

# SIEMENS

## SIMATIC

## PID Temperature Control

## Handbuch

Vorwort,  
Inhaltsverzeichnis

---

Einführung

---

**1**

Kontinuierlicher  
Temperaturregler  
FB 58 "TCONT\_CP"

---

**2**

Regleroptimierung im  
FB 58 "TCONT\_CP"

---

**3**

Temperatur-Schrittregler  
FB 59 "TCONT\_S"

---

**4**

Erste Schritte  
(Getting Started)

---

**5**

Beispiele mit den  
Temperaturreglern

---

**6**

Anhang

---

**A**

Abkürzungsverzeichnis

---

**B**

Index

## Sicherheitstechnische Hinweise

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise sind durch ein Warndreieck hervorgehoben und je nach Gefährungsgrad folgendermaßen dargestellt:



---

### Gefahr

bedeutet, dass Tod, schwere Körperverletzung oder erheblicher Sachschaden eintreten **werden**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

---



---

### Warnung

bedeutet, dass Tod, schwere Körperverletzung oder erheblicher Sachschaden eintreten **können**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

---



---

### Vorsicht

bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung oder ein Sachschaden eintreten können, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

---

---

### Vorsicht

bedeutet, dass ein Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

---

---

### Achtung

ist eine wichtige Information über das Produkt, die Handhabung des Produktes oder den jeweiligen Teil der Dokumentation, auf den besonders aufmerksam gemacht werden soll.

---

## Qualifiziertes Personal

Inbetriebsetzung und Betrieb eines Gerätes dürfen nur von **qualifiziertem Personal** vorgenommen werden. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieses Handbuchs sind Personen, die die Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

## Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Beachten Sie Folgendes:



---

### Warnung

Das Gerät darf nur für die im Katalog und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen bzw. zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden.

Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

---

## Marken

SIMATIC®, SIMATIC HMI® und SIMATIC NET® sind Marken der Siemens AG.

Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen können.

**Copyright © Siemens AG 2001-2003 All rights reserved**  
Weitergabe sowie Vervielfältigung dieser Unterlage, Verwertung und Mitteilung ihres Inhalts ist nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich zugestanden. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte vorbehalten, insbesondere für den Fall der Patenterteilung oder GM-Eintragung

### Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, und notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten. Für Verbesserungsvorschläge sind wir dankbar.

Siemens AG  
Bereich Automatisierungs- und Antriebstechnik  
Geschäftsgebiet Industrie-Automatisierungssysteme  
Postfach 4848, D- 90327 Nürnberg

© Siemens AG 2001-2003  
Technische Änderungen bleiben vorbehalten

# Vorwort

## Zweck des Handbuchs

Dieses Handbuch unterstützt Sie bei der Arbeit mit den Temperatur-Reglerbausteinen aus der Bibliothek **Standard Library > PID Control**. Sie werden mit der Funktionsweise der Reglerbausteine insbesondere der Regleroptimierung sowie mit dem Aufruf der Parametrieroberfläche zu den Bausteinen vertraut gemacht. Zu den Bausteinen und zur Parametrieroberfläche gibt es Online-Hilfen, die Sie bei der Parametrierung der Bausteine unterstützen.

Das Handbuch richtet sich an Personen, die die erforderliche Qualifikation besitzen und die in den Bereichen Programmierung, Projektierung, Inbetriebsetzung und Service von Automatisierungssystemen tätig sind.

Wir empfehlen Ihnen, sich mit den Beispielen aus Kapitel 6 "Beispiele mit den Temperaturreglern" vertraut zu machen. Sie bieten Ihnen einen leichten Einstieg in die Anwendung der Temperaturregler.

## Erforderliche Grundkenntnisse

Zum Verständnis des Handbuchs sind allgemeine Kenntnisse auf dem Gebiet der Automatisierungstechnik und die Grundlagen der Regelungstechnik erforderlich.

Außerdem werden Kenntnisse über die Verwendung von Computern oder PC-ähnlichen Arbeitsmitteln (z. B. Programmiergeräten) unter dem Betriebssystem Windows 95/98/NT/2000 bzw. Me vorausgesetzt. Da PID Temperature Control auf der Basissoftware STEP 7 aufsetzt, sollten Sie auch Kenntnisse im Umgang mit der Basissoftware haben, die im Handbuch "Programmieren mit STEP 7 V5.1" vermittelt werden.

## Gültigkeitsbereich des Handbuchs

Das Handbuch ist gültig für die Temperaturregler der Bibliothek **Standard Library > PID Control** der Programmiersoftware STEP 7 ab der Version V5.1 Servicepack 3.

## Einordnung in die Informationslandschaft

Dieses Handbuch ist Bestandteil des Dokumentationspaketes zu STEP 7 Referenzwissen.

Handbücher	Zweck	Bestell-Nummer
STEP 7-Grundwissen mit <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erste Schritte und Übungen mit STEP 7 V5.1</li> <li>• Programmieren mit STEP 7 V5.1</li> <li>• Hardware konfigurieren und Verbindungen projektieren mit STEP 7 V5.1</li> <li>• Von S5 nach S7, Umsteigerhandbuch</li> </ul>	Das Grundwissen für technisches Personal, das das Vorgehen zur Realisierung von Steuerungsaufgaben mit STEP 7 und S7-300/400 beschreibt.	6ES7810-4CA05-8AA0
STEP 7-Referenzwissen mit <ul style="list-style-type: none"> <li>• Handbücher KOP/FUP/AWL für S7-300/400</li> <li>• Standard- und Systemfunktionen für S7-300/400</li> </ul>	Das Referenzwissen zum Nachschlagen, das die Programmiersprachen KOP, FUP und AWL sowie Standard- und Systemfunktionen ergänzend zum STEP 7-Grundwissen beschreibt.	6ES7810-4CA05-8AR0
Elekt. Handbuch <ul style="list-style-type: none"> <li>• PID Temperature Control</li> </ul>	Das Handbuch beschreibt die Temperaturregler der Standard Library > PID Control.	Bestandteil des Softwarepaketes STEP 7

Online-Hilfen	Zweck	Bestell-Nummer
Hilfe zu STEP 7	Das Grundwissen zum Programmieren und Hardware konfigurieren mit STEP 7 als Online-Hilfe	Bestandteil des Softwarepaketes STEP 7
Referenzhilfen zu <ul style="list-style-type: none"> <li>• AWL/KOP/FUP</li> <li>• SFBs/SFCs</li> <li>• Organisationsbausteinen</li> <li>• PID Temperature Control</li> </ul>	Kontextsensitives Referenzwissen	Bestandteil des Softwarepaketes STEP 7

### Weitere Regelungsprodukte in SIMATIC S7

- *SIMATIC S7* Benutzerhandbücher: Standard PID Control, Modular PID Control, PID Self-Tuner, FM355/455 PID Control
- Jürgen Müller, "Regeln mit SIMATIC - Praxisbuch für Regelungen mit SIMATIC S7 und PCS 7" erschienen im MCI Publicis Verlag ISBN 3-89578-147-9

## Weitere Unterstützung

Bei Fragen zur Nutzung der im Handbuch beschriebenen Produkte, die Sie hier nicht beantwortet finden, wenden Sie sich bitte an Ihren Siemens-Ansprechpartner in den für Sie zuständigen Vertretungen und Geschäftsstellen.

Ihren Ansprechpartner finden Sie unter:

<http://www.ad.siemens.de/partner>

## Trainingscenter

Um Ihnen den Einstieg in das Automatisierungssystem SIMATIC S7 zu erleichtern, bieten wir entsprechende Kurse an. Wenden Sie sich bitte an Ihr regionales Trainingscenter oder an das zentrale Trainingscenter in D 90327 Nürnberg.

Telefon: +49 (911) 895-3200.

<http://www.sitrain.com>

## SIMATIC Dokumentation im Internet

Dokumentation finden Sie kostenlos im Internet unter:

<http://www.ad.siemens.de/support>

Verwenden Sie den dort angebotenen Knowledge Manager, um die benötigte Dokumentation schnell aufzufinden. Für Fragen oder Anregungen zur Dokumentation steht Ihnen im Internet-Forum eine Konferenz "Dokumentation" zur Verfügung.

**Automation and Drives, Service & Support**

Weltweit erreichbar zu jeder Tageszeit:



<p><b>Weltweit (Nürnberg)</b> <b>Technical Support</b></p> <p>Ortszeit: 0:00 bis 24:00 / 365 Tage                  Telefon: +49 (180) 5050-222                  Fax: +49 (180) 5050-223                  E-Mail: adsupport@siemens.com                  GMT: +1:00</p>		
<p><b>Europa / Afrika (Nürnberg)</b> <b>Authorization</b></p> <p>Ortszeit: Mo.-Fr. 8:00 bis 17:00                  Telefon: +49 (180) 5050-222                  Fax: +49 (180) 5050-223                  E-Mail: adsupport@siemens.com                  GMT: +1:00</p>	<p><b>United States (Johnson City)</b> <b>Technical Support and Authorization</b></p> <p>Ortszeit: Mo.-Fr. 8:00 bis 17:00                  Telefon: +1 (423) 262 2522                  Fax: +1 (423) 262 2289                  E-Mail: simatic.hotline@sea.siemens.com                  GMT: -5:00</p>	<p><b>Asien / Australien (Peking)</b> <b>Technical Support and Authorization</b></p> <p>Ortszeit: Mo.-Fr. 8:00 bis 17:00                  Telefon: +86 10 64 75 75 75                  Fax: +86 10 64 74 74 74                  E-Mail: adsupport.asia@siemens.com                  GMT: +8:00</p>
<p>Technical Support und Authorization sprechen generell Deutsch und Englisch.</p>		

## **Service & Support im Internet**

Zusätzlich zu unserem Dokumentations-Angebot bieten wir Ihnen im Internet unser komplettes Wissen online an.

