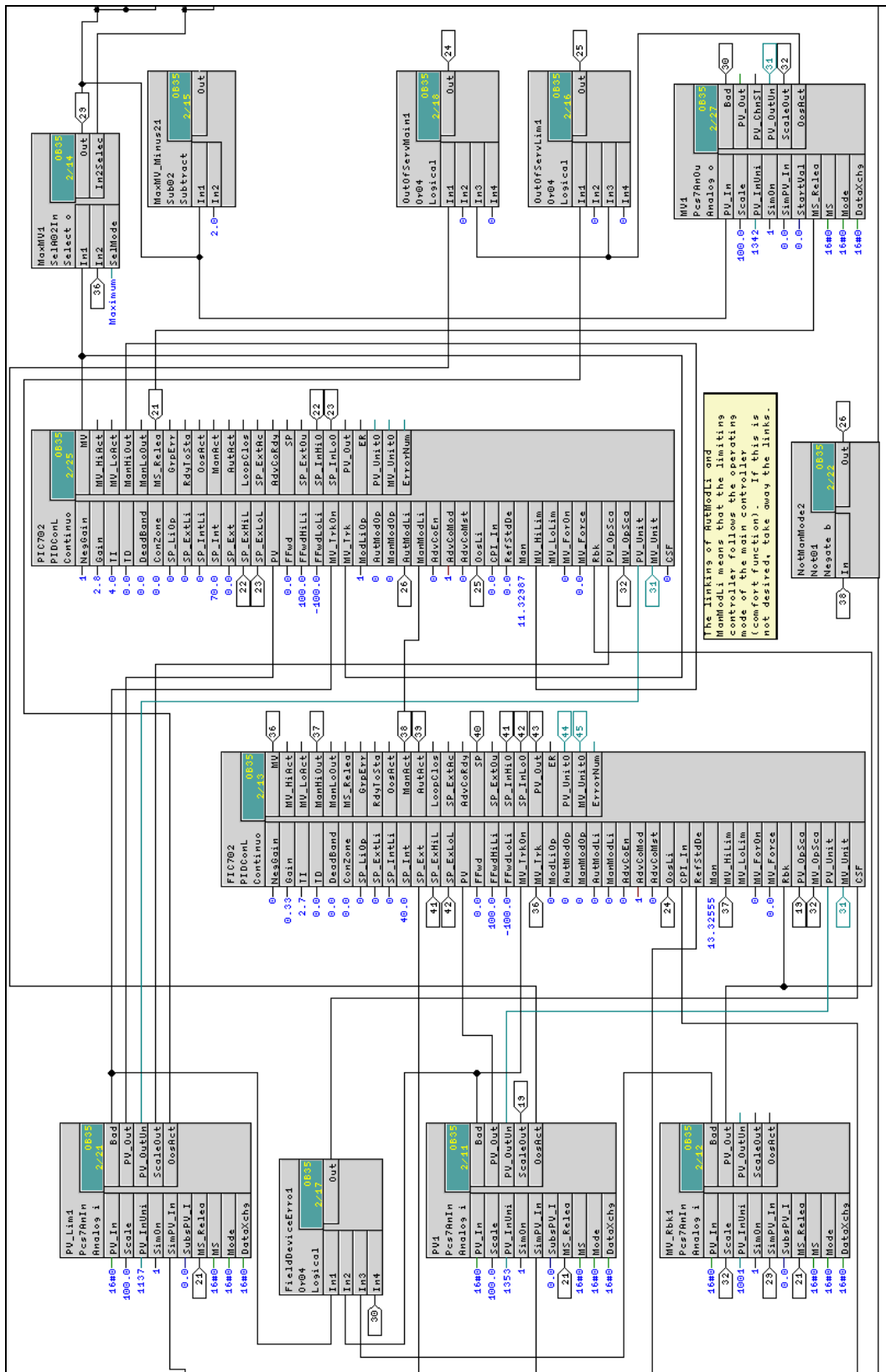


Bild 2-4: Ablösende Regelung mit Stellwertauswahl

### 2.2 Manuelle Projektierung

Mit einem SelA02In-Baustein wird das Maximum (Minimum) der beiden Stellgrößen von Haupt- und Begrenzungsregler ausgewählt und auf das einzige Stellglied verschaltet.

