

**SIEMENS**

*Ingenuity for life*

24/7

Industry Online Support

Home

# PID-Regelung mit PID\_Compact

SIMATIC S7-1200 / S7-1500 + TIA Portal V15.1

<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/100746401>

Siemens  
Industry  
Online  
Support



# Rechtliche Hinweise

## Nutzung der Anwendungsbeispiele

In den Anwendungsbeispielen wird die Lösung von Automatisierungsaufgaben im Zusammenspiel mehrerer Komponenten in Form von Text, Grafiken und/oder Software-Bausteinen beispielhaft dargestellt. Die Anwendungsbeispiele sind ein kostenloser Service der Siemens AG und/oder einer Tochtergesellschaft der Siemens AG („Siemens“). Sie sind unverbindlich und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit und Funktionsfähigkeit hinsichtlich Konfiguration und Ausstattung. Die Anwendungsbeispiele stellen keine kundenspezifischen Lösungen dar, sondern bieten lediglich Hilfestellung bei typischen Aufgabenstellungen. Sie sind selbst für den sachgemäßen und sicheren Betrieb der Produkte innerhalb der geltenden Vorschriften verantwortlich und müssen dazu die Funktion des jeweiligen Anwendungsbeispiels überprüfen und auf Ihre Anlage individuell anpassen.

Sie erhalten von Siemens das nicht ausschließliche, nicht unterlizenzierbare und nicht übertragbare Recht, die Anwendungsbeispiele durch fachlich geschultes Personal zu nutzen. Jede Änderung an den Anwendungsbeispielen erfolgt auf Ihre Verantwortung. Die Weitergabe an Dritte oder Vervielfältigung der Anwendungsbeispiele oder von Auszügen daraus ist nur in Kombination mit Ihren eigenen Produkten gestattet. Die Anwendungsbeispiele unterliegen nicht zwingend den üblichen Tests und Qualitätsprüfungen eines kostenpflichtigen Produkts, können Funktions- und Leistungsmängel enthalten und mit Fehlern behaftet sein. Sie sind verpflichtet, die Nutzung so zu gestalten, dass eventuelle Fehlfunktionen nicht zu Sachschäden oder der Verletzung von Personen führen.

## Haftungsausschluss

Siemens schließt seine Haftung, gleich aus welchem Rechtsgrund, insbesondere für die Verwendbarkeit, Verfügbarkeit, Vollständigkeit und Mangelfreiheit der Anwendungsbeispiele, sowie dazugehöriger Hinweise, Projektierungs- und Leistungsdaten und dadurch verursachte Schäden aus. Dies gilt nicht, soweit Siemens zwingend haftet, z.B. nach dem Produkthaftungsgesetz, in Fällen des Vorsatzes, der groben Fahrlässigkeit, wegen der schuldhaften Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit, bei Nichteinhaltung einer übernommenen Garantie, wegen des arglistigen Verschweigens eines Mangels oder wegen der schuldhaften Verletzung wesentlicher Vertragspflichten. Der Schadensersatzanspruch für die Verletzung wesentlicher Vertragspflichten ist jedoch auf den vertragstypischen, vorhersehbaren Schaden begrenzt, soweit nicht Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit vorliegen oder wegen der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit gehaftet wird. Eine Änderung der Beweislast zu Ihrem Nachteil ist mit den vorstehenden Regelungen nicht verbunden. Von in diesem Zusammenhang bestehenden oder entstehenden Ansprüchen Dritter stellen Sie Siemens frei, soweit Siemens nicht gesetzlich zwingend haftet.

Durch Nutzung der Anwendungsbeispiele erkennen Sie an, dass Siemens über die beschriebene Haftungsregelung hinaus nicht für etwaige Schäden haftbar gemacht werden kann.

## Weitere Hinweise

Siemens behält sich das Recht vor, Änderungen an den Anwendungsbeispielen jederzeit ohne Ankündigung durchzuführen. Bei Abweichungen zwischen den Vorschlägen in den Anwendungsbeispielen und anderen Siemens Publikationen, wie z. B. Katalogen, hat der Inhalt der anderen Dokumentation Vorrang.

Ergänzend gelten die Siemens Nutzungsbedingungen (<https://support.industry.siemens.com>).

## Securityhinweise

Siemens bietet Produkte und Lösungen mit Industrial Security-Funktionen an, die den sicheren Betrieb von Anlagen, Systemen, Maschinen und Netzwerken unterstützen.

Um Anlagen, Systeme, Maschinen und Netzwerke gegen Cyber-Bedrohungen zu sichern, ist es erforderlich, ein ganzheitliches Industrial Security-Konzept zu implementieren (und kontinuierlich aufrechtzuerhalten), das dem aktuellen Stand der Technik entspricht. Die Produkte und Lösungen von Siemens formen nur einen Bestandteil eines solchen Konzepts.

Der Kunde ist dafür verantwortlich, unbefugten Zugriff auf seine Anlagen, Systeme, Maschinen und Netzwerke zu verhindern. Systeme, Maschinen und Komponenten sollten nur mit dem Unternehmensnetzwerk oder dem Internet verbunden werden, wenn und soweit dies notwendig ist und entsprechende Schutzmaßnahmen (z.B. Nutzung von Firewalls und Netzwerksegmentierung) ergriffen wurden.

Zusätzlich sollten die Empfehlungen von Siemens zu entsprechenden Schutzmaßnahmen beachtet werden. Weiterführende Informationen über Industrial Security finden Sie unter:

<https://www.siemens.com/industrialsecurity>.

Die Produkte und Lösungen von Siemens werden ständig weiterentwickelt, um sie noch sicherer zu machen. Siemens empfiehlt ausdrücklich, Aktualisierungen durchzuführen, sobald die entsprechenden Updates zur Verfügung stehen und immer nur die aktuellen Produktversionen zu verwenden. Die Verwendung veralteter oder nicht mehr unterstützter Versionen kann das Risiko von Cyber-Bedrohungen erhöhen.

Um stets über Produkt-Updates informiert zu sein, abonnieren Sie den Siemens Industrial Security RSS Feed unter: <https://www.siemens.com/industrialsecurity>.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Rechtliche Hinweise</b> .....	<b>2</b>
<b>1 Aufgabe</b> .....	<b>4</b>
1.1 Übersicht.....	4
<b>2 Lösung</b> .....	<b>5</b>
2.1 Übersicht.....	5
2.2 Beschreibung der Kernfunktionalität.....	6
2.3 Hard- und Software-Komponenten.....	7
2.3.1 Gültigkeit.....	7
2.3.2 Verwendete Komponenten.....	8
<b>3 Funktionsweise</b> .....	<b>9</b>
3.1 Gesamtübersicht .....	9
3.2 OB "Main".....	10
3.2.1 FB "Hmi".....	10
3.3 OB "CyclicInterrupt" .....	11
3.3.1 FB "PID_Compact" .....	12
3.3.2 FB "Simulation".....	14
<b>4 Installation und Inbetriebnahme</b> .....	<b>17</b>
4.1 Hardwareanpassung.....	17
4.2 PID-Regler konfigurieren .....	20
4.3 CPU-Simulation mit PLCSIM .....	23
4.4 Inbetriebnahme des Kompaktreglers.....	24
4.5 Bediengerät.....	26
HMI-Projektteil ins KTP900 Basic laden .....	26
HMI simulierten.....	26
<b>5 Bedienung des Anwendungsbeispiels</b> .....	<b>27</b>
5.1 Übersicht.....	27
5.1.1 Übersicht (Anfangsbild).....	27
5.1.2 Kurvenverlauf .....	29
5.1.3 Optimierung.....	31
5.1.4 Beobachtung .....	34
5.1.5 Meldeanzeige.....	35
5.1.6 Konfiguration .....	36
5.1.7 Simulation .....	39
5.1.8 Einstellungen.....	40
<b>6 Anhang</b> .....	<b>41</b>
6.1 Service und Support .....	41
6.2 Links und Literatur .....	42
6.3 Änderungsdokumentation .....	42

# 1 Aufgabe

## 1.1 Übersicht

### Einführung

Um in einem technischen System bestimmte Größen gezielt beeinflussen zu können, bedarf es der Regelung dieser Größen. Auch in der Automatisierungstechnik werden Regler vielseitig eingesetzt, wie zum Beispiel zur Drehzahlregelung.

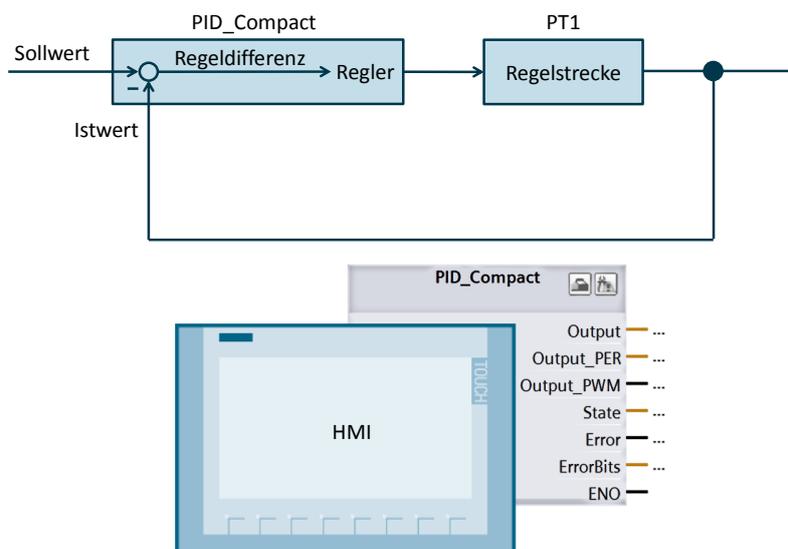
Für die SIMATIC S7-1200/S7-1500 wird das Technologieobjekt "PID\_Compact" für proportional wirkende Stellglieder zur Verfügung gestellt.

### Beschreibung der Automatisierungsaufgabe

Die Automatisierungsaufgabe besteht darin, einen Regelkreis zur Beeinflussung von physikalischen Größen in einem technischen Prozess aufzubauen. Der Regelkreis soll dabei aus den folgenden Elementen bestehen:

- "PID\_Compact" als Regler
- simulierte technische Prozesse als Regelstrecke

Abbildung 1-1



Folgende Punkte werden im Anwendungsbeispiel beschrieben:

- Projektierung und Parametrierung des Software-Reglers ("PID\_Compact")
- Optimierungsmöglichkeiten des "PID\_Compact"
- Bedienung und Beobachtung des Regelprozesses über HMI

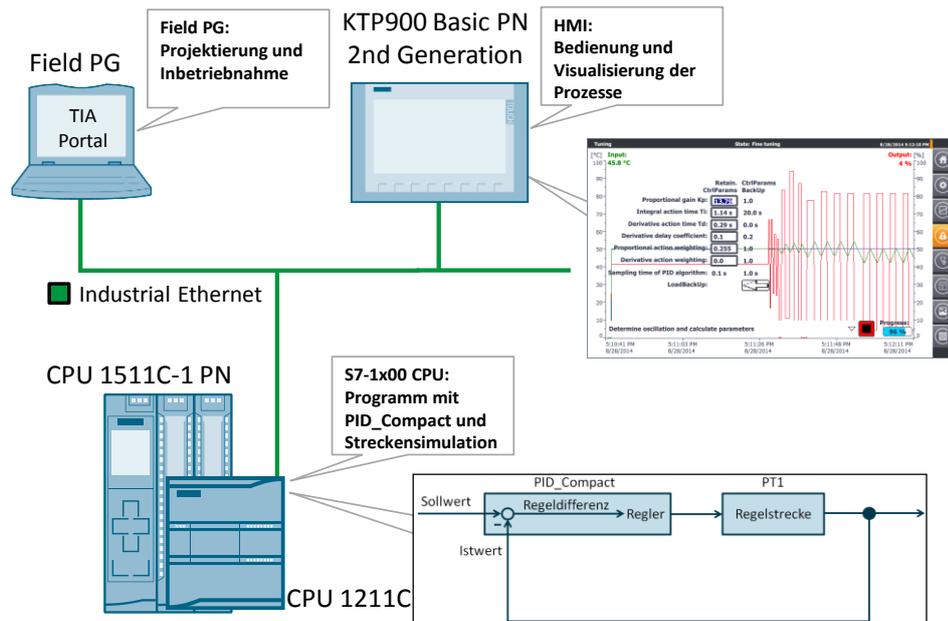
## 2 Lösung

### 2.1 Übersicht

#### Schema

Die folgende Abbildung zeigt schematisch die wichtigsten Komponenten der Lösung:

Abbildung 2-1



Das Technologieobjekt "PID\_Compact" liest den gemessenen Istwert und vergleicht diesen mit dem Sollwert (im vorliegenden Beispiel erfolgt die Sollwert-Vorgabe über HMI).

Aus der sich ergebenden Regeldifferenz errechnet der Regler einen Ausgangswert, um die Sollwert-Abweichung bzw. die Störgröße ggf. auszuregeln. Der Ausgangswert setzt sich beim PID-Regler aus drei Anteilen zusammen:

- P-Anteil  
Der P-Anteil des Ausgangswerts ist proportional zur Regeldifferenz.
- I-Anteil  
Der I-Anteil des Ausgangswerts ist der integrale Bestandteil. Dieser steigt solange eine Regeldifferenz vorhanden ist.
- D-Anteil  
Der D-Anteil ist der differentiale Bestandteil und steigt mit wachsender Änderungsgeschwindigkeit der Regeldifferenz.

Das Technologieobjekt "PID\_Compact" besitzt die Inbetriebnahme-Funktionalität "Optimierung", mit der die P-, I-, und D-Parameter abhängig von der Regelstrecke automatisch berechnet werden können. Sie können die Regel-Parameter aber auch manuell vorgeben.

Die automatische Optimierung teilt sich in Optimierungsarten auf:

1. Erstopoptimierung und
2. Nachoptimierung

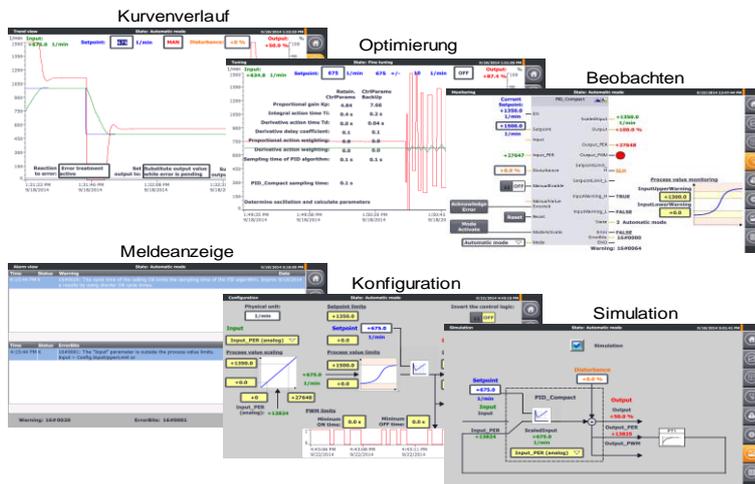
Beide Optimierungsarten werden im Folgenden beschrieben.