<http://www.siemens.com/automation/service&support>

Dort finden Sie:

- den Newsletter, der Sie ständig mit den aktuellsten Informationen zu Ihren Produkten versorgt.
- die für Sie richtigen Dokumente über unsere Suche in Service & Support.
- ein Forum in welchem Anwender und Spezialisten weltweit Erfahrungen austauschen.
- Ihren Ansprechpartner für Automation & Drives vor Ort.
- Informationen über Vor-Ort Service, Reparaturen, Ersatzteile. Vieles mehr steht für Sie unter dem Begriff "Leistungen" bereit.



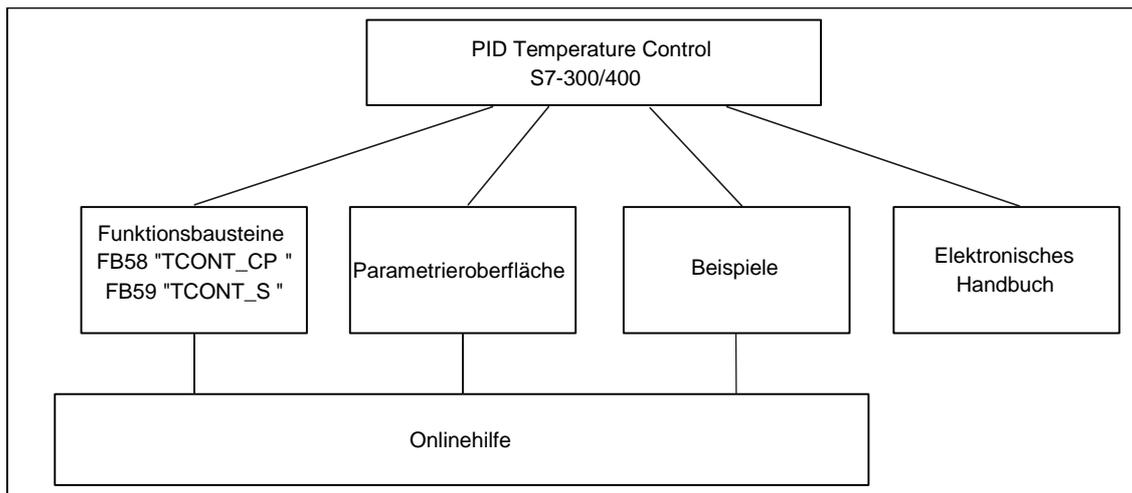
# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>1-1</b>
1.1	FB 58 "TCONT_CP" .....	1-3
1.2	FB 59 "TCONT_S" .....	1-4
<b>2</b>	<b>Kontinuierlicher Temperaturregler FB 58 "TCONT_CP"</b>	<b>2-1</b>
2.1	Reglerteil .....	2-1
2.1.1	Regeldifferenzbildung .....	2-1
2.1.2	PID-Algorithmus .....	2-4
2.1.3	Stellwertberechnung .....	2-6
2.1.4	Reglerparameter speichern und zurückladen .....	2-9
2.2	Impulsformer PULSEGEN (PULSE_ON) .....	2-11
2.3	Blockschaltbild .....	2-13
2.4	Einbinden in das Anwenderprogramm .....	2-14
2.4.1	Aufruf des Reglerbausteins .....	2-14
2.4.2	Aufruf ohne Impulsformer (kontinuierlicher Regler) .....	2-15
2.4.3	Aufruf mit Impulsformer (Impulsregler) .....	2-15
2.4.4	Initialisierung .....	2-18
<b>3</b>	<b>Regleroptimierung im FB 58 "TCONT_CP"</b>	<b>3-1</b>
3.1	Einleitung .....	3-1
3.2	Streckentypen .....	3-2
3.3	Anwendungsbereich .....	3-3
3.4	Gesamtablauf der Regleroptimierung .....	3-4
3.5	Vorbereitungen .....	3-6
3.6	Starten der Optimierung (Phase 1 -> 2) .....	3-9
3.7	Wendepunkt suchen (Phase 2) und Regelparameter berechnen (Phase 3, 4, 5) .....	3-11
3.8	Überprüfung des Streckentyps (Phase 7) .....	3-11
3.9	Ergebnis der Optimierung .....	3-12
3.10	Abbruch der Optimierung durch den Bediener .....	3-12
3.11	Fehlerbilder und Abhilfemaßnahmen .....	3-13
3.12	Manuelle Nachoptimierung im Regelbetrieb .....	3-17
3.13	Parallele Optimierung von Reglerkanälen .....	3-20
<b>4</b>	<b>Temperatur-Schrittregler FB 59 "TCONT_S"</b>	<b>4-1</b>
4.1	Reglerteil .....	4-1
4.1.1	Regeldifferenzbildung .....	4-1
4.1.2	PI-Schrittregler-Algorithmus .....	4-4
4.2	Blockschaltbild .....	4-5
4.3	Einbinden in das Anwenderprogramm .....	4-6
4.3.1	Aufruf des Reglerbausteins .....	4-6
4.3.2	Regler-Abtastzeit .....	4-7
4.3.3	Initialisierung .....	4-7

<b>5</b>	<b>Erste Schritte (Getting Started)</b>	<b>5-1</b>
<b>6</b>	<b>Beispiele mit den Temperaturreglern</b>	<b>6-1</b>
6.1	Einführung .....	6-1
6.2	Beispiel mit dem FB 58 "TCONT_CP" (Impuls-Regelung) .....	6-2
6.3	Beispiele FB 58 "TCONT_CP" mit kurzer Impulsrasterbreite .....	6-6
6.4	Beispiel mit dem FB 58 "TCONT_CP" (kontinuierlich) .....	6-7
6.5	Beispiel mit dem FB 59 "TCONT_S" (Schrittregelung) .....	6-11
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	<b>A-1</b>
A.1	Technische Daten .....	A-1
A.2	Laufzeiten .....	A-1
A.3	DB-Belegung .....	A-2
A.3.1	Instanz-DB zu FB 58 "TCONT_CP" .....	A-2
A.3.2	Instanz-DB zu FB 59 "TCONT_S" .....	A-15
A.4	Liste der Optimierungsrückmeldungen .....	A-19
<b>B</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>B-1</b>
	<b>Index</b>	

# 1 Einführung

## Einordnung in die Produktlandschaft "PID Temperature Control"



Die einzelnen Teile von STEP 7 PID Temperature Control sind nach der Installation von STEP 7 in folgenden Verzeichnissen abgelegt:

- SIEMENS\STEP7\S7LIBS\: FBs
- SIEMENS\STEP7\S7WRT\: Parametrieroberfläche, Liesmich, Online-Hilfe
- SIEMENS\STEP7\EXAMPLES\: Programmbeispiele
- SIEMENS\STEP7\MANUAL\: Handbuch

## Funktionsbausteine

Die Bibliothek "Standard Library PID Control" enthält zwei Temperaturregler:

1. FB 58 "TCONT\_CP":  
Temperaturregler für Stellglieder mit kontinuierlichem oder impulsförmigem Eingangssignal. Dieser Reglerbaustein enthält auch eine Selbstoptimierfunktion für die PI/PID Parameter.
2. FB 59 "TCONT\_S":  
Temperatur-Schrittregler für integralwirkende Stellglieder wie z. B. ein Stellmotor.

Bei den Regelungsbausteinen handelt es sich um eine reine Software-Regelung, bei der ein Baustein die komplette Funktionalität des Reglers enthält. Die für die zyklische Berechnung benötigten Daten sind in zugeordneten Instanz-Datenbausteinen hinterlegt.

## Parametrieroberfläche

Sie parametrieren und optimieren den Regler mit der Parametrieroberfläche. Die eingestellten Parameter werden im entsprechenden Instanz-DB abgelegt. Die Parametrieroberfläche rufen Sie auf, indem Sie auf den jeweiligen Instanz-Datenbaustein doppelklicken.

## Online-Hilfe

Eine Beschreibung der Parametrieroberfläche und der Funktionsbausteine finden Sie in der jeweiligen Online-Hilfe.

## Liesmich-Datei auslesen

Gegebenenfalls sind wichtige aktuelle Informationen über die gelieferte Software in einer Liesmich-Datei abgelegt. Diese Datei finden Sie im Einstiegsfenster des SIMATIC Managers.

## 1.1 FB 58 "TCONT\_CP"

Der FB 58 "TCONT\_CP" dient zum Regeln von Temperaturprozessen mit kontinuierlicher oder impulsförmiger Ansteuerung. Über die Parametrierung können Sie Teilfunktionen des PID-Reglers zu- oder abschalten und damit diesen an die Regelstrecke anpassen. Dies können Sie einfach mit dem Parametriertool durchführen. Der Aufruf erfolgt aus dem Projekt heraus per Doppelklick auf den Instanz-DB im SIMATIC-Manager. Das elektronische Handbuch finden Sie unter **Start > Simatic > Dokumentation > Deutsch > PID Temperature Control**.