Über einen Subtrahierer (Addierer) wird eine Unter- (Ober-)grenze für Stellwerte geringfügig unterhalb (oberhalb) des aktiven Stellwerts berechnet (im Beispiel MaxMV\_Minus2).

Wenn der größere (kleinere) Stellwert gewinnt, müssen die Unter- (Ober-) grenzen aller Regler dem aktuell größten (kleinsten) Stellwertes in einem geringen Abstand z. B. 2% des Stellbereichs unterhalb (oberhalb) nachgeführt werden.

Alle Regler laufen in Automatik, obwohl nur einer von ihnen Zugriff auf das Stellglied hat. Normalerweise ist ein PI(D)-Regler, der in Automatik ohne Zugriff auf das Stellglied läuft, vom Integrator-Windup gefährdet. Die Funktionsweise der Anti-Windup-Logik der ablösenden Regelung wird im folgenden Beispiel-Szenario anhand des Anwendungsfalls aus Abschnitt 1.1 erläutert:

Angenommen der Durchflussregler gibt momentan den größeren Stellwert aus und erhält damit über den Maximum-Selektor Durchgriff auf das Ventil. Der Druckregler läuft in Automatik und ist Windup-gefährdet. Von der aktuellen Ventilstellung wird eine Stellgrößen-Untergrenze für alle Regler abgeleitet.

- Wenn der Druckregler nach unten integriert, stößt er alsbald an die von der Ventilstellung abgeleitete Untergrenze, so dass sein Integrator angehalten wird.
- Wenn der Druckregler nach oben integriert, wird seine Stellgröße irgendwann größer als die des Durchflussreglers, und er bekommt zu Recht den Durchgriff auf das Stellglied. Damit wird er zum aktiven Regler, die Windup-Gefahr ist für ihn gebannt, und er gibt jetzt indirekt die Stellgrößen-Untergrenze für den Durchflussregler vor.

Über einen Binärwert-Überwachungsbaustein kann auf der Operator Station angezeigt werden, welcher Regler gerade aktiv ist.

Eine Regelkreisüberwachung mit ConPerMon ist nur für den Hauptregler vorgesehen, und wird deaktiviert, wenn der Begrenzungsregler das Stellglied übernimmt.