## 2.2 Beschreibung der Kernfunktionalität

Die Kernfunktionalität des Anwendungsbeispiels liegt in der Bedienung des Technologieobjektes "PID\_Compact" über das HMI.

### Übersicht und Beschreibung der Oberfläche

Abbildung 2-2



Die Bedienung des Anwendungsbeispiels besteht aus den folgenden 6 Bildern:

- Kurvenverlauf
- Optimierung
- Beobachten
- Alarmmeldungen
- Konfiguration
- Simulation

Die Bedienung der Oberflächen wird näher im Kapitel [Bedienung des Anwendungsbeispiels](#) beschrieben.

### Vorteile dieser Lösung

Das Anwendungsbeispiel erlaubt es Ihnen sämtliche Konfigurationsmöglichkeiten und Inbetriebnahmefeatures über ein Bediengerät bzw. HMI-Simulation zu nutzen.

Das vorliegende Anwendungsbeispiel bietet Ihnen folgende Vorteile:

- Umschaltung zwischen Automatik- und Handbetrieb
- Kurvenverlauf von Soll-, Ist und Stellgröße via HMI
- Umschaltung zwischen realer Regelstrecke und Simulation
- Störgrößenausregelung im simulierten Betrieb
- Vorgabe des Verhaltens im Fehlerfall und deren Simulation
- Manuelle Reglerparametervorgabe und automatische Selbstoptimierung
- Onlineüberwachung des Reglerbausteins "PID\_Compact"
- Konfigurationsänderung zur Laufzeit

### Abgrenzung

Dieses Anwendungsbeispiel gibt einen Überblick über das Technologieobjekt "PID\_Compact" zur Inbetriebnahme mit der SIMATIC S7-1200/S7-1500.

Sie können das Anwendungsbeispiel übernehmen, um Ihre Regelung komfortabel über ein Bediengerät zu bedienen und an Ihre Automationsaufgabe anzupassen.

Das Anwendungsbeispiel wurde über die Simulation der Regelstrecke getestet. Für den realen Betrieb müssen Sie das Anwendungsbeispiel an Ihr verwendetes Stellglied und Ihren verwendeten Istwertsensor anpassen:

- Analoge Ansteuerung oder Ansteuerung über einen digitalen Ausgang mit Hilfe des pulsweitenmodulierten Signals?
- Benötigte Spannung und Leistung für die Ansteuerung?
- Welche Signaleigenschaften besitzt der verwendete Istwertsensor?

### Hinweis

Das Anwendungsbeispiel ist kein Ersatz für die Konfigurationsmaske des PID\_Compact-Assistenten, da über diesen die Startwerte im Instanzdatenbaustein definiert werden, welche entscheidend für den Wiederanlauf nach einem Spannungsausfall sind.

Neben dem Reglungsbaustein "PID\_Compact" stellt STEP 7 (TIA Portal) für die SIMATIC S7-1200/S7-1500 noch folgende Kompaktregler mit automatischer Optimierung zur Verfügung:

- Dreipunktschrittregler "PID\_3Step" für Ventile oder Stellglieder mit integrierendem Verhalten ([\10\](#))
- Temperaturregler "PID\_Temp" für reine Heizen- oder Heizen/Kühlen-Anwendungen ([\4\](#), [\5\](#))

### Hinweis

Nähere Informationen zu den Technologieobjekten finden Sie

- im STEP 7 Professional Handbuch ([\6\](#)) → [Kapitel "PID Control"](#) bzw.
- im Funktionshandbuch zur PID-Regelung ([\13\](#))

### Vorausgesetzte Kenntnisse

Grundlegende Kenntnisse über Regelungstechnik werden vorausgesetzt.

## 2.3 Hard- und Software-Komponenten

### 2.3.1 Gültigkeit

Dieses Anwendungsbeispiel wurde erstellt und getestet mit

- STEP 7 ab V15.1 Update 1
- S7-1200 CPU Firmware ab V4.3 / S7-1500 CPU Firmware ab V2.6
- Technologieobjekt "PID\_Compact" V2.3 für S7-1200 / V2.4 für S7-1500

### Hinweis

Die Versionsunterschiede des Reglers finden Sie im Kapitel "Neuerungen PID\_Compact" im Funktionshandbuch zur PID-Regelung ([\13\](#)).

### 2.3.2 Verwendete Komponenten

Dieses Anwendungsbeispiel wurde mit den nachfolgenden Komponenten erstellt:

#### Hardware-Komponenten

Tabelle 2-1

Komponente	Anz.	Artikelnummer	Hinweis
SIMATIC HMI KTP900 BASIC	1	6AV2123-2JB03-0AX0	Optional (kann auch in WinCC simuliert werden)
COMPACT SWITCH MODULE CSM 1277	1	6GK7277-1AA10-0AA0	
STROMVERSORGUNG S7-1200 PM1207	1	6EP1332-1SH71	
CPU 1211C, DC/DC/DC, 6DI/4DO/2AI	1	6ES7211-1AE40-0XB0	Firmware V4.3
Lüfter/Motor mit analoger Drehzahl-Ansteuerung (0 bis 10V / 0 bis 20mA)	1	Lüfter/Motor Hersteller	- Ohne integrierte Drehzahl-Regelelektronik - Optional mit integrierter Ist-Drehzahlrückgabe
INKREMENTALGEBER MIT HTL 1000 I/U, BETRIEBSSPG. 10-30V KLEMMFLANSCH, WELLE 10 MM FLANSCHDOSE RADIAL	1	z.B.: 6FX2001-4QB00	Optional falls Lüfter/Motor keine integrierte Ist-Drehzahlrückgabe liefert
SIGNAL BOARD SB 1232, 1 AQ, (12 Bit Auflösung)	1	6ES7232-4HA30-0XB0	Optional (bei Ansteuerung des Lüfters/Motors mit 0 bis 20 mA Stromausgabe)
Programmiergerät	1		Mit Ethernetanschluss
CPU 1511C-1 PN, 175 KB Prog, 1 MB Daten	1	6ES7511-1CK01-0AB0	Firmware V2.6
SIMATIC S7 Memory Card, 24 MB	1	6ES7954-8LF03-0AA0	Steckbar als Ladespeicher in die S7-1500

### 3 Funktionsweise

#### 3.1 Gesamtübersicht

#### Software-Komponenten

Tabelle 2-2

Komponente	Anz.	Artikelnummer	Hinweis
SIMATIC STEP 7 Professional V15.1	1	6ES7822-1AA05-0YA5	<ul style="list-style-type: none"><li>• Beinhaltet WinCC Basic V15.1</li><li>• Mit Update 1 (<a href="#">\8\</a>) und HSP0276 (<a href="#">\12\</a>)</li><li>• für S7-1200 und S7-1500</li></ul>
SIMATIC STEP 7 Basic V15.1	1	6ES7822-0AA05-0YA5	<ul style="list-style-type: none"><li>• Beinhaltet WinCC Basic V15.1</li><li>• Mit Update 1 (<a href="#">\8\</a>)</li><li>• Mit HSP0276 (<a href="#">\12\</a>) für S7-1200 Firmware V4.3</li></ul>

#### Beispieldateien und Projekte

Die folgende Liste enthält alle Dateien und Projekte, die in diesem Beispiel verwendet werden.

Tabelle 2-3

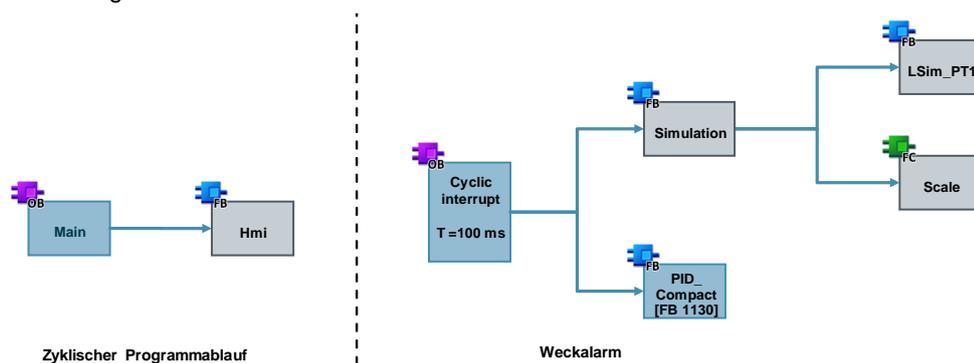
Komponente	Hinweis
100746401_S71200_PidCompact_TiaV15.1_PROJ_V2.0.zip	TIA Portal Projekt für S7-1200
100746401_S71500_PidCompact_TiaV15.1_PROJ_V2.0.zip	TIA Portal Projekt für S7-1500
100746401_S71x00_PidCompact_DOC_V2.0_de.pdf	dieses Dokument

## 3 Funktionsweise

### 3.1 Gesamtübersicht

[Abbildung 3-1](#) zeigt die zeitliche Abfolge der Bausteinaufrufe im Steuerungsteil des TIA Portal-Projektes.

Abbildung 3-1



Das Beispiel-Programm wird in folgenden OBs aufgerufen:

- OB "Main", aus dem der FB für die HMI-Übergabe aufgerufen wird
- Weckalarm OB "CyclicInterrupt", der zyklisch alle 100 Millisekunden den Kompaktregler und die Simulationsbausteine aufruft.

Die Variablen-Übergabe zwischen den Funktionen findet über den Datenbaustein DB "Tags" und den Instanzdatenbaustein des Reglers DB "InstPidCompact" statt.

### 3.2 OB "Main"

Aus dem Organisationsbaustein "Main" wird der Funktionsbaustein für die HMI-Übergabe aufgerufen.

#### 3.2.1 FB "Hmi"

Abbildung 3-2

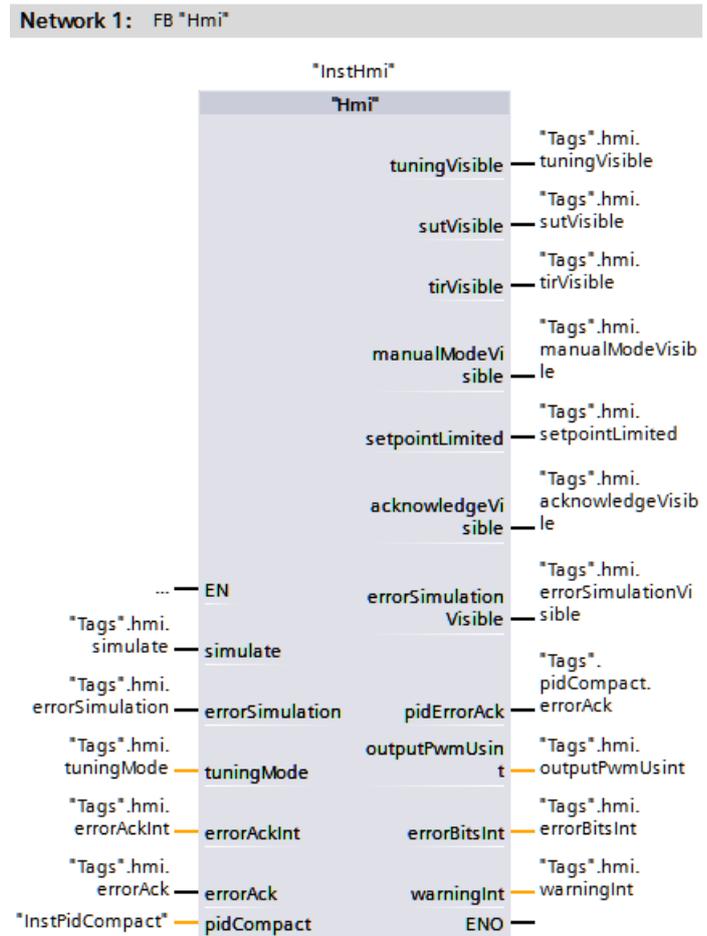


Tabelle 3-1

	Name	Datentyp	Beschreibung
Input	simulate	Bool	Aktivierung der Simulation
	errorSimulation	Bool	Simulierung eines Sensorfehlers
	tuningMode	Int	Optimierungsartauswahl (1=Erst-/2=Nachoptimierung)
	errorAckInt	Int	Quittiervariable für HMI-Bitmeldungen
	errorAck	Bool	HMI-Anforderung zum Löschen der Fehlermeldungen
Output	tuningVisible	Bool	Sichtbarkeit der Optimierung
	sutVisible	Bool	Sichtbarkeit der Erstop Optimierung
	tirVisible	Bool	Sichtbarkeit der Nachoptimierung
	manualModeVisible	Bool	Sichtbarkeit der Umschaltung in den Handbetrieb

### 3 Funktionsweise

#### 3.3 OB "CyclicInterrupt"

	Name	Datentyp	Beschreibung
	setpointLimited	Bool	Verletzung der Sollwert-Grenzvorgaben
	acknowledgeVisible	Bool	Sichtbarkeit der HMI-Anforderung zum Löschen der Fehlermeldungen
	errorSimulationVisible	Bool	Sichtbarkeit der Simulierung eines Sensorfehlers
	pidErrorAck	Bool	Löschen der Fehlermeldungen (PID-Regler)
	outputPwmUsint	USInt	PWM-Signal als Datentyp "USInt" zur HMI-Anzeige
	errorBitsInt	Int	Fehlermeldung als Datentyp "Int" zur HMI-Anzeige
	warningInt	Int	Warnungen als Datentyp "Int" zur HMI-Anzeige
InOut	pidCompact	PID_Compact	Übergabe des Instanzdatenbausteins des FB "PID_Compact"

Im Funktionsbaustein "Hmi" werden Variablen definiert, die das Bediengerät zur Sichtbarkeits-Animation von Objekten und Elementen benötigt.

Nähere Beschreibungen finden Sie in den Netzwerküberschriften.