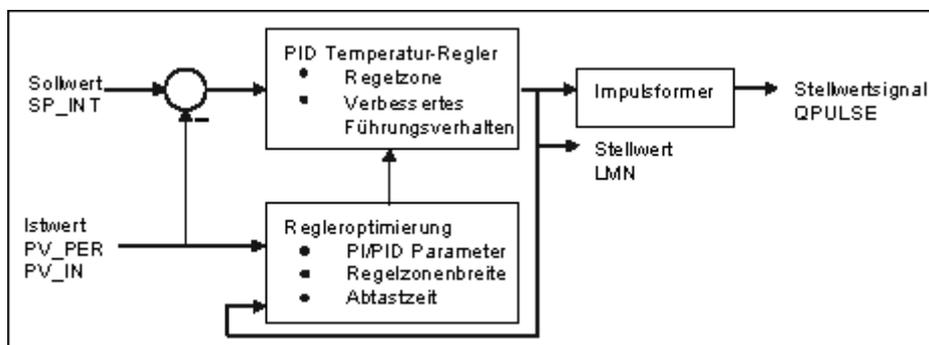
### Anwendung

Die Arbeitsweise basiert auf dem PID-Regelalgorithmus, der mit zusätzlichen Funktionen für Temperaturprozesse ausgestattet ist. Der Regler liefert analoge Stellwerte und pulsbreitenmodulierte Stellsignale. Der Regler versorgt ein Stellglied, d. h. Sie können mit einem Regler entweder nur heizen oder nur kühlen.

### Einsatz des Reglers bei einem Heiz- und Kühlprozess

Den FB TCONT\_CP können Sie sowohl für reine Heizstrecken als auch für reine Kühlstrecken einsetzen. Bei Einsatz für einen Kühlprozess müssen Sie GAIN mit einem negativen Wert parametrieren. Die so parametrierte Reglerinvertierung bewirkt, dass nun z. B. bei einem Anstieg der Temperatur sich die Stellgröße LMN und damit die Kühlleistung erhöht.

### Grob-Strukturbild



### Beschreibung

Neben den Funktionen im Soll- und Istwertweig realisiert der FB einen fertigen PID-Temperaturregler mit kontinuierlichem und binärem Stellgrößen-Ausgang. Zur Verbesserung des Regelverhaltens bei Temperaturstrecken hat der Baustein eine Regelzone und eine Reduzierung des P-Anteils bei Sollwertsprüngen. Die PI/PID-Parameter kann der Baustein mittels Regleroptimierung selbst einstellen.

## 1.2 FB 59 "TCONT\_S"

Der FB 59 "TCONT\_S" dient zum Regeln von technischen Temperatur-Prozessen mit binären Stellwertausgangssignalen für integrierende Stellglieder auf den Automatisierungssystemen SIMATIC S7. Über die Parametrierung lassen sich Teilfunktionen des PI-Schrittreglers zu- oder abschalten und damit an die Regelstrecke anpassen. Dies können Sie einfach aus der Parametrieroberfläche durchführen. Der Aufruf erfolgt aus dem Projekt heraus per Doppelklick auf den Instanz-DB im SIMATIC-Manager. Das elektronische Handbuch finden Sie unter **Start > Simatic > Dokumentation > Deutsch > PID Temperature Control**.

### Anwendung

Die Arbeitsweise basiert auf dem PI-Regelalgorithmus des Abtastreglers. Dieser wird um die Funktionsglieder zur Erzeugung des binären Ausgangssignals aus dem analogen Stellsignal ergänzt.

Sie können den Regler auch in einer Reglerkaskade als unterlagerten Stellungsregler einsetzen. Über den Sollwerteingang SP\_INT geben Sie die Stellgliedposition vor. In diesem Fall müssen Sie den Istwerteingang und den Parameter TI (Integrationszeit) auf Null setzen. Anwendungsfall ist z. B. eine Temperaturregelung mit Heizleistungsregelung über Puls-Pause-Ansteuerung und Kühlleistungsregelung über eine Ventilklappe. Um die Klappe ganz zu schließen, sollte die Stellgröße (ER\*GAIN) negativ werden.

### Beschreibung

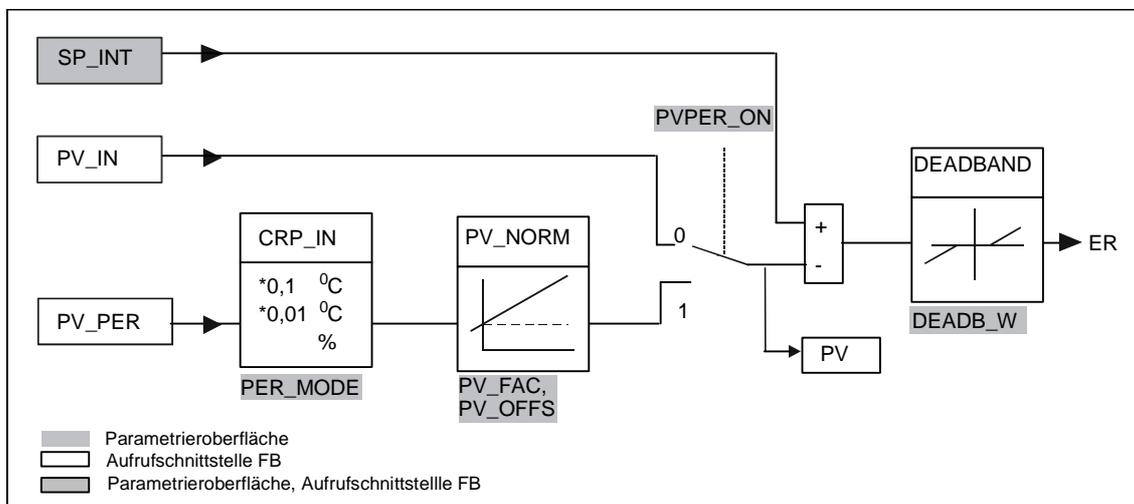
Neben den Funktionen im Istwertzweig realisiert der FB 59 "TCONT\_S" einen fertigen PI-Regler mit binärem Stellwertausgang und Beeinflussungsmöglichkeit der Stellwertsignale von Hand. Der Schrittregler arbeitet ohne Stellungsrückmeldung.

## 2 Kontinuierlicher Temperaturregler FB 58 "TCONT\_CP"

### 2.1 Reglerteil

#### 2.1.1 Regeldifferenzbildung

Das folgende Bild stellt das Blockschaltbild der Regeldifferenzbildung dar:



#### Sollwertzweig

Der Sollwert wird am Eingang **SP\_INT** im Gleitpunktformat physikalisch oder in Prozent eingegeben. Sollwert und Istwert müssen an der Regeldifferenzbildung die gleiche Einheit besitzen.

#### Istwertauswahl (**PVPER\_ON**)

Der Istwert kann abhängig von **PVPER\_ON** im Peripherie- oder im Gleitpunktformat eingelesen werden.

<b>PVPER_ON</b>	<b>Istwerteingabe</b>
TRUE	Der Istwert wird über die Analogperipherie (PEW xxx) am Eingang <b>PV_PER</b> eingelesen.
FALSE	Der Istwert wird im Gleitpunktformat am Eingang <b>PV_IN</b> eingelesen.

### Istwertformatumwandlung CRP\_IN (PER\_MODE)

Die Funktion CRP\_IN wandelt den Peripheriewert PV\_PER abhängig vom Schalter PER\_MODE in ein Gleitpunktformat nach folgender Vorschrift um:

PER_MODE	Ausgang von CRP_IN	Analogeingabe-Typ	Einheit
0	PV_PER * 0.1	Thermoelemente; PT100/Ni100; Standard	°C; °F
1	PV_PER * 0.01	PT100/Ni100; Klima;	°C; °F
2	PV_PER * 100/27648	Spannung/Strom	%

### Istwertnormierung PV\_NORM (PF\_FAC, PV\_OFFS)

Die Funktion PV\_NORM berechnet den Ausgang von CRP\_IN nach folgender Vorschrift:

$$\text{"Ausgang von PV\_NORM"} = \text{"Ausgang von CPR\_IN"} * \text{PV\_FAC} + \text{PV\_OFFS}$$

Sie kann für folgende Zwecke eingesetzt werden:

- Istwert-Anpassung mit PV\_FAC als Istwertfaktor und PV\_OFFS als Istwertoffset
- Normierung von Temperatur nach Prozent  
Sie wollen den Sollwert in Prozent eingeben und müssen nun den gemessenen Temperaturwert in Prozent umrechnen.
- Normierung von Prozent nach Temperatur  
Sie wollen den Sollwert in der physikalischen Größe Temperatur eingeben und müssen nun den gemessenen Spannungs/Strom-Wert in eine Temperatur umrechnen.

Berechnung der Parameter:

- $\text{PV\_FAC} = \text{Bereich von PV\_NORM} / \text{Bereich von CRP\_IN}$ ;
- $\text{PV\_OFFS} = \text{UG}(\text{PV\_NORM}) - \text{PV\_FAC} * \text{UG}(\text{CRP\_IN})$ ;  
mit UG: Untergrenze

Mit den Defaultwerten (PV\_FAC = 1.0 und PV\_OFFS = 0.0) ist die Normierung abgeschaltet. Der effektiv wirksame Istwert wird am Ausgang PV ausgegeben.

