SIEMENS



Applikationsbeschreibung • 09/2015

PCS 7 Unit Template am Beispiel der Chemischen Industrie "Polymerisationsreaktor"

https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/84061788

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.

Securityhinweise Siemens bietet Produkte und Lösungen mit Industrial Security-Funktionen an, die den sicheren Betrieb von Anlagen, Lösungen, Maschinen, Geräten und/oder Netzwerken unterstützen. Sie sind wichtige Komponenten in einem ganzheitlichen Industrial Security-Konzept. Die Produkte und Lösungen von Siemens werden unter diesem Gesichtspunkt ständig weiterentwickelt. Siemens empfiehlt, sich unbedingt regelmäßig über Produkt-Updates zu informieren.

> Für den sicheren Betrieb von Produkten und Lösungen von Siemens ist es erforderlich, geeignete Schutzmaßnahmen (z. B. Zellenschutzkonzept) zu ergreifen und jede Komponente in ein ganzheitliches Industrial Security-Konzept zu integrieren, das dem aktuellen Stand der Technik entspricht. Dabei sind auch eingesetzte Produkte von anderen Herstellern zu berücksichtigen. Weitergehende Informationen über Industrial Security finden Sie unter http://www.siemens.com/industrialsecurity.

Um stets über Produkt-Updates informiert zu sein, melden Sie sich für unseren produktspezifischen Newsletter an. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter <u>https://support.industry.siemens.com/</u>.

Inhaltsverzeichnis

Gew	/ährleistu	ing und Haftung	2
1	Aufgab	e und Lösung	4
	1.1	Aufgabe	2
	1.2	Lösung	4
	1.2.1	Teilanlage Polymerisationsreaktor	······4
	1.2.2	Beschreibung der Gesamtlösung	4
	1.2.3	Kernfunktionalität	e
	1.2.4	Beschreibung der einzelnen Funktionen	
	1.2.5	Regelungskonzept	؟ ؟ م ه
	1.2.0	Rai-Fileisschema	۲۰ ۱۷
	1.0	Gültigkoit	I 1 ⁄
	1.3.1	Verwendete Komponenten	1 1′
2	Grundl	agen	13
	21	Polymerisation	13
	2.2	Schmelzflussindex (MFI, MFR)	13
3	Aufbau	und Funktionsweise	14
•	3.1	Projektetruktur	1/
	311	Namenskonvention der CFC-Pläne	
	312	Technologische Sicht	12
	3.2	Technische Funktionen und Messstellen	16
	3.3	Edukt-Zugabe (Feed)	17
	3.4	Füllstandsregelung (Level)	27
	3.4.1	Aufbau	27
	3.5	Manteltemperierung (JacketTemp)	29
	3.6	Produkttemperaturregelung (Cooling)	31
	3.7	Druckregelung (Pressure)	33
	3.8	Rühren (Agitation)	34
	3.9	Konzentration und Schmelzflussindex (Product)	35
	3.10	Prozesssimulation (Simulation)	42
	3.11	Schrittketten	45
	3.1Z	Prozesskenndalen (KPI)	41 مر
	3 13 1	Integration von APG	40 ۱۶
	3 13 2	APG-Messstellen (AS)	+c 4۶
	3.13.3	APG-Objekte (OS)	51
4	Starten	des Unit Template	53
	4.1	Vorbereitung	53
	4.2	Inbetriebnahme	54
5	Bedien	ung der Applikation	55
	5.1	Übersicht	55
	5.2	Szenario A – Vorgehen zur Regleroptimierung	55
	5.3	Szenario B – MPC Arbeitspunktoptimierung	59
	5.4	Szenario C – Prozessverlauf mit APG beobachten	63
6	Literatu	urhinweise	66
	6.1	Literaturangaben	66
	6.2	Internet-Link-Angaben	66

1.1 Aufgabe

1 Aufgabe und Lösung

1.1 Aufgabe

Die Standardisierung der Automatisierungstechnik für verfahrenstechnische Anlagen, wie z. B. in der Chemie, ist eine große Herausforderung. Unterschiedliche Prozessschritte und Abläufe, unterschiedliche Apparate und Flexibilität in der Produktion erschweren diese Aufgabe.

Dazu zählt die Strukturierung der Anlage nach dem physikalischen Modell der Norm ISA 106. In dieser sind die unteren vier Ebenen, d. h. Anlage, Teilanlage, Anlagenteil und Einzelsteuereinheit spezifiziert. Eine Anlage besteht immer aus Teilanlagen. Die Teilanlagen wiederum können standardisierte Anlagenteile enthalten, die durch technische Funktionen automatisiert werden.

1.2 Lösung

1.2.1 Teilanlage Polymerisationsreaktor

Ein Polymerisationsreaktor ist ein fester Bestandteil vieler chemischer Prozesse. Polymerisationsreaktoren können sowohl für den kontinuierlichen, wie auch diskontinuierlichen Betrieb mit unterschiedlichen Volumen ausgelegt werden. Die Auswahl eines spezifischen Reaktors erfolgt u. a. anhand typischer Spezifikationen wie:

- Produktionsmenge und Polymerausprägung
- Reaktionsgeschwindigkeiten, Aggregatzustände von Monomeren, Comonomeren und Polymeren
- Viskosität, Thermostabilität

Dieses Applikationsbeispiel enthält einen Polymerisationsreaktor mit Umlaufkühlung für kontinuierlichen Betrieb.

Für den Herstellungsprozess von Polymeren werden dem Reaktor u.a. die Edukte Monomer, Comonomer, Wasserstoff), Katalysator und Cokatalysator hinzugefügt und im Reaktor verrührt. Durch Einsatz eines MPC-Reglers (Model Predictive Control) wird der Herstellungsprozess bzw. die Produktqualität optimiert.

1.2.2 Beschreibung der Gesamtlösung

Das Unit Template "Polymerisationsreaktor" beinhaltet vorgefertigte, vereinheitliche und fertig verschaltete technische Funktionen und Messstellentypen. Von dieser Musterlösung ausgehend können zahlreiche Instanzen mit unterschiedlicher Parametrierung generiert und in angepasster Ausprägung vielfach in Automatisierungslösungen integriert werden. Das PCS 7-Projekt ist Hardwareunabhängig projektiert und kann flexibel in bestehende Projekte eingefügt werden.

Das Unit Template "Polymerisationsreaktor" ist als PCS 7-Multiprojekt folgendermaßen realisiert:

• In der Komponentensicht sind jeweils ein Projekt für das Automatisierungssystem (AS) und ein Projekt für die Operator Station (OS) enthalten.

• In der technologischen Hierarchie ist für jede technische Funktion des Polymerisationsreaktors ein Hierarchieordner angelegt.

Im AS-Projekt sind alle Steuer- und Regelungsfunktionen in Form von CFC-Plänen (Continous Function Chart) realisiert. Außerdem enthält das AS-Projekt einen Hierarchieordner mit Simulationsplänen, die einen Vorgang z. B. die Füllstandänderung innerhalb einer technischen Funktion simulieren.

Alle technischen Funktionen stehen in der Stammdatenbibliothek des Projekts als Messstellentypen zur Verfügung und beinhalten Funktionsbausteine der PCS 7 Advanced Process Library (APL) und der Industry Library (IL).

Das OS-Projekt beinhaltet die Visualisierung des Polymerisationsreaktors mit allen technischen Funktionen und zeigt:

- Einen schematischen Aufbau eines Polymerisationsreaktors
- Die relevanten Kenngrößen (KPI: Key Performance Indicators)
- Die Ablaufsteuerung eines kontinuierlichen Produktionsprozesses

Abgrenzung

Die vorliegende Automatisierungslösung ist für einen Polymerisationsreaktor im kontinuierlichen oder semi-kontinuierlichen Betrieb ausgelegt. Beim semikontinuierlichen Betrieb werden abwechselnd verschiedene Sorten ("Grades") eines Polymers in einem Reaktor hergestellt. Der Sortenwechsel erfordert eine Umstellung der Reaktionsbedingungen bei laufendem Prozess. Eine Automatisierung des Sortenwechsels ist eine besonders anspruchsvolle regelungstechnische Aufgabe. Das Unit Template könnte auch für Batch-Betrieb angepasst werden. Im Batch-Betrieb erfolgen die Vorgaben für Rohstoffmengen und die Produktabführung über eine Rezeptsteuerung. Hierbei ist jedoch zu prüfen, ob Nichtlinearitäten der Prozessdynamik spezielle Anpassungen des Regelungskonzepts erfordern, v. a. für die Anlaufphase der Reaktion.

Der verfahrenstechnische Prozess innerhalb des Polymerisationsreaktors wird im Template nur stark vereinfacht und linearisiert simuliert. Nach Erweiterung der Simulation könnte das Unit-Template auch im Rahmen eines Operator Training Systems eingesetzt werden.

Vorausgesetzte Kenntnisse

Grundlegende Kenntnisse der folgenden Fachgebiete werden vorausgesetzt:

- Projektierung mit SIMATIC PCS 7 und APL
- Kenntnisse der Regelungstechnik
- Grundkenntnisse der Verfahrenstechnik
- Verständnis des Konzepts der technischen Funktionen

1.2.3 Kernfunktionalität

Nachfolgend sind die einzelnen Bestandteile eines Polymerisationsreaktors beschrieben. Der Einstieg erfolgt über das Prozessbild der Visualisierungsoberfläche.





Prozessbild

Das Prozessbild eines Polymerisationsreaktors besteht aus folgenden Bestandteilen:

- Schematische Darstellung der Teilanlage mit zugeführten (links angeordnet) und abgeführten Stoffen (rechts angeordnet)
- Bildbausteine zum Steuern der einzelnen Komponenten (Aggregate)
- SFC für Anlauf und Produktionsbetrieb
- Übersicht relevanter Kenngrößen (Key Performance Indicators) und Betriebsstundenanzeige

Im Prozessbild erhält der Bediener den Überblick über die gesamte Teilanlage und kann die nötigen Bedieneingriffe vornehmen.

1.2.4 Beschreibung der einzelnen Funktionen

Abbildung 1-2



Das Prozessbild des Polymerisationsreaktors besteht aus folgenden Hauptbestandteilen:

- 1. Zufluss von Einsatzstoffen (Edukte)
- 2. Füllstandsregelung über Produktabfluss
- 3. Temperierung (Mantel- und Reaktor-Innentemperatur)
- 4. Druckregelung
- 5. Rührer
- 6. Polymerisationsreaktor

(1) Zufluss von Einsatzstoffen (Edukte)

Über den Zufluss werden die Einsatzstoffe (Edukte) dem Behälter mit definierten Durchflussmengen zugeführt. Für die Zuflussregelung werden unterschiedliche Regelungskonzepte verwendet. Dazu zählen:

- Verhältnisregelung
- Standardregelung
- Mehrgrößenregelung zur Vorgabe von Sollwerten für Edukt-Zuflüssen als Folgeregelungen

(2) Füllstandsregelung über Produktabfluss

Die Durchflussmenge des abfließenden Produkts ist vom Füllstand des Polymerisationsreaktors abhängig und wird so angesteuert, dass der Füllstand im Reaktor konstant bleibt. Bei Füllstandsänderung (wegen der Differenz von Zuflussund Abflussmenge) reagiert der Regler auf die Füllstandsabweichungen und kompensiert diese über das Absenken oder Erhöhen der Abflussmenge.

(3) Temperierung (Mantel- und Produkttemperatur)

Eine Voraussetzung für chemische Reaktionen ist die korrekte Temperatur der Stoffe im Reaktor (Behälter). Aufgrund der Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit und der Exothermie bzw. Endothermie chemischer Reaktionen ist die Temperierung von Reaktoren eine besonders anspruchsvolle Aufgabe. Diese Anforderung wird durch Einsatz eines Rührkesselreaktors mit Mantelkühlung erfüllt. Über den Behältermantel wird die erforderliche Reaktionstemperatur bzw. Reaktionsumgebung eingestellt. Zur Abfuhr der Reaktionswärme der stark exothermen Polymerisation wird zusätzlich ein Teil des Reaktorinhalts durch einen externen Wärmetauscher gepumpt. Dieses Umpumpen ist notwendig, da die Wärmeabfuhr über die Wand zwischen Reaktor und Kühlmantel alleine nicht ausreicht.

Zum schnellen Kühlen (bei exothermer Reaktion) der Reaktionsmasse wird Kühlwasser als Service Medium durch den Wärmetauscher geleitet und dadurch gezielt die durch die Reaktion entstandene Reaktionswärme entzogen. Für endotherme Reaktion muss entsprechend die Wärme der Reaktionsmasse zugeführt werden (in diesem Projekt nicht betrachtet).

Zum Erreichen der vorgegebenen Manteltemperatur wird der Behältermantel mit Heizdampf oder Kühlwasser temperiert Der Behältermantel beeinflusst mit geringer Verzögerung die Temperatur im Inneren des Reaktors.

(4) Druckregelung

Eine Voraussetzung für chemische Reaktionen ist der korrekte Druck im Behälter und eine für die Reaktion optimale Zusammensetzung der Gasphase im Reaktor. Um diese Anforderung zu erfüllen wird mit der Druckregelung ein vorgegebener Behälterdruck eingestellt und möglichst konstant gehalten. Zur Druckerhöhung wird über eine Zuleitung Stickstoff als Inertgas zugeführt, das sich nicht an der chemischen Reaktion beteiligt. Zur Druckverringerung wird ein Auslassventil geöffnet, so dass das Gasgemisch aus dem Behälter entweichen kann.

Bei dieser Regelung handelt es sich um eine Split-Range-Regelung, die auch unabhängig vom Reaktor für andere Aufgabenstellungen einsetzbar ist, bei denen ein Regler zwei Stellglieder ansteuern soll (z. B. Temperaturregelung mit separaten Stellgliedern für Heizen und Kühlen).

(5) Rührer

Der motorbetrieben Rührer hat die Aufgabe die zugeführten Edukte bzw. Komponenten miteinander zu vermischen und eine homogene Verteilung von Stoffkonzentrationen und Temperatur im Reaktor herbeizuführen. Um Defekte am Rührer zu vermeiden, ist der Rührer nach Unterschreiten eines definierten Füllstands zu verriegeln.

(6) Polymerisationsreaktor

Im Polymerisationsreaktor finden die chemischen Reaktionen statt. Die Auswahl und Auslegung des Reaktors erfolgt unter Berücksichtigung von teilweise sehr komplexen verfahrenstechnischen Zusammenhängen.

Dazu zählen unter anderem:

- Reaktionsgemische die eine spezielle Bauform oder Behälterbeschaffenheit voraussetzen
- Zu- und Abflussmengen zur Bestimmung der Reaktorgröße
- Reaktionsablauf in den dafür notwendigen Umgebungsbedingungen (Temperatur, Druck, Vermischung)

Zusätzlich werden die Konzentration verschiedener Stoffe im Reaktor und der Schmelzflussindex des Polymers erfasst und zur Regelung der Durchflüsse und zur Temperaturregelung herangezogen.

Kenngrößen (KPI = Key Performance Indicators)

Folgende Kenngrößen werden gemessen oder errechnet:

- Verweilzeit
- Raum-Zeit-Ausbeute
- Katalysator-Produktivität

Betriebsstundenzähler

Folgende Betriebsstundenzähler sind im Prozessbild enthalten:

- Motor des Rührers
- Pumpe f
 ür Diluent (Edukt)
- Pumpe für das Kühl-/Heizmedium Behältermantel
- Pumpe f
 ür das K
 ühl-/Heizmedium W
 ärmetauscher

1.2.5 Regelungskonzept

Für die Regelung der Konzentration der gasförmigen Stoffe im Reaktor und der Produktqualität (Schmelzflußindex des Polymers) wird ein Mehrgrößenregler (MPC) eingesetzt, der über Sollwertvorgaben für die Zuflüsse (Comonomer, Hydrogen, Katalysator) und Temperatur in den Prozess eingreift.