### 3.3 OB "CyclicInterrupt"

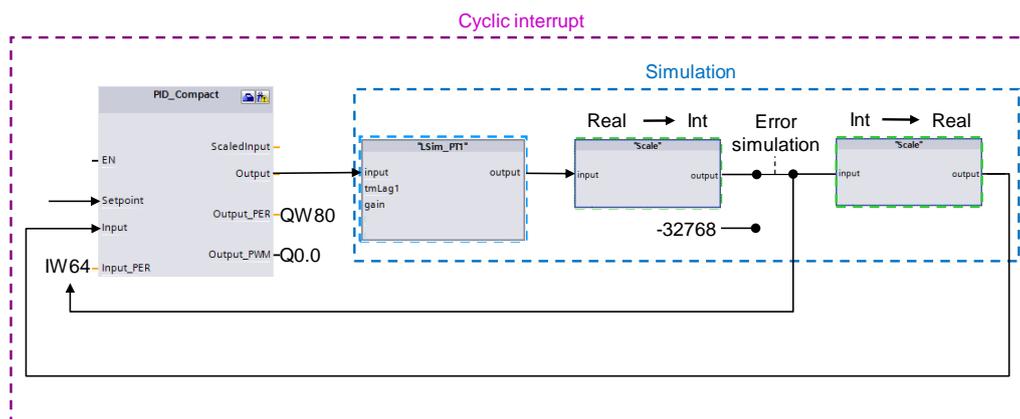
Das eigentliche Programm (der Aufruf des Kompaktreglers "PID\_Compact") findet im Weckalarm-OB statt, da diskrete Software-Regelungen in einem definierten zeitlichen Abstand aufgerufen werden müssen.

Als konstantes Zeitintervall der Abtastzeit des OB "CyclicInterrupt" wurde 100ms gewählt.

#### Programmübersicht

Im Weckalarm-OB wird der gesamte simulierte Regelkreis berechnet.

Abbildung 3-3



Folgende Peripherie-Anbindung zur Regelung einer realen Strecke ist im Beispielprojekt getroffen:

## 3 Funktionsweise

### 3.3 OB "CyclicInterrupt"

Tabelle 3-2

Variable	S7-1200	S7-1500
"PID_Compact".Input_PER	IW64	IW0
"PID_Compact".Output_PER	QW80	QW0
"PID_Compact".Output_PWM	Q0.0	Q4.0

#### Beschreibung

Der Kompaktregler "PID\_Compact" greift im Beispielprojekt auf die Peripheriesignale aus [Tabelle 3-2](#) zu. Dieser berechnet aus der Regeldifferenz = Sollwert – Istwert in Abhängigkeit von den PID-Parametern die Stellgröße. Die Stellgröße kann analog oder digital als pulsweitenmoduliertes Signal an die Peripherie-Steuerungsausgänge ausgegeben werden.

Zur Simulation wird die Stellgröße als Gleitkommazahl dem Funktionsbaustein "LSim\_PT1" übergeben.

Der FB "LSim\_PT1" simuliert eine Regelstrecke mit PT1-Verhalten und gibt so den simulierten Istwert als Gleitkommazahl aus.

Dieser wird über den FC "Scale" in einen Analogwert umgewandelt.

Bei Betätigung der Fehlersimulation ("Error simulation") wird der analoge Istwert mit dem fehlerhaften Wert (-32768) überschrieben.

Zusätzlich wird der simulierte analoge Istwert über den FC "Scale" in die entsprechende Gleitkommazahl für den Eingang "Input" des FB "PID\_Compact" umgerechnet.

Durch die Deaktivierung des FB "Simulation" können Sie die Streckensimulation ausschalten und eine reale Regelstrecke (Signalauswertung über die Steuerungsperipherie) mit dem FB "PID\_Compact" regeln.

#### 3.3.1 FB "PID\_Compact"

STEP 7 V15.1 liefert das Technologieobjekt "PID\_Compact" in der Version 2.3 für die S7-1200 bzw. Version 2.4 für die S7-1500 mit der Installation.

Dieser Funktionsbaustein wurde speziell für die Regelung von proportional wirkenden Stellgliedern entwickelt.

Abbildung 3-4

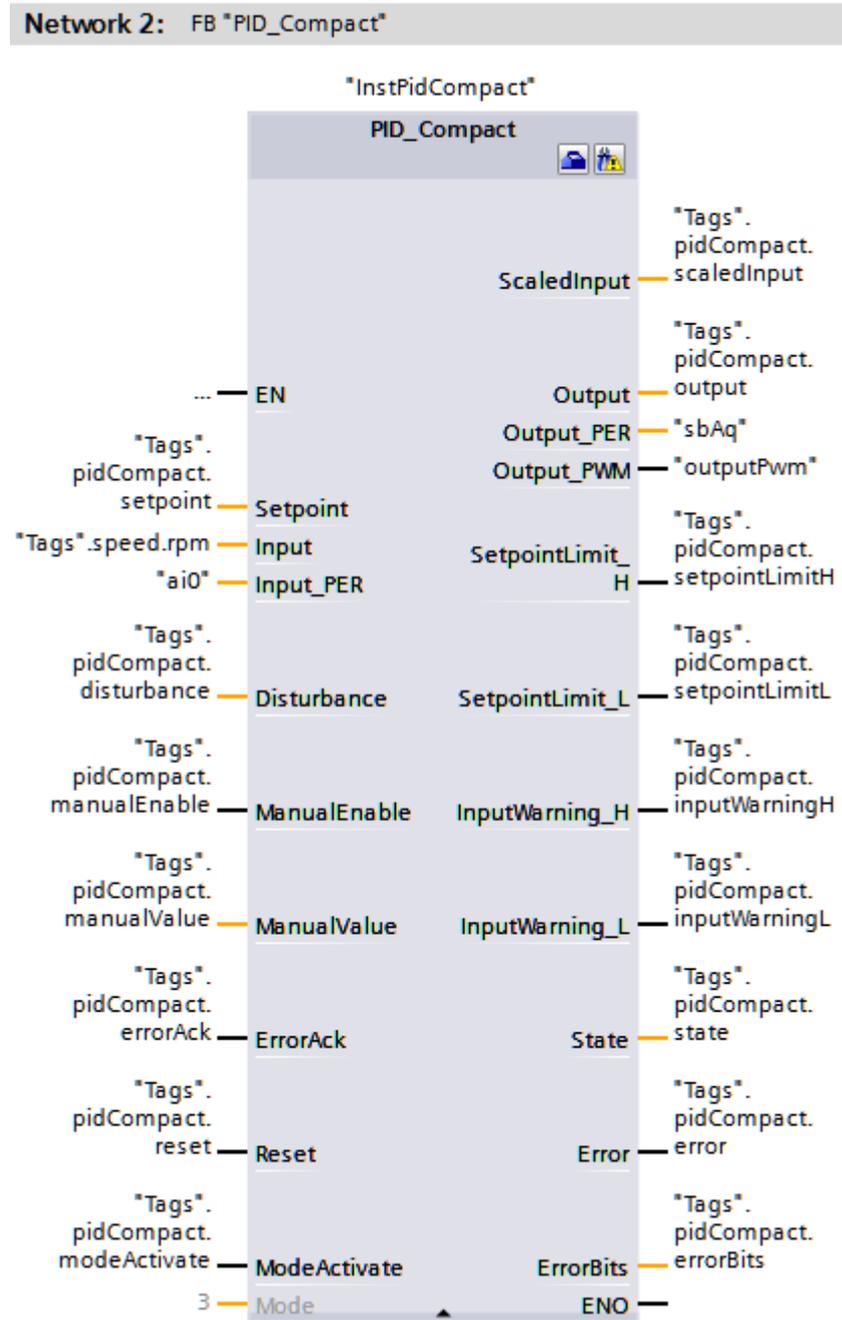


Tabelle 3-3

	Name	Datentyp	Beschreibung
Input	Setpoint	Real	Sollwerteingang
	Input	Real	Istwert in REAL-Format
	Input_PER	Int	Analoger Istwert
	Disturbance	Real	Störaufschaltung
	ManualEnable	Bool	Aktivierung der Betriebsart "Handbetrieb"
	ManualValue	Real	Handwert
	ErrorAck	Bool	Löschen der Fehlermeldungen / Warnungen
	Reset	Bool	Rücksetzen, Neustart des Reglers

### 3 Funktionsweise

#### 3.3 OB "CyclicInterrupt"

	Name	Datentyp	Beschreibung
	ModeActivate	Bool	Betriebsart "Mode" freigeben
Output	ScaledInput	Real	Skalierter Istwert
	Output	Real	Ausgangswert in REAL-Format
	Output_PER	Int	Analoger Ausgangswert
	Output_PWM	Bool	Pulsweitenmodulierter Ausgangswert
	SetpointLimit_H	Bool	Sollwert wird an der oberen Grenze festgehalten
	SetpointLimit_L	Bool	Sollwert wird an der unteren Grenze festgehalten
	InputWarning_H	Bool	Istwert hat die obere Warngrenze überschritten
	InputWarning_L	Bool	Istwert hat die untere Warngrenze unterschritten
	State	Int	Anzeige der aktuellen Betriebsart des PID-Reglers (0=Inaktiv,1=SUT,2=TIR,3=Automatik,4=Hand)
	Error	Bool	Mindestens eine Fehlermeldung liegt vor
ErrorBits	DWord	Fehlermeldung	
InOut	Mode	Int	Betriebsartvorgabe (siehe "State")

Der FB "PID\_Compact" wird im Weckalarm OB "CyclicInterrupt" aufgerufen. Den Instanzdatenbaustein "InstPidCompact" finden Sie im Ordner "Technologieobjekte":  
Dieser lässt sich öffnen über Rechtsklick -> "DB-Editor öffnen" ("Open DB editor").

**Hinweis** Eine nähere Beschreibung des Kompaktreglers erhalten Sie in der STEP 7 V15.1 Online-Hilfe. Markieren Sie dazu den Funktionsbaustein "PID\_Compact" im Programmaufruf (siehe [Abbildung 3-4](#)) und drücken Sie F1.

#### 3.3.2 FB "Simulation"

Abbildung 3-5

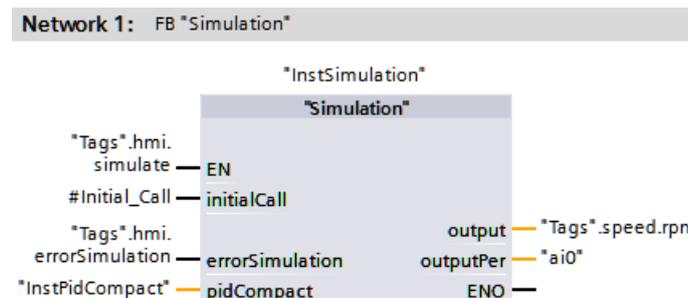


Tabelle 3-4

	Name	Datentyp	Beschreibung
Input	initialCall	Bool	Erstaufruf des Weckalarms
	errorSimulation	Bool	Simulierung eines Sensorfehlers
Output	output	Real	Simulierter Istwert als REAL-Format
	outputPer	Int	Simulierter analoger Istwert
InOut	pidCompact	PID_Compact	Übergabe des Instanzdatenbausteins des FB "PID_Compact"

Der FB "Simulation" simuliert die zu regelnde Strecke als PT1-Glied. Zusätzlich findet innerhalb des Bausteins die Umrechnung auf den Istwert als Analogwert bzw. Gleitkommazahl statt. Der FB "Simulation" schreibt direkt auf den gewählten

#### 3.3 OB "CyclicInterrupt"

Peripherieeingang des Technologieobjekts "PID\_Compact". Mit der Deaktivierung des FB "Simulation" verarbeitet der Regler somit den Istwert eines angeschlossenen Sensors. Der FB "Simulation" ruft die folgenden Bausteine auf:

- FB "LSim\_PT1"
- FC "Scale"

Der FB "Simulation" wird im gleichen Weckalarm wie der Kompaktregler "PID\_Compact" aufgerufen.

Nähere Informationen finden Sie in den Netzwerküberschriften und in folgender Beschreibung.

#### FB "LSim\_PT1"

Der Funktionsbaustein "LSim\_PT1" simuliert das kontinuierliche Verhalten einer PT1-Strecke. Dieser Baustein stammt aus der Bibliothek zur Regelstrecken-Simulation ([17](#)). Hier finden Sie auch eine ausführliche Beschreibung des FB "LSim\_PT1". In dem vorliegenden Anwendungsbeispiel ist der Streckensimulationsbaustein "LSim\_PT1" mit einer Verzögerungszeit von 3 Sekunden ausgelegt.

**Hinweis** Beachten Sie bitte, dass Änderungen der Streckenparameter erst nach Aktivierung des Eingangs "calcParam" (im Beispielprojekt als Neustart der CPU realisiert) übernommen werden.

#### FC "Scale"

Die Funktion "Scale" dient zur linearen Umrechnung nach der folgenden Formel:

$$output = \frac{outputRef2 - outputRef1}{inputRef2 - inputRef1} \cdot (input - inputRef1) + outputRef1$$

Abbildung 3-6

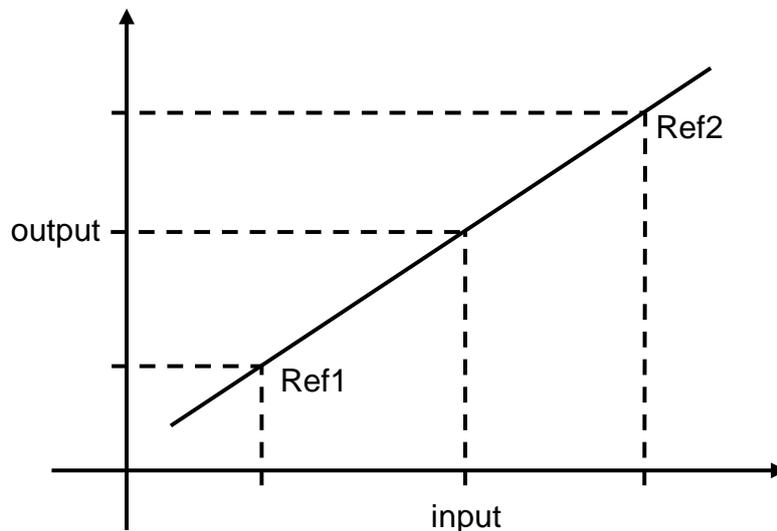


Abbildung 3-7

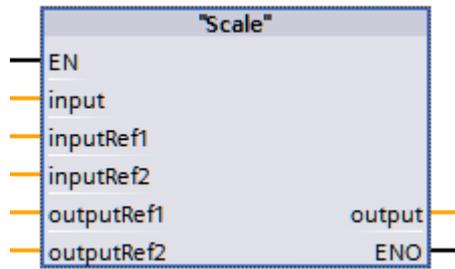


Tabelle 3-5

	Name	Datentyp	Beschreibung
Input	input	LReal	Umzurechnender Wert
	inputRef1	LReal	Eingangswert der Referenzpunktes 1
	inputRef2	LReal	Eingangswert der Referenzpunktes 2
	outputRef1	LReal	Ausgangswert der Referenzpunktes 1
	outputRef2	LReal	Ausgangswert der Referenzpunktes 2
Output	output	LReal	Ausgangswert

Durch die Wahl des Datentyps "LReal" wird die richtige Konvertierung von bzw. in die angehängten Aktualparameter gewährleistet.