2.2.3 Ablösende Regelung mit PIDConR

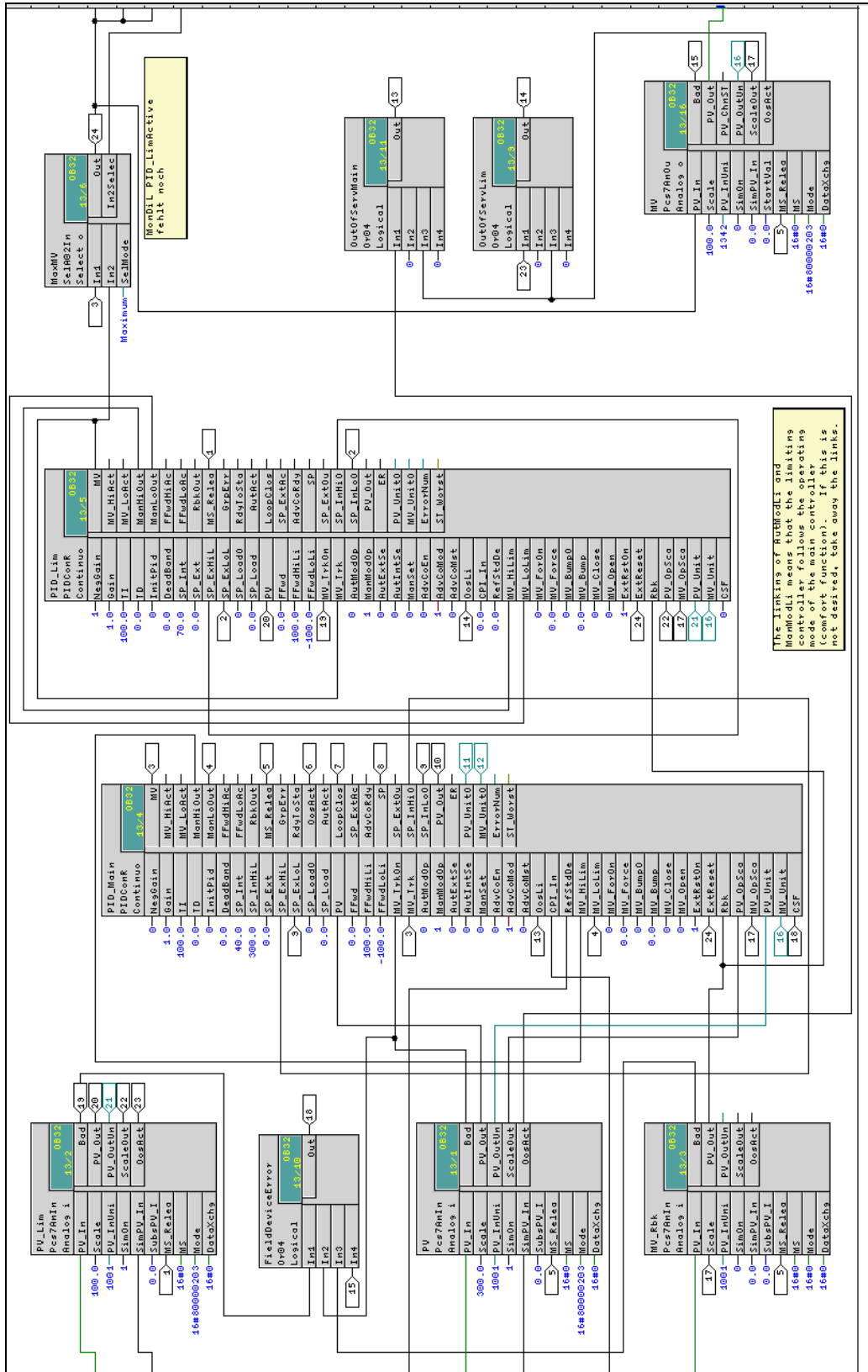


Bild 2-5: Ablösende Regelung mit PIDConR

### 2.3 Inbetriebnahme mit PID-Tuner

Der PIDConR ist ein inkrementeller Regelalgorithmus mit seriell-interaktiver Struktur. Inkrementell bedeutet, dass der aktuelle Stellwert aus dem alten Stellwert des letzten Abtastschritts berechnet wird. Anstelle des alten Stellwerts kann auch ein Ausgangspunkt für die Stellgrößenberechnung (External Reset) von außen per Verschaltung vorgegeben werden. Diese Eigenschaft wird bei ablösenden Regelungen nach dem Prinzip der Stellwertauswahl genutzt.

Im Messstellentyp "Ablösende Regelung mit PIDConR" ist die Funktionsweise zu erkennen: der aktuell an das Ventil ausgegebene Stellwert (z.B. das Maximum MaxMV.Out der Stellwertvorschläge von Hauptregler und Begrenzungsregler) wird als externer Reset ExtReset für beide Regler verwendet. Deswegen ist es im Gegensatz zur ablösenden Regelung mit anderen PID-Reglern und Stellwertauswahl nicht erforderlich, die Stellwertbegrenzungen (z.B. MV\_LoLim) beider Regler in einem definierten Abstand (z.B. MaxMV\_Minus2.Out) von dem an das Ventil ausgegebenen Stellwert nachzuführen.