Wenn in der Anlage messbare Störgrößen vorkommen, die signifikant den Prozess beeinflussen, so können Sie diese zur Störgrößenaufschaltung verwenden.

Für die unterlagerten Regelungen werden PID-Regler "PIDConL" der APL für den Durchfluss Comonomer, Wasserstoff und Katalysator eingesetzt. Alle weiteren Regelungen sind ebenfalls mit PID-Reglern ausgestatten, jedoch als Standard-, Split-Range-, Kaskaden- oder Verhältnisregelungen konzipiert.

1.2.6 R&I-Fließschema

Das folgende Bild zeigt die einzelnen Bestandteile eines Polymerisationsreaktors im Rohrleitungs- und Instrumentierungs-Schema.

Abbildung 1-3



1.3 Hard- und Software-Komponenten

1.3 Hard- und Software-Komponenten

1.3.1 Gültigkeit

Diese Applikation ist gültig für

- SIMATIC PCS 7 V8.0 SP1
- SIMATIC PCS 7 V8.1 SP1

1.3.2 Verwendete Komponenten

Hardware-Komponenten

Tabelle 1-1

Komponente	Hinweis
SIMATIC PCS 7 ES/OS IPC547D W7	Für das PCS 7 V8.0 SP1 Beispielprojekt
SIMATIC PCS 7 ES/OS IPC647D	Für das PCS 7 V8.1 SP1 Beispielprojekt

Hinweis Beachten Sie bei abweichender Hardware die Mindestanforderungen zur Installation der Software-Komponenten. Die Mindestanforderungen finden Sie in der Liesmich von PCS 7.

Standard Software-Komponenten

Tabelle 1-2

Komponente	Hinweis	
S7-PLCSIM	Lizenz ist kein Bestandteil der SIMATIC PCS 7 ES/OS	
APG-Bibliothek	Lizenz ist kein Bestandteil von SIMATIC PCS 7	

1.3 Hard- und Software-Komponenten

Beispieldateien und Projekte

Tabelle 1-3

Komponente	Hinweis
84061788_PolyReactor_DOC_de.pdf	Dieses Dokument
84061788_PolyReactor_PCS7V801.zip	PCS 7 V8.0 SP1 Beispielprojekt
84061788_PolyReactor_APG_PCS7V801.zip	PCS 7 V8.0 SP1 Beispielprojekt mit APG-Prozessbildern
84061788_PolyReactor_APG_PCS7V811.zip	PCS 7 V8.1 SP1 Beispielprojekt mit APG-Prozessbildern

Hinweis Das PCS 7-Beispielprojekt basiert auf der PCS 7 Industry Library (IL) und der PCS 7 Advanced Process Library (APL). Während die APL ein Bestandteil der SIMATIC PCS 7 Engineering-Lizenz ist, müssen Sie für die IL separat eine Engineering-Lizenz und Runtime-Lizenzen erwerben.

Der Download beinhaltet den lizenzpflichtigen Baustein "SimAn". Die Verwendung diesen Bausteins in Ihrer Projektierungsumgebung oder im Prozessbetrieb verpflichtet Sie zum Kauf der PCS 7 Industry Library-Lizenzen.

Die Bestellinformationen erhalten Sie unter folgenden Beitrags-IDs:

- 104206476 (PCS 7 Advanced Process Graphics V8.1)
- 74789158 (PCS 7 Advanced Process Graphics V8.0)
- <u>104206371</u> (PCS 7 Industry Library V8.1)
- <u>68376061</u> (PCS 7 Industry Library V8.0)

2.1 Polymerisation

2 Grundlagen

2.1 Polymerisation

Die Polymerisation ist eine chemische Reaktion, bei denen gleiche oder unterschiedliche Moleküle (genannt auch Monomere) sich zu einer Kette vereinigen, das sogenannte Polymere. Die Reaktion wird durch Radikale initiiert. Die ungesättigten Monomere gliedern sich an die Kette an, bis sie die gewünschte Länge und ggf. auch Vernetzung erlangt hat. Meist werden entsprechende Katalysatoren eingesetzt, die die Reaktion gezielt führen.

Für die Herstellung von Polymer werden typischerweise folgende Edukte eingesetzt: Monomer (im Beispiel Ethan: C_2), Comonomer (im Beispiel Butan: C_4), Wasserstoff (H_2 alle gasförmig), sowie Katalysator und Cokatalysator (Feststoffe).

Synthetische Polymere auf Kohlenstoffbasis:

- Polyethylen (PE)
- Polypropylen (PP)
- Polyketon (PK)
- Polyvinylchlorid (PVC)

Synthetische Polymere auf anderer Basis:

- Silikone, genauer Poly(organo)siloxane
- Melaminharz

Biopolymere:

- Proteine wie Enzyme, Haare, Seide,
- DNS (die Erbsubstanz)
- RNS
- Kohlenhydrate wie Zellulose, Holz, Papier, Stärke, Chitin
- Polyhydroxyalkanoate, die Biopolyester als Energie- und Kohlenstoff-Speicher von Bakterien

2.2 Schmelzflussindex (MFI, MFR)

Der Schmelzfließindex (MFI = Melt Flow Index oder MFR = Melt Flow Rate) beschreibt die Fließfähigkeit (Viskosität) eines Werkstoffes/Materials wie z. B. Polymerschmelze und wird in Masse pro 10 Minuten (g/10 min) angegeben. Dieses Fließverhalten gilt für bestimmte Druck- und Temperaturbedingungen. Der Schmelzflussindex hängt mit der Länge der Polymerketten zusammen und ist damit indirekt auch ein Maß für andere Eigenschaften des Polymers wie z. B. Dichte oder Härte.

Als Spezifikation für ein Polymer ist meistens ein fester MFI des Endproduktes vorgegeben. Eine zu starke Abweichung bedeutet eine ungenügende Qualität.

Alternativ kann kann auch eine Schmelzvolumenfließrate (MVR = Melt Volume Rate, MVI = Melt Volume Index) definiert werden. Diese wird in Volumen pro 10 Minuten (cm³/10 min) angegeben.

3.1 Projektstruktur

3 Aufbau und Funktionsweise

3.1 Projektstruktur

3.1.1 Namenskonvention der CFC-Pläne

Für die Bezeichnung der Messstellen wird eine einheitliche Namenskonvention verwendet, wobei die Funktion nach der Europäische Norm EN 62424 bezeichnet wird. Die folgende Abbildung zeigt, wie eine Messstellenbezeichnung zusammengesetzt ist:

Abbildung 3-1

TIC_Jacket Funktion Bezeichnung T = Temperatur (Erstbuchstabe) I = Anzeige (Folgebuchstabe) C = Regelung (Folgebuchstabe)

Die folgende Tabelle enthält alle in der Applikation verwendeten Buchstaben und deren Bedeutung:

Tabelle 3-1

Erstbuchstabe	Bedeutung		
F	Durchfluss ("Flow")		
L	Füllstand ("Level")		
М	Feuchte ("Moisture")		
Ν	Motor		
Р	Druck ("Pressure")		
Q	Q Menge, Anzahl ("Quantity") oder Qualität		
S	Geschwindigkeit, Drehzahl, Frequenz ("Speed")		
Т	Temperatur ("Temperature")		
Х	Frei wählbarer Erstbuchstabe		
Y	Stellventil		

Tabelle 3-2

Folgebuchstabe	Bedeutung		
С	Regelung, Steuerung ("Control")		
F	Verhältnis ("Fraction")		
Ι	Anzeige ("Indication")		
S	Binäre Steuerungsfunktion oder Schaltfunktion (nicht sicherheitsrelevant) ("Switching")		

3.1.2 Technologische Sicht

Das Unit Template "Polymerisationsreaktor" ist in der technologischen Sicht in zwei Hierarchieebenen realisiert.

Im AS-Projekt ist die erste Hierarchieebene leer und in der unterlagerten Hierarchieebene befinden sich für jede technische Funktion (funktionale Einheit)

3.1 Projektstruktur

des Polymerisationsreaktors jeweils ein Hierarchieordner mit den notwendigen CFC-Plänen und der zugehörigen Prozesssimulation ("Sim_*"-Pläne). Die Simulation kann für den Einsatz an einer realen Anlage entfernt werden.

Die erste Hierarchieebene des OS-Projekts ist ebenfalls leer. Im unterlagerten Hierarchieordner befindet sich das Prozessbild "PolyReactor.pdl" des Polymerisationsreaktors.

In der folgenden Abbildung ist die Struktur des PCS 7-Multiprojekts dargestellt. Abbildung 3-2



3.2 Technische Funktionen und Messstellen

3.2 Technische Funktionen und Messstellen

Das Unit Template "Polymerisationsreaktor" setzt sich zusammen aus vorgefertigten technischen Funktionen und zusätzlichen CFC-Plänen für z. B. die Prozesssimulation. Im PCS 7-Projekt basieren alle Messstellen, wie auch die Messstellen der technischen Funktionen auf Messstellentypen der Stammdatenbibliothek. Die Applikationsbeschreibung "Technische Funktionen für PCS 7 am Beispiel der Chemischen Industrie" und die Beispielprojekte mit den einzelnen technischen Funktionen und Messstellentypen finden Sie unter der Beitrags-ID: <u>53843373</u>.

Das Applikationsbeispiel beinhaltet folgende Bestandteile:

- Edukt-Zugabe (Feed): Regelung der Zuläufe der einzelnen Edukte und Katalysatoren
- Füllstandsregelung (Level): Füllstandsregelung über den Abfluss
- Manteltemperierung (JacketTemp): Regelung der Manteltemperatur
- Produkttemperaturregelung (Cooling): Regelung der Reaktor-Innentemperatur
- Druckregelung (Pressure): Regelung des Behälterdrucks
- Rühren (Agitation): Rühren des Produkts
- Stoffkonzentrationen und Schmelzflussindex (Polymer)
- Schrittkette (SFC) zum Anfahren des Polymerisationsreaktors
- Übergreifende Prozesssimulation (Simulation)
- Prozesskennzahlen (KPI)

In den folgenden Unterkapiteln finden Sie den Aufbau der einzelnen technischen Funktionen, sowie die durchgeführten Erweiterungen und Änderungen gegenüber den ursprünglichen technischen Funktionen und Messstellentypen. Zusätzlich wird der SFC zum Anfahren des Polymerisationsreaktors dokumentiert.

Hinweis Alle notwendigen Beschreibungen, Konfiguration und Vorgehensweise zu den Referenzversionen finden Sie in der Dokumentation unter der Beitrags-ID: <u>53843373</u>. Die Informationen zu den einzelnen technischen Funktionen finden Sie im Kapitel 5 "Technische Funktionen" und zu den Messstellentypen im Kapitel 4 "Einzelsteuerebene".

3.3 Edukt-Zugabe (Feed)

3.3 Edukt-Zugabe (Feed)

Der gesamte Zufluss setzt sich aus mehreren festen oder gasförmigen Edukten zusammen. Die Zufluss-Regelung erfolgt von einer Mehrgrößenregler-Messstelle (Stoffkonzentration), einer Verhältnis-Regelung und einer Standard Durchflussregelung mit festen Sollwertvorgaben durch die Schrittkette.

Aufbau

Zufluss Cocatalyst per Durchflussregelung

Die Durchflussregelung (PID-Regelung) für den Cokatalysator bekommt ihren Sollwert vom SFC. Wie das Monomer, so erhält auch Cokatalysator einen festen Sollwert für den Produktionsbetrieb.

In der folgenden Tabelle erhalten Sie eine Übersicht der Bestandteile und der verwendeten Messstellentypen.

Tabelle 3-3

Bezeichnung	Messstellentyp	Beschreibung
FIC_Cocatalyst	"CTRL_Std4Valve"	Durchflussregelung von Cokatalysator, Sollwert vom SFC
YC_Cocatalyst	"Val_An_Afb1"	Stellventil für "FIC_Cocatalyst"

In der folgenden Abbildung ist der Aufbau mit den planübergreifenden Verschaltungen vereinfacht dargestellt.

Abbildung 3-3



Zufluss per Verhältnisregelung

Zwei Zuflüsse sind mit der technischen Funktion zur Verhältnisregelung "Ratio-Control" realisiert. Diese beinhaltet das Haupt-Edukt Monomer, zu dem das weitere Edukt Diluent in einem spezifizierten (stöchiometrisch sinnvollen) Verhältnis zugeführt wird.

In der folgenden Tabelle erhalten Sie eine Übersicht der Bestandteile.

Та	bel	le	3-	4
	~ • •	•••	-	

Bezeichnung	Technische Funktion/Messstellentyp	Beschreibung
FIC_Monomer	"Ratio-Control"	Durchflussregelung der Hauptkomponente
YC_Monomer	"Ratio-Control"	Stellventil für "FIC_Monomer"
FFIC_Diluent	"Ratio-Control"	Verhältnisregelung der Nebenkomponente im Verhältnis zur Hauptkomponente

3.3 Edukt-Zugabe (Feed)

Bezeichnung	Technische Funktion/Messstellentyp	Beschreibung
YC_Diluent	"Ratio-Control"	Stellventil für "FFIC_Diluent"
NS_PumpDiluent	"MOT_1sp_1fb_1cmStd"	Pumpe für Diluent

In der folgenden Abbildung ist der Aufbau mit den planübergreifenden Verschaltungen vereinfacht dargestellt.

Abbildung 3-4



Zufluss per Mehrgrößenregelung

Der Mehrgrößenregler "XC_Polymer" regelt die Reaktionsbedingungen (Konzentration der Gase im Reaktor) sowie die Qualität des Polymers. Dazu erfasst der Regler die Konzentrationen der Bestandteile C₂, C₄ und H₂ und übergibt seine Stellwerte als externe Sollwerte an die Folgeregler "FIC_Catalyst", "FIC_Hydrogen" und "FIC_Comonomer". Zusätzlich gibt der Mehrgrößenregler auch einen Sollwert für die Reaktortemperatur vor, siehe dazu Abschnitt 3.9.

In der folgenden Tabelle erhalten Sie eine Übersicht der Bestandteile.

Bezeichnung	Messstellentyp	Beschreibung		
FIC_Catalyst	"CTRL_Std4MPC"	Durchflussregelung für Katalysator, angesteuert vom MPC		
YC_Catalyst	"Val_An_Afb1"	Stellventil für "FIC_Catalyst"		
FIC_Hydrogen	"CTRL_Std4MPC"	Durchflussregelung für Wasserstoff, angesteuert vom MPC		
YC_Hydrogen "Val_An_Afb1"		Stellventil für "FIC_Hydrogen"		
FIC_Comonomer	"CTRL_Std4MPC"	Durchflussregelung für Comonomer, angesteuert vom MPC		
YC_Comonomer "Val_An_Afb1"		Stellventil für "FIC_Comonomer"		

Tabelle 3-5

3.3 Edukt-Zugabe (Feed)

In der folgenden Abbildung ist der Aufbau der Mehrgrößenregelung inkl. Aller planübergreifenden Verschaltungen vereinfacht dargestellt. Abbildung 3-5



3.3 Edukt-Zugabe (Feed)

Simulation

Im Simulationsplan "Sim_Feed" wird die Verzögerungszeit, die Prozessverstärkung und auch die Durchflussskalierung für alle Zuflüsse simuliert. Abbildung 3-6



- 1. Verzögerungszeit in Sekunden "Lag_xxxxx", die durch die Trägheit des Stellglieds und auch durch die Zeitkonstante des Durchfluss-Sensors (incl. Tiefpassfilter im Messgerät) entsteht.
- 2. Der Faktor "Gain_xxxx" definiert die Prozessverstärkung.
- 3. Der Faktor "Feed_xxxx" definiert die Skalierung bzw. die Durchflussmenge der Edukte.
- 4. Summierung aller Zuflüsse.