---

#### Hinweis

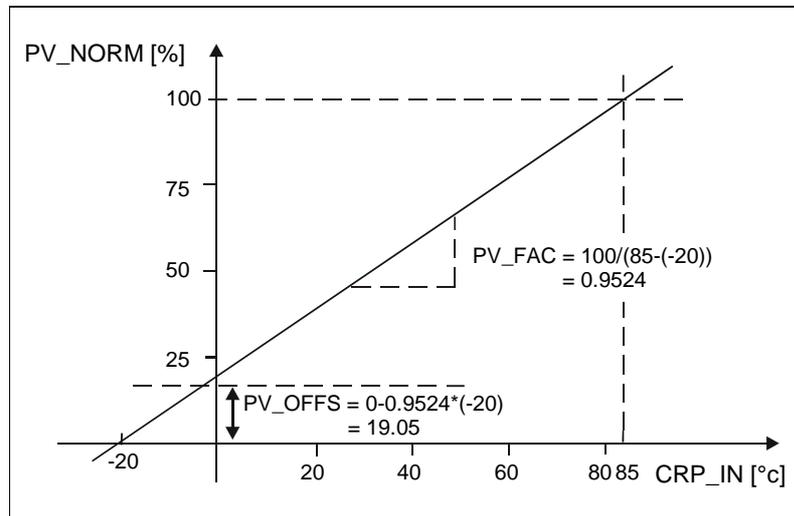
Bei Impulsregelung muss der Istwert im schnellen Impulsaufruf dem Baustein übergeben werden (Grund: Mittelwertfilterung). Sonst kann sich die Regelqualität verschlechtern.

---

### Beispiel zur Istwertnormierung

Wenn Sie den Sollwert in Prozent vorgeben wollen und Sie einen Temperaturbereich von -20 bis 85 °C an CRP\_IN anliegen haben, müssen Sie den Temperaturbereich in Prozent umnormieren.

Das folgende Bild stellt ein Beispiel für die Anpassung des Temperaturbereichs -20 bis 85 °C auf intern 0 bis 100 % dar:

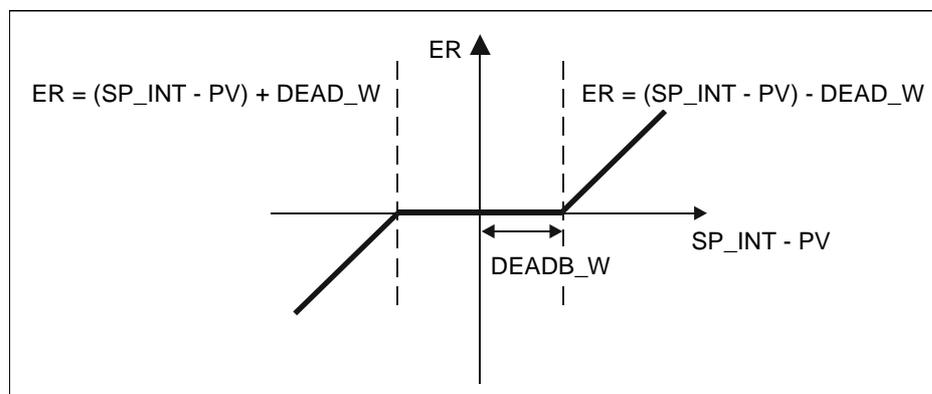


### Regeldifferenzbildung

Die Differenz von Soll- und Istwert ergibt die Regeldifferenz vor der Totzone. Soll- und Istwert müssen in der gleichen Einheit vorliegen.

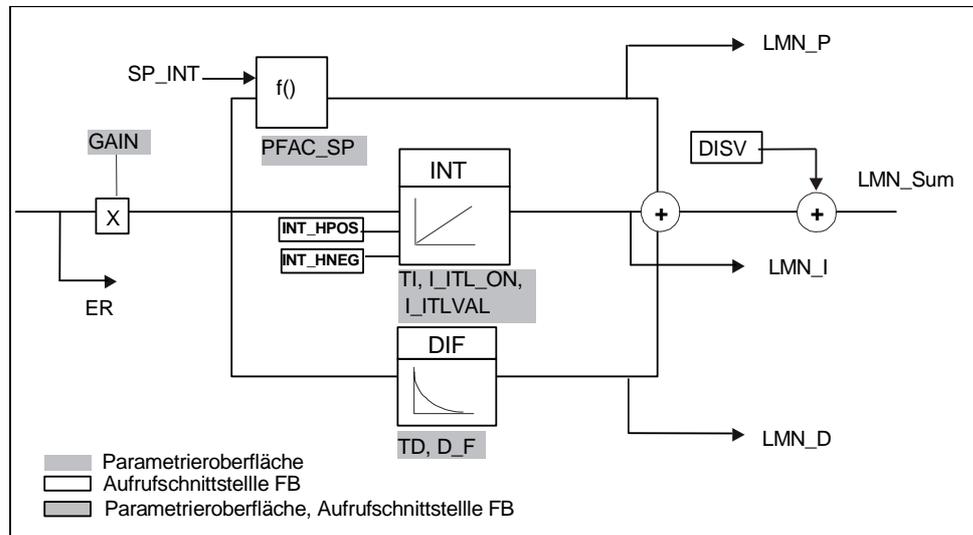
### Totzone (DEADB\_W)

Zur Unterdrückung einer kleinen Dauerschwingung aufgrund der Stellgrößen-Quantisierung (z. B. bei einer Pulsbreitenmodulation mit PULSEGEN) wird die Regeldifferenz über eine Totzone (DEADBAND) geleitet. Bei DEADB\_W = 0.0 ist die Totzone ausgeschaltet. Die wirksame Regeldifferenz wird am Parameter ER angezeigt.



## 2.1.2 PID-Algorithmus

In folgendem Bild ist das Blockschaltbild des PID-Algorithmus dargestellt:



### PID-Algorithmus (GAIN, TI, TD, D\_F)

Der PID-Algorithmus arbeitet im Stellungsalgorithmus. Der Proportional-, Integral (INT) und Differentialanteil (DIF) sind parallel geschaltet und lassen sich einzeln zu- und abschalten. Damit können Sie P-, PI-, PD- und PID-Regler parametrieren.

Die Regleroptimierung unterstützt PI- und PID-Regler. Reglerinvertierung erfolgt über ein negatives GAIN (Kühlregler).

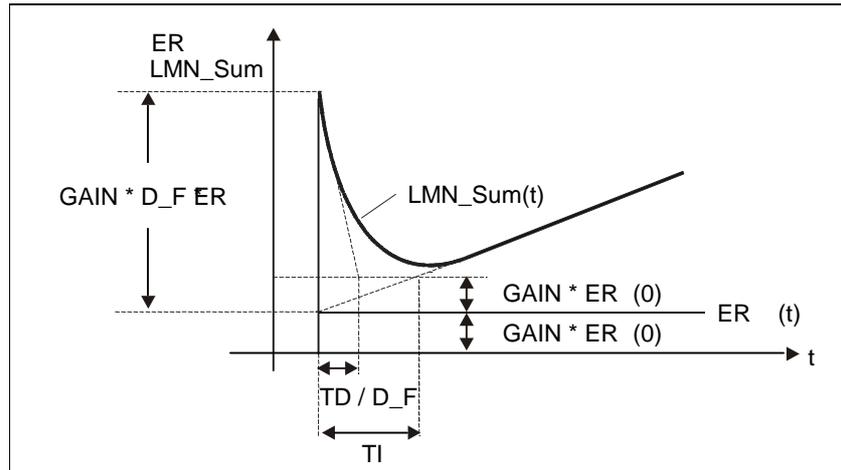
Wenn Sie TI und TD auf 0.0 setzen erhalten Sie einen reinen P-Regler am Arbeitspunkt.

Die Sprungantwort im Zeitbereich ist:

$$LMN\_Sum(t) = GAIN * ER(0) \left( 1 + \frac{1}{TI} * t + D\_F * e^{\frac{-t}{TD/D\_F}} \right)$$

Darin bedeutet:

LMN_Sum(t)	die Stellgröße bei Automatikbetrieb des Reglers
ER (0)	die Sprunghöhe der normierten Regeldifferenz
GAIN	die Reglerverstärkung
TI	die Integrationszeit
TD	die Differenzierzeit
D_F	der Differenzierfaktor



### Integrierer (TI, I\_ITL\_ON, I\_ITLVAL)

Bei Handbetrieb wird er wie folgt nachgeführt:  $LMN\_I = LMN - LMN\_P - DISV$ .

Bei Begrenzung des Stellwerts wird der I-Anteil angehalten. Bei einer Regeldifferenz, die den I-Anteil in Richtung innerer Stellbereich bewegt, wird der I-Anteil wieder freigegeben.

Weitere Modifikationen des I-Anteils ergeben sich durch folgende Maßnahmen:

- Abschalten des I-Anteils des Reglers erfolgt mit  $TI = 0.0$
- Abschwächung des P-Anteils bei Sollwertänderungen
- Regelzone
- Online-Änderung der Stellwertgrenzen

### Abschwächung des P-Anteils bei Sollwertänderungen (PFAC\_SP)

Um Überschwingen zu vermeiden können Sie den P-Anteil über den Parameter "Proportionalfaktor bei Sollwertänderungen" (PFAC\_SP) abschwächen. Über PFAC\_SP können Sie zwischen 0.0 und 1.0 kontinuierlich wählen, wie stark der P-Anteil bei Sollwertänderungen wirken soll:

- $PFAC\_SP = 1.0$ : P-Anteil bei Sollwertänderung voll wirksam
- $PFAC\_SP = 0.0$ : P-Anteil bei Sollwertänderung nicht wirksam

Die Abschwächung des P-Anteils wird durch eine Kompensation am I-Anteil erreicht.