Beide Regler laufen also in Automatik und berechnen ausgehend von der aktuellen Ventilstellung ein Stellgrößeninkrement, und damit einen Vorschlag für die Ventilstellung im nächsten Abtastschritt. Der größere Vorschlag kommt zur Wirkung. Dennoch ist der Regler, dessen Stellgröße gerade nicht zur Wirkung kommt, nicht von Windup-Problemen gefährdet, weil er jeweils nur über den Zeitraum eines Abtastschrittes integriert.

### 2.3 Inbetriebnahme mit PID-Tuner

Die beiden Teilregler einer ablösenden Regelung können jeweils einzeln mit dem PID-Tuner in Betrieb genommen werden. Für die Aufzeichnung der Lerndaten und den Test der Einzelregler müssen an der Anlage zwei verschiedene Situationen angefahren werden, die weit genug unterhalb bzw. oberhalb der Umschaltswelle liegen, so dass tatsächlich das Verhalten des primären und des sekundären Reglers separat beobachtet und getestet werden kann. Dies setzt natürlich voraus, dass es möglich ist, eine Situation herbeizuführen, bei der der sekundäre Regler permanent aktiv ist. Andernfalls muss die Umschaltlogik für das PID-Tuning vorübergehend deaktiviert werden.

### 2.4 Kombination mit anderen APC-Verfahren

Zusätzliche Maßnahmen zur Verbesserung der Performance der Einzelregler wie z.B. Gain-Scheduling sind denkbar, da sie das Verhalten des Einzelreglers bezüglich Anti-Windup nicht beeinträchtigen.

Eine Störgrößenaufschaltung müsste ggf. für beide Einzelregler separat entworfen werden, da sich eine Störgröße natürlich auf beide Regelgrößen unterschiedlich auswirkt.

Mit Hilfe eines MPC-Bausteins lässt sich eine "weich" ablösende Regelung entwickeln. Der Regelkanal für die sekundäre Regelgröße bekommt eine Tot-Zone, die so breit ist, dass die sekundäre Regelgröße erst dann für den MPC zur Geltung kommt, wenn sie einen kritischen Bereich erreicht. Die Gewichtung der sekundären Regelgröße im Gütekriterium wird höher gewählt als die der primären Regelgröße, damit diese beim Erreichen des kritischen Bereichs auch wirklich höhere Priorität bekommt. Beim Erreichen des kritischen Bereichs wird im Gegensatz zu einer konventionellen, "hart" ablösenden Regelung die primäre Regelgröße nicht völlig ignoriert, sondern nach Maßgabe der Priorisierung weiterhin berücksichtigt. Man kann und muss also den sekundären Regler bereits etwas früher auf den Plan rufen als bei einer hart ablösenden Regelung, weil der "weiche" Umschaltbereich eine gewisse Breite hat.

### 3 Simulationsbeispiel

#### Ablösende Regelung einer Dampfpipeline über Durchfluss und Druck

Die Teilanlage "OverrideSim" im Beispielprojekt APL\_Example\_EU der PCS 7 Advanced Process Library enthält Simulationsmodelle für eine Durchfluss- und eine Druck-Regelstrecke, mit den Parametern des Rauschgenerator-Bausteins.

ProcSimC	Durchfluss-Regelstrecke	Druck-Regelstrecke
Gain	3	-0,8
TimeLag1	2 s	7 s
TimeLag2	2 s	1 s
PV0	0	80
Noise Variance	0,2	0

Tabelle 3-1: Prozessparameter des Beispielprojekts zur ablösende Regelung

Die Durchfluss-Regelstrecke hat typischerweise einen positiven Verstärkungsfaktor, d.h. beim Öffnen des Ventils steigt der Durchfluss, und relativ schnelle Zeitkonstanten. Bei Ventilstellung 0 (ganz geschlossen) ist der Durchfluss gleich null.