Parametrierung

FIC_Catalyst

Die folgende Tabelle zeigt die Projektierung der Instanz aus "CTRL_Std4MPC. Tabelle 3-6

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
С	Gain	13.5	Regler-Verstärkung
С	ТІ	1.8	Regler-Verzögerung
С	SP_InHiLim	50.0	Maximalwert des internen Setpoint
С	PropFacSP	0.5	P-Anteil in Rückführung
to_MPC	Out		Verschaltung zum Mehrgrößenregler (XC_Polymer\from_CTRL_3.In)
to_Valve	Out		Verschaltung zum Ventil (Steuern) (YC_Catalyst\from_CTRL.In)
from_Valve	In		Verschaltung zum Ventil (Status) (YC_Catalyst\to_CTRL.Out)
Sim	Sim1ActOp.Value	1	Aktivieren des Simulationswerts
Sim	Sim1ValueOp		Verschaltung zum simulierten Prozesswert

3.3 Edukt-Zugabe (Feed)

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
			(Sim_Feed\Gain_Catalyst.Out)
PV	Scale	150.0	Maximalwert des Prozesswerts
PV	PV_InUnit	1324	Einheit des Prozesswerts (kg/h)

FIC_Hydrogen

Die folgende Tabelle zeigt die Projektierung der Instanz aus "CTRL_Std4MPC. Tabelle 3-7

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
С	Gain	22.5	Regler-Verstärkung
С	ТІ	1.4	Regler-Verzögerung
С	SP_InHiLim	50.0	Maximalwert des internen Setpoint
С	PropFacSP	0.5	P-Anteil in Rückführung
to_MPC	Out		Verschaltung zum Mehrgrößenregler (XC_Polymer\from_CTRL_2.In)
to_Valve	Out		Verschaltung zum Ventil (Steuern) (YC_Hydrogen\from_CTRL.In)
from_Valve	In		Verschaltung zum Ventil (Status) (YC_Hydrogen\to_CTRL.Out)
Sim	Sim1ActOp.Value	1	Aktivieren des Simulationswerts
Sim	Sim1ValueOp		Verschaltung zum simulierten Prozesswert (Sim_Feed\Gain_Hydrogen.Out)
PV	Scale	120.0	Maximalwert des Prozesswerts
PV	PV_InUnit	1349	Einheit des Prozesswerts (m ³ /h)

FIC_Comonomer

Die folgende Tabelle zeigt die Projektierung der Instanz aus "CTRL_Std4MPC. Tabelle 3-8

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
С	Gain	5.29	Regler-Verstärkung
С	ТІ	5.372	Regler-Verzögerung
С	SP_InHiLim	180.0	Maximalwert des internen Setpoint
С	PropFacSP	0.5	P-Anteil in Rückführung
to_MPC	Out		Verschaltung zum Mehrgrößenregler (XC_Polymer\from_CTRL_1.In)
to_Valve	Out		Verschaltung zum Ventil (Steuern) (YC_Comonomer\from_CTRL.In)
from_Valve	In		Verschaltung zum Ventil (Status) (YC_Comonomer\to_CTRL.Out)
Sim	Sim1ActOp.Value	1	Aktivieren des Simulationswerts
Sim	Sim1ValueOp		Verschaltung zum simulierten Prozesswert (Sim_Feed\Gain_Comonomer.Out)
PV	Scale	500.0	Maximalwert des Prozesswerts

3.3 Edukt-Zugabe (Feed)

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
PV	PV_InUnit	1324	Einheit des Prozesswerts (kg/h)

FIC_Monomer

Die Messstelle hat folgende abweichende Projektierung gegenüber der Verhältnisregelung "Ratio-Control".

Tabelle 3-9

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
С	Gain	0.618	Regler-Verstärkung
С	ТΙ	7.211	Regler-Verzögerung
С	SP_InHiLim	8000.0	Maximalwert des internen Setpoint
			Verschaltung zum simulierten Prozesswert
Sim	Sim1ValueOp		(Sim_Feed\Gain_Monomer.Out)
PV	Scale	8000.0	Maximalwert des Prozesswerts
PV	PV_InUnit	1324	Einheit des Prozesswerts (kg/h)

FFIC_Diluent

Die Messstelle hat folgende abweichende Projektierung gegenüber der Verhältnisregelung "Ratio-Control".

Tabelle 3-10

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
С	Gain	0.2	Regler-Verstärkung
С	ТΙ	1.0	Regler-Verzögerung
С	SP_InHiLim	150.0	Maximalwert des internen Setpoint
Ratio	RatioInt	0.01	Interner Verhältniswert
Ratio	RatioExt	0.007105	Externer Verhältniswert
Ratio	RatHiLim	1.0	Oberer Verhältniswert
Ratio	RatioOpScale	1.0	Skalierung des Verhältniswerts für den Operator
Ratio	OutHiLim	150.0	Oberer Grenzwert für den Ausgabewert
Sim	Sim1ValueOp		Verschaltung zum simulierten Prozesswert (Sim_Feed\Gain_Diluent.Out)
PV	Scale	150.0	Maximalwert des Prozesswerts
PV	PV_InUnit	1349	Einheit des Prozesswerts (m ³ /h)

FIC_Cocatalyst

Die folgende Tabelle zeigt die Projektierung der Instanz aus "CTRL_Std4Valve. Tabelle 3-11

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
С	Gain	23.0	Regler-Verstärkung

3.3 Edukt-Zugabe (Feed)

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
С	TI	9.0	Regler-Verzögerung
С	SP_InHiLim	4.0	Maximalwert des internen Setpoint
to_Valve	Out		Verschaltung zum Ventil (Steuern) (YC_Cocatalyst\from_CTRL.In)
from_Val ve	In		Verschaltung zum Ventil (Status) (YC_Cocatalyst\to_CTRL.Out)
Sim	Sim1ActOp. Value	1	Aktivieren des Simulationswerts
Sim	Sim1ValueO p		Verschaltung zum simulierten Prozesswert (Sim_Feed\Gain_Cocatalyst.Out)
PV	Scale	4.0	Maximalwert des Prozesswerts
PV	PV_InUnit	1324	Einheit des Prozesswerts (kg/h)

YC_Catalyst

Die Ventil-Messstelle "YC_Catalyst" steuert die Durchflussmenge (Öffnen des Zuflusses) zum Behälter. Die Messstelle enthält Kommunikationsbausteine zum Datenaustausch (Steuersignale und Steuerbefehle) mit der Regler-Messstelle.

Der Ventilbaustein "V" erhält einen externen Stellwert (über einen Kommunikationsbaustein) von der Regler-Messstelle. Beide Kanalbausteine im Teilplan "B" (Rbk und MV) erhalten in einer Simulationsumgebung den gleichen Wert (Stellwert des Ventilbausteins (Teilplan "A", Blatt 1)) über den vorgeschalteten Simulationsbaustein, d. h. eine Verzögerung zwischen Ventilansteuerung und Ventilbewegung wird nicht simuliert.

Die folgende Tabelle zeigt die Projektierung der Instanz aus "Val_An_Afb1". Tabelle 3-12

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
v	M∨		Verschaltung zur Simulation (Sim_Feed\Lag_Catalyst.In)
v	ER_AH_En (unsichtbar)	0	Abschaltung der Alarm-Meldung bei maximaler Ventilöffnung
v	ER_AL_En (unsichtbar)	0	Abschaltung der Alarm-Meldung bei minimaler Ventilöffnung
from_CTRL	In		Verschaltung zum Regler (FIC_Catalyst\to_Valve.Out)
to_CTRL	Out		Verschaltung zum Regler (FIC_Catalyst\from_Valve.In)
Sim	Sim1ActOp.Value	1	Simulation des Rücklesewerts aktivieren
Sim	Sim1ValueOp		Verschaltet mit der Simulation des Rücklesewerts vom Ventil (YC_Catalyst\V.MV)
Sim	Sim2ActOp.Value	1	Simulation des Stellwerts aktivieren
Sim	Sim2ValueOp		Verschaltung mit der Simulation des Stellwerts vom Ventil (YC_Catalyst\V.MV)

3.3 Edukt-Zugabe (Feed)

YC_Hydrogen

Die Ventil-Messstelle "YC_Hydrogen" steuert die Durchflussmenge (Öffnen des Zuflusses) zum Behälter. Die Messstelle enthält Kommunikationsbausteine zum Datenaustausch (Steuersignale und Steuerbefehle) mit der Regler-Messstelle.

Der Ventilbaustein "V" erhält einen externen Stellwert (über einen Kommunikationsbaustein) von der Regler-Messstelle. Beide Kanalbausteine im Teilplan "B" (Rbk und MV) erhalten in einer Simulationsumgebung den gleichen Wert (Stellwert des Ventilbausteins (Teilplan "A", Blatt 1)) über den vorgeschalteten Simulationsbaustein, d. h. eine Verzögerung zwischen Ventilansteuerung und Ventilbewegung wird nicht simuliert.

Die folgende Tabelle zeigt die Projektierung der Instanz aus "Val_An_Afb1". Tabelle 3-13

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
V	MV		Verschaltung zur Simulation (Sim_Feed\Lag_Hydrogen.In)
v	ER_AH_En (unsichtbar)	0	Abschaltung der Alarm-Meldung bei maximaler Ventilöffnung
v	ER_AL_En (unsichtbar)	0	Abschaltung der Alarm-Meldung bei minimaler Ventilöffnung
from_CTRL	In		Verschaltung zum Regler (FIC_Hydrogen\to_Valve.Out)
to_CTRL	Out		Verschaltung zum Regler (FIC_Hydrogen\from_Valve.In)
Sim	Sim1ActOp.Value	1	Simulation des Rücklesewerts aktivieren
Sim	Sim1ValueOp		Verschaltet mit der Simulation des Rücklesewerts vom Ventil (YC_Hydrogen\V.MV)
Sim	Sim2ActOp.Value	1	Simulation des Stellwerts aktivieren
Sim	Sim2ValueOp		Verschaltung mit der Simulation des Stellwerts vom Ventil (YC_Hydrogen\V.MV)

YC_Comonomer

Die Ventil-Messstelle "YC_Comonomer" steuert die Durchflussmenge (Öffnen des Zuflusses) zum Behälter. Die Messstelle enthält Kommunikationsbausteine zum Datenaustausch (Steuersignale und Steuerbefehle) mit der Regler-Messstelle.

Der Ventilbaustein "V" erhält einen externen Stellwert (über einen Kommunikationsbaustein) von der Regler-Messstelle. Beide Kanalbausteine im Teilplan "B" (Rbk und MV) erhalten in einer Simulationsumgebung den gleichen Wert (Stellwert des Ventilbausteins (Teilplan "A", Blatt 1)) über den vorgeschalteten Simulationsbaustein, d. h. eine Verzögerung zwischen Ventilansteuerung und Ventilbewegung wird nicht simuliert.

Die folgende Tabelle zeigt die Projektierung der Instanz aus "Val_An_Afb1".

Tabelle 3-14

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
V	MV		Verschaltung zur Simulation (Sim_Feed\Lag_Comonomer.In)
V	ER_AH_En (unsichtbar)	0	Abschaltung der Alarm-Meldung bei maximaler Ventilöffnung

3.3 Edukt-Zugabe (Feed)

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
V	ER_AL_En (unsichtbar)	0	Abschaltung der Alarm-Meldung bei minimaler Ventilöffnung
from_CTRL	In		Verschaltung zum Regler (FIC_Comonomer\to_Valve.Out)
to_CTRL	Out		Verschaltung zum Regler (FIC_Comonomer\from_Valve.In)
Sim	Sim1ActOp.Value	1	Simulation des Rücklesewerts aktivieren
Sim	Sim1ValueOp		Verschaltet mit der Simulation des Rücklesewerts vom Ventil (YC_Comonomer\V.MV)
Sim	Sim2ActOp.Value	1	Simulation des Stellwerts aktivieren
Sim	Sim2ValueOp		Verschaltung mit der Simulation des Stellwerts vom Ventil (YC_Comonomer\V.MV)

YC_Monomer

Die Messstelle hat folgende abweichende Projektierung gegenüber der Verhältnisregelung "Ratio-Control".

Tabelle 3-15

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
V	MV		Verschaltung zur Simulation (Sim_Feed\Lag_Monomer.In)
v	ER_AH_En (unsichtbar)	0	Abschaltung der Alarm-Meldung bei maximaler Ventilöffnung
V	ER_AL_En (unsichtbar)	0	Abschaltung der Alarm-Meldung bei minimaler Ventilöffnung

YC_Cocatalyst

Die Ventil-Messstelle "YC_Cocatalyst" steuert die Durchflussmenge (Öffnen des Zuflusses) zum Behälter. Die Messstelle enthält Kommunikationsbausteine zum Datenaustausch (Steuersignale und Steuerbefehle) mit der Regler-Messstelle.

Der Ventilbaustein "V" erhält einen externen Stellwert (über einen Kommunikationsbaustein) von der Regler-Messstelle. Beide Kanalbausteine im Teilplan "B" (Rbk und MV) erhalten in einer Simulationsumgebung den gleichen Wert (Stellwert des Ventilbausteins (Teilplan "A", Blatt 1)) über den vorgeschalteten Simulationsbaustein, d. h. eine Verzögerung zwischen Ventilansteuerung und Ventilbewegung wird nicht simuliert.

Die folgende Tabelle zeigt die Projektierung der Instanz aus "Val_An_Afb1". Tabelle 3-16

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
v	MV		Verschaltung zur Simulation (Sim_Feed\Lag_Cocatalyst.In)
v	ER_AH_En (unsichtbar)	0	Abschaltung der Alarm-Meldung bei maximaler Ventilöffnung
V	ER_AL_En	0	Abschaltung der Alarm-Meldung bei minimaler Ventilöffnung

3.3 Edukt-Zugabe (Feed)

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
	(unsichtbar)		
from_CTRL	In		Verschaltung zum Regler (FIC_Cocatalyst\to_Valve.Out)
to_CTRL	Out		Verschaltung zum Regler (FIC_Cocatalyst\from_Valve.In)
Sim	Sim1ActOp.Value	1	Simulation des Rücklesewerts aktivieren
Sim	Sim1ValueOp		Verschaltet mit der Simulation des Rücklesewerts vom Ventil (YC_Cocatalyst\V.MV)
Sim	Sim2ActOp.Value	1	Simulation des Stellwerts aktivieren
Sim	Sim2ValueOp		Verschaltung mit der Simulation des Stellwerts vom Ventil (YC_Cocatalyst\V.MV)

YC_Diluent

Die Ventil-Messstelle "YC_Diluent" steuert die Durchflussmenge (Öffnen des Zuflusses) zum Behälter. Die Messstelle enthält Kommunikationsbausteine zum Datenaustausch (Steuersignale und Steuerbefehle) mit der Regler-Messstelle.

Der Ventilbaustein "V" erhält einen externen Stellwert (über einen Kommunikationsbaustein) von der Regler-Messstelle. Beide Kanalbausteine im Teilplan "B" (Rbk und MV) erhalten in einer Simulationsumgebung den gleichen Wert (Stellwert des Ventilbausteins (Teilplan "A", Blatt 1)) über den vorgeschalteten Simulationsbaustein, d. h. eine Verzögerung zwischen Ventilansteuerung und Ventilbewegung wird nicht simuliert.

Zusätzlich ist die Ventil-Messstelle mit der Pumpe "NS-PumpDiluent" verschaltet. Erst wenn das Ventil öffnet, wird die Verriegelung der Pumpe aufgehoben und die Pumpe kann gestartet werden.