### Differenzierer (TD, D\_F)

- Abschalten des D-Anteils des Reglers erfolgt mit  $TD = 0.0$ .
- Bei zugeschaltetem D-Anteil sollte folgende Gleichung eingehalten werden:  
 $TD \geq 0.5 * CYCLE * D\_F$

## Parametrierung eines P- oder PD-Reglers mit Arbeitspunkt

Schalten Sie in der Parametrieroberfläche den I-Anteil ( $TI = 0.0$ ) und evtl. den D-Anteil ( $TD = 0.0$ ) ab. Führen Sie außerdem folgende Parametrierung durch:

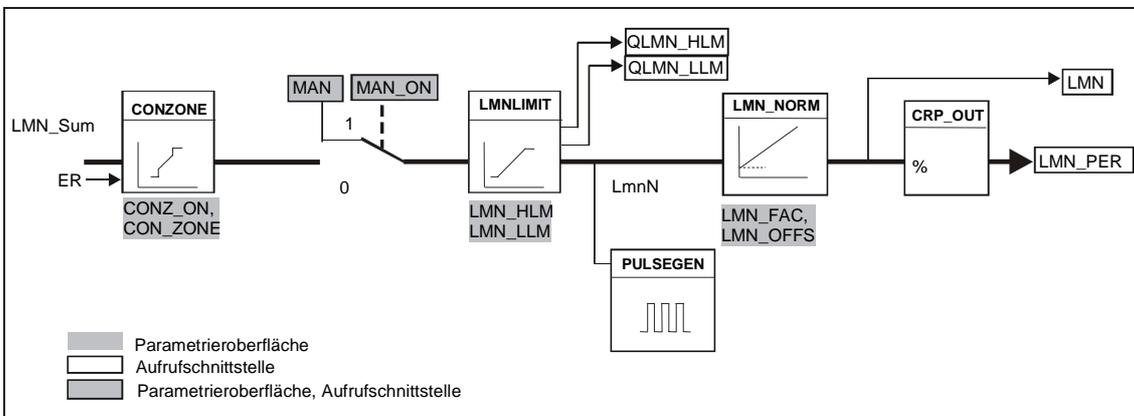
- I\_ITL\_ON = TRUE
- I\_ITLVAL = Arbeitspunkt;

## Störgrößenaufschaltung (DISV)

Am Eingang DISV können Sie eine Störgröße additiv aufschalten.

### 2.1.3 Stellwertberechnung

In folgendem Bild ist das Blockschaltbild der Stellwertberechnung dargestellt:



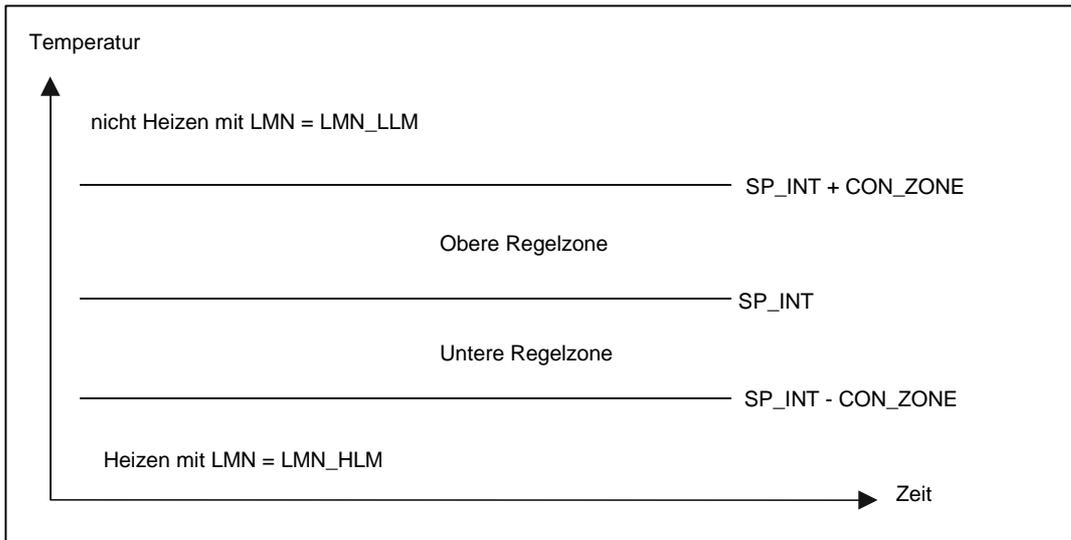
## Regelzone (CONZ\_ON, CON\_ZONE)

Wenn  $CONZ\_ON = TRUE$  arbeitet der Regler mit einer Regelzone. Das bedeutet, dass der Regler nach folgendem Algorithmus angesteuert wird:

- Übersteigt der Istwert PV den Sollwert  $SP\_INT$  um mehr als  $CON\_ZONE$ , wird als Stellgröße der Wert  $LMN\_LLM$  ausgegeben (gesteuerter Regelbetrieb).
- Unterschreitet der Istwert PV den Sollwert  $SP\_INT$  um mehr als  $CON\_ZONE$ , wird  $LMN\_HLM$  ausgegeben (gesteuerter Regelbetrieb).
- Bewegt sich der Istwert PV innerhalb der Regelzone ( $CON\_ZONE$ ), nimmt der Stellwert den Wert vom PID-Algorithmus  $LMN\_Sum$  an (automatischer Regelbetrieb).

### Hinweis

Der Übergang vom gesteuerten Regelbetrieb zum automatischen Regelbetrieb erfolgt unter Einhaltung einer Hysterese von 20% der Regelzone.




---

### Hinweis

Bevor Sie die Regelzone von Hand einschalten, müssen Sie sicherstellen, dass die Regelzonenbreite nicht zu klein eingestellt ist. Bei zu klein eingestellter Regelzonenbreite treten Schwingungen im Verlauf der Stellgröße und des Istwertverlaufs auf.

---

### Vorteil der Regelzone

Beim Eintritt in die Regelzone führt der zugeschaltete D-Anteil zu einem sehr schnellen Reduzieren der Stellgröße. Daher ist die Regelzone nur bei eingeschaltetem D-Anteil sinnvoll. Ohne Regelzone würde im wesentlichen nur der sich reduzierende P-Anteil die Stellgröße reduzieren. Die Regelzone führt zu einem schnelleren Einschwingen ohne Über-/Unterschwingen, wenn die ausgegebene minimale oder maximale Stellgröße weit von der für den neuen Arbeitspunkt stationär notwendigen Stellgröße entfernt ist.

### Handwertverarbeitung (MAN\_ON, MAN)

Sie können zwischen Hand- und Automatikbetrieb umschalten. Bei Handbetrieb wird die Stellgröße einem Handwert nachgeführt.

Der Integrierer (INT) wird intern auf  $LMN - LMN_P - DISV$  und der Differenzierer (DIF) auf 0 gesetzt und intern abgeglichen. Das Umschalten in den Automatikbetrieb ist damit stoßfrei.

---

### Hinweis

Während einer Optimierung ist der Parameter MAN\_ON nicht wirksam.

---

### **Stellwertbegrenzung LMNLIMIT (LMN\_HLM, LMN\_LLM)**

Der Stellwert wird mit der Funktion LMNLIMIT auf die Stellwertgrenzen LMN\_HLM und LMN\_LLM begrenzt. Das Erreichen der Grenzen wird durch die Meldebits QLMN\_HLM und QLMN\_LLM angezeigt.

Bei Begrenzung des Stellwerts wird der I-Anteil angehalten. Bei einer Regeldifferenz, die den I-Anteil in Richtung innerer Stellbereich bewegt, wird der I-Anteil wieder freigegeben.

### **Stellwertgrenzen online ändern**

Wird der Stellwertbereich verringert und der neue unbegrenzte Stellwert liegt außerhalb der Grenzen, wird der I-Anteil und damit der Stellwert verschoben.

Der Stellwert wird um die Änderung der Stellwertgrenze verringert. War der Stellwert vor der Änderung unbegrenzt, wird er genau auf die neue Grenze gesetzt (hier beschrieben für die obere Stellwertgrenze).

### **Stellwertnormierung LMN\_NORM (LMN\_FAC, LMN\_OFFS)**

Die Funktion LMN\_NORM normiert den Stellwert nach folgender Vorschrift:

$$LMN = LmnN * LMN\_FAC + LMN\_OFFS$$

Sie kann für folgende Zwecke eingesetzt werden:

- Stellwert-Anpassung mit LMN\_FAC als Stellwertfaktor und LMN\_OFFS als Stellwertoffset

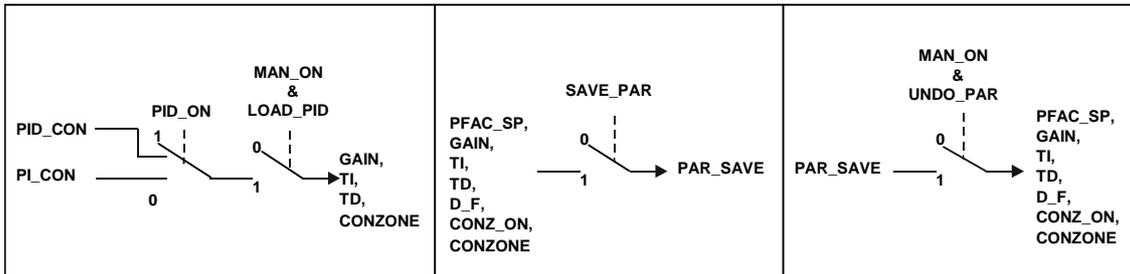
Der Stellwert steht auch im Peripherieformat zur Verfügung. Die Funktion CRP\_OUT wandelt den Gleitpunktwert LMN in einen Peripheriewert nach folgender Vorschrift um:

$$LMN\_PER = LMN * 27648/100$$

Mit den Defaultwerten (LMN\_FAC = 1.0 und LMN\_OFFS = 0.0) ist die Normierung abgeschaltet. Der effektiv wirksame Stellwert wird am Ausgang LMN ausgegeben.