Der FC "Scale" rechnet den Streckenausgang in einen Analogwert um, um das Verhalten des Reglers im Fehlerfall simulieren zu können.

Der Fehlerfall tritt bei einer realen Strecke durch den Ausfall des Istwertensors (z.B. durch Drahtbruch) ein.

In der Simulation wird dieses durch die Überschreibung des analogen Istwertes mit einem Wert außerhalb des Messbereichs (-32768) erreicht (siehe [Abbildung 3-3](#)).

Anschließend rechnet FC "Scale" den resultierenden Analogwert in einen Gleitkommawert für die Istwertauswahl "Input" des FB "PID\_Compact" um.

## 4 Installation und Inbetriebnahme

### 4.1 Hardwareanpassung

Die folgende Tabelle gibt Auskunft über die verwendeten Steuerungen und die Anbindungsmöglichkeiten an eine reale Regelstrecke.

Tabelle 4-1

Signal	CPU 1211C	CPU 1511C-1 PN
Analoger Istwert (0-10V)	IW64	IW0
Analoger Stellwert (0-10V)	QW80 (mit SB 1232 AQ)	QW0
Digitales PWM-Signal	Q0.0	Q4.0
Digitale Erfassung der Drehzahl (A-B-Spur) des Inkrementalgebers über schnelle Zähler	DI 0.0 DI 0.1	DI 10.0 DI 10.1

Je nach Ausführung Ihres gewählten Stellglieds müssen Sie die Hardware-Konfiguration eventuell anpassen.

Im folgendem werden die Konfigurationsmöglichkeiten für den Betrieb des Kompaktreglers "PID\_Compact" vorgestellt.

#### Eingangssignal

Die Regelgröße wird als aufbereitete Gleitkommazahl "Input" oder als Analogwert von der Peripherie "Input\_PER" erfasst. Der "PID\_Compact" bietet die Umrechnung des Analogwertes in die physikalische Einheit in der Konfigurationsmaske an.

Zur Regelgrößenerfassung werden Baugruppen zur Analogwertaufnahme, sowie zur Temperaturerfassung über Thermoelemente oder Widerstandsthermometer angeboten.

#### Ausgangssignal

Der "PID\_Compact" bietet die Ansteuerung des Stellglieds über einen Analogausgang oder über einen digitalen pulsweitenmodulierten Transistor-Ausgang an.

#### Hinweis

Weitere Informationen zu der Wahl Ihrer Peripherie bzw. deren Verdrahtung finden Sie im Hardware-Katalog im TIA Portal oder:

- im [Kapitel A "Technische Daten"](#) im S7-1200 Handbuch ([\3\](#))
- im Handbuch "SIMATIC S7-1500/ET 200MP Manual Collection" ([\9\](#))
- über das TIA Selection Tool ([\11\](#))

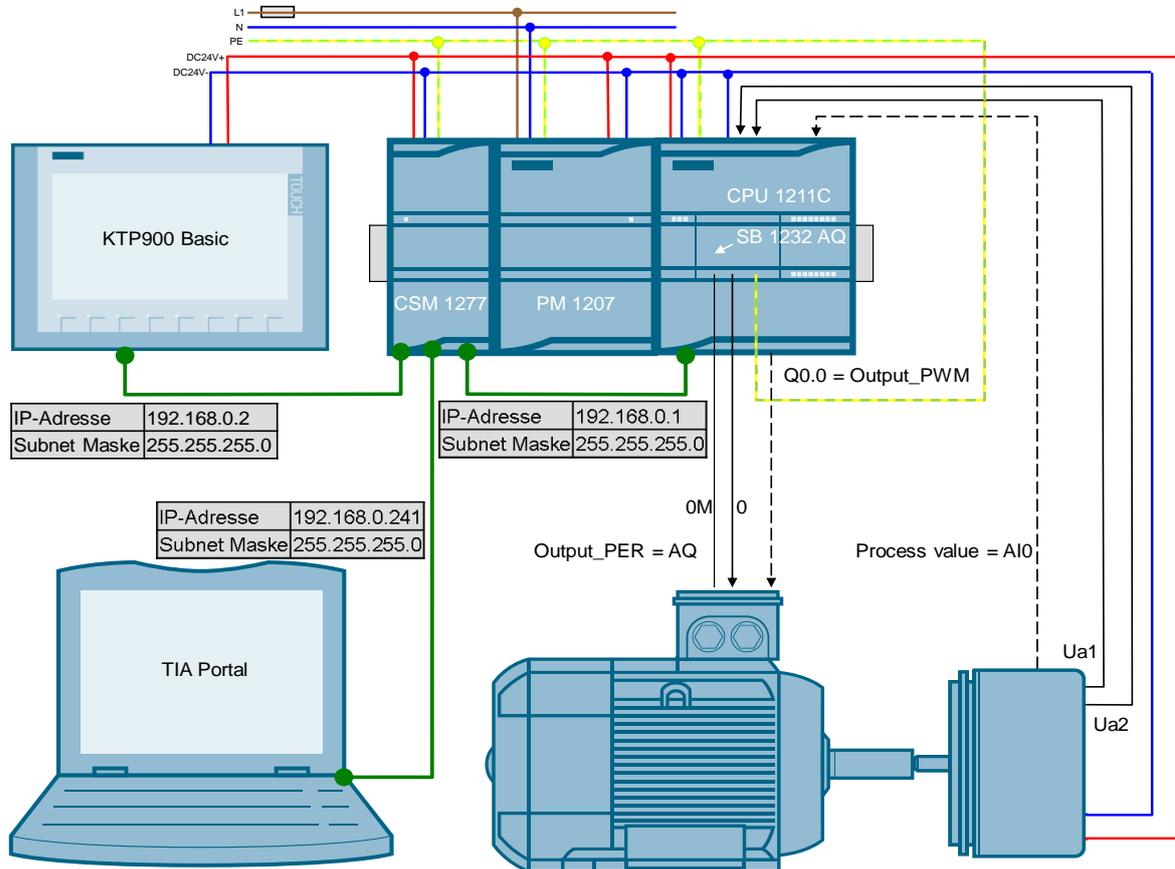
## 4 Installation und Inbetriebnahme

### 4.1 Hardwareanpassung

#### Installation der Hardware

Nachfolgendes Bild zeigt den Hardwareaufbau des Anwendungsbeispiels mit einer SIMATIC S7-1200.

Abbildung 4-1

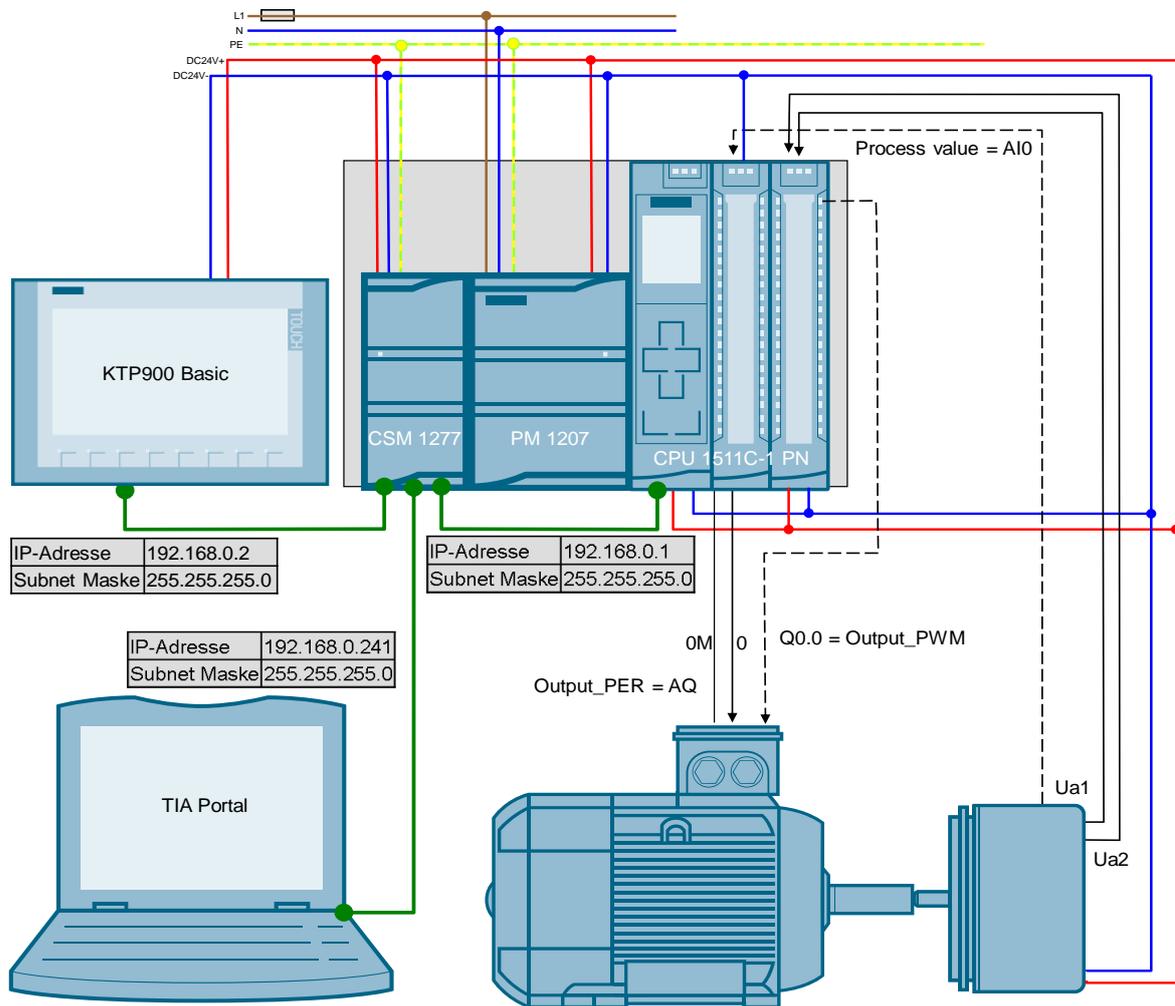


Nachfolgendes Bild zeigt den Hardwareaufbau des Anwendungsbeispiels mit einer SIMATIC S7-1500.

## 4 Installation und Inbetriebnahme

### 4.1 Hardwareanpassung

Abbildung 4-2



© Siemens AG 2019 All rights reserved

### Hardware montieren

Tabelle 4-2

Nr.	Aktion	Anmerkung
1	Passen Sie die Peripherie der S7-1200/S7-1500 an Ihr verwendetes Stellglied an.	Siehe Kapitel <a href="#">4.1</a>
2	Montieren Sie alle benötigten Komponenten auf einer Hutschiene (S7-1200) bzw. S7-1500 Profilschiene.	
3	Verdrahten und verbinden Sie alle benötigten Komponenten wie beschrieben.	S7-1200 Handbuch ( <a href="#">13</a> ) <a href="#">Kapitel A "Technische Daten"</a> bzw. S7-1500 Manual Collection ( <a href="#">19</a> )
4	Zum Schluss aktivieren Sie die Spannungsversorgung für die SIMATIC PM 1207.	

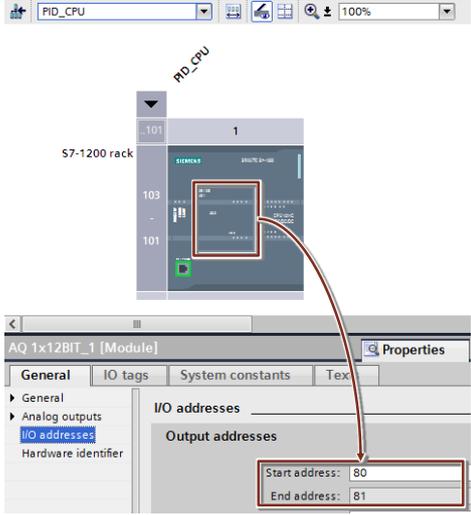
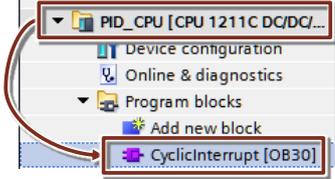
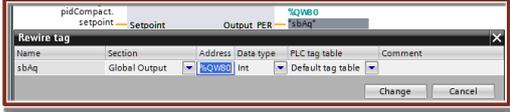
## 4.2 Konfiguration

### 4.2.1 Peripherie-Adressen übergeben

Je nach geänderter Konfiguration müssen die Ein- bzw. Ausgangsadressen der hinzugefügten Hardware dem Programm übergeben werden.

Dieses wird am Beispiel eines Signalboards 1232 AQ 1x12 Bit für die SIMATIC S7-1200 gezeigt:

Tabelle 4-3

Nr.	Aktion	Anmerkung
1.	Öffnen Sie die Gerätekonfiguration der Steuerung "PID_CPU".	
2.	<p>Markieren Sie in der Gerätesicht der CPU das Signalboard 1232 AQ 1x12 Bit.</p> <p>Lesen Sie die Ausgangsadresse des Signalboards unter dem Menüpunkt "E/A-Adressen":</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anfangsadresse: 80</li> <li>Endadresse: 81</li> </ul> <p>Dieses bedeutet: Die Adresse, über die der Analogwert des SB 1232 AQ 1x12 Bit ausgegeben wird, lautet: <b>QW80</b></p>	
3.	Öffnen Sie im Steuerungsteil des Projektes den OB "CyclicInterrupt".	
4.	<p>Da über das Signalboard die analoge Stellgröße an das Stellglied ausgegeben wird, übergeben Sie den Ausgang "Output_PER" des FB "PID_Compact" an das Ausgangswort <b>QW80</b> im Netzwerk 2.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Markieren Sie dazu die verknüpfte Variable "sbAq" und wählen über Rechtsklick "Variable umverdrachten..." (Rewire tag...).</li> <li>Ändern Sie die Adresse der Variablen: %QW80</li> </ul> <p>Entsprechend können Sie so auch die anderen Peripherieverknüpfungen aus <a href="#">Tabelle 4-1</a> an Ihre Signalwahl angleichen.</p>	

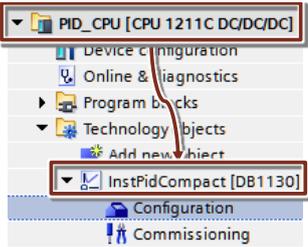
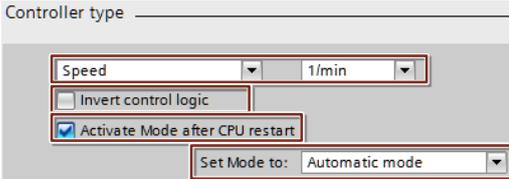
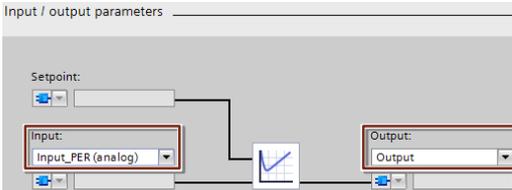
**4.2.2 PID-Regler konfigurieren**

Die Konfiguration des Technologieobjekts "PID\_Compact" legt die Funktionsweise des Kompaktreglers fest.