Die folgende Tabelle zeigt die Projektierung der Instanz aus "Val_An_Afb1". Tabelle 3-17

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
v	MV		Verschaltung zur Simulation und Pumpe (Sim_Feed\Lag_Cocatalyst.In) (NS_PumpDiluent\OperatingRange.In)
v	ER_AH_En (unsichtbar)	0	Abschaltung der Alarm-Meldung bei maximaler Ventilöffnung
v	ER_AL_En (unsichtbar)	0	Abschaltung der Alarm-Meldung bei minimaler Ventilöffnung
from_CTRL	In		Verschaltung zum Regler (FIC_Cocatalyst\to_Valve.Out)
to_CTRL	Out		Verschaltung zum Regler (FIC_Cocatalyst\from_Valve.In)
Sim	Sim1ActOp.Value	1	Simulation des Rücklesewerts aktivieren
Sim	Sim1ValueOp		Verschaltet mit der Simulation des Rücklesewerts vom Ventil (YC_Cocatalyst\V.MV)
Sim	Sim2ActOp.Value	1	Simulation des Stellwerts aktivieren
Sim	Sim2ValueOp		Verschaltung mit der Simulation des Stellwerts vom Ventil (YC_Cocatalyst\V.MV)

3.4 Füllstandsregelung (Level)

NS_PumpDiluent

Das Ansteuern der Pumpe erfolgt im CFC "NS_PumpDiluent" auf Basis des Messstellentyps "MOT_1sp_1fb_1cm__Std". Der Messstellentyp ist ein Bestandteil der Stammdatenbibliothek.

Die Pumpe wird über SFC angesteuert und wird betrieben, sobald das nachgelagerte Stellventil "YC_Diluent" geöffnet ist ($MV \ge 1\%$). Ist das Stellventil geschlossen, so ist die Verriegelung der Pumpe aktiv.

3.4 Füllstandsregelung (Level)

Die Füllstandsregelung erfolgt über den Produktablauf und ist mit der technischen Funktion "Level-Control" realisiert. Im Simulationsplan wird die Füllstandsberechnung durchgeführt. Der Reaktor dient als Puffer und ermöglicht dadurch einen möglichst kontinuierlichen Produktabfluss. Dazu wird in der Regler-Messstelle eine Totzone definiert.

3.4.1 Aufbau

Der PID-Regler erfasst den Füllstand aus dem Simulationsplan und regelt abhängig vom vorgegebenen Füllstand die Durchflussmenge des Ablaufs. Beim Unterschreiten eines Füllstands von unter 30 % des Reaktors wird die Verriegelung des Rührers aktiv (Rührer "Agitation"). In der folgenden Tabelle erhalten Sie eine Übersicht der Bestandteile.

Tabelle 3-18

Bezeichnung	Tech. Funktion / Messstellentyp	Beschreibung
LIC_Reactor	"Level-Control"	Füllstandsregelung
YC_Polymer	"Level-Control"	Stellventil für den Produktablauf
NS_PumpReactor	"MOT_1sp_1fb_1cmStd"	Pumpe zum Fördern des Reaktorinhalts

Simulation "Sim_Level"

Im Simulationsplan "Sim_Level" wird der Füllstand ausgehend der Differenz aus allen Zuflüssen und dem Abfluss errechnet.

Abbildung 3-7



3.4 Füllstandsregelung (Level)

- 1. Verzögerungszeit von 4 Sekunden, die durch die Trägheit des Stellglieds und die Zeitkonstante des Durchfluss-Sensors entsteht.
- 2. Der Verstärkungsfaktor für die Simulation der Prozessverstärkung.
- 3. Der Skalierungsfaktor (negativer Zufluss) für die Abflussmenge des Polymers.
- 4. Summierung aller Zuflüsse inklusive Abfluss.
- 5. Füllstandsbegrenzung durch Anhalten der Integration
- 6. Integrieren der Zufluss-Summe
- 7. Füllstandswert mit aufaddiertem Rauschsignal
- 8. Weißes Rauschsignal als Simulation für Messrauschen.

Parametrierung

LIC_Reactor

Tabelle 3-19

Die Messstelle hat folgende abweichende Projektierung gegenüber der technischen Funktion "Level-Control".

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
С	Gain	1.5	Regler-Verstärkung
С	ТΙ	100.0	Regler-Verzögerung
С	DeadBand	5.0	Breite der Totzone
С	SP_InHiLim	100.0	Oberer Grenzwert des inneren Sollwerts
С	PV_Out		Verschaltung zu (Agitation\\NS_StirringMotor\OperatingRange.In) (NS_PumpReactor\OperatingRange.In)
Sim	Sim1ValueOp		Verschaltung zum simulierten Prozesswert (Sim_Level\Noise_Level.Out)
PV	Scale	100.0	Maximalwert des Prozesswerts
PV	PV_InUnit	1342	Einheit des Prozesswerts in %

YC_Polymer

Die Messstelle hat folgende abweichende Projektierung gegenüber der technischen Funktion "Level-Control".

Tabelle 3-20

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
V	MV		Verschaltung zur Simulation (Sim_Level\Lag_Polymer.In)

NS_PumpReactor

Das Ansteuern der Pumpe erfolgt im CFC "NS_PumpReactor" auf Basis des Messstellentyps "MOT_1sp_1fb_1cm__Std". Der Messstellentyp ist ein Bestandteil der Stammdatenbibliothek.

Die Pumpe wird über SFC angesteuert und wird betrieben, sobald der Füllstand ansteigt (Füllstand > 0%). Ist der Reaktor leer, so ist die Verriegelung der Pumpe aktiv.

3.5 Manteltemperierung (JacketTemp)

3.5 Manteltemperierung (JacketTemp)

Die mit der technischen Funktion "Split-Range-Temperature" realisierte Manteltemperierung bietet die Voraussetzung für eine passende Reaktionsumgebung. Zusätzlich wird zum Umpumpen der Mantelflüssigkeit der Messstellentyp "MOT_1sp_1fb_1cm__Std" eingesetzt. Im Simulationsplan findet die Temperaturberechnung statt.

Aufbau

Der PID-Regler erfasst die Temperatur des Mantels und erhöht oder verringert entsprechend der SFC-Temperaturvorgabe die Manteltemperatur durch die Service-Medien Heizdampf oder Kühlwasser.

In der folgenden Tabelle erhalten Sie eine Übersicht aller Bestandteile.

Tabelle 3-21

Bezeichnung	Tech. Funktion / Messstellentyp	Beschreibung
TIC_Jacket	"Split-Range-Temperature"	Folgeregler für die Splitt-Range-Regelung mit einer Stellgröße und zwei Stellgliedern
YC_Jacket_C	"Split-Range-Temperature"	Stellventil für Heizdampf
YC_Jacket_H	"Split-Range-Temperature"	Stellventil für Kühlwasser
NS_PumpJacket	"MOT_1sp_1fb_1cmStd"	Pumpe (z. B. Strömungspumpe) zum kontinuierlichen Umpumpen der Mantelflüssigkeit

Hinweis

Peis Die Anzeige-Messstellen und die Regler-Messstelle des Führungsreglers "TIC_Temp" der technischen Funktion "Split-Range-Temperature" werden hier nicht benötigt und sind deshalb kein Bestandteil dieser Lösung. Aus diesem Grund wurden die Kommunikationsbausteine "to_Master" und "from_Master" in der Regler-Messstelle "TIC_Jacket" gelöscht. Die fehlenden Messstellen und Verschaltungen haben keine Auswirkung auf die Funktionalität und werden nicht gesondert beschrieben.

Simulation Sim_JacketTemp

Der CFC-Plan "Sim_JacketTemp" (Bestandteil der technischen Funktion "Split-Range-Temperature") wurde um den Simulationsteil des Wärmetauschers ("TempLevel"-Bautein) reduziert und enthält ein zusätzliches Rauschsignal. Die folgende Abbildung zeigt den Aufbau und Ablauf der Simulation.

© Siemens AG 2015 All rights reserved

3.5 Manteltemperierung (JacketTemp)



- 1. Erzeugen eines Rauschsignals (Prozessverhalten)
- 2. Addieren des Rauschsignals auf den Temperaturwert des Reaktormantels und umgebungsbedingter Temperaturabfall (0.001 Grad Celsius)

NS_PumpJacket

Das Ansteuern der Pumpe erfolgt im CFC "NS_PumpJacket" auf Basis des Messstellentyps "MOT_1sp_1fb_1cm__Std". Der Messstellentyp ist ein Bestandteil der Stammdatenbibliothek.

Hinweis Für folgende Fälle kann eine Verriegelung der Pumpe durchgeführt (projektiert) werden:

- bei ausgeschalteten Regler
- Erkennen einer Leckage im Mantel

Parametrierung

Die Temperaturregelung über den Reaktormantel ist für einen autarken Betrieb konfiguriert. Da in diesem Beispiel keine Einwirkungen von anderen Anlagenteilen simuliert werden und der Regler eine schnelle Reaktion aufweist, sind für dieses Beispiel keine Änderungen durchzuführen.

3.6 Produkttemperaturregelung (Cooling)

3.6 **Produkttemperaturregelung (Cooling)**

Die Temperaturregelung wird zur Wärmeabfuhr der Reaktionswärme eingesetzt. Um der entstehenden Reaktionswärme entgegen zu wirken, wird ständig ein Teil des Reaktorinhalts durch den externen Wärmetauscher gepumpt und über ein Service-Medium, z. B. Kühlwasser, gekühlt. Die Temperaturführung ist mit der technischen Funktion "Temperature-Flow-Cascade" realisiert.

Aufbau

Dem Führungsregler der Kaskadenregelung wird die Soll-Temperatur der Polymerschmelze als externer Sollwert vom Mehrgrößenregler "XC_Polymer" vorgegeben. Der Führungsregler "TIC_Polymer" gibt dem Folgeregler "FIC_ServMedium" die Durchflussmenge des Service-Mediums als externen Sollwert vor.

In der folgenden Tabelle erhalten Sie eine Übersicht aller Bestandteile.

Tabelle 3-22

Bezeichnung	Tech. Funktion	Beschreibung
TIC_Polymer	"Temperature-Flow-Cascade"	Führungsregler zur Regelung der Temperatur
FIC_ServMedium	"Temperature-Flow-Cascade"	Folgeregler für die Durchflussregelung
YC_ServMedium	"Temperature-Flow-Cascade"	Stellventil für das Kühlmedium

Simulation

Im Simulationsplan wird die Durchflussmenge des Kühlwassers zum Wärmetauscher simuliert. In der Prozesssimulation "Sim_Reactor" wird wiederum der Temperaturverlauf (Temperaturanstieg durch den chemischen Prozess und die Abkühlung durch das Service Medium) simuliert.

Abbildung 3-9



- 1. Verzögerungszeit von 4 Sekunden, die durch die Trägheit des Stellglieds, als auch durch die Zeitkonstante des Durchfluss-Sensors entsteht.
- 2. Der Verstärkungsfaktor für die Simulation der Prozessverstärkung.

Parametrierung

TIC_Polymer

Die Messstelle hat einen zusätzlichen Baustein "to_MPC" zur Verbindung an die Mehrgrößenregler-Messstelle "XC_Polymer". Für die Regelung wird der Stellwert der Mehrgrößenregler-Messstelle als externer Sollwert verwendet.

Der Baustein "to_MPC ("ComStruln") Übergibt Steuerbefehle des PID-Reglers ("SP_InHiOut", "SP_InLoOut", "PV_Out", "CascaCut", "PV_UnitOut") an den MPC-Regler.

3.6 Produkttemperaturregelung (Cooling)

Die Messstelle hat folgende abweichende Projektierung gegenüber der technischen Funktion "Temperature-Flow-Cascade". Tabelle 3-23

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
С	NegGain	1	Negative Reglerverstärkung
С	Gain	2.0	Regler-Verstärkung
С	ТΙ	20.0	Regler-Verzögerung
С	SP_InHiLim	90.0	Maximalwert des internen Setpoint
Connector	SP_Ext		Stellwert vom Mehrgrößenregler (XC_Polymer\ConnMPC.MV4Out)
ComStruIn			Eingefügt als "to_MPC", zum Übertragen von Steuersignalen an die Mehrgrößenregler-Messstelle
to_MPC	Out		Verschaltung zur Mehrgrößer-Messstelle (XC_Polymer\from_CTRL_4.In)
to_MPC	ReStru1		Verschaltung zum Maximalwert des internen Setpoint (TIC_Polymer\C.SP_InHiOut)
to_MPC	ReStru2		Verschaltung zum Minimalwert des internen Setpoint (TIC_Polymer\C.SP_InLoOut)
to_MPC	ReStru3		Verschaltung zum Prozesswert (TIC_Polymer\C.PV_Out)
to_MPC	BoStru1		Verschaltung zum Kaskadensignal (TIC_Polymer\C.CascaCut)
to_MPC	Int1		Verschaltung zur Einheit des Prozesswerts (TIC_Polymer\C.PV_UnitOut)
Sim	Sim1ValueOp		Verschaltung zum simulierten Prozesswert (Process\Simulation\Sim_Reactor\Temp_Polymer.Out)
PV	Scale	120.0	Maximalwert des Prozesswerts

FIC_ServMedium

Die Messstelle hat folgende abweichende Projektierung gegenüber der technischen Funktion "Temperature-Flow-Cascade".

Tabelle 3-24

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
С	Gain	2.769	Regler-Verstärkung
С	ТΙ	1.639	Regler-Verzögerung
С	SP_InHiLim	400.0	Maximalwert des internen Setpoint
PV	Scale	400.0	Maximalwert des Prozesswerts
PV	PV_InUnit	1349	Einheit des Prozesswerts (m ³ /h)

3.7 Druckregelung (Pressure)

3.7 Druckregelung (Pressure)

Die Druckregelung ist mit der technischen Funktion "Split-Range-Pressure" realisiert. Im Simulationsplan findet die Druckberechnung statt.

Aufbau

Der PID-Regler erfasst den Behälterdruck aus dem Simulationsplan und führt abhängig vom vorgegebenen Wert eine Druckerhöhung mit Stickstoff oder Druckverringerung (Entlüftung) durch. In der folgenden Tabelle erhalten Sie eine Übersicht der Bestandteile.

Tabelle 3-25

Bezeichnung	Tech. Funktion / Messstellentyp	Beschreibung
PIC_Pressure	"Split-Range-Pressure"	Regler für die Splitt-Range-Regelung mit einer Stellgröße und zwei Stellgliedern
YC_Nitrogen	"Split-Range-Pressure"	Stellventil für die Zufuhr von Nitrogen
YC_Exhaust	"Split-Range-Pressure"	Stellventil für die Entlüftung

Da die Druckregelung nicht im Fokus der Applikation steht und keine Einflüsse durch Füllstandsänderung oder Leckage simuliert werden, bleibt die Simulation und die Projektierung unverändert.

Hinweis In den CFC "YC_Nitrogen" und YC_Exhaust" sind in den Bausteinen "V" das Feature-Bit 25 aktiviert.

3.8 Rühren (Agitation)

3.8 Rühren (Agitation)

Aufbau

Der Rührer vermischt die Edukte im Reaktor. Dieser wird vom Anlagenfahrer oder über eine Schrittkette ein- oder ausgeschaltet. Beim Unterschreiten eines Füllstands von 30 % des Reaktors wird die Verriegelung des Rührers aktiv. In der folgenden Tabelle erhalten Sie eine Übersicht der Bestandteile.

Tabelle 3-26

Bezeichnung	Tech. Funktion / Messstellentyp	Beschreibung	
NS_StirringMotor	"MOT_1sp_1fb_1cmStd"	Rührermotor	

NS_StirringMotor

Das Ansteuern des Rührers erfolgt im CFC "NS_StirringMotor" auf Basis des Messstellentyps "MOT_1sp_1fb_1cm__Std". Dieser Messstellentyp wird für Motoren mit konstanten Drehzahlen eingesetzt und ist ein Bestandteil der Stammdatenbibliothek. Zusätzlich wurde zur Verriegelung bei Füllstandsunterschreitung der "Limit"-Baustein "OperatingRange" im Teilplan "A", Blatt 2 eingefügt.