Die Druckregelstrecke hat oft einen negativen Verstärkungsfaktor, d.h. beim Öffnen des Ventils sinkt der Druck, falls er (in Strömungsrichtung) vor dem Ventil gemessen wird. Die Zeitkonstanten können größer sein und hängen davon ab, welches Speichervolumen für diesen Druck relevant ist, und wie schnell es beispielsweise von einer Pumpe gefüllt werden kann. Bei Ventilstellung 0 (ganz geschlossen) ist der Druck größer als null, falls er vor dem Ventil gemessen wird.

In diesem Beispiel sind die beiden in Kapitel 1.2 beschriebenen Umschaltarten realisiert.

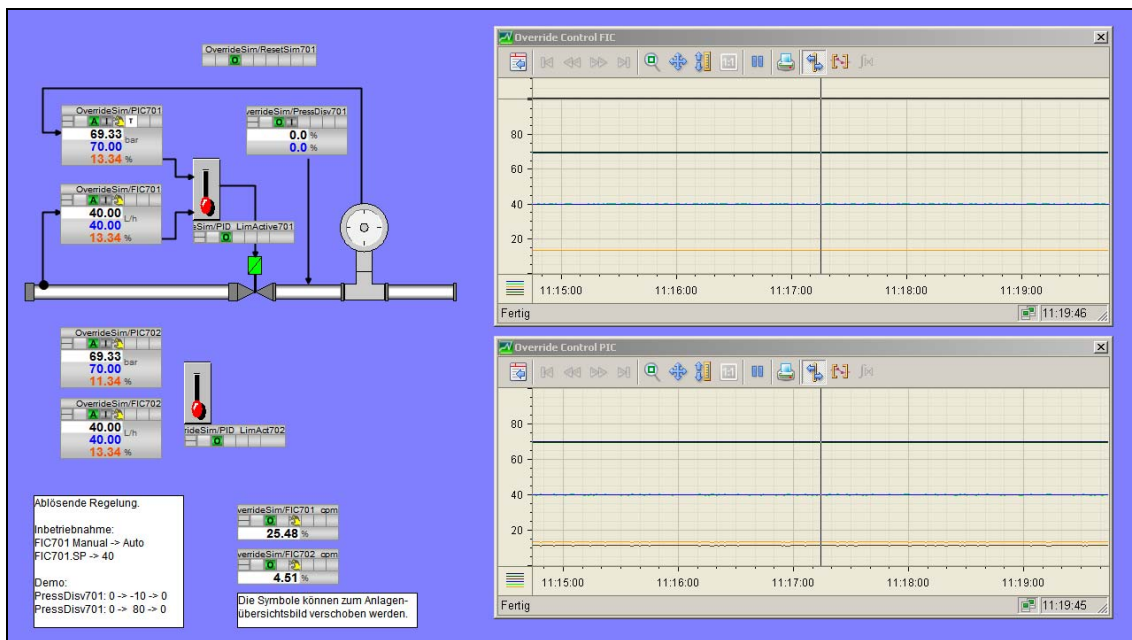


Bild 3-1: Override-Regelung für Durchfluss und Druck mit verschiedenen Umschaltkriterien

#### Hinweis

Die Leitung im OS-Bild wird von rechts nach links durchflossen, damit der Druck in Strömungsrichtung vor dem Ventil gemessen wird.

Im Regelkreis (FIC), der im oberen Bereich des Bild 3-1 dargestellt ist, erfolgt die Umschaltung auf den Druckregler, wenn die Warngrenzen des Druckreglers erreicht sind.

Im unteren Regelkreis (PIC) des Bild 3-1 hat immer der Regler mit dem größeren Stellwert den Vorrang.

Anhand des Modells können Übergänge zwischen den verschiedenen Reglereingriffen getestet werden.