Die getroffenen Einstellungen bestimmen die Startwerte, mit denen der PID-Regler nach einem Kalt- oder Warmstart (z.B. Spannungsausfall) wieder anläuft.

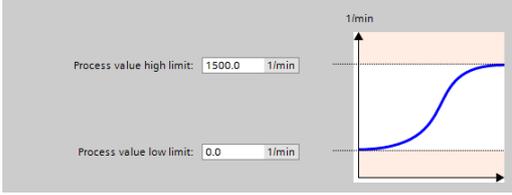
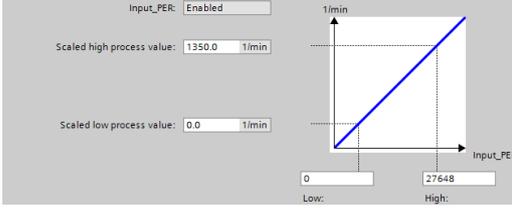
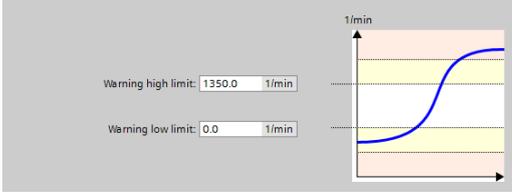
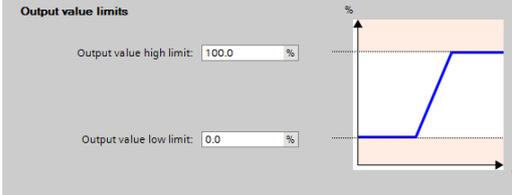
Eine nähere Beschreibung finden Sie im S7-1200 Handbuch (13) → Kapitel 10.2.5 bzw. im Funktionshandbuch zur PID-Regelung (13) → Kapitel "PID\_Compact V2 konfigurieren".

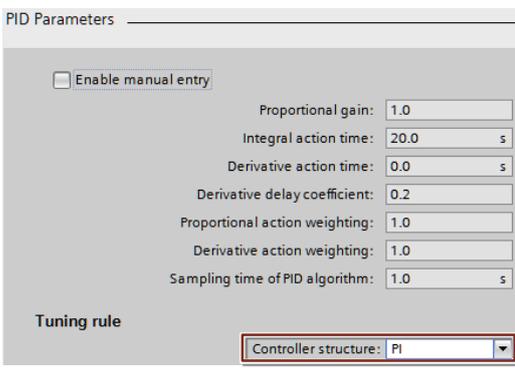
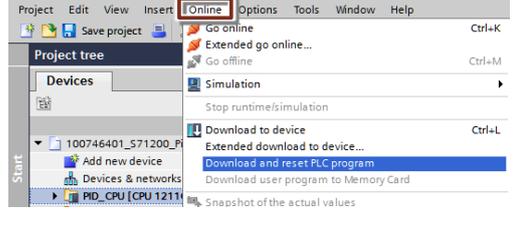
Tabelle 4-4

Nr.	Aktion	Anmerkung
1.	Öffnen Sie den Konfigurationseditor über die Auswahl der CPU -> Technologieobjekte -> InstPidCompact -> Konfiguration.	
2.	<p>Öffnen Sie das Untermenü "<b>Regelungsart</b>" in den Grundeinstellungen: Bestimmen Sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• welche physikalische Einheit bei der Anzeige von Soll- und Istwert verwendet werden soll</li> <li>• ob der Regler-Ausgang invertiert werden soll</li> <li>• ob der Regler <b>nach Neustart der CPU</b> "inaktiv" bleiben soll oder in die Betriebsart wechselt, die an „Mode“ gespeichert ist</li> <li>• unter "Mode setzen auf:" die Betriebsart, die nach einem <b>vollständigen Laden in Gerät</b> aktiviert werden soll. (Voraussetzung hierfür ist, dass der Parameter „Mode“ nicht verknüpft wird -&gt; siehe <a href="#">Abbildung 3-4</a>)</li> </ul>	
3.	<p>Gleichen Sie das Untermenü "<b>Eingangs-/Ausgangsparameter</b>" in den Grundeinstellungen an ihre verwendeten Sensoren/Aktoren an:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Istwert als aufbereitete Gleitkommazahl "Input" oder als Analogwert "Input_PER"</li> <li>• Stellgröße als Gleitkommazahl "Output", als Analogwert "Output_PER" oder als digitales pulswertenmoduliertes Signal "Output_PWM"</li> </ul>	

## 4 Installation und Inbetriebnahme

### 4.2 Konfiguration

Nr.	Aktion	Anmerkung
4.	<p>Bestimmen Sie im Untermenü "<b>Istwertgrenzen</b>" in den Istwerteinstellungen die Grenzen des skalierten Prozesswertes.</p> <p><b>Hinweis:</b> Achten Sie auf die richtige Einstellung von Ober- und Untergrenze des Istwertes, da der Regler Verletzung dieser Grenzen als Fehlerfall interpretiert und nach den Einstellungen „Verhalten im Fehlerfall“ (siehe Nr. 8) reagiert!</p>	<p>Process value limits</p> 
5.	<p>Bestimmen Sie bei Verwendung des analogen Prozesswertes "Input_PER" im Untermenü "<b>Istwertskalierung</b>" in den Istwerteinstellungen die Wertepaare für die lineare Umrechnung in den skalierten Prozesswert.</p>	<p>Process value scaling</p> 
6.	<p>Öffnen Sie die "<b>Istwertüberwachung</b>" in den Erweiterten Einstellungen: Hier können Sie Warngrenzen angeben bei deren Über- bzw. Unterschreitung jeweils ein Warnbit aktiviert wird.</p>	<p>Process value monitoring</p> 
7.	<p>Öffnen Sie die "<b>PWM-Begrenzungen</b>" in den Erweiterten Einstellungen: Zur Anpassung an die Stellgliedträgheit können Sie hier minimale Ein- bzw. Ausschaltzeiten vorgeben.</p> <p><b>Hinweis:</b> Auch bei Verwendung eines anderen Stellgrößensignals ("Output" oder "Output_PER") wirken diese Einstellungen!</p>	<p>PWM limits</p> <p>Minimum ON time: 0.0 s</p> <p>Minimum OFF time: 0.0</p>
8.	<p>Öffnen Sie das Untermenü "<b>Ausgangswert</b>" in den Erweiterten Einstellungen: <b>Ausgangswertgrenzen</b> Bestimmen Sie die prozentualen Grenzen des auszugebenden Signals an das Stellglied. <b>Verhalten im Fehlerfall</b> Bestimmen Sie, ob im Fehlerfall</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• der Regler inaktiv geschaltet wird,</li> <li>• die aktuelle Stellgröße für die Fehlerdauer beibehalten wird oder</li> <li>• ein vorzugebender Ersatzausgangswert als Stellgröße dauerhaft oder für die Fehlerdauer ausgegeben werden soll.</li> </ul>	<p>Output value</p> <p>Output value limits</p> <p>Output value high limit: 100.0 %</p> <p>Output value low limit: 0.0 %</p>  <p>Reaction to error</p> <p>Set output to: Substitute output value while error is pending</p> <p>Substitute output value: 0.0 %</p>

Nr.	Aktion	Anmerkung
9.	<p>Öffnen Sie die "<b>PID-Parameter</b>" in den Erweiterten Einstellungen: Hier können Sie die Startwerte der Reglerparameter manuell vorgeben. Sie werden dann als Startwerte in den Instanzdatenbaustein des "PID_Compact" geschrieben und nach einem Kaltstart (Projekt in die Steuerung laden) als Aktualwerte übernommen.</p> <p><b>Regel für Optimierung</b></p> <p>Je nach gewählter Reglerstruktur werden die Startwerte für die Einstellregeln der Erst- bzw. Nachoptimierung auf</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• "PID nach Chien, Hrones und Reswick" bzw. "PID automatisch" oder</li> <li>• "PI nach Chien, Hrones und Reswick" bzw. "Ziegler-Nichols PI" eingestellt.</li> </ul> <p>Wählen Sie als Reglerstruktur für die Drehzahlregelung "PI".</p>	
10.	<p>Speichern Sie das Projekt. Markieren Sie den Programmordner der S7-1x00 und übertragen Sie das Programm via "Online/PLC-Programm in Gerät laden und zurücksetzen" in die Steuerung, damit die getroffenen Einstellungen als Startwerte des Technologieobjekts mit dem Starten der CPU übernommen werden.</p>	

**Hinweis** Änderungen der Startwerte eines Datenbausteins werden erst beim nächsten STOP/RUN-Übergang (bei nicht remanenten Datentypen) als Aktualwerte übernommen.

### 4.3 CPU-Simulation mit PLCSIM

Sie können das Technologieobjekt „PID\_Compact“ V2.x für CPU S7-1500 mit PLCSIM simulieren. Die Simulation von PID\_Compact V2.x mit PLCSIM für CPU S7-1200 wird nicht unterstützt.

Der tatsächliche Zeittakt eines Weckalarm-OB kann bei einer simulierten PLC größere Schwankungen aufweisen als bei "echten" PLCs. In der Standardkonfiguration ermittelt PID\_Compact die Zeit zwischen den Aufrufen automatisch und überwacht diese auf Schwankungen.

Bei der Simulation von PID\_Compact mit PLCSIM kann deshalb ein Abtastzeitfehler (ErrorBits = DW#16#00000800) erkannt werden. Dies führt zum Abbruch von laufenden Optimierungen.

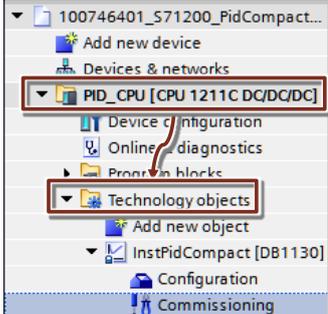
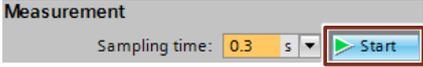
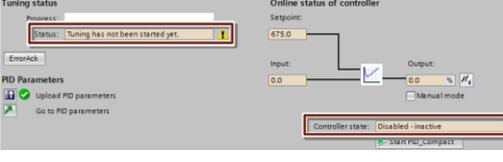
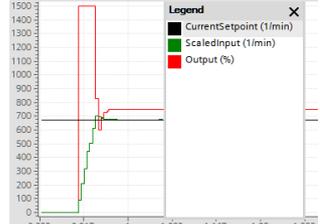
Um dies zu verhindern, sollten Sie PID\_Compact bei Simulation mit PLCSIM wie folgt konfigurieren:

- CycleTime.EnEstimation = FALSE
- CycleTime.EnMonitoring = FALSE
- CycleTime.Value: Weisen Sie dieser Variablen den Zeittakt des aufrufenden Weckalarm-OB in der Einheit Sekunden zu.

### 4.4 Inbetriebnahme des Kompaktreglers

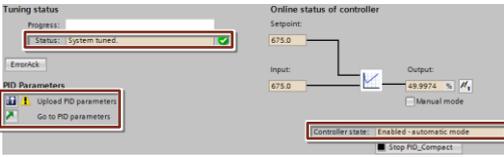
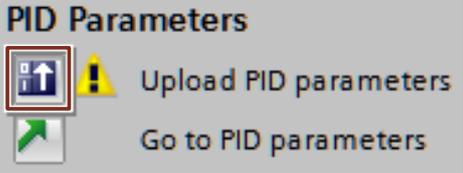
Im Folgenden erfahren Sie, wie Sie die Optimierung des PID\_Compact mit Hilfe des Inbetriebnahme-Assistenten vornehmen.

Tabelle 4-5

Nr.	Aktion	Anmerkung
1.	Öffnen Sie den Inbetriebnahme-Editor über die Auswahl der CPU -> Technologieobjekte -> InstPidCompact -> Inbetriebnahme.	
2.	Starten Sie die Messung.	
3.	Der Status der Optimierung besagt, dass noch keine Optimierung gestartet wurde und der Regler befindet sich nach dem ersten Anlauf der CPU im Zustand "Deaktiviert – Inaktiv" (siehe <a href="#">Tabelle 4-4</a> , Nr. 2).	
4.	<p>Die besten PID-Parameter erhalten Sie, wenn Sie Erst- und Nachoptimierung durchführen.</p> <p>Voraussetzungen für die Erstoptimierung sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ManualEnable = FALSE, Reset = FALSE</li> <li>• PID_Compact befindet sich in der Betriebsart "Handbetrieb", "Inaktiv" oder "Automatikbetrieb".</li> <li>• Der Sollwert und der Istwert befinden sich innerhalb der konfigurierten Grenzen (siehe <a href="#">Tabelle 4-4</a>, Nr. 4).</li> <li>• Die Differenz zwischen Sollwert und Istwert ist größer als 30 % der Differenz zwischen Obergrenze Istwert und Untergrenze Istwert.</li> <li>• Der Abstand zwischen Sollwert und Istwert ist &gt; 50% des Sollwerts.</li> </ul> <p>Geben Sie einen Sollwert möglichst im Mittelfeld des Istwertbereichs vor (z.B. über eine Beobachtungstabelle; im Projekt ist der Startwert des Sollwertes schon entsprechend vordefiniert). Starten Sie die Erstoptimierung.</p>	
5.	Die Erstoptimierung ermittelt die Prozessantwort auf einen Sprung des Ausgangswerts und sucht den Wendepunkt. Aus der maximalen Steigung und der Totzeit der Regelstrecke werden die PID-Parameter berechnet. Die Erstoptimierung und die anschließende Einregelung auf den Sollwert mit den gefundenen PID-Parametern können Sie über	