Die folgende Tabelle zeigt die Projektierung der Instanz aus "MOT_1sp_1fb_1cm_Std".

Tabelle 3-27

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
OperatingRange	OutHiLim	30	Grenzwert zur Meldung der Füllstandsüberschreitung
OperatingRange	OutHiAct		Verschaltung zur Verriegelung (Intlock.In01)

3.9 Konzentration und Schmelzflussindex (Product)

Die Mehrgrößenregelung regelt die Konzentrationen von Wasserstoff, Comonomer und Monomer (Reaktionsbedingungen) sowie den Schmelzflussindex (MFI) als Maß für die Produktqualität. Dazu gibt der Regler seine Stellwerte als externe Sollwerte für die Folgeregelungen Durchfluss Comonomer, Durchfluss Wasserstoff, Durchfluss Katalysator und Reaktor-Temperatur vor.

Zusätzlich wird die in der Prozesssimulation berechnete Dichte in einer eigener Messstelle angezeigt.

Die Produktqualität ist bei einem Polymerisationsreaktor nicht direkt im Reaktor messbar, sondern wird durch Laborproben ermittelt. Ein Soft-Sensor berechnet daher die beiden wichtigsten Kenngrößen der Produktqualität: den Melt Flow Index und die Dichte des Polymers. Dieser Soft-Sensor beruht auf einem physikalischen Modell. Da der Sensor speziell für eine konkrete Applikation entwickelt werden muss, ist er kein Bestandteil dieser Musterlösung.

In der folgenden Tabelle erhalten Sie einen Überblick über die Bestandteile.

Tabelle 3-28

Bezeichnung	Messstellentyp	Beschreibung	
XC_Product	"CTRL_MPC"	Mehrgrößenregler als Führungsregler	
QI_MFI	"AMON_Connect"	Messstelle zur Anzeige des Schmelzflussindexes	
QI_H2fraction	"AMON_Connect"	Messstelle zur Anzeige des H2-Konzentration	
QI_C4fraction	"AMON_Connect"	Messstelle zur Anzeige des C4-Konzentration	
QI_C2fraction	"AMON_Connect"	Messstelle zur Anzeige des C2-Konzentration	
QI_Density	"AMON_Std"	Messstelle zur Anzeige der Polymerdichte	

In der folgenden Abbildung ist der Aufbau mit den plan übergreifenden Verschaltungen vereinfacht dargestellt.

Abbildung 3-10



Simulation





Im Simulationsplan "Sim_Reactor" wird in jedem Blatt eine Prozessgröße berechnet. Für jede Prozessgröße sind Arbeitspunkte, Verzögerungen und Wechselwirkungen definiert. Das dynamische Modell beschreibt Abweichungen von den Arbeitspunkten für die jeweilige Prozessgröße.

Eine Beschreibung der Simulation finden Sie im Kapitel "<u>Prozesssimulation</u> (<u>Simulation</u>)".

Parametrierung

XC_Polymer

Für die Regelung mit der Mehrgrößenregler-Messstelle "XC_Polymer" werden die folgenden Variablen verwendet und verschaltet.

CVs (Controlled Variables, Regelgrößen):

- H2fraction
- C4fraction
- C2fraction
- MFI

MVs (Manipulated Variables, Sollwerte für unterlagerte Folgeregler):

- Durchflussmenge des Eduktes Comonomer
- Durchflussmenge des Eduktes Wasserstoffs
- Durchflussmenge des Katalysators
- Temperatur im Inneren des Reaktors

Die Messstelle enthält Kommunikationsbausteine zur Anbindung von Folgereglern und zur Anzeige von Regelgrößen und ist eine Instanz des Messstellentyps "CTRL_MPC".

Hinweis Der Messstellentyp "CTRL_MPC" ist für drei Stell- und Regelgrößen ausgelegt. Beim Reaktor werden vier Stell- und Regelgrößen benötigt, weshalb die Bausteine "MV4_TrkOn", "from_CTRL_4", "to_Indicate_4", "PV4", "Sqrt4" hinzuprojektiert wurden.

Tabelle 3-29

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
MPC	MV1Man	138.0	Stellwert in Handbetrieb
MPC	MV2Man	21.6 Stellwert in Handbetrieb	
MPC	MV3Man	30.6	Stellwert in Handbetrieb
MPC	MV4Man	85.5	Stellwert in Handbetrieb
MPC	MV1HiLim		Sichtbar geschaltet und verschaltet mit (from_CTRL_1.ReStru1)
MPC	MV1LoLim		Sichtbar geschaltet und verschaltet mit (from_CTRL_1.ReStru2)
MPC	DB_No	18	DB-Nummer mit Reglerdaten
MPC	Restart	1	Neustart und Übernahme der Daten aus dem DB
MPC	CV4_Unit	g / 10min	Die benutzerspezifische Einheit wurde in der Zeile "CV4_Unit" und Spalte "Unit" der Objekteigenschaften des MPC eingetragen
SP10ptHiLim	In2	0.5	SP1 Obergrenze für MPC-Optimierung
SP10ptLoLim	In2	-0.5	SP1 Untergrenze für MPC-Optimierung
SP20ptHiLim	In2	0.1	SP2 Obergrenze für MPC-Optimierung
SP30ptLoLim	In2	-0.1	SP2 Untergrenze für MPC-Optimierung
SP30ptHiLim	In2	1.0	SP3 Obergrenze für MPC-Optimierung
SP30ptLoLim	ln2	-1.0	SP3 Untergrenze für MPC-Optimierung
SP40ptHiLim	ln2	0.1	SP4 Obergrenze für MPC-Optimierung
SP40ptLoLim	ln2	-0.1	SP4 Untergrenze für MPC-Optimierung
ConnMPC	MV1Out		Stellwert für den Comonomer-Durchfluss (Feed\\FIC_Comonomer\Connector.SP_Ext)
ConnMPC	MV2Out		Stellwert für den Wasserstoff-Durchfluss (Feed\\FIC_Hydrogen\Connector.SP_Ext)
ConnMPC	MV3Out		Stellwert für den Katalysator-Durchfluss (Feed\\FIC_Catalyst\Connector.SP_Ext)
ConnMPC	MV4Out		Stellwert für die Produkttemperatur (AirSupply\\FIC_HotAir\Connector.SP_Ext)
from_CTRL_1	In		Verschaltung von der Comonomer- Messstelle (Feed\\FIC_Comonomer\to_MPC.Out)
from_CTRL_2	In		Verschaltung von der Wasserstoff-Messstelle (Feed\\FIC_Hydrogen\to_MPC.Out)
from_CTRL_3	In		Verschaltung von der Katalysator-Messstelle (Feed\\FIC_Catalyst\to_MPC.Out)

3.9 Konzentration und Schmelzflussindex (Product)

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
from_CTRL_4	In		Verschaltung von der Produkttemperatur- Messstelle (Cooling\\TIC_Polymer\to_MPC.Out)
to_Indicate_1	Out		Verschaltung zur H2-Anteil-Anzeige (Product\\QI_H2fraction\from_CTRL.In)
to_Indicate_2	Out		Verschaltung zur C4-Anteil-Anzeige (Product\\QI_C4fraction\from_CTRL.In)
to_Indicate_3	Out		Verschaltung zur C2-Anteil-Anzeige (Product\\QI_C2fraction\from_CTRL.In)
to_Indicate_4	Out		Verschaltung zur Flussindex-Anzeige (Product\\QI_MFI\from_CTRL.In)
Sim	Sim1ActOp.Value	1	Aktivieren der Simulation
Sim	Sim1ValueOp		Verschaltung zur simulierten Produkttemperatur (Process\Simulation\Sim_Reactor\V_Hydrog en.Out)
Sim	Sim2ActOp.Value	1	Aktivieren der Simulation
Sim	Sim2ValueOp		Verschaltung zur simulierten Produktfeuchte (Process\Simulation\Sim_Reactor\P_part_Co Mo.Out)
Sim	Sim3ActOp.Value	1	Aktivieren der Simulation
Sim	Sim3ValueOp		Verschaltung zur simulierten Produktfeuchte (Process\Simulation\Sim_Reactor\V_Monom er.Out)
Sim	Sim4ActOp.Value	1	Aktivieren der Simulation
Sim	Sim4ValueOp		Verschaltung zur simulierten Produktfeuchte (Process\Simulation\Sim_Reactor\MFI.Out)
PV1	Scale	50.0	Maximalwert des Prozesswerts
PV1	PV_InUnit	1562	Einheit des Prozesswerts (%vol)
PV2	Scale	4.0	Maximalwert des Prozesswerts
PV2	PV_InUnit	1562	Einheit des Prozesswerts (%vol)
PV3	PV_InUnit	1562	Einheit des Prozesswerts (%vol)
PV4	Scale	2.5	Maximalwert des Prozesswerts
PV4	PV_InUnit	0	Einheit des Prozesswerts

Hinweis Ist ein Sollwertbereich (Regelbereich eines Folgereglers) kleiner 0 oder größer 100, so muss der entsprechende Stellbereich an den MPC Eingangsparametern "MVxHiLim" und "MVxLoLim" angepasst werden oder zusätzlich mit dem Kommunikationsbaustein "from_CTRL_x" und den Parametern oberer Stellbereich "ReStru1" und unterer Stellbereich "ReStru2" verbunden werden.

Hinweis Die Mehrgrößenregler-Inbetriebnahme wurde Anhand der Applikationsbeschreibung "Wirbelschichttrockner - Entwurf eines Prädiktivreglers mit Arbeitspunktoptimierung" durchgeführt. Sie finden das Beispiel unter der Beitrags-ID: <u>61926069</u>. Vor der Regleroptimierung ist es wichtig, eine Anregung für jeden Stellwert (MPC in Betriebsart "Hand") durchzuführen und abzuwarten, bis die Anregung auf alle Prozesswerte abgeschlossen wurde.

QI_H2fraction

Die Anzeige-Messstelle wird zum Anzeigen und Überwachen der Konzentration von Wasserstoff (H2) für die Mehrgrößenregler-Messstelle verwendet. Vom Bediener können Alarm- und Warn-Grenzwerte eingestellt werden.

Die folgende Tabelle zeigt die Projektierung der Instanz aus "AMON_Connect". Tabelle 3-30

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung	
from_CTRL	In		Verschaltung zur Regelgröße der Mehrgrößenreglers (XC_Polymer\to_Indicate_1.Out)	

QI_C4fraction

Die Anzeige-Messstelle wird zum Anzeigen und Überwachen der Konzentration von Comonomer (C4) der Mehrgrößenregler-Messstelle verwendet. Vom Bediener können Alarm- und Warn-Grenzwerte eingestellt werden.

Die folgende Tabelle zeigt die Projektierung der Instanz aus "AMON_Connect". Tabelle 3-31

Baustein	Anschluss	Wert	t Verwendung	
from_CTRL	In		Verschaltung zur Regelgröße der Mehrgrößenreglers (XC_Product\to_Indicate_2.Out)	

QI_C2fraction

Die Anzeige-Messstelle wird zum Anzeigen und Überwachen der Konzentration von Monomer (C2) der Mehrgrößenregler-Messstelle verwendet. Vom Bediener können Alarm- und Warn-Grenzwerte eingestellt werden.

Die folgende Tabelle zeigt die Projektierung der Instanz aus "AMON_Connect". Tabelle 3-32

Baustein	Anschluss	Wert Verwendung	
from_CTRL	In		Verschaltung zur Regelgröße der Mehrgrößenreglers (XC_Product\to_Indicate_3.Out)

QI_MFI

Die Anzeige-Messstelle wird zum Anzeigen und Überwachen des Schmelzfussindexes (MFI) der Mehrgrößenregler -Messstelle verwendet. Vom Bediener können Alarm- und Warn-Grenzwerte eingestellt werden.

Die folgende Tabelle zeigt die Projektierung der Instanz aus "AMON_Connect". Tabelle 3-33

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
from_CTRL	In		Verschaltung zur Regelgröße der Mehrgrößenreglers (XC_Product\to_Indicate_4.Out)
I	PV_Unit	g / 10min	Die benutzerspezifische Einheit wurde in der Zeile "PV_Unit" und Spalte "Unit" der Objekteigenschaften eingetragen

QI_Density

Die Anzeige-Messstelle wird zum Anzeigen und Überwachen der Polymerdichte verwendet. Die Dichte wird in der Prozesssimulation errechnet und nur zur Anzeige verschaltet. Vom Bediener können Alarm- und Warn-Grenzwerte eingestellt werden.

Die folgende Tabelle zeigt die Projektierung der Instanz aus "AMON__Std". Tabelle 3-34

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
Sim	Sim1ActOp	1	Aktivieren des Simulationswerts
Sim	Sim1ValueOp		Verschaltung zum simulierten Prozesswert (Process\Simulation\\Sim_Reactor\Density.Out)
PV	Scale	1000.0	Maximalwert des Prozesswerts
PV	PV_InUnit	1097	Einheit des Prozesswerts (kg/m ³)

3.10 Prozesssimulation (Simulation)

3.10 **Prozesssimulation (Simulation)**

Der CFC-Plan "Sim_Reactor" beinhaltet diejenigen Teile des Simulationsmodells, die nicht nur einen einzelnen Anlagenteil beschreiben, sondern übergreifenden Charakter haben. Die Aufgabe der Prozesssimulation besteht darin, die Funktionsweise des Polymerisationsreaktors, insbesondere in Bezug auf die Regelungsfunktionen des Mehrgrößenreglers zu verstehen oder vorführen zu können. Es besteht nicht der Anspruch, das reale physikalische Verhalten eines bestimmten Reaktors genau nachzubilden.

Für die Prozesssimulation wird eine Matrix linearer dynamischer Übertragungsfunktionen als Modell eingesetzt. Das Prozessmodell ist ein 6x4-Mehrgrößensystem, wobei der Einfluss jeder Eingangsgröße auf jede Ausgangsgröße durch eine separate Teilübertragungsfunktion simuliert wird. Das Modell beschreibt das zeitliche Verhalten von Abweichungen des Prozesses vom Arbeitspunkt. Die Prozesssimulation läuft im Zeitraffer ab, d. h. 100 mal schneller als Echtzeit.

Hinweis Im CFC-Plan "Presettings" lässt sich der Zeitraffer einstellen, wie auch die Verzögerungen zurücksetzten und auch das Prozessrauschen aktivieren oder deaktivieren.

Weiterhin können für jede Prozessgröße die Arbeitspunkte, Verzögerungszeiten und Totzeiten parametriert werden. Die Teilübertragungsfunktionen sind mit unterschiedlichen dynamischen Modellen (PT₁, PT₂ oder PT₃-Verhalten) realisiert. Jede Teilübertragungsfunktion erhält den jeweiligen Differenzwert aus dem vordefinierten Arbeitspunkt und dem aktuellen Wert der Eingangsvariablen und gibt diesen entsprechend seiner Übertragungsfunktion am Ausgang aus. Am Ende wird für jede Prozessausgangsgröße yi der dazugehörige Arbeitspunkt addiert.

Hinweis Alle PT_n-Übertragungsfunktionen sind nach dem gleichen Prinzip als Plan in Plan aufgebaut, wobei nur die benötigten Funktionsteile aktiviert sind. Eine Übertragungsfunktion beinhaltet drei nacheinander geschaltete Verzögerungsglieder und ein Verstärkungsglied. Zusätzlich kann ein Rauschen auf das Ausgangssignal aufaddiert werden

3.10 Prozesssimulation (Simulation)

In der folgenden Abbildung ist das Prozessmodell mit den entsprechenden Bezeichnungen dargestellt.