### 3.1 Verhalten der Override-Regler bei Druckerhöhung

Im ersten Anwendungs-Szenario wirkt eine Störung auf den Druck, d.h. der Druck vor dem Ventil wird erhöht indem mit Hilfe der fiktiven, bedienbaren Störgröße PressDisv701 das Ventil um 10% geschlossen wird. (Bild 3-2).

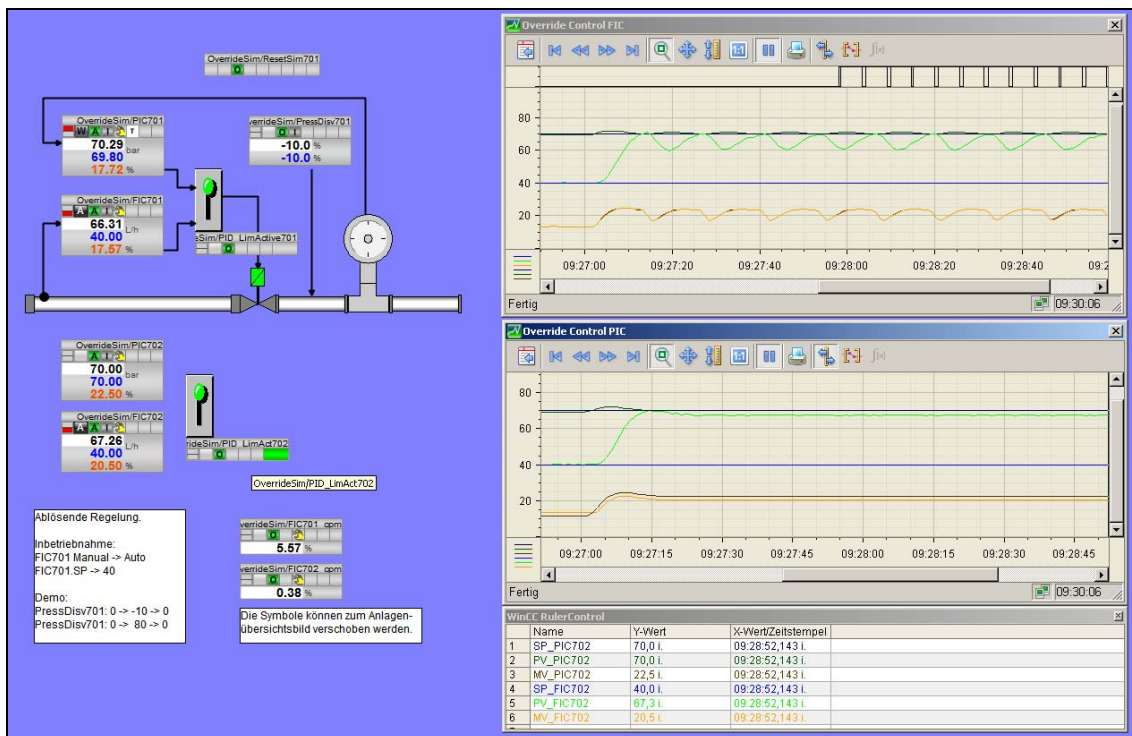


Bild 3-2: Verhalten der Override-Regler bei Druckanstieg (ab ca. 9:27 h)

### Hinweis

Helle Farbtöne der Kurven (Sollwert hellblau, Istwert hellgrün, Stellgröße Hellorange) gehören zur Durchflussregelung FIC701/702, dunkle Farbtöne zur Druckregelung PIC701/702. Die Begrenzungsregelung (xxx701) ist im oberen Kurvenfenster dargestellt, und schafft es, einen Anstieg des Drucks über den oberen Grenzwert von 70 bar zu vermeiden, wobei man den Grenzyklus deutlich erkennt. Die Regelung mit Stellwertauswahl (xxx702) im unteren Kurvenfenster kann den Druckanstieg verhindern ohne eine Grenzyklusschwingung in Kauf zu nehmen.