## 4 Installation und Inbetriebnahme

### 4.4 Inbetriebnahme des Kompaktreglers

Nr.	Aktion	Anmerkung
	den Kurvenverlauf verfolgen.	
6.	Nach erfolgreicher Erstoptimierung wechselt der Regler in den Automatikbetrieb. Die ermittelten Werte können Sie über "Gehe zu PID-Parameter" einsehen. Über "PID-Parameter laden" werden die ermittelten Werte als Startwerte in den Instanzdatenbaustein des "PID_Compact" ins Projekt geschrieben.	 <p>The screenshot shows the 'Tuning status' section with a 'Status: System tuned' indicator. The 'Online status of controller' section displays 'Setpoint: 675.0', 'Input: 675.0', and 'Output: 49.9974 %'. A 'Controller state' dropdown is set to 'Enabled - automatic mode'. Buttons for 'Upload PID parameters' and 'Go to PID parameters' are visible.</p>
7.	Voraussetzungen für die Nachoptimierung sind: <ul style="list-style-type: none"> <li>ManualEnable = FALSE, Reset = FALSE</li> <li>Der Sollwert und der Istwert befinden sich innerhalb der konfigurierten Grenzen.</li> <li>Der Regelkreis ist am Arbeitspunkt eingeschwungen. Der Arbeitspunkt ist erreicht, wenn der Istwert dem Sollwert entspricht.</li> <li>Es werden keine Störungen erwartet.</li> <li>PID_Compact befindet sich in der Betriebsart Inaktiv, Automatikbetrieb oder Handbetrieb.</li> </ul> Geben Sie einen Sollwert möglichst im Mittelfeld des Istwertbereiches vor (z.B. über eine Beobachtungstabelle; im Projekt ist der Startwert des Sollwertes schon entsprechend vordefiniert). Starten Sie nun die Nachoptimierung.	 <p>The screenshot shows the 'Tuning mode' interface with a dropdown menu set to 'Fine tuning' and a 'Start' button.</p>
8.	Die Nachoptimierung generiert eine konstante, begrenzte Schwingung des Istwertes. Aus Amplitude und Frequenz dieser Schwingung werden die PID-Parameter für den Arbeitspunkt optimiert. Aus den Ergebnissen werden alle PID-Parameter neu berechnet. Die PID-Parameter aus der Nachoptimierung zeigen meist ein besseres Führungs- und Störverhalten als die PID-Parameter aus der Erstoptimierung. Die Nachoptimierung können Sie über den Kurvenverlauf verfolgen.	 <p>The graph shows three data series over time: 'CurrentSetpoint (1/min)' (black line), 'ScaledInput (1/min)' (green line), and 'Output (%)' (red line). The y-axis ranges from 0 to 1500, and the x-axis shows time points from 6.667 to 7.667. The output shows a series of oscillations around a setpoint of approximately 700.</p>
9.	Nach erfolgreicher Beendigung der Nachoptimierung können Sie die ermittelten PID-Parameter wiederum als Startwerte in den Instanzdatenbaustein des "PID_Compact" ins Projekt laden, um anschließend die Projektänderungen in die CPU zu laden und zu sichern.	 <p>The screenshot shows the 'PID Parameters' dialog box with two buttons: 'Upload PID parameters' (with a warning icon) and 'Go to PID parameters' (with a green arrow icon).</p>

Eine nähere Beschreibung finden Sie im S7-1200 Handbuch ([13](#)) → [Kapitel 10.2.7](#) und im Funktionshandbuch zur PID-Regelung ([13](#)) → Kapitel "PID\_Compact V2 in Betrieb nehmen").

#### Hinweis

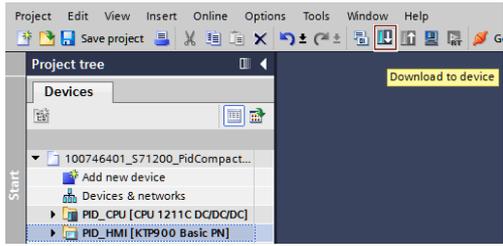
Die PID-Parameter sind im Instanzdatenbaustein des Kompaktreglers "PID\_Compact" remanent hinterlegt.  
Bei einem Warmstart (Spannungswiederkehr) bleiben die zuletzt durchlaufenen Werte erhalten.  
Nur bei einem Kaltstart (Übertragung des Projektes im Betriebszustand STOP oder Umröchen des Speichers über MRES) werden die Startwerte geladen.

## 4.5 Bediengerät

### HMI-Projektteil ins KTP900 Basic laden

Verbinden Sie Ihr PG/PC zum Übertragen direkt oder über den Switch CSM1277 mit dem HMI.

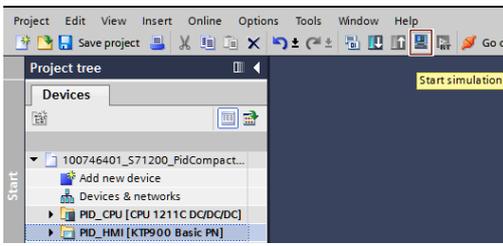
Tabelle 4-6

Nr.	Aktion	Anmerkung
1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Markieren Sie den Bediengeräteordner "PID_HMI [KTP900 Basic PN]".</li> <li>• Betätigen Sie die Schaltfläche "Laden in Gerät" zum Download des HMI-Projektteils in das KTP900 Basic.</li> <li>• Befolgen Sie den Wizard zum "Laden ins Gerät".</li> </ul>	

### HMI simulierten

Falls Sie das PG/PC als Bediengerät verwenden wollen, starten Sie die HMI-Simulation wie folgt:

Tabelle 4-7

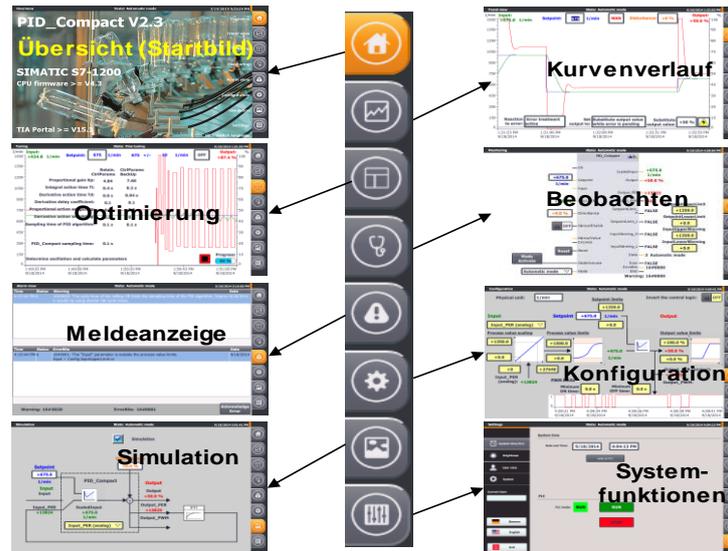
Nr.	Aktion	Anmerkung
1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Markieren Sie den Bediengeräteordner "PID_HMI [KTP900 Basic PN]".</li> <li>• Betätigen Sie die Schaltfläche "Simulation starten".</li> </ul>	

# 5 Bedienung des Anwendungsbeispiels

## 5.1 Übersicht

### Übersicht und Beschreibung der Oberfläche

Abbildung 5-1



Die Bedienoberfläche besteht aus 8 Menüs:

- Anfangsbild (Übersicht)
- Kurvenverlauf
- Optimierung
- Beobachtung
- Meldeanzeige
- Konfiguration
- Simulation
- Systemfunktionen

### 5.1.1 Übersicht (Anfangsbild)

Das Übersichtsbild gibt Aufschluss über die behandelte Thematik. Vorgestellt wird das Technologieobjekt: der Kompaktregler "PID\_Compact" verfügbar in den Steuerungen:

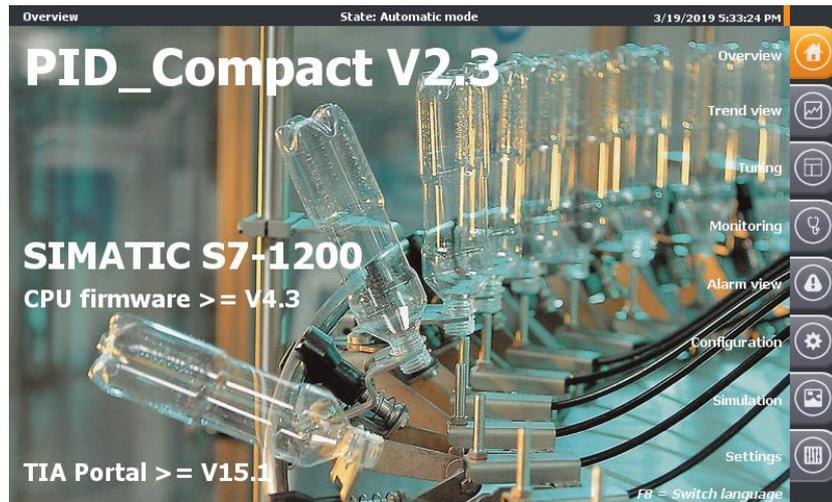
- SIMATIC S7-1200 CPU mit Firmware V4.3 und PID\_Compact V2.3
- SIMATIC S7-1500 CPU mit Firmware V2.6 und PID\_Compact V2.4

Die Projektierung erfolgt in STEP 7 V15.1 (TIA Portal).

Zusätzlich wird die Bedienung der rechten Menüleiste erklärt.

Diese ist in jedem Bild verfügbar.

Abbildung 5-2



- Über  gelangen Sie zum Übersichtsbild (dieses Bild).
  - Über  gelangen Sie zum Kurvenverlauf ([Abbildung 5-3](#)).
  - Über  gelangen Sie zur Optimierung ([Abbildung 5-4](#)).
  - Über  gelangen Sie zur Beobachtung ([Abbildung 5-5](#)).
  - Über  gelangen Sie zur Meldeanzeige ([Abbildung 5-6](#)).
  - Über  gelangen Sie zur Konfiguration ([Abbildung 5-8](#)).
  - Über  gelangen Sie zur Simulation ([Abbildung 5-10](#)).
  - Über  gelangen Sie zu den Systemfunktionen ([Abbildung 5-11](#)).
  - Über F8 können Sie zwischen deutscher und englischer Sprache umschalten.
- Das aktuell angewählte Menü erkennen Sie über den orangen Hintergrund des

Symbols: z.B.  (für das Übersichtsbild) bzw. über die Betitelung in der Kopfzeile (links): **Overview**.

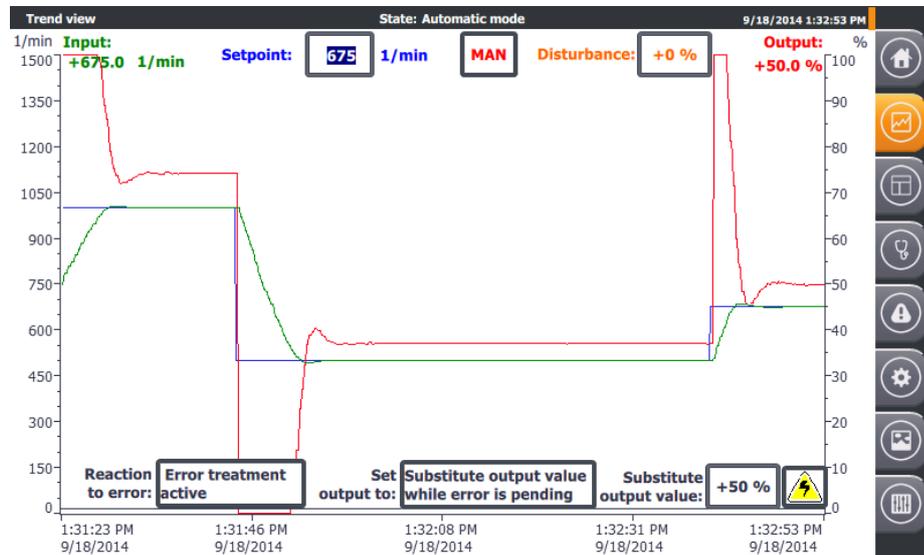
In der Mitte der Kopfzeile erfahren Sie, in welcher Betriebsart sich der Regler momentan befindet: **State: Automatic mode** (für den Automatikbetrieb)

**9/19/2014 1:15:40 PM**

Die Kopfzeile ist ebenfalls in jedem Bild sichtbar.

5.1.2 Kurvenverlauf

Abbildung 5-3



Das Bild "Kurvenverlauf" zeigt den zeitlichen Verlauf über 90 Sekunden

- des Sollwertes **Setpoint** (Skala links)
- des Istwertes **Input** (Skala links)
- der Stellgröße **Output** (Skala rechts)

Handbetrieb



Über **MAN** schalten Sie in den Handbetrieb.



Im Handbetrieb können Sie über den Handwert **Manual value: +50 %** (Wertebereich 0 bis 100 %) die Stellgröße direkt angeben.

**Hinweis** Der Handbetrieb wird hier über die Wertvorgabe am Parameter "Mode" in Verbindung mit der Aktivierung über "ModeActivate" eingeschaltet (nicht über "ManualEnable").

Automatikbetrieb



Über **AUTO** schalten Sie in den Automatikbetrieb.



Über **Setpoint: 675 1/min** geben Sie im Automatikbetrieb den Sollwert vor.



Über **Disturbance: +100 %** können Sie die Störgröße, die direkt auf die Stellgröße addiert wird vorgeben.

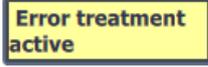
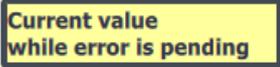
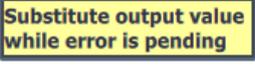
5.1 Übersicht

Sie können so im Automatikbetrieb die Ausregelung der Störgröße im Kurvenverlauf verfolgen.

**Verhalten im Fehlerfall**

Bei Überschreitung der Istwertgrenzen (z.B. durch Ausfall des Sensors) können Sie das Verhalten des Reglers vorbestimmen.

Bestimmen Sie, ob im Fehlerfall

- der Regler inaktiv geschaltet werden soll 
- oder bei aktiver Fehlerbehandlung 
  - die aktuelle Stellgröße für die Fehlerdauer beibehalten wird  oder
  - ein Ersatzausgangswert  vorzugeben über  als Stellgröße ausgegeben werden soll.

Bei aktiver Fehlerbehandlung wird die Stellgröße (Output) im Fehlerfall auf den aktuellen Wert oder auf den Ersatzausgangswert für die Fehlerdauer gesetzt. Dieses Verhalten tritt in folgenden Betriebsarten auf:

- Erstopptimierung
- Nachoptimierung
- Automatikbetrieb

Der Regler schaltet sich zusätzlich im Handbetrieb inaktiv bei Auswahl dieses Verhaltens im Fehlerfall.

Im Streckensimulationsbetrieb lässt sich das gewählte Verhalten im Fehlerfall über



simulieren (ein- und ausschalten). Im eingeschalteten Fehlerfall wird das



Symbol rot hinterlegt:

**Hinweis**

Diese Auswahlfelder sind gelb hinterlegt, da es sich hier um nicht remanente Daten im Instanzdatenbaustein des "PID\_Compact" handeln. Sie können sie diese über das Bediengerät oder deren Simulation verändern, um die Funktion zu testen.