## 2.1.4 Reglerparameter speichern und zurückladen

In folgendem Bild ist das Blockschaltbild dargestellt:



### Reglerparameter speichern SAVE\_PAR

Wenn Sie die aktuellen Reglerparameter als brauchbar einstufen, können Sie diese vor einer manuellen Änderung in eigens dafür vorgesehenen Strukturparametern im Instanz-DB des FB 58 "TCONT\_CP" speichern. Bei einer Regleroptimierung werden die gespeicherten Parameter durch die vor der Optimierung gültigen Werte überschrieben.

PFAC\_SP, GAIN, TI, TD, D\_F, CONZ\_ON und CONZONE werden in die Struktur PAR\_SAVE geschrieben.

### Gespeicherte Reglerparameter zurückladen UNDO\_PAR

Die zuletzt gespeicherten Reglerparameter können mit dieser Funktion wieder für den Regler aktiviert werden (nur im Handbetrieb).

### Wechsel zwischen PI- und PID-Parametern LOAD\_PID (PID\_ON)

Nach einer Optimierung werden die PI- und PID-Parameter in den Strukturen PI\_CON und PID\_CON hinterlegt. Mit LOAD\_PID in Abhängigkeit von PID\_ON können Sie im Handbetrieb die PI- bzw. PID-Parameter auf die wirksamen Reglerparameter schreiben.

PID-Parameter PID_ON = TRUE	PI-Parameter PID_ON = FALSE
• GAIN = PID_CON.GAIN	• GAIN = PI_CON.GAIN
• TI = PID_CON.TI	• TI = PI_CON.TI
• TD = PID_CON.TD	

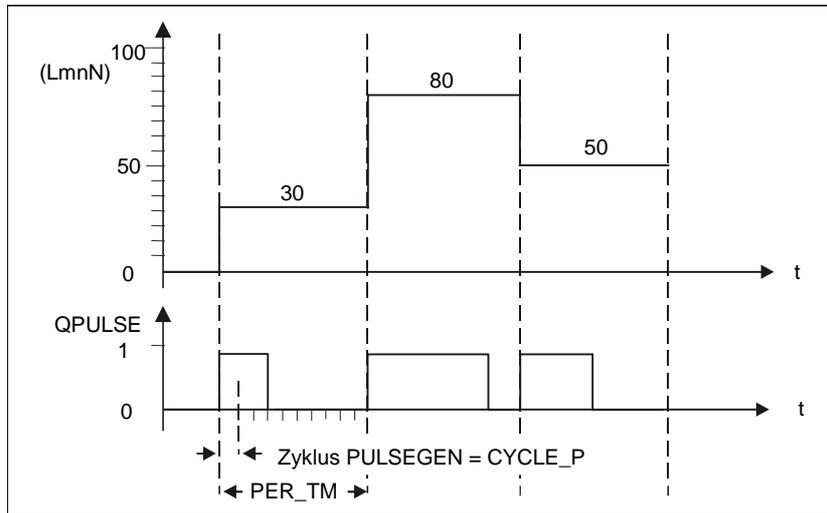
---

**Hinweis**

- Die Reglerparameter werden mit UNDO\_PAR oder LOAD\_PID nur dann zurückgeschrieben, wenn die Reglerverstärkung ungleich Null ist:  
Bei LOAD\_PID werden die Parameter nur kopiert, falls das jeweiligen GAIN  $\neq 0$  ist (entweder vom PI- oder PID-Parametersatz). Damit ist der Fall berücksichtigt, dass noch keine Optimierung durchgeführt wurde bzw. PID-Parameter fehlen. War PID\_ON = TRUE und PID.GAIN = FALSE, wird PID\_ON auf FALSE gesetzt und die PI-Parameter kopiert.
  - D\_F, PFAC\_SP werden durch die Optimierung voreingestellt. Sie können anschließend vom Anwender modifiziert werden. LOAD\_PID verändert diese Parameter nicht.
  - Die Regelzone wird bei LOAD\_PID immer neu berechnet  
(CON\_ZONE = 250/GAIN), auch wenn CONZ\_ON = FALSE.
-

## 2.2 Impulsformer PULSEGEN (PULSE\_ON)

Die Funktion PULSEGEN wandelt den analogen Stellwert LmnN durch Pulsbreitenmodulation in eine Impulsfolge mit der Periodendauer PER\_TM um. PULSEGEN wird mit PULSE\_ON = TRUE eingeschaltet und wird im Zyklus CYCLE\_P bearbeitet.



Ein Stellwert LmnN = 30 % und 10 PULSEGEN-Aufrufe pro PER\_TM bedeuten also:

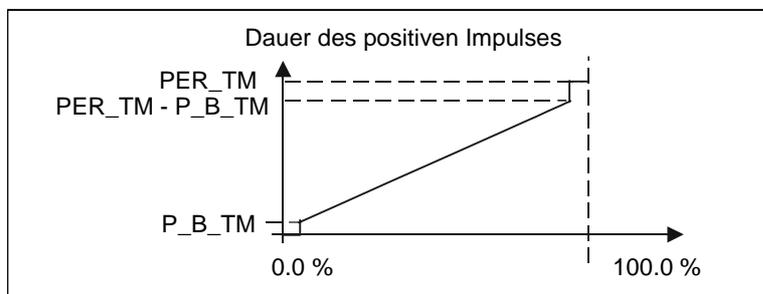
- TRUE am Ausgang QPULSE für die ersten drei Aufrufe des PULSEGEN (30 % von 10 Aufrufen)
- FALSE am Ausgang QPULSE für sieben weitere Aufrufe des PULSEGEN (70 % von 10 Aufrufen)

Die Dauer eines Impulses pro Periodendauer ist proportional der Stellgröße und errechnet sich aus:

$$\text{Impulsdauer} = \text{PER\_TM} * \text{LmnN} / 100$$

Durch die Unterdrückung von Mindestimpuls- bzw. -Pausendauer erhält die Umformkennlinie Knickpunkte im Anfangs- und Endbereich.

Im folgenden Bild ist die Zweipunktregelung mit unipolarem Stellwertbereich (0 % bis 100 %) dargestellt:



### Mindestimpuls- bzw. Mindestpausendauer (P\_B\_TM)

Kurze Ein- oder Ausschaltzeiten beeinträchtigen die Lebensdauer von Schaltgliedern und Stelleinrichtungen. Diese können dadurch vermieden werden, dass eine Mindestimpulsdauer bzw. Mindestpausendauer P\_B\_TM parametrierbar wird.

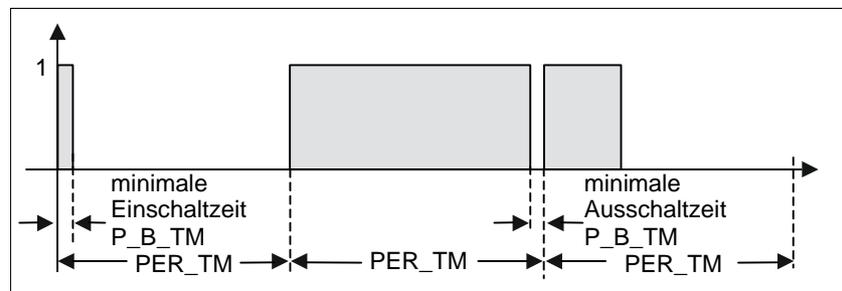
Kleine Absolutwerte der Eingangsgröße LmnN, die eine Impulsdauer kleiner als P\_B\_TM erzeugen würden, werden unterdrückt.

Große Eingangswerte, die eine Impulsdauer größer als PER\_TM - P\_B\_TM erzeugen würden, werden auf 100 % gesetzt. Hierdurch wird die Dynamik der Impulsformung verringert.

Für die Mindestimpulsdauer bzw. Mindestpausendauer werden Einstellwerte  $P_B\_TM \leq 0,1 \cdot PER\_TM$  empfohlen.

Die Knickpunkte an den Kennlinien im obigen Bild werden durch die Mindestimpulsdauer bzw. Mindestpausendauer verursacht.