Im oberen Reglerkreis des Bildes 3-3 erreicht der Druck die obere Warngrenze von 70bar und es kommt zur Umschaltung, so dass der Druckregler das Stellglied übernimmt. Der Regler öffnet das Ventil um den Druck zu senken. Da der Durchflussregler jetzt nachgeführt wird, steigt der Durchfluss deutlich über den Sollwert von 40l/h, ohne dass der Durchflussregler dagegen vorgeht. Wenn der sekundäre Regler eingreifen muss, werden also Regelabweichungen der primären Regelgröße billigend in Kauf genommen. Sobald der Druckregler den Druck unterhalb die Warngrenze gebracht hat übernimmt wieder der Durchflussregler das Stellglied. Da der Durchfluss jetzt zu groß ist drosselt der Durchflussregler das Ventil was wiederum zu einer Druckerhöhung führt und so beginnt das Spiel von Neuem. Es entsteht eine Grenzschiwingung, aber die Gefahr der Zerstörung der Leitung durch zu hohen Druck ist gebannt. Um den Anlagenfahrer nicht mit überflüssigen Meldungen zu überfrachten, muss die Textmeldung zu der Warngrenze, die für die Umschaltlogik der ablösende Regelung verwendet wird, auf jeden Fall deaktiviert werden. Die Textmeldung zur Alarmgrenze kann (soll) freigegeben werden, da der Alarm ja nur dann auftritt, wenn die Ablösung versagt hat.

Im unteren Regelkreis fordert der Druckregler aufgrund derselben Störung einen größeren Stellwert d.h. er will das Ventil weiter öffnen um so den Druck zu senken.

Sobald sein Stellwert größer ist als der des Durchflussreglers übernimmt er das Stellglied und öffnet es. Dadurch wird der Durchfluss größer, was wiederum den Durchflussregler veranlasst eine noch kleinere Stellgröße zu fordern. Auch hier werden also Regelabweichungen der primären Regelgröße in Kauf genommen, sobald der sekundäre Regler das Kommando übernimmt. Der aktuelle Zustand bleibt jedoch erhalten, solange keine größere Störung von außen auftritt, d.h. es entsteht kein Grenzyklus.

### 3.2 Verhalten der Override-Regler bei Druckabfall

Im zweiten Anwendungs-Szenario wird der Druck nach dem Ventil im Sinne einer Störung vermindert indem das Ventil (PressDisv701) um 80% geöffnet wird. (Bild 3-4).