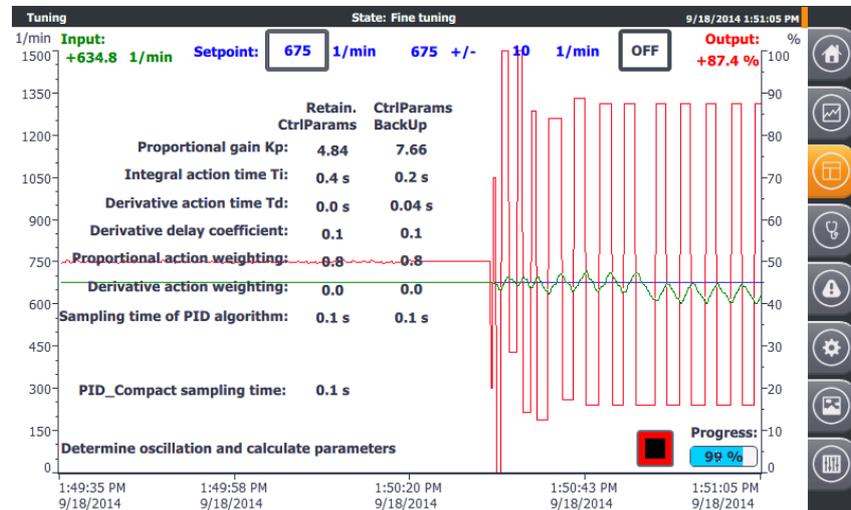
Um diese Voreinstellungen auch über einen Spannungsverlust zu sichern, müssen dieser Wert als Startwerte in den Instanzdatenbaustein des "PID\_Compact" geschrieben werden.

Der Konfigurationsassistent bietet diese Funktion ([Tabelle 4-4](#)) bei anschließender Übertragung des Instanzdatenbausteins an.

### 5.1.3 Optimierung

Im Menü "Optimierung" können Sie die Regelungsparametrierung automatisch oder manuell bestimmen.

Abbildung 5-4



Die Optimierungsmaske bietet die Möglichkeit

- zur Erstopptimierung oder
  - zur Nachoptimierung
- aus dem inaktiven Reglerzustand, Hand- oder Automatikbetrieb.

#### Hinweis

Der Handbetrieb darf dafür nicht über den Eingang "ManualEnable" gewählt sein!

Für die Erstopptimierung können Sie zwischen folgenden Optimierungsmethoden wählen:

- Chien, Hrones, Reswick PID
- Chien, Hrones, Reswick PI

Für die Nachoptimierung können Sie zwischen folgenden Optimierungsmethoden wählen:

- PID automatisch
- PID schnell
- PID langsam
- Ziegler-Nichols PID
- Ziegler-Nichols PI
- Ziegler-Nichols P

Über **Cancel TuningLevel:**  1/min bestimmen Sie die maximal erlaubte Sollwertänderung während der Optimierung. Bei Überschreitung dieses Wertes wird die Optimierung abgebrochen und der Regler schaltet sich je nach gewählter Fehlerbehandlung inaktiv oder kehrt in die Betriebsart zurück aus dem die Optimierung gestartet wurde.

### 5.1 Übersicht

Während der Optimierung wird der Sollwert eingefroren. Die Grenzvorgaben (eingefrorener Sollwert mit maximal erlaubter Sollwertänderung) werden angezeigt:

**675 +/- 10 1/min**

**Hinweis** Der Parameter "CancelTuningLevel" stellt die Optimierung auch bei Signalrauschen am Sollwert sicher (z.B. bei der Verwendung eines Potentiometers).



Über  starten Sie die gewählte Optimierungsmethode.

**Hinweis** Geben Sie einen Sollwert möglichst im Mittelfeld des Istwertbereiches vor, um einen Abbruch der Optimierung durch das Erreichen der Begrenzung zu vermeiden.

Während der Optimierung wird der Optimierungsstatus und der prozentuale

**Progress:**

Vorschritt angezeigt.

**60 %**

Über  brechen Sie die Optimierung ab und kehren in die Betriebsart zurück aus der die Optimierung gestartet wurde.

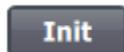
Nach erfolgreicher Optimierung werden die ermittelten Regler-Parameter in der Spalte **Retain.**

Spalte **CtrlParams** dargestellt und die Regler-Parameter vor der Optimierung werden in die Spalte **BackUp** geschoben.

Der gesicherte "BackUp"-Parametersatz lässt sich über **LoadBackUp** wieder in den Regler laden.

Die aktuellen Regler-Parameter ("Retain.CtrlParams") lassen sich auch manuell editieren (dargestellt durch Umrahmung der Parameter **1.0**).

**Hinweis** Der aktuelle Regler-Parametersatz ("Retain.CtrlParams") ist remanent und bleibt auch nach Spannungsverlust erhalten. Um mit diesen Parametern auch nach einem Kaltstart zu starten, müssen diese als Startwerte in den Instanz-DB des "PID\_Compact" geschrieben werden. Der Inbetriebnahme-Assistent bietet diese Funktion an ([Tabelle 4-5](#), Schritt 9).



Über **Init** werden die Defaultwerte des PLC-Datentyps "PID\_CompactRetain" geladen:

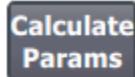
**Retain.  
CtrlParams**

Proportional gain Kp:	<input type="text" value="1.0"/>
Integral action time Ti:	<input type="text" value="20.0 s"/>
Derivative action time Td:	<input type="text" value="0.0 s"/>
Derivative delay coefficient:	<input type="text" value="0.2"/>
Proportional action weighting:	<input type="text" value="1.0"/>
Derivative action weighting:	<input type="text" value="1.0"/>

Die Abtastzeit des Reglers **PID\_Compact sampling time: 0.1 s** entspricht dem Zeittakt des Weckalarm-Organisationsbausteins, in dem der "PID\_Compact" aufgerufen wird.

Die Abtastzeit des PID-Algorithmus **Sampling time of PID algorithm: 0.1 s** entspricht einem Vielfachen der Abtastzeit des Reglers und ist abhängig von PWM-Begrenzung.

Nach erfolgreicher Optimierung können Sie je nach Optimierungsart über



die Reglerparameter für andere Optimierungsmethoden berechnen, ohne den Optimierungsprozess zu wiederholen.



Über **OFF** können Sie den Regler inaktiv schalten. Dieser Betriebszustand ist speziell für die Erstopptimierung von Vorteil. Bei der Erstopptimierung werden aus der Antwort auf einen Sollwertsprung die Regelungsparameter ermittelt.

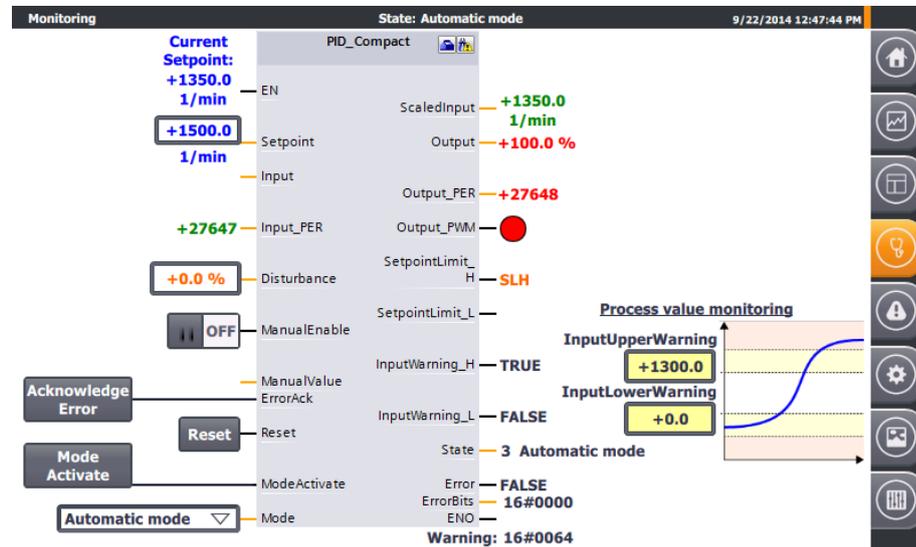
Dabei darf der Istwert nicht zu nah am Sollwert sein:

- $|\text{Setpoint} - \text{Input}| > 0.3 * |\text{Config.InputUpperLimit} - \text{Config.InputLowerLimit}|$  und
- $|\text{Setpoint} - \text{Input}| > 0.5 * |\text{Setpoint}|$

## 5.1.4 Beobachtung

Die Beobachtungsmaske zeigt den Online-Status des Kompaktreglers "PID\_Compact".

Abbildung 5-5



Sie können:

- alle Ein- und Ausgangswerte einsehen
- die folgenden Parameter editieren:
  - Sollwert im Automatikbetrieb ("Setpoint")
  - Störgrößenaufschaltung im Automatikbetrieb ("Disturbance")
  - Ein-/Ausschaltung des Handbetriebes ("ManualEnable")
  - Manuelle Stellgrößenvorgabe im Handbetrieb ("ManualValue")
  - Quittierung (Rücksetzen) der Meldungen "ErrorBits" und "Warning" ("Acknowledge Error")
  - Zurücksetzen des Kompaktreglers ("Reset")
  - Wechsel der Betriebsart über die Auswahl am Parameter "Mode" und Aktivierung über "ModeActivate"
- Die Konfiguration der Istwertüberwachung testen
  - Editieren der oberen ("InputUpperWarning") und unteren ("InputLowerWarning") Warngrenzen
  - Direkte Überwachung an den Ausgängen "InputWarning\_H" bzw. "InputWarning\_L"

**Hinweis**

Der Reset-Button führt in diesem Anwendungsbeispiel einen Neustart der Bausteine "PID\_Compact" und "LSim\_PT1" durch. Dabei wechselt der Regler in die Betriebsart "Inaktiv". Die Meldungen "ErrorBits" und "Warnings" werden zurückgesetzt. Anschließend startet der Regler in der Betriebsart, die am Parameter "Mode" anliegt.

**Hinweis**

Im Handbetrieb (aktiviert über "ManualEnable" = "ON"), lässt sich die Betriebsart über "Mode" und "ModeActivate" nicht verändern.

### 5.1.5 Meldeanzeige

Das Menü "Meldeanzeige" zeigt die aktuell anstehenden Meldungen am Ausgang "ErrorBits" und am statischen Parameter "Warning" des "PID\_Compact" als hexadezimaler Fehlercode, sowie in Textform mit Zeitstempel und Status an.

Abbildung 5-6

The screenshot shows the 'Alarm view' interface with the following data:

Date	Time	Warning	Status
3/26/2019	1:14:44 PM	16#0020: The cycle time of the calling OB limits the sampling time of the PID algorithm. Improve results by using shorter OB cycle times.	K
3/26/2019	1:14:44 PM	16#0001: The point of inflection was not found during pretuning.	K

Date	Time	ErrorBits	Status
3/26/2019	1:15:27 PM	16#0002: Invalid value at "Input_PER" parameter. Check: whether an error is pending at the analog input.	K

At the bottom, there is a summary bar: Warning: 16# 00000021, ErrorBits: 16# 00000002, and an 'Acknowledge Error' button.

Die Fehlermeldungen "ErrorBits" werden beim Auftreten auch global angezeigt.

Abbildung 5-7

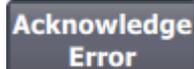
The screenshot shows the 'ErrorBits' dialog box with the following data:

Time	Date	Status	Text
1:21:39 PM	3/26/2019	K	16#0002: Invalid value at "Input_PER" parameter. Check: whether an error is pending at the analog input.

Dabei haben Sie die Möglichkeit, nicht mehr anstehende Fehler über  zu quittieren. Dadurch werden alle nicht mehr anstehenden Meldungen an "ErrorBits" und "Warning" über den Eingang "ErrorAck" gelöscht.

Innerhalb der Meldeanzeige und der anderen Masken führen Sie diese Funktion

**Acknowledge  
Error**

über  aus.

Die Schaltfläche ist nur bei anstehenden Meldungen ("ErrorBits" oder "Warning") sichtbar.

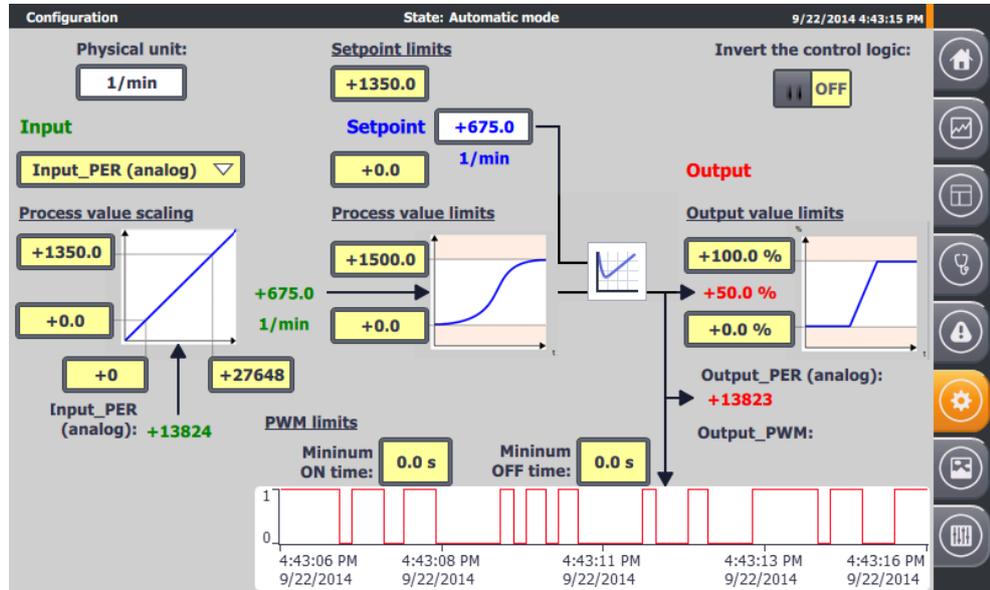
#### Hinweis

Die vollständige Beschreibung aller Fehlermeldungen finden Sie in der Online-Hilfe von STEP 7 (TIA Portal). Markieren Sie dazu den Funktionsbaustein "PID\_Compact" im Programmaufruf (siehe [Abbildung 3-4](#)) und drücken Sie F1.

### 5.1.6 Konfiguration

Die Konfigurationsmaske ist den Grundeinstellungen des Konfigurations-Assistenten ([Tabelle 4-4](#)) nachempfunden.