Im folgenden Bild ist das Schaltverhalten des Impulsausgangs dargestellt:



### Genauigkeit der Impulsformung

Je kleiner die Impulsrasterbreite CYCLE\_P gegenüber der Periodendauer PER\_TM ist, desto genauer ist die Pulsweitenmodulation. Für eine hinreichend genaue Regelung sollte folgende Beziehung gelten:

$$CYCLE\_P \leq PER\_TM/50$$

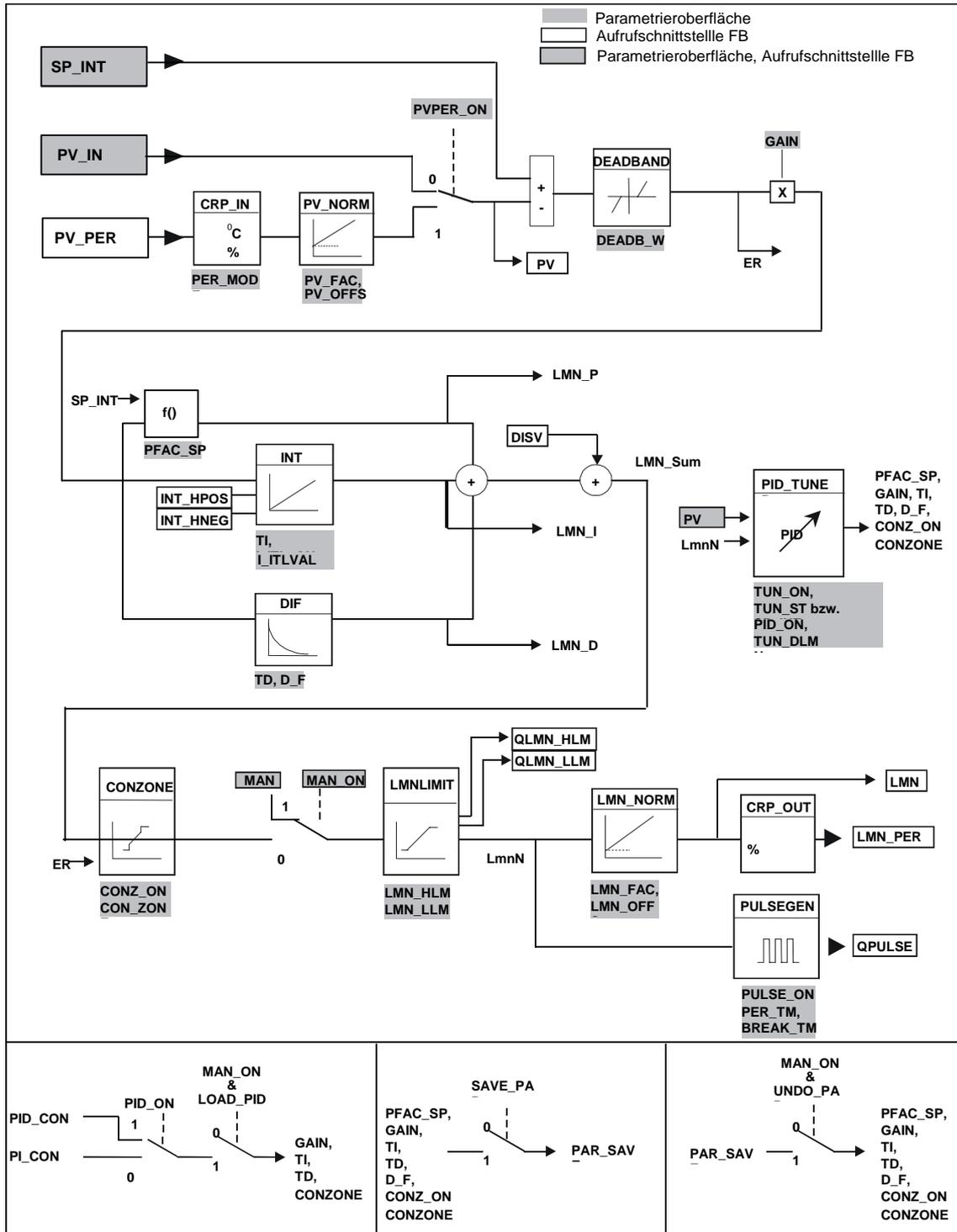
Damit wird der Stellwert mit einer Auflösung von  $\leq 2\%$  in Impulse gewandelt (siehe auch das Zahlenbeispiel im Kapitel 2.4.3, Seite 2-15).

#### Hinweis

Wenn Sie den Regler im Impulsformerzyklus aufrufen, müssen Sie folgendes beachten:

Bei Aufruf des Reglers im Impulsformerzyklus wird der Istwert gemittelt. Dies hat zur Folge, dass am Ausgang PV unterschiedliche Werte zum Eingang PV\_IN bzw. PV\_PER stehen können. Wenn Sie eine Sollwertnachführung realisieren wollen, müssen Sie sich den Istwert am Eingangsparameter PV\_IN zu den Aufrufzeitpunkten der Gesamtreglerbearbeitung (QC\_ACT = TRUE) speichern. Bei den dazwischenliegenden Aufrufen des Impulsformers versorgen Sie die Eingangsparameter PV\_IN und SP\_INT mit dem gespeicherten Istwert.

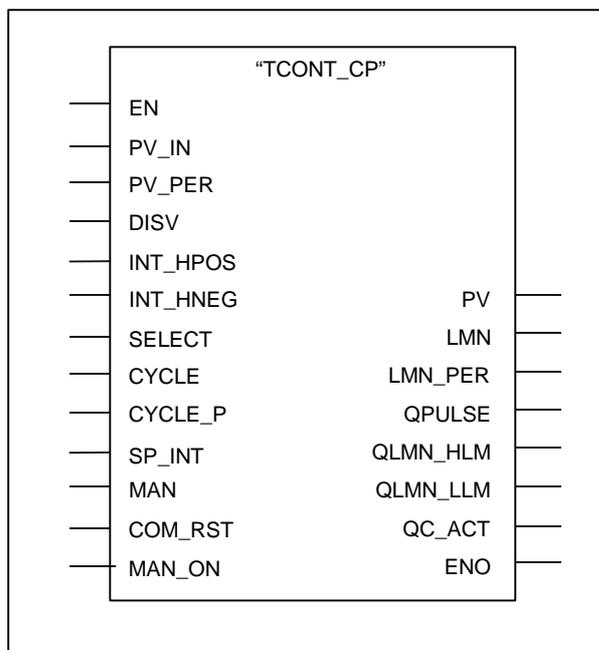
## 2.3 Blockschaltbild



## 2.4 Einbinden in das Anwenderprogramm

### 2.4.1 Aufruf des Reglerbausteins

Das folgende Bild zeigt den Regleraufruf in FUP-Ansicht:



Der FB TCONT\_CP muss äquidistant aufgerufen werden. Benutzen Sie hierzu eine Weckalarmebene (z.B. OB35 bei S7-300). An der Aufrufleiste finden Sie die wichtigsten Parameter um den Baustein mit den Prozessgrößen wie Soll-, Ist- und Stellwert zu verschalten (siehe auch Anhang A.3 DB-Belegung). Auch einen Handwert oder eine Störgröße können Sie direkt an der Aufrufleiste verschalten.

## 2.4.2 Aufruf ohne Impulsformer (kontinuierlicher Regler)

### Regler-Abtastzeit CYCLE

Am Parameter CYCLE geben Sie die Abtastzeit vor. Sie können die Abtastzeit auch am Parametrierwerkzeug eingeben. Die Abtastzeit CYCLE muss mit der Zeitdifferenz zwischen zwei Aufrufen (Zykluszeit des Weckalarm-OB unter Beachtung der Untersetzungen) übereinstimmen.

Wenn Sie die Regleroptimierung durchführen, misst der Baustein die Zeit zwischen den Aufrufen und vergleicht sie mit dem parametrierten Wert von CYCLE. Bei einer Abweichung >5% wird die Optimierung abgebrochen und STATUS\_H = 30005 gesetzt.

### Faustregel für die Regler-Abtastzeit CYCLE

Die Regler-Abtastzeit sollte 10 % der ermittelten Integrationszeit des Reglers (TI) nicht übersteigen:  
 $CYCLE \leq TI/10$

## 2.4.3 Aufruf mit Impulsformer (Impulsregler)

### Regler-Abtastzeit CYCLE und Impulsrasterbreite CYCLE\_P

Haben Sie die Impulsformerstufe eingeschaltet (PULSE\_ON = TRUE), dann müssen Sie zwei Abtastzeiten eingeben.

- Am Eingang CYCLE\_P geben Sie die Abtastzeit des Impulsformers ein. Sie muss mit dem Zeittakt des aufrufenden Weckalarm-OBs übereinstimmen. Die Dauer des erzeugten Impulses beträgt stets ein ganzzahliges Vielfaches dieses Wertes.
- Am Eingang CYCLE geben Sie die Abtastzeit für die übrigen Regelungsfunktionen des FB 58 "TCONT\_CP" vor.

Wenn Sie die Regleroptimierung durchführen, misst der Baustein die Zeiten zwischen den Aufrufen und vergleicht sie mit dem parametrierten Wert von CYCLE. Bei einer Abweichung >5% wird die Optimierung abgebrochen und STATUS\_H = 30005 gesetzt.

Der FB 58 "TCONT\_CP" ermittelt die Zeituntersetzung und bearbeitet die Regelungsfunktionen mit der Abtastzeit CYCLE. Dabei müssen Sie darauf achten, dass CYCLE ein ganzzahliges Vielfaches von CYCLE\_P ist.

CYCLE können Sie kleiner wählen als die Periodendauer PER\_TM. Dies ist dann sinnvoll, wenn Sie einerseits eine möglichst große Periodendauer wünschen, um die Stellglieder zu schonen, und andererseits die Abtastzeit aufgrund einer schnellen Regelstrecke klein sein muss.

### Faustregel für die Abtastzeiten CYCLE und CYCLE\_P

Die Regler-Abtastzeit sollte 10 % der ermittelten Integrationszeit des Reglers (TI) nicht übersteigen:  $CYCLE \leq TI/10$

Für eine hinreichend genaue Stellwertauflösung sollte folgende Beziehung gelten:  $CYCLE\_P \leq PER\_TM/50$ .