			Eingangs	größen	
		Feed	Feed	Feed	Feed
		Comonomer	Hydrogen	Catalyst	ServMedium
c	MFI	y1u1	y1u2	y1u3	y1u4
olse	Density	y2u1	y2u2	y2u3	y2u4
sgr	V_Monomer	y3u1	y3u2	y3u3	y3u4
ang	P_part_CoMo	y4u1	y4u2	y4u3	y4u4
nsg	V_Hydrogen	y5u1	y5u2	y5u3	y5u4
∢	Temp_Polymer	y6u1	y6u2	y6u3	y6u4

Abbildung 3-12: Teilübertragungsfunktionen des Prozessmodells

Die Prozessgrößen "MFI" (Schmelzflussindex), "V_Monomer" (Konzentration des Monomers), "P_part_CoMo" (Konzentration des Comonomers) und "V_Hydrogen" (Konzentration des Wasserstoffs) sind für die Mehrgrößenregelung notwendig. Die Prozessgröße "Temp_Polymer" wird für die Regelung der Polymertemperatur im Reaktor verwendet, und "Density" zur Anzeige der Polymerdichte.

Hinweis Die Nummerierung der Prozessgrößen stimmt nicht mit der Nummerierung der Regelgrößen des MPC überein, sondern entspricht der Anordnung im CFC-Plan.

Die folgende Abbildung zeigt den Simulationsblock (Plan-in-Plan) von Blatt 1 für die Berechnung des MFI (Schmelzflussindex). In jedem Blatt werden in gleicher Form mit unterschiedlichen Parametern unterschiedliche Prozesswerte berechnet. Abbildung 3-13



3.10 Prozesssimulation (Simulation)

1. Berechnung des MFI

An diesem Baustein wird der MFI berechnet. Unter jedem verbundenen Parameter ist der zugehörige Arbeitspunkt angegeben, wie auch die Verzögerungen (TPx_x), Totzeit (DeadTime) und die Verstärkung (Gain_x). Im Baustein werden für jeden verschalteten Stellwert (Comonomer, Wasserstoff, Katalysator und Kühlwasser zum Wärmetauscher) in einzelnen Übertragungsfunktionen die Abweichungen auf den Arbeitspunkt berechnet, zusammenaddiert und am Ausgang ausgegeben.

2. Prozessrauschen

An diesem Baustein wird eine künstliche Störung in Form einer Schwankung am Baustein erzeugt. Diese Störung wird, wie auch alle weiteren Störungen der Prozesssimulation zentral im CFC "Presettings" aktiviert.

3. Ausgangswert

An diesem Baustein wird der Prozesswert, falls aktiviert, mit aufaddierten Prozessrauschen ausgegeben.

3.11 Schrittketten

3.11 Schrittketten

Zur Beginn der Produktion wird die Anlage leer gefahren, der Reaktor mit Stickstoff gespült und danach in den Produktionsbetrieb geführt indem die einzelnen Anlagenkomponenten ihre Arbeitspunkte anfahren.

Hinweis Die Stoffzusammensetzung und Viskosität des zu Beginn des Anlaufvorgangs erzeugten Produktes entspricht nicht den vorgegebenen Kriterien, so dass erst nach einigen Minuten die gewünschte bzw. voreingestellte Produktqualität geliefert wird.

Schrittketten unterstützen den Anlagenfahrer beim An- und Abfahren einer Anlage oder bei Störungen.

Beim Anfahren wird der Prozess in den definierten Arbeitspunkt gebracht. Die Regler sind auf den spezifischen Arbeitspunkt optimiert und werden beim Erreichen des Arbeitspunkt in den Automatikbetrieb geschaltet. In diesem Beispiel wird nach Annäherung an die vorgegebene Produktqualität (Konzentration und Schmelzflussindex) die Regelung vom Mehrgrößenregler übernommen.

Im SFC lassen sich unterschiedliche Verhalten und Fahrweisen realisieren. Im Beispielprojekt ist der SFC "StartReactor" zum automatischen Anfahren ohne Benutzerinteraktion projektiert. Nach Anfahren wird die Steuerung im Automatikmodus an den Benutzer übergeben, der dann z. B. einzelne Sollwerte bestimmen kann.

Folgende Ablaufketten sind Bestandteile des SFC und werden nachfolgend beschrieben:

- Vorbereitung (PREPARING)
- Anfahren (STARTUP)
- Normalbetrieb (RUNNING)

Die SFC sind für die für Simulation ausgelegt und für reale Anlagen nur als Anhaltspunkt zu verstehen, d.h. siemüssen für den Einsatz an realen Anlagen ggf. modifiziert werden.

Vorbereitung (PREPARING)

Beim Starten des Polymerisationsreaktors wird zu Beginn die Ablaufkette (Sequenz) "PREPARING" ausgeführt, welche die Teilanlage in einen produktionsfreien Betrieb führt. Dazu werden alle Zuflüsse gestoppt, der Reaktor entleert und mit Stickstoff gespült.

Die Betriebsarten aller Regler mit Ausnahme der Druck- und Füllstandregelung wechseln zu Automatik und werden nachgeführt auf den Stellwert "0".

Hinweis Zum Bestimmen der Sollwert- und Betriebsartenauswahl wurde die notwendige Parametrierung inkl. der schematischen Darstellungen aus dem Funktionshandbuch "SIMATIC Prozessleitsystem PCS 7 PCS 7 Advanced Process Library V8.0 SP1" verwendet. Im Funktionshandbuch unter der Beitrags-ID: <u>68154793</u> finden Sie neben Informationen zu Betriebsarten und Sollwertauswahl auch weitere detaillierte Informationen zu allen Parameter der APL-Bausteine.

3.11 Schrittketten

Die Druckregelung und Füllstandregelung erhalten externe Sollwerte.

Anfahren (STARTUP)

Die Ablaufkette "STARTUP" folgt auf die Ablaufkette "PREPARING". Während der Anfahrphase wird die Teilanlage aus dem Analgenstillstand (keine Produktion) auf einem Betrieb in ihrem Normalzustand vorbereitet. Dazu erhalten alle Regler externe Sollwerte und das Nachführen wird aufgehoben.

Folgende Schritte werden in der Ablaufkette durchgeführt:

- 1. Temperierung des Reaktormantels auf 20°C
- 2. Reaktorfüllstand (Sollwert) von 60%
- 3. Einstellen der MPC-Sollwerte (Konzentrationen und Schmelzflussindex) und Stellwerte für das Nachführen.
- 4. Sollwertvorgabe für alle Zuflüsse und Produkttemperatur. Alle MPC-Folgeregler erhalten interne Sollwerte, während die restlichen Regler externe Sollwerte erhalten. Zusätzlich wird die Diluent-Pumpe aktiviert.
- Nach Erreichen eines Füllstands von 30% werden die restlichen Pumpen und der Rührer aktiviert. Zusätzlich erhält der Behälter eine Sollwertvorgabe für den Behälterdruck.
- Nach Erreichen der vorgegebenen Prozessgrößen (Konzentrationen und Schmelzfließindex) wechselt der MPC in die Betriebsart Automatik und alle Folgeregler verwenden den externen Sollwert (Stellwert des MPC) zur Regelung.

Hinweis Der MPC wird in Automatik genommen, solange die unterlagerten Regler noch mit internem Sollwert laufen. Dadurch werden alle MPC-Ausgänge auf die korrekten Werte aus den Folgeregelkreisen nachgeführt. Danach werden die unterlagerten Regler auf externen Sollwert umgeschaltet und der MPC geht dadurch kanalweise stoßfrei von Nachführen in Automatik über.

Normalbetrieb (RUNNING)

In der Ablaufkette "RUNNING" findet eine Freigabe zur Bedienung aller Regler und Aggregate statt. Dazu werden folgende Parameter geändert:

- für PID-Regler: "ModLiOp" = 0" und "SP_LiOp" = 0
- für MPC-Regler: "ModLiOp" = 0
- für Aggregate (Pumpe und Rührer): "ModLiOp" = 0

Nach dem erfolgreichen Ausführen der Ablaufkette kann der Operator neue Sollwerte für die Regler vorgeben.

Hinweis Die Sollwerte der Folgeregler von Kaskadenregelungen können aufgrund der vordefinierten Programmlogik nicht verändert werden. An den Ratio-Bausteinen können Sie die Zuflüsse und damit die Sollwerte der Folgeregler der Verhältnisregelung individuell anpassen.

3.12 Prozesskenndaten (KPI)

3.12 Prozesskenndaten (KPI)

Der CFC-Plan "KPI" beinhaltet Kennzahlen, die den Bediener über die Performance des Prozesses informieren. Folgende Kennzahlen werden berechnet und in der Visualisierung angezeigt:

1. Blatt Verweilzeit (ResidenceTime): Die Verweilzeit berechnet sich aus dem Quotient von Reaktionsvolumen zu austretendem Volumenstrom. Dabei wird das Reaktionsvolumen aus dem normierten Füllstand berechnet. Der

austretende Volumenstrom $\dot{V}_{\text{Pr}oduct,out}$ entspricht dem Produktabfluss des Füllstandregelkreises.

$$\tau = \frac{l \times V}{100\% \times V_{Product,out}}$$

2. Blatt Raum-Zeit-Ausbeute (SpaceTimeYield): Die Raum-Zeit-Ausbeute beschreibt das Verhältnis der einströmenden Massenströme der Edukte \dot{m}_{Fin}

zu dem Gesamtvolumen des Reaktors V_R . Da in der Simulation die Zuflüsse teilweise als Massen- und teilweise als Volumenströme vorliegen, ergibt sich für diesen Anwendungsfall folgende Beziehung.

$$RZA = \frac{m_{E,in}}{V_R}$$
$$\dot{m}_{E,in} = \dot{m}_{Comonomer,in} + \dot{m}_{Monomer,in} + \dot{m}_{Catalyst,in} + \rho_{Hydrogen} \times \dot{V}_{Hydrogen,in}$$

3. Blatt Katalysator-Produktivität (CatProductivity): Die Katalysator-Produktivität *KA* ergibt sich aus dem Verhältnis des abfließenden Massenstroms des Produktes $\dot{m}_{\text{Product out}}$ zu dem zufließenden Massenstrom des Katalysators

 $m_{Catalyst,in}$. Die Dichte des Produktes wird dabei vom Simulationsmodell berechnet:

 $\rho_{\text{Product}} = y_2$ (Siehe auch Prozesssimulation (Simulation)).

$$KA = \frac{\dot{m}_{\text{Pr}oduct,out}}{\dot{m}_{Catalyst,in}} = \frac{\rho_{\text{Pr}oduct} \cdot V_{\text{Pr}oduct,out}}{\dot{m}_{Catalyst,in}}$$

Hinweis Der Wert für die Katalysator-Produktivität ist an den Produktabfluss gekoppelt und ändert sich mit der Stellgröße des Abflussventils. Durch den voreingestellten Verstärkungsfaktor kommt es bei Stellwertänderungen zu starken Schwankungen des Wertes. In der Praxis werden nicht die kurzfristige Schwankungen, sondern langfristige Änderungen des zeitlichen Mittelwerts der Katalysator-Produktivität bevorzugt.

3.13 Aufgabenbezogene Übersichtsbilder mit APG

3.13 Aufgabenbezogene Übersichtsbilder mit APG

Mit PCS 7 Advanced Process Graphics werden die Prozessbilder übersichtlicher und auf das Wesentliche reduziert dargestellt und sind intuitiv bedienbar. Der Fokus liegt in der Betrachtung der relevanten Prozessgrößen innerhalb der Arbeitsbereiche.

3.13.1 Integration von APG

Die Integration von APG erfolgt in zwei Schritten:

- 1. Einfügen und parametrieren von APG-Bausteinen in den Messstellen (AS)
- 2. Platzieren und verschalten von APG-Objekten (OS)

3.13.2 APG-Messstellen (AS)

Im Projekt werden zwei Unterschiedliche Bereichsdarstellungen (ViewMode) eingestellt. Die Bargraphen im Level 2-Prozessbild zeigen den Prozesswert in der Differenz-Darstellung, während im Level 1-Prozessbild die Bargraphen den Wert in der Absoluten-Darstellung anzeigen.

Regler-Messstellen

Alle Regler-Messstellen des Polymerisationsreaktors enthalten eine Instanz des APG Connector-Bausteins im Teilplan "A" "Blatt 1" und sind alle folgendermaßen verschaltet und parametriert:

Tabelle 3-33	Tabel	le	3-35
--------------	-------	----	------

Anschluss	Wert	Verwendung
BockType	2	Darstellung passend zum "PIDConL"-Baustein
ViewMode	1	Absolute Darstellung (Wertbereich)
ViewRange	4	Anzeige des Arbeitsbereichs
ReadPointer		Verbunden mit "C.Status2"

Für die Grenzen der HMI-Instanzen sind folgende Werte konfiguriert: Tabelle 3-36

Messstelle	Anschluss	Wert	Verwendung
FIC_Catalyst	PV_OH_Li	40.0	Obere Grenze des Arbeitsbereichs
FIC_Catalyst	PV_OL_Li	15.0	Untere Grenze des Arbeitsbereichs
FIC_Cocatalyst	PV_OH_Li	2.5	Obere Grenze des Arbeitsbereichs
FIC_Cocatalyst	PV_OL_Li	0.0	Untere Grenze des Arbeitsbereichs
FIC_Hydrogen	PV_OH_Li	35.0	Obere Grenze des Arbeitsbereichs
FIC_Hydrogen	PV_OL_Li	15.0	Untere Grenze des Arbeitsbereichs

Hinweis Grundlegende Informationen zur APG, zur Erweiterung eines bestehenden PCS 7-Projekts um APG und zur Projektierung erhalten Sie in der Applikationsbeschreibung "Integration von Advanced Process Graphics in SIMATIC PCS 7" unter der Beitrags-ID: <u>89332241</u>.