Abbildung 5-8



Hier können Sie während der Laufzeit folgende Vorgaben ändern:

#### Grundeinstellungen

- Regelungsart
  - Vorgabe der angezeigten physikalischen Einheit (auf 5 Zeichen begrenzt; nicht identisch mit der Vorauswahl im Konfigurationsassistenten)

**Physical unit:**

1/min

- Invertieren der Regelsinns (siehe [Tabelle 4-4](#), Schritt 2)

**Invert the control logic:**

OFF

- Eingangs-/Ausgangsparameter (siehe [Tabelle 4-4](#), Schritt 3)
  - Istwertsignal-Auswahl: Gleitkommazahl ("Input") oder analog ("Input\_PER")

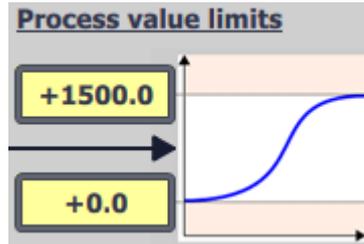
Input\_PER (analog) ▾  
Input  
Input\_PER (analog)

#### Istwerteinstellungen

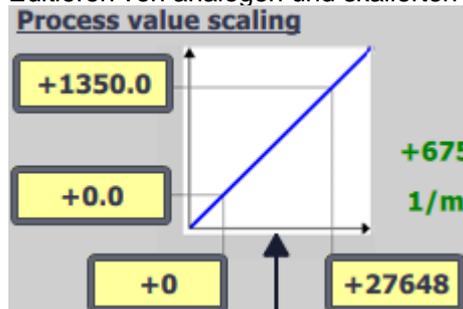
- Istwertgrenzen (siehe [Tabelle 4-4](#), Schritt 4)

5.1 Übersicht

- Editieren von Ober- und Untergrenze des Istwertes



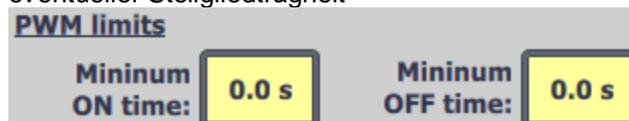
- Istwertskalierung (siehe [Tabelle 4-4](#), Schritt 5)
  - Editieren von analogen und skalierten oberen und unteren Istwerten



**Hinweis** Die Istwertskalierung dient zur linearen Umrechnung des Analogwertes "Input\_PER" in den skalierten Istwert "ScaledInput". Im Simulationsbetrieb wird diese Umrechnung aber auch bei Auswahl der Istwerterfassung über den Gleitkommawert "Input" benötigt (siehe [Abbildung 3-3](#)).

**Erweiterte Einstellungen**

- PWM-Begrenzungen (siehe [Tabelle 4-4](#), Schritt 7)
  - Editieren von minimaler Einschalt- und Ausschaltzeit zur Anpassung an eventueller Stellgliedträgheit



- Ausgangswertgrenzen (siehe [Tabelle 4-4](#), Schritt 8)
  - Editieren von Ober- und Untergrenze des Ausgangswertes



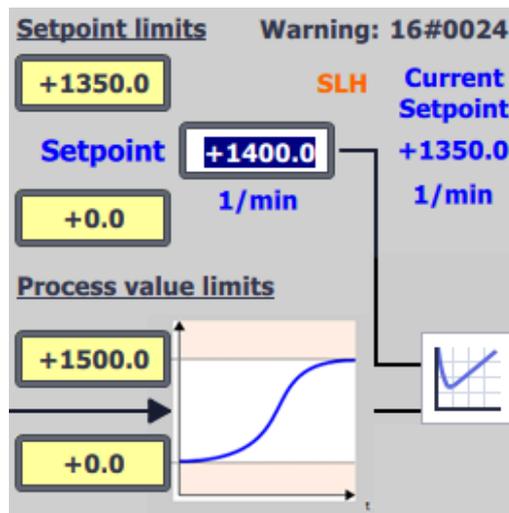
### Sollwertgrenzen

Der Kompaktregler "PID\_Compact" begrenzt den Sollwert automatisch auf die Istwertgrenzen "Process value limits".

Sie können den Sollwert aber auch auf einen kleineren Bereich über die Sollwertgrenzen "Setpoint limits" beschränken.

"PID\_Compact" nimmt automatisch die engere Begrenzung.

Abbildung 5-9



Bei Grenzverletzung erfolgt eine entsprechende interne Beschränkung.

Der tatsächliche Sollwert "CurrentSetpoint" wird angezeigt und der Ausgangsparameter "SetpointLimit\_H" **SLH** bzw. "SetpointLimit\_L" **SLL** zeigt die Grenzverletzung an. Es erfolgt eine entsprechende Warnungsmeldung (16#0004).

Diese Maske dient dem Kennenlernen der Kompaktreglereinstellungen und deren Charakteristika (besonders für den Simulationsbetrieb).

### Hinweis

Diese Ein-/Ausgabefelder sind gelb hinterlegt, da es sich hier um nicht remanente Daten im Instanzdatenbaustein des "PID\_Compact" handelt. Sie können diese über das Bediengerät oder deren Simulation verändern, um die Funktion zu testen.

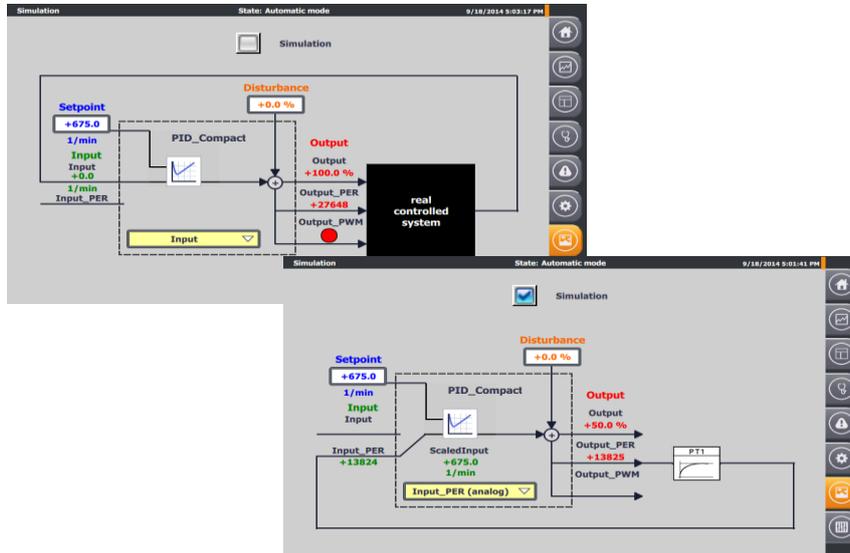
Um diese Voreinstellungen auch über einen Spannungsverlust zu sichern, müssen diese Werte als Startwerte in den Instanzdatenbaustein des "PID\_Compact" geschrieben werden.

Der Konfigurationsassistent bietet diese Funktion ([Tabelle 4-4](#)) bei anschließender Übertragung des Instanzdatenbausteins an.

5.1.7 Simulation

Das Simulationsbild ermöglicht die Umschaltung zwischen einem realen und einem simulierten Regelungssystem.

Abbildung 5-10



Das Blockschaltbild der PID-Regelung wird gezeigt mit:

- der Sollwertvorgabe "Setpoint"
- der Istwertanzeige mit Istwertsignal-Auswahl
  - "Input" als Gleitkommazahl oder
  - "Input\_PER" als Analogwert mit interner Umrechnung ("ScaledInput")
- der Störgrößenvorgabe "Disturbance"
- der Stellgrößenausgabe
  - als prozentuale Gleitkommazahl "Output"
  - als Analogwert "Output\_PER"
  - als pulswertenmoduliertes digitales Signal "Output\_PWM"

Ist die Simulation nicht eingeschaltet, wird der FB "Simulation" deaktiviert und der Regler verarbeitet somit die Signale über die Steuerung peripherie ([Tabelle 4-1](#)).

Bei eingeschalteter Simulation  zeigt das Bild die Blockschaltbildstruktur, wie die Eingangssignale für den Regler errechnet werden:

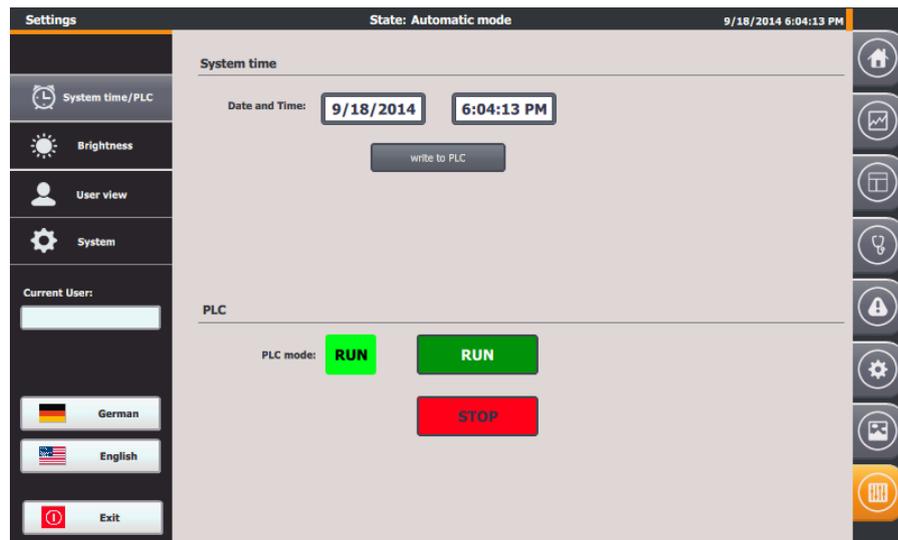
Der Ausgang des PT1-Streckensimulationsblocks  liefert den Istwert.

### 5.1.8 Einstellungen

Das Einstellungsmenü besteht aus den Masken

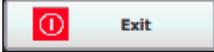
- Systemzeit/CPU
- Helligkeit
- Benutzer
- System

Abbildung 5-11



Über  wählen Sie als Anzeigesprache "Deutsch".

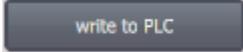
Über  wählen Sie als Anzeigesprache "Englisch".

Über  beenden Sie die HMI-Runtime.

#### Zeiteinstellung/CPU

Das Anwendungsbeispiel verfügt über eine Zeitsynchronisation zwischen CPU und HMI.

Über  editieren Sie das Datum und über  die Uhrzeit.

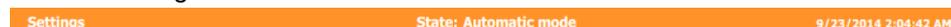
Über  übernehmen Sie diese Einstellungen und stellen damit die CPU-Systemzeit.

Der aktuelle CPU-Betriebszustand wird über  angezeigt.

Über  versetzen Sie die CPU in den Betriebszustand "RUN".

Über  versetzen Sie die CPU in den Betriebszustand "STOP".

Im CPU-Betriebszustand  blinkt die Kopfzeile und Seitenleiste im Wechsel orange:



## 6 Anhang

### 6.1 Service und Support

#### Industry Online Support

Sie haben Fragen oder brauchen Unterstützung?

Über den Industry Online Support greifen Sie rund um die Uhr auf das gesamte Service und Support Know-how sowie auf unsere Dienstleistungen zu.

Der Industry Online Support ist die zentrale Adresse für Informationen zu unseren Produkten, Lösungen und Services.

Produktinformationen, Handbücher, Downloads, FAQs und Anwendungsbeispiele – alle Informationen sind mit wenigen Mausklicks erreichbar:

<https://support.industry.siemens.com/>

#### Technical Support

Der Technical Support von Siemens Industry unterstützt Sie schnell und kompetent bei allen technischen Anfragen mit einer Vielzahl maßgeschneiderter Angebote – von der Basisunterstützung bis hin zu individuellen Supportverträgen.

Anfragen an den Technical Support stellen Sie per Web-Formular:

<https://www.siemens.de/industry/supportrequest>

#### SITRAIN – Training for Industry

Mit unseren weltweit verfügbaren Trainings für unsere Produkte und Lösungen unterstützen wir Sie praxisnah, mit innovativen Lernmethoden und mit einem kundenspezifisch abgestimmten Konzept.

Mehr zu den angebotenen Trainings und Kursen sowie deren Standorte und Termine erfahren Sie unter:

<https://www.siemens.de/sitrain>

#### Serviceangebot

Unser Serviceangebot umfasst folgendes:

- Plant Data Services
- Ersatzteilservices
- Reparaturservices
- Vor-Ort und Instandhaltungsservices
- Retrofit- und Modernisierungsservices
- Serviceprogramme und Verträge

Ausführliche Informationen zu unserem Serviceangebot finden Sie im Servicekatalog:

<https://support.industry.siemens.com/cs/sc>

#### Industry Online Support App

Mit der App "Siemens Industry Online Support" erhalten Sie auch unterwegs die optimale Unterstützung. Die App ist für Apple iOS, Android und Windows Phone verfügbar:

<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/sc/2067>

## 6.2 Links und Literatur

Tabelle 6-1

Nr.	Thema
\1\	Siemens Industry Online Support <a href="https://support.industry.siemens.com">https://support.industry.siemens.com</a>
\2\	Link auf die Beitragsseite des Anwendungsbeispiels <a href="https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/100746401">https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/100746401</a>
\3\	Systemhandbuch SIMATIC S7-1200 Automatisierungssystem <a href="https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109764129">https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109764129</a>
\4\	Ein- und Mehrschleifige Reglerstrukturen (Kaskadedenregelung) mit PID_Temp <a href="https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/103526819">https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/103526819</a>
\5\	Mehrzonnenregelung mit "PID_Temp" für SIMATIC S7-1200/S7-1500 <a href="https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109740463">https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109740463</a>
\6\	SIMATIC STEP 7 Basic/Professional V15.1 und SIMATIC WinCC V15.1 <a href="https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109755202">https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109755202</a>
\7\	Regeln von simulierten Regelstrecken in der S7-1500 mit PID_Compact V2 <a href="https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/79047707">https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/79047707</a>
\8\	Updates für STEP 7 V15.1 und WinCC V15.1 <a href="https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109763890">https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109763890</a>
\9\	SIMATIC S7-1500/ET 200MP Manual Collection <a href="https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/86140384">https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/86140384</a>
\10\	Dreipunktschrittregelung mit der SIMATIC S7-1200/S7-1500 <a href="https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/62154322">https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/62154322</a>
\11\	TIA Selection Tool <a href="http://w3.siemens.com/mcms/topics/de/simatic/tia-selection-tool/Seiten/tab.aspx">http://w3.siemens.com/mcms/topics/de/simatic/tia-selection-tool/Seiten/tab.aspx</a>
\12\	Support Packages für den Hardware Katalog im TIA Portal (HSP) <a href="https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/72341852">https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/72341852</a>
\13\	Funktionshandbuch SIMATIC S7-1200, S7-1500 PID-Regelung <a href="https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/108210036">https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/108210036</a>

## 6.3 Änderungsdocumentation

Tabelle 6-2

Version	Datum	Änderung
V1.0	11/2014	Erste Ausgabe
V2.0	04/2019	Beitrags-Erweiterung auf S7-1500 und TIA V15.1