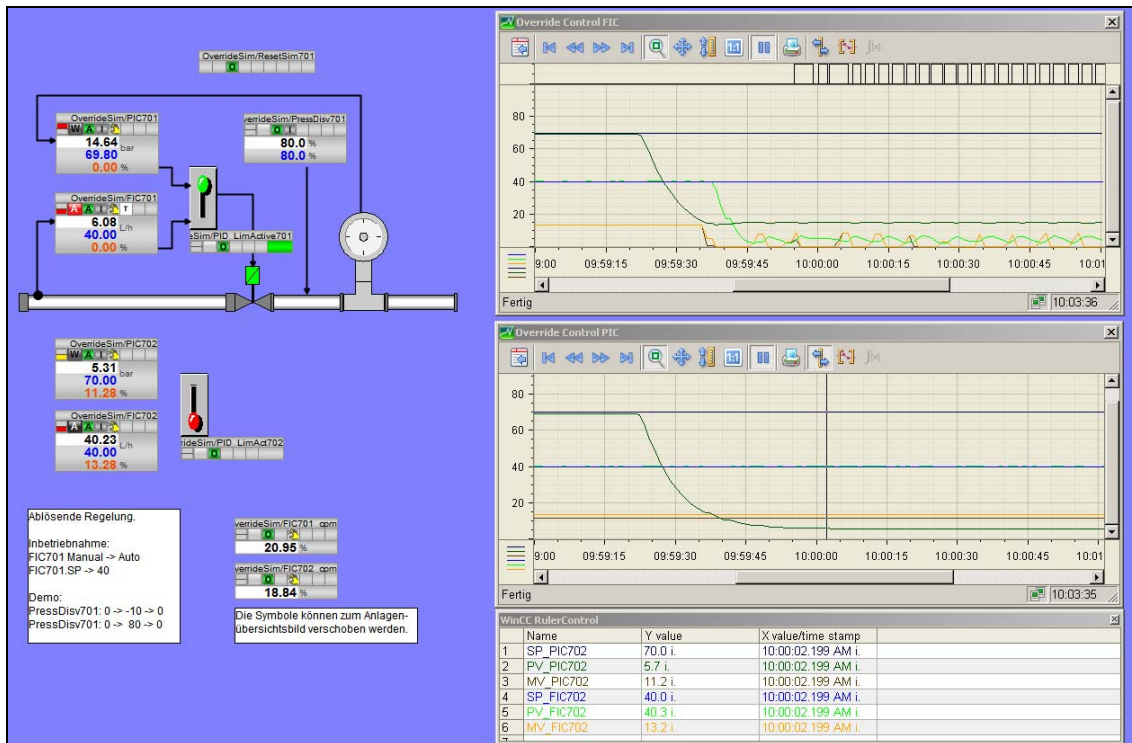


Bild 3-4: Verhalten der Override-Regler bei Druckabfall (ab ca. 9:59 h)

#### Hinweis

Dem Begrenzungsregler im oberen Kurvenfenster gelingt es, den Druck oberhalb des unteren Grenzwerts 15 bar zu halten, während die Regelung mit Stellwertauswahl nichts gegen den Druckabfall unternimmt.

Im oberen Reglerkreis (FIC) des Bild 3-4 erreicht der Druck die untere Warngrenze und es kommt wie im ersten Fall zu einer Dauerschwingung, in diesem Fall an der unteren Druckgrenze. Ein weiteres Abfallen des Drucks unterhalb der Warngrenze kann vermieden werden.

Im unteren Regelkreis (PIC) fordert der Durchflussregler einen bestimmten Stellwert um den geforderten Durchfluss zu halten. Der Druckregler will den Druck durch Schließen des Ventils erhöhen, hat aber keinen Zugriff auf das Stellglied, da der Durchflussregler das größere Stellsignal ausgibt. Der Druckregler kann also nichts gegen den Druckabfall tun. Auch in diesem Fall bleibt der aktuelle Zustand erhalten, solange keine größere Störung von außen auftritt.

## 4 Fazit

Bei einer ablösenden Regelung können verschiedene Umschaltkriterien verwendet werden. Welches Umschaltkriterium zur Anwendung kommt hängt letztendlich vom jeweiligen Anwendungsfall ab.

Eine Begrenzungsregelung mit Auswahl über Istwerte kann die sekundäre Regelgröße nach oben und unten begrenzen, sollte aber nur dann verwendet werden, wenn der sekundäre Regler selten gebraucht wird.

Eine ablösende Regelung mit Stellwertauswahl über Maximum/Minimum kann die sekundäre Regelgröße nur in einer Richtung (entweder nach oben, oder nach unten) begrenzen, vermeidet aber dafür den Grenzyklus beim Ansprechen des sekundären Reglers.

Mit dem PIDConR-Baustein lässt sich eine ablösende Regelung mit Stellwertauswahl besonders elegant realisieren. Diese Art von "override control" ist im angelsächsischen Sprachraum üblich.

## 5 Literaturhinweis

Diese Liste ist keinesfalls vollständig und spiegelt nur eine Auswahl an geeigneter Literatur wieder.

	Themengebiet	Titel
/1/	Advanced Process Library (APL)	Online-Hilfe PCS 7 Advanced Process Library Kapitel: "Templates / Messstellentypen"

Tabelle 5-1

## 6 Historie

Version	Datum	Änderung
V1.0	02.08.2010	Erste Ausgabe

Tabelle 6-1