3.	13	Aufgabenbezogene	Übersichtsbilder mit	APG

Messstelle	Anschluss	Wert	Verwendung
FIC_Comonomer	PV_OH_Li	200.0	Obere Grenze des Arbeitsbereichs
FIC_Comonomer	PV_OL_Li	100.0	Untere Grenze des Arbeitsbereichs
FIC_Monomer	PV_OH_Li	6300.0	Obere Grenze des Arbeitsbereichs
FIC_Monomer	PV_OL_Li	5700.0	Untere Grenze des Arbeitsbereichs
FFIC_Diluent	PV_OH_Li	48.0	Obere Grenze des Arbeitsbereichs
FFIC_Diluent	PV_OL_Li	15.0	Untere Grenze des Arbeitsbereichs
LIC_Reactor	PV_OH_Li	80.0	Obere Grenze des Arbeitsbereichs
LIC_Reactor	PV_OL_Li	45.0	Untere Grenze des Arbeitsbereichs
PIC_Reactor	PV_OH_Li	9.0	Obere Grenze des Arbeitsbereichs
PIC_Reactor	PV_OL_Li	6.0	Untere Grenze des Arbeitsbereichs
TIC_Polymer	PV_OH_Li	90.0	Obere Grenze des Arbeitsbereichs
TIC_Polymer	PV_OL_Li	80.0	Untere Grenze des Arbeitsbereichs
FIC_ServMedium	PV_OH_Li	110.0	Obere Grenze des Arbeitsbereichs
FIC_ServMedium	PV_OL_Li	70.0	Untere Grenze des Arbeitsbereichs
TIC_Jacket	PV_OH_Li	22.0	Obere Grenze des Arbeitsbereichs
TIC_Jacket	PV_OL_Li	18.0	Untere Grenze des Arbeitsbereichs

Anzeige-Messstellen

Alle Anzeige-Messstellen "QI_xxxxx" enthalten zwei Instanzen des APG Connector-Bausteins im Teilplan "A" "Blatt 1". Die Instanz "HMI" zur Absolut-Darstellung des Prozesswertes und die Instanz "HMI_2" zur Differenz-Darstellung. Die Messstellen sind folgendermaßen verschaltet und parametriert:

Tabell	e 3-37
--------	--------

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
HMI HMI_2	BockType	1	Darstellung passend zum "PIDConL"-Baustein
HMI	ViewMode	1	Absolute Darstellung (Wertbereich)
HMI_2	ViewMode	2	Differenz Darstellung (Wertbereich)
HMI HMI_2	ViewRange	4	Anzeige des Arbeitsbereichs
HMI HMI_2	ReadPointer		Verbunden mit "C.Status2"

Für die Grenzen der "HMI" und "HMI_2" Instanzen sind für jede Messstelle die gleichen folgenden Werte konfiguriert:

le	3.	-38
•••	-	~~
	le	le 3-

Messstelle	Anschluss	Wert	Verwendung
QI_MFI	PV_OH_Li	2.5	Obere Grenze des Arbeitsbereichs
QI_MFI	PV_OL_Li	1.0	Untere Grenze des Arbeitsbereichs
QI_C2fraction	PV_OH_Li	68.5	Obere Grenze des Arbeitsbereichs
QI_C2fraction	PV_OL_Li	60.0	Untere Grenze des Arbeitsbereichs
QI_C4fraction	PV_OH_Li	1.8	Obere Grenze des Arbeitsbereichs

3.13 Aufgabenbezogene Übersichtsbilder mit APG

Messstelle	Anschluss	Wert	Verwendung
QI_C4fraction	PV_OL_Li	1.0	Untere Grenze des Arbeitsbereichs
QI_H2fraction	PV_OH_Li	29.0	Obere Grenze des Arbeitsbereichs
QI_H2fraction	PV_OL_Li	24.0	Untere Grenze des Arbeitsbereichs
QI_Density	PV_OH_Li	950.0	Obere Grenze des Arbeitsbereichs
QI_Density	PV_OL_Li	940.0	Untere Grenze des Arbeitsbereichs

KPI-Messstelle

Die Messstelle "KPI" enthält drei Instanzen des APG Connector-Bausteins zur Anzeige der Prozesskenngrößen Verweilzeit (HMI_ResTime), Raum-Zeit-Ausbeute (HMI_STY) und Katalysator-Produktivität (HMI_CatProduct). Die Messstelle ist folgendermaßen verschaltet und parametriert:

Tabelle 3-39

Baustein	Anschluss	Wert	Verwendung
HMI_ResTime	BockType	1	Darstellung passend zum "MonAnL"- Baustein
HMI_ResTime	ViewMode	1	Absolute Darstellung (Wertbereich)
HMI_ResTime	ViewRange	4	Anzeige des Arbeitsbereichs
HMI_ResTime	ReadPointer		Verbunden mit "ResidenceTime.Status2"
HMI_ResTime	DispRatio	0.6	Verhältnis von Anzeige zur ViewRange
HMI_ResTime	PV_OH_Li	0.6	Obere Grenze des Arbeitsbereichs
HMI_ResTime	PV_OL_Li	0.01	Untere Grenze des Arbeitsbereichs
HMI_STY	BockType	1	Darstellung passend zum "MonAnL"- Baustein
HMI_STY	ViewMode	1	Absolute Darstellung (Wertbereich)
HMI_STY	ViewRange	4	Anzeige des Arbeitsbereichs
HMI_STY	ReadPointer		Verbunden mit "SpaceTimeYield.Status2"
HMI_STY	DispRatio	0.6	Verhältnis von Anzeige zur ViewRange
HMI_STY	PV_OH_Li	180.0	Obere Grenze des Arbeitsbereichs
HMI_STY	PV_OL_Li	100.0	Untere Grenze des Arbeitsbereichs
HMI_CatProduct	BockType	1	Darstellung passend zum "MonAnL"- Baustein
HMI_CatProduct	ViewMode	1	Absolute Darstellung (Wertbereich)
HMI_CatProduct	ViewRange	4	Anzeige des Arbeitsbereichs
HMI_CatProduct	ReadPointer		Verbunden mit "CatProductivity.Status2"
HMI_CatProduct	DispRatio	0.6	Verhältnis von Anzeige zur ViewRange
HMI_CatProduct	PV_OH_Li	400.0	Obere Grenze des Arbeitsbereichs
HMI_CatProduct	PV_OL_Li	300.0	Untere Grenze des Arbeitsbereichs

3.13 Aufgabenbezogene Übersichtsbilder mit APG

3.13.3 APG-Objekte (OS)

Um eine optimale Arbeitsumgebung für den Operator zur Verfügung zu stellen, wurden die folgenden zwei Prozessbilder erstellt:

- Level 1-Prozessbild zur Orientierung und Navigation (Anlagenübersicht)
- Level 2-Prozessbild zum Bedienen und Beobachten eines Anlagenteils, hier der Polymerisationsreaktor
- **Hinweis** Detaillierte Informationen und die Vorgehensweise zur Projektierung von APG finden Sie im Siemens Industry Online Supports im Beitrag "Integration von Advanced Process Graphics in SIMATIC PCS 7" unter der Beitrags-ID 89332241.

Level 1-Prozessbild (Orientierung und Navigation)

Für die Überwachung der prozesstechnischen Kenngrößen der Gesamtanlage steht ein Prozessbild mit einer komprimierten Darstellung der wesentlichen Fahrparameter zur Verfügung. Dadurch kann der Gesamtzusammenhang schnell erfasst und als Muster eingeprägt werden.



3.13 Aufgabenbezogene Übersichtsbilder mit APG

Level 2-Prozessbild (Bedienen und Beobachten)

Für die Überwachung der prozesstechnischen Kenngrößen des Reaktors und auch für die Bedienung steht ein weiteres Prozessbild zur Verfügung, das die wichtigsten Prozesswerte und Regelungen des Reaktors schematisch darstellt. Diese Darstellung hat den Vorteil, dass viele Daten zu einer komprimierten und übersichtlichen Informationsdarstellung zusammengefasst sind.



4.1 Vorbereitung

4 Starten des Unit Template

4.1 Vorbereitung

Die folgende Anleitung beschreibt die Inbetriebnahme des Unit Templates, in dem die Steuerung mit dem Programm "S7-PLCSIM" simuliert wird. Liegt eine reale Steuerung vor, müssen Sie in der HW-Konfig die vorliegenden Hardware-Komponenten projektieren.

Tabelle 4-1

Nr.	Aktion		
1.	Kopieren Sie die Datei "84061788_PolyReactor_PCS7V801.zip" in einen beliebigen Ordner auf dem Projektierungsrechner und öffnen Sie anschließend den SIMATIC Manager.		
2.	Klicken Sie in der Menüleiste auf "Datei > Dearchivieren" und wählen Sie die Datei "84061788_PolyReactor_PCS7V801.zip" aus. Bestätigen Sie anschließend mit "Öffnen".		
3.	Wählen Sie den Ordner aus, in dem das Projekt gespeichert werden soll und bestätigen Sie mit "OK". Das Projekt wird dearchiviert.		
4.	Bestätigen Sie den Dialog "Dearchivieren" mit "OK" und klicken Sie anschließend im Dialog auf "Ja", um das Projekt zu öffnen.		
5.	Rechtsklicken Sie auf "UT_PolyReactor_OS > SVES4ALL02 > WinCC Appl. > OS" und klicken Sie auf den Menübefehl "Objekt öffnen".		
6.	Bestätigen Sie den Dialog "Konfigurierter Server nicht verfügbar" mit "OK".		
7.	Öffnen Sie im WinCC Explorer die Eigenschaften Ihres Rechners und klicken Sie im geöffneten Eigenschaften-Dialog auf die Schaltfläche "Lokalen Rechnernamen übernehmen". Bestätigen Sie die Meldung "Rechnername ändern" mit "OK".		
	CC Explorer - D:\UT_PolyR\Poly_OS\wincproj\OS\OS.mcp		
	Edit View Tools Help		
	OS Several Startup Parameters Graphics Runtime Runtime		
	Computer La Magagement		
	A Graphics Designer Use Local Computer Name		
	Alarm Logging Computer Type:		
	Report Designer Image: WinCC Client		
	Global Script		
	Text Distributor Server List:		
	🙀 User Administrator		
0	Vielen Gis im Wie CO Fuelens suf Datai - Dasa das ^a undus ^a blas Gis im falsen des Dielen		
8.	"WinCC Explorer beenden und Projekt schließen" aus. Bestätigen Sie anschließend mit "OK".		
9.	Öffnen Sie den WinCC Explorer erneut, wie unter Schritt 5 beschrieben.		
10.	Öffnen Sie durch doppelklicken den "Variablenhaushalt". Rechtsklicken Sie im "WinCC Configuration Studio" auf "Variablenhaushalt > SIMATIC S7 Protocol Suite > Industrial Ethernet" und wählen Sie den Menübefehl "Systemparameter" aus.		
11.	Überprüfen Sie im Register "Unit" den eingestellten "Logischen Gerätenamen". Bei Verwendung des Programms "S7-PLCSIM" wird als Gerätename PLCSIM(ISO) ausgewählt. Durch Ändern des Gerätenamens ist ein Neustart des Programms notwendig. Öffnen Sie den WinCC Explorer erneut, wie unter Schritt 5 beschrieben.		
	Hinweis		
	Kann die OS keine Verbindung zur AS herstellen (gegraute Bildbausteine), wählen Sie den logischen Gerätenamen "CP_H1_1:" aus und starten Sie die OS erneut.		

4.2 Inbetriebnahme

4.2 Inbetriebnahme

Die folgende Anleitung beschreibt, wie das Unit Template in den Initialisierungszustand versetzt wird.

Für die Inbetriebnahme wird vorausgesetzt, dass der SIMATIC Manager bereits geöffnet und das Projekt in der Komponentensicht angewählt ist.

Simulation (S7-PLCSIM) starten

Gehen Sie zum Starten der Simulation nach folgender Anleitung vor:

Tabelle 4-2

Nr.	Aktion
1.	Wählen Sie im Menü "Extras > Baugruppen simulieren".
	Das Dialogfenster von "S7-PLCSIM" wird geöffnet.
2.	Wählen Sie im Dialog "Projekt öffnen" die Option "Projekt aus Datei öffnen".
3.	Wählen Sie die Datei "PolyReactor.plc" aus dem Pfad <pre><pre><pre><pre><pre><pre><pre>opektpfad>\UT_PolyR\PolyReactor\PolyReactor.plc></pre><pre><pre>aus.</pre></pre></pre></pre></pre></pre></pre></pre>
4.	Wählen Sie im Menü "Ausführen > Position Schlüsselschalter > RUN-P" aus.
5.	Wechseln Sie in die Komponentensicht des SIMATIC Manager und markieren Sie "UT_PolyRactor_AS > AS01".
6.	Klicken Sie in der Menüleiste auf "Zielsystem > Laden" und bestätigen Sie den Dialog "Laden" mit "Ja". Bestätigen Sie den Dialog "Zielbaugruppe stoppen" mit "OK" und anschließend den Dialog "Laden" mit "Ja".

OS (WinCC Runtime) aktivieren

Gehen Sie zum Aktivieren der OS nach folgender Anleitung vor:

Tabelle 4-3

Nr.	Aktion		
1.	Rechtsklicken Sie auf "UT_PolyReactor_OS > SVES4ALL02 > WinCC Appl. > OS" und klicken Sie auf den Menübefehl "Objekt öffnen".		
2.	Zum Aktivieren der OS (WinCC Runtime) wählen Sie im WinCC Explorer Menü "Datei > Aktivieren".		
3.	Geben Sie im Dialog "System Login" als "Login" den Benutzer "Unit" und als Passwort "Template" ein und bestätigen Sie mit "OK".		
4.	Wählen Sie im Bildbereich das Unit Template "PolyReactor" aus.		
	Image: Conversion of the second se		

5.1 Übersicht

5 Bedienung der Applikation

5.1 Übersicht

Über das Prozessbild lassen sich einige Komponenten des Polymerisationsreaktors bedienen und beobachten. Zusätzlich erhält der Anlagenbediener Informationen (KPI's) zum aktuellen Prozess.

```
Hinweis Beachten Sie, dass es nach dem CPU Start ca. 15 Minuten dauert bis sich die
Anlage im Produktionsbetrieb befindet, der den vorgegebenen
Qualitätsvorgaben entspricht. Im laufenden Produktionsbetrieb sind alle Regler
freigegeben. Diesen Zustand erkennen Sie u. a. im SFC, wenn dieser alle
Ablaufketten erfolgreich abgearbeitet hat.
```

Die folgenden Szenarien beziehen sich auf den Umgang mit dem Unit Template "Polymerisationsreaktor":

- Vorgehen zur Regleroptimierung
- MPC Arbeitspunktoptimierung
- Prozessverlauf mit APG beobachten

5.2 Szenario A – Vorgehen zur Regleroptimierung

Diese Applikation bietet durch ihre Vielzahl an Regelkreisen eine gute Möglichkeit Optimierungen für einzelne Regelkreise durchzuführen, angefangen bei einfacheren Regelungen, wie z. B. Füllstandsregelung, bis hin zu komplexen Mehrgrößenregelungen für die Polymerisation. Im Folgenden wird die prinzipielle Vorgehensweise zur Regleroptimierung beschrieben.

Nach erfolgreichem Anfahren der Anlage sind alle Regler freigegeben, so dass eigene Sollwerte nach Umschaltung auf internen Sollwert vorgegeben werden können.

Standard PID-Regler

Die PID-Regelung, mit Ausnahme der Folgeregler des MPC und der Kaskadenregelung, arbeiten unabhängig von der Prozesssimulation des MPC.

Die folgende Optimierung wird am Beispiel des Durchflusses "FIC_Cocatalyst" erläutert und nur bis zum Optimierungsdialog beschrieben. Eine detaillierte Beschreibung für die Regleroptimierung finden Sie in den Applikationsbeschreibungen:

- "Technische Funktionen am Beispiel der chemischen Industrie" unter der Beitrags-ID: <u>53843373</u>, im Kapitel 6.3 "Konfiguration der PID-Regler"
- "PID Regelung mit arbeitspunktabhängiger Parametersteuerung (Gain Scheduling) und PID-Tuning" unter der Beitrags-ID: <u>38755162</u>

Tabelle 5-1

Nr.	Aktion
1.	Wechseln Sie in die OS in das Prozessbild und wählen Sie das Bausteinsymbol "FIC_Cocatalyst" an. Der zugehörige Bildbaustein wird geöffnet.

5 Bedienung der Applikation

5.2 Szenario A – Vorgehen zur Regleroptimierung



Hinweis Falls der Arbeitspunkt sich geändert hat, muss der SFC entsprechend dem neuen Arbeitspunkt angepasst werden.

5.2 Szenario A – Vorgehen zur Regleroptimierung

MPC-Regler

Die Mehrgrößenregelung ist für langsamere, jedoch anspruchsvollere Prozesse anwendbar. Vor der Optimierung des Mehrgrößenreglers müssen zuerst die Folgeregler ein stabiles Regelverhalten aufweisen. Dies bezieht sich im Beispiel auf den Durchfluss der Edukte und die Temperierung über den Wärmetauscher.

Für die folgende Optimierung werden die Schritte bis zum Optimierungsdialog beschrieben. Eine detaillierte Beschreibung für die MPC-Optimierung finden Sie in den Applikationsbeschreibungen

- "Wirbelschichttrockner Entwurf eines Prädiktivreglers mit Arbeitspunktoptimierung" unter der Beitrags-ID: <u>61926069</u>
- "PCS 7 Unit Template am Beispiel der Chemischen Industrie "Destillationskolonne"" unter der Beitrags-ID: <u>48418663</u>, im Kapitel "Konfiguration des MPC-Reglers"

Hinweis Beachten Sie, dass in den aufgelisteten Applikationen MPC-Regelungen mit unterschiedlicher Anzahl von Regelgrößen und Störgrößen beschrieben werden. Das prinzipielle Vorgehen für eine Regleroptimierung ist jedoch identisch und kann ebenso auf dieses Beispiel angewendet werden.

Tabelle 5-2



5.2 Szenario A – Vorgehen zur Regleroptimierung

Nr.	Aktion		
3.	Öffnen Sie zum Beobachten die Trendanzeige (1) der Prozessgröße. Führen Sie eine Anregung für den ersten Sollwert durch (2) und warten Sie so lange, bis die Prozessanregung abgeschlossen ist.		
	Hinweis. Abhängig von der Regelgröße kann es ca. 15 Minuten dauern, bis der Großteil der Prozessanregung abgeschlossen ist. Aus dem Trend-Diagramm können Sie die Zeit und den Einfluss der Anregung ermitteln. Aus diesen Daten ermitteln Sie die Parameter für den Anregerbaustein "AutoExcitation".		
4.	Nehmen Sie nach der Auswertung, z. B. in der Trendanzeige die Anregung wieder zurück und warten Sie ebenfalls, bis diese Prozessanregung abgeschlossen ist.		
5.	Führen Sie die Schritte 3 und 4 für alle vier Regelgrößen durch.		
6.	Wechseln Sie in den SIMATIC Manager und öffnen Sie den Teilplan "A" Blatt "1" des CFC- Plans "XC_Polymer".		
7.	Öffnen Sie die Trendanzeige über den Menüpunkt "Ansicht > Trendanzeige…".		
8.	Fügen Sie alle vier Prozesswerte (CVx) und Stellwerte (MVx) der Trendanzeige hinzu und Parametrieren Sie die Wertebereiche entsprechend der Konfiguration am MPC. Alternativ kann der vorgefertigte Trendkurvenschreiber im MPC-Bildbaustein verwendet werden. Hinweis Die Wertebereiche entnehmen Sie für die Prozesswerte den Kanaltreibern im Teilplan "B" des CFC und für die Stellwerte die Folgeregler des MPC. Alternativ können Sie die Eingangsparameter "SPxHiLim" und "SPxLoLim" für Prozesswertgrenzen, "MVxHiLim" und "MVxLoLim" für Stellwertgrenzen am MPC		
9.	Parametrieren Sie den "AutoExcitation"-Baustein entsprechend Ihren Aufzeichnungen der Prozessanregung für alle vier Stellgrößen (NumberMV = 4). Hinweis Stellen Sie die Stellwerte und die Dauer zur Prozessanregung so ein, dass eine Prozesswertänderung zu erkennen ist.		
10.	Starten Sie die Trendaufzeichnung und warten Sie 30 Sekunden bis die ersten Werte (keine Sprünge) erfasst wurden.		
11.	Starten Sie im sichtbargeschalteten "AutoExcitation"-Baustein die Prozessanregung und warten Sie bis alle Anregungen komplett abgeschlossen sind. Hinweis Abhängig von der voreingestellten Zeit, kann die Anregung mehrere Stunden dauern.		
12.	Exportieren Sie nach abgeschlossener Anregung die Trendaufzeichnung. Hinweis Im Projektpfad " <projektpfad>\UT_PolyR\PolyReactor" finden Sie die zur Optimierung exportierte Trendaufzeichnung "MPC_Record_20140227.csv".</projektpfad>		
13.	Markieren Sie den Baustein "MPC" und klicken Sie in der Menüleiste auf "Bearbeiten > MPC-Konfigurieren".		

5.3 Szenario B – MPC Arbeitspunktoptimierung

Nr.	Aktion
14.	Führen Sie im MPC-Konfigurator den Reglerentwurf mit der exportierten Trendaufzeichnung durch.

5.3 Szenario B – MPC Arbeitspunktoptimierung

Der MPC-Regler erlaubt eine betriebswirtschaftliche Optimierung des stationären Arbeitspunkts unter Beachtung von Sollwert-Toleranzgrenzen. Dazu werden dem Regler erlaubte Abweichungen (Freiheitsgrade) vorgegeben, in denen sich die Sollwerte bewegen dürfen. Dieser Bereich wird auch Toleranzbereich genannt. Bei aktivierter Arbeitspunktoptimierung findet der Regler die im Sinne des Gütekriteriums vorteilhaftesten Sollwerte innerhalb der Toleranzbereiche. Falls dem Regler keine zusätzlichen Informationen (Berechnung der betriebswirtschaftlichen Daten) zur Verfügung stehen, werden die untersten Toleranzwerte angefahren.

Definieren Sie das Gütekriterium in der Parametersicht. Dazu können Sie für jede Stell- und Regelgröße des MPC spezifische Kosten definieren, die minimiert werden sollen, oder Erlöse, die maximiert werden sollen.

Im Beispiel werden folgende Abhängigkeiten betrachtet:

- Der MV 4 entspricht der Reaktortemperatur und verringert die Kosten, wenn er steigt. Mit einer höheren Temperatur wird der Bedarf an Kühlenergie reduziert.
- Die CVs verursachen keine Kosten, müssen aber in bestimmten Toleranzbereichen gehalten werden, um ein verkäufliches Produkt zu erzeugen.
- Der Verkaufserlös ist vom Produktabfluss abhängig. In erster N\u00e4herung ist der Abfluss gleich der Summe der Edukt-Zufl\u00fcsse. Weil der Hauptrohstoff, d. h. das Monomer konstant zugef\u00fchrt wird, kann von einem n\u00e4herungsweise konstanten Produktabfluss ausgegangen werden.

Die Aufgabe der Optimierung ist also, die geforderten Spezifikationen mit dem geringstmöglichen Einsatz an Rohstoffen und Kühlenergie zu erreichen.

Als Gütekriterium wird eine Minimierung der Kosten zu Grunde gelegt.

Dazu werden die folgenden Gradienten für MV 1...4 eingestellt:

- GradMV1 = 11
- GradMV2 = 12
- GradMV3 = 22
- GradMV4 = -8

Tabelle 5-3

Nr.	Aktion
1.	Wechseln Sie in die OS in das Prozessbild des Polymerisationsreaktors und warten Sie bis alle Arbeitspunkte erreicht sind und die Regler freigegeben sind.

5.3 Szenario B – MPC Arbeitspunktoptimierung



5.3 Szenario B – MPC Arbeitspunktoptimierung

Nr.	Aktion	
4.	Öffnen Sie zum Beobachten der MPC-Regelung die Trendanzeige "Trend_MPC" über die Schaltfläche "Kurvengruppen abrufen/zusammenstellen".	
5.	<complex-block></complex-block>	
6.	Nach ca. 14 Minuten ist die Arbeitspunktoptimierung größtenteils abgeschlossen.	
7.	Stoppen Sie den Kurvenschreiben um eine Auswertung der aufgezeichneten Daten vorzunehmen. Hierzu können Sie ebenfalls die Skalierung der Zeitachse anpassen. Hinweis Die einzelnen Regler-Werte (SPs, CVs und MVs) werden archiviert, so dass Sie eigene Zeitbereiche im Kurvenschreiber auswählen können.	

5 Bedienung der Applikation

5.3 Szenario B – MPC Arbeitspunktoptimierung

Auswertung





Nach Einschalten der Optimierung übernimmt der MPC nach der Gewichtung im Gütekriterium für SP1 und SP2 die unteren Optimierungsgrenzen und für SP 3 und SP4 die obere Optimierungsgrenzen als neue Sollwerte. Alle Stellwerte (MV) werden als Sollwertvorgaben an die Folgeregelungen weitergegeben. Für die Produktqualität bedeutet dies einen höheren MFI bei geringeren Konzentrationen. Für den höheren MFI wird eine höhere Produkttemperaturtemperatur (MV4) benötigt. Aus Sich der Folgeregelung muss für eine höhere Produkttemperatur weniger Kühlwasser durch den Wärmetauscher

Durch die Arbeitspunktoptimierung werden an diesem Berechnungsbeispiel mit den angenommenen Gütekriterien die Kosten um mehr als 10% von 1640 €/h auf 1464 €/h verringert.

Hinweis Um eine effektive und aussagekräftige Optimierung durchzuführen, ist es notwendig dem MPC zusätzliche prozessrelevante technischen Daten und Grenzen, sowie betriebswirtschaftliche Grundinformationen (Erlöse und Kosten) zur Verfügung zu Stellen. Kosten oder Erlöse, die nicht über einen konstanten Faktor von den Stell- oder Regelgrößen des MPC abhängen müssen ggf. berechnet werden. Diese Berechnung der betriebswirtschaftlichen Daten ist in einem gesonderten CFC durchzuführen und mit dem MPC zu verschalten.

geführt werden, was wiederum niedrigere Kosten verursachen kann.

Ein gutes Beispiel für eine wirtschaftliche Arbeitspunktoptimierung erhalten Sie an den Beispiel "Wirbelschichttrockner - Entwurf eines Prädiktivreglers mit Arbeitspunktoptimierung" unter der Beitrags-ID: <u>61926069</u> und dem Applikationsbeispiel mit integrierter Prozesssimulation "PCS 7 Unit Template am Beispiel der Chemischen Industrie "Trockner"" unter der Beitrags-ID: <u>74747848.</u> 5.4 Szenario C – Prozessverlauf mit APG beobachten

5.4 Szenario C – Prozessverlauf mit APG beobachten

Mit APG erhält der Analgenbediener einen schnellen Überblick über alle aufgabenbezogenen Prozessgrößen. Zum Aufzeigen der Funktionalität wurden zwei Prozessbilder des Polymerisationsreaktors mit APG-Objekten erstellt.

In diesem Szenario wird das Prozessrauschen aktiviert, Grenzwerte und Zuflüsse verändert, so dass Meldungen in den beiden APG-Prozessbildern (Level 1 und Level 2) zu beobachten sind.

Ein Prozessrauschen für die Manteltemperatur und den Reaktorfüllstand wird bereits beim Anfahren der Anlage aktiviert. Durch Aktivieren des Rauschens am Baustein "AddNoise" werden die Polymerdichte, Schmelzflussindexes, H2-Konzentration, C4-Konzentration; C2-Konzentration und die Polymertemperatur mit einem Rauschsignal versehen. Möchten Sie ein stärkeres Rauschsignal parametrieren, können Sie einen größeren Wert im Plan "Sim_Reactor" an den Noise-Bausteinen am Parameter "StdDev" einstellen. Ein zu starkes Rauschen hat z. B. bei aktivierter Arbeitspunktoptimierung beim Mehrgrößenregler einen Einfluss auf die Produktqualität, wie auch auf das Regelverhalten. Abhängig von der Abweichung müssen ggf. die Toleranzbereiche für die Arbeitspunkte angepasst werden. Bei zu starken Schwankungen von mehreren Prozessgrößen wird der Prozess nicht mehr regelbar.

Tabelle 5-4

Nr.	Aktion		
1.	Wechseln Sie in die Anlagensicht vom SIMATIC Manager und öffnen Sie den CFC "Presettings" im Pfad "UT_PolyReactor_MP > UT_PolyReactor_AS > Reactor > PolyReactor> Process > Presettings".		
2.	Aktivieren Sie die Test-CPU über den Menüpunkt "Debug > TestMode".		
3.	Aktivieren Sie die Anzeige aller Parameter am Baustein "AddNoise" und vergeben Sie für den Parameter "In1" den Wert "1".		
	Chart Edit Insert CPU Debug View Options Window Help		
	Presettings UT_PolyReactor_AS\Reactor\PolyReactor\Process\Presettings_ONLINE		
	Image: Sector simulation		
	100.0-116 0.01 0.0-116 0.01 0.0-116 0.01 0.0-116 0.01		
	Reset.oys 0 0 0 0 1 0 2 1 3 1 1 1		
	AddNoise AddNoise Indb 2/351 State 2/351 State Indb State Indb State State State State State State State State		

5 Bedienung der Applikation





5.4 Szenario C – Prozessverlauf mit APG beobachten

Auswertung

Durch Ändern der Durchflussmenge wird weniger Monomer zugeführt als im optimalen Arbeitsbereich voreingestellt. Zusätzlich wird durch die Verhältnisregelung auch weniger Lösungsmittel ("Diluent") dem Reaktor zugeführt, was zu einer kurzzeitigen Verringerung des Füllstands führt. Der Füllstandregler regelt mit Verzögerung die Störgröße aus. Aufgrund des geänderten Verhältnisses aus Polymerdichte x Polymerabfluss zum Katalysator-Zufluss werden die beiden eingestellten Grenzen (Alarm und Warnung) unterschritten bis sich der Wert im Bereich von ca. "267" innerhalb der unteren Warngrenze einpendelt.

Die folgende Darstellung zeigt die Änderungen in den beiden Prozessbildern "Reactor" und "Plant". Links ist der optimale Prozesszustand zu sehen, während im rechten Prozessbild die Auswirkungen der Zufluss-Änderung zu erkennen sind.

Abbildung 5-2





- Im Anlagenbild "Plant" wird im Spinnendiagramm das Unterschreiten der Warngrenze der Katalysator-Produktivität mit einem gelben Balken dargestellt. Zusätzlich ist an der Polygonverbindung zu erkennen, dass sich der Monomer-Durchfluss außerhalb des Arbeitsbereiches befindet.
- 2. Im Anlagenbild "Reactor" wird das Unterschreiten des Anzeigebereiches für den Monomer-Durchfluss mit einem senkrecht nach unten ausgerichteten grünen Pfeil dargestellt. Alarm und Warngrenzen sind für die Durchflüsse nicht eingestellt.

Das Unterschreiten der unteren Warngrenze für die Katalysator-Produktivität wird durch die gelbe Messwertanzeige, das gelb blinkende "W"-Symbol und die gelbe Warngrenze im Bargraphen dargestellt.

6 Literaturhinweise

6.1 Literaturangaben

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

Tabelle 6-1

	Themengebiet	Titel
/1/	Praxisbuch für Regelungen mit SIMATIC S7 und SIMATIC PCS7 für die Prozessautomatisierung	Regeln mit SIMATC Müller, Jürgen / Pfeiffer, Bernd-Markus / Wieser, Roland Publicis Kommunikationsagentur ISBN 978-3895783401

6.2 Internet-Link-Angaben

Tabelle 6-2

	Themengebiet	Titel	
\1\	Siemens Industry Online Support	https://support.industry.siemens.com/	
\2\	Downloadseite des Beitrages	https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/ view/84061788	
/3/	SIMATIC PCS 7 Übersicht (Link- Sammlung zu FAQ, Handbüchern, Kompendium, Forum, Anwendungsbeispielen und Videos)	https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/ view/63481413	
\4\	Regleroptimierung mit PID-Tuner	https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/ view/8031495	
\5\	Technische Funktionen für PCS 7 am Beispiel der Chemischen Industrie	https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/ view/53843373	
\6\	PCS 7 Unit Template am Beispiel der Chemischen Industrie "Rührkesselreaktor"	https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/ view/60546560	
\7\	PCS 7 Unit Template am Beispiel der Chemischen Industrie "Fermenter"	https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/ view/68098270	
\8\	PCS 7 Unit Template am Beispiel der Chemischen Industrie "Destillationskolonne"	https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/ view/48418663	
\9\	PCS 7 Unit Template am Beispiel der Chemischen Industrie "Trockner"	https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/ view/74747848	
\10\	Wie beziehe ich Dokumentationen zu PCS 7 V8.0 (Inklusive der PCS 7 V8.0 Manual Collection)?	https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/ view/59538371	
\11\	Integration von Advanced Process Graphics in SIMATIC PCS 7	https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/ view/89332241	

7 Historie

Tabelle 7-1

Version	Datum	Änderung
V1.0	04/2014	Erste Ausgabe
V1.1	08/2014	Erweiterung um APG, siehe Kapitel 3.13 und 5.4
V1.2	09/2015	Update auf PCS 7 V8.1