### Faustregel für die Periodendauer PER\_TM

Die Periodendauer sollte 20 % der ermittelten Integrationszeit des Reglers (TI) nicht übersteigen:

$$PER\_TM \leq TI/5$$

### Beispiel für die Wirkung der Parameter CYCLE\_P, CYCLE und PER\_TM:

$PER\_TM = 10$  s,  $CYCLE = 1$  s,  $CYCLE\_P = 100$  ms.

Alle Sekunde wird ein neuer Stellwert berechnet, alle 100 ms erfolgt der Vergleich des Stellwertes mit der bislang ausgegebenen Impulslänge bzw. Pausenlänge.

- Wenn ein Impuls ausgegeben wird, gibt es 2 Möglichkeiten:
  - Der berechnete Stellwert ist größer als die bisherige Impulslänge/ $PER\_TM$ . Dann wird der Impuls verlängert.
  - Der berechnete Stellwert ist kleiner oder gleich der bisherigen Impulslänge/ $PER\_TM$ . Dann wird kein Impulssignal mehr ausgegeben.
- Wenn kein Impuls ausgegeben wird, gibt es auch 2 Möglichkeiten:
  - Der Wert (100 % - berechneter Stellwert) ist größer als die bisherige Pausenlänge/ $PER\_TM$ . Dann wird die Pause verlängert.
  - Der Wert (100 % - berechneter Stellwert) ist kleiner oder gleich der bisherigen Pausenlänge/ $PER\_TM$ . Dann wird ein Impulssignal ausgegeben.

## Verschiedene Aufrufmöglichkeiten bei Impulsregelung (SELECT)

Bei einer schnellen Regelstrecke sind sehr kleine Impulsrasterbreiten (z. B. 10 ms) notwendig. Aufgrund der Programmlaufzeit (ausgelastete CPU!) ist es in diesem Fall nicht sinnvoll, die Regelungsteile im selben Weckalarm-OB zu bearbeiten wie die Berechnung der Impulsausgabe. Die Bearbeitung der Regelungsfunktionen verlagern Sie dann entweder in den OB 1 oder in einen langsameren Weckalarm-OB (S7-400).

Die folgende Tabelle verschafft Ihnen einen Überblick über die Parametrierung des Eingangsparameters SELECT:

Anwendung	Bausteinanruf	Funktionalität
Defaultfall: Nicht sehr kurze Impulsrasterbreiten bei S7-300 und S7-400 (z. B. CYCLE_P = 100 ms)	Aufruf im Weckalarm-OB mit SELECT = 0	Regelungsteil und Impulsausgabe im gleichen Weckalarm-OB
Kurze Impulsrasterbreiten bei S7-300 (z. B. CYCLE_P = 10 ms)	Bedingter Aufruf (QC_ACT = TRUE) im OB1 mit SELECT = 1	Regelungsteil im OB1
	Aufruf im Weckalarm-OB mit SELECT = 2	Impulsausgabe im Weckalarm-OB
Kurze Impulsrasterbreiten bei S7-400 (z. B. CYCLE_P = 10 ms)	Aufruf im langsamem Weckalarm-OB mit SELECT = 3	Regelungsteil im langsamem Weckalarm-OB
	Aufruf im schnellem Weckalarm-OB mit SELECT = 2	Impulsausgabe im schnellem Weckalarm-OB

### Hinweis

Wenn Sie die Bearbeitung von Reglerfunktionen und Impulsformer durch zwei Bausteinanrufe realisieren, müssen Sie folgendes beachten:

- Der Istwert (PV\_IN bzw. PV\_PER) muss beim Aufruf des Impulsformers versorgt werden. Alle anderen Formaloperanden können beim Aufruf der Reglerfunktionen versorgt werden.
- Der Parameter SELECT muss bei jedem Aufruf versorgt werden.
- Bei Aufruf im OB1 mit SELECT = 1 ist der bedingte Aufruf im Beispiel "Impulsregler OB 35, OB 1" realisiert.

## Zahlenbeispiele

Geforderte Genauigkeit G	TI	CYCLE = TI/10	PER_TM = TI/5	CYCLE_P = PER_TM * G	Kommentar
1 %	100 s	10 s	20 s	0,2 s	Aufruf über SELECT = 0 bei Zykluszeit = 200 ms
1 %	5 s	0,5 s	1 s	0,01 s	Getrennter Aufruf des Impulsteils in separater Weckalarmebene erforderlich.

### 2.4.4 Initialisierung

Der FB "TCONT\_CP" hat eine Initialisierungsroutine, die durchlaufen wird, wenn der Eingangs-Parameter COM\_RST = TRUE gesetzt ist. Der Baustein setzt nach dem Bearbeiten der Initialisierungsroutine COM\_RST wieder auf FALSE zurück.

Der Integrierer wird bei der Initialisierung auf den Wert I\_ITLVAL gesetzt. Beim Aufruf in einer Weckalarmebene arbeitet er von diesem Wert aus weiter.

Alle anderen Ausgänge werden auf ihre Anfangswerte gesetzt.

Wenn Sie eine Initialisierung bei Neustart der CPU wünschen, rufen Sie den Baustein im OB100 mit COM\_RST = TRUE auf.

## 3 Regleroptimierung im FB 58 "TCONT\_CP"

### 3.1 Einleitung

Die Regleroptimierung ist für reine Heiz- oder reine Kühlprozesse anwendbar.

Mit der Regleroptimierung im FB 58 "TCONT\_CP" werden die PI/PID-Reglerparameter automatisch eingestellt. Es gibt zwei Möglichkeiten der Optimierung:

- Optimierung durch Anfahren des Arbeitspunktes mit Sollwertsprung
- Optimierung am Arbeitspunkt durch Setzen eines Startbits

In beiden Fällen wird der Prozess durch einen vorgebbaren Stellwertsprung angeregt. Nach dem Erkennen eines Wendepunkts stehen die PI/PID-Reglerparameter zur Verfügung und der Regler schaltet in den Automatikbetrieb und regelt mit diesen Parametern weiter.

Sie können die Regleroptimierung mit Hilfe des Assistenten in der Parametrier-Oberfläche durchführen.

#### Optimierung des Führungsverhaltens

Der Reglerentwurf ist auf optimales Störverhalten ausgelegt. Die daraus resultierenden "scharfen" Parameter würden zu Überschwingern von 10 % bis 40 % der Sprunghöhe bei Sollwertsprüngen führen. Um dies zu vermeiden wird der P-Anteil bei Sollwertsprüngen durch den Parameter PFAC\_SP abgeschwächt. Zusätzlich kann bei typischen Temperaturstrecken das Überschwingen bei großen Sollwertsprüngen durch vorrübergehende gesteuerte minimale bzw. maximale Stellwertvorgabe verringert werden (gesteuerter Regelbetrieb).

#### Messen der Zykluszeiten CYCLE und CYCLE\_P

Zu Beginn der Optimierung werden die Regler-Abtastzeit CYCLE und bei Impulsregelung auch die Impulsformer-Abtastzeit CYCLE\_P gemessen. Weichen die Messwerte um mehr als 5% von den parametrierten Werten ab, wird die Regleroptimierung abgebrochen und STATUS\_H = 30005 gemeldet.

#### Speichern der Reglerparameter (SAVE\_PAR bzw. UNDO\_PAR)

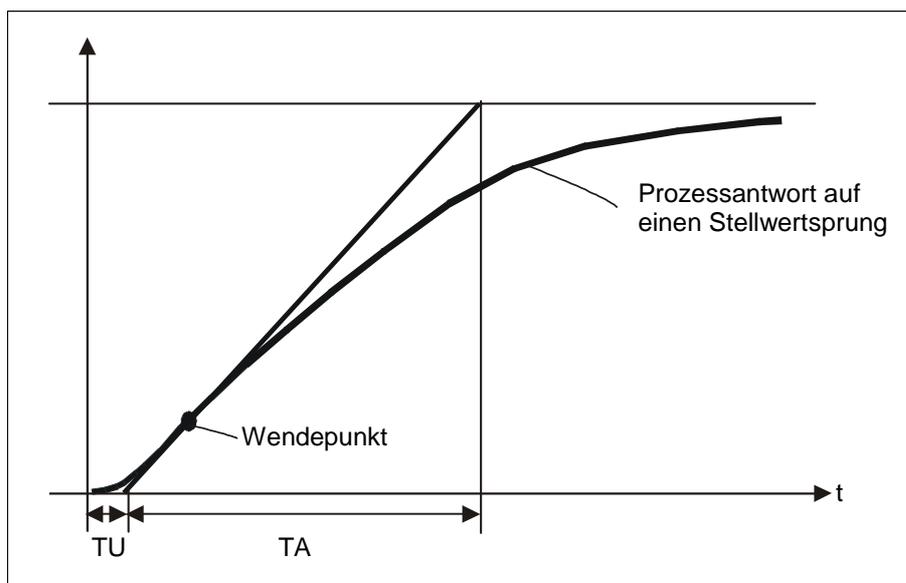
Bei einer Regleroptimierung werden die Parameter vor der Optimierung gespeichert. Sie können nach der Optimierung mit UNDO\_PAR die Parameter vor der Optimierung wieder aktivieren.

## 3.2 Streckentypen

### Streckentypen

Charakteristisch für einen Prozess sind, neben der Prozessverstärkung  $GAIN_P$ , die im Bild dargestellten Parameter: Verzugszeit  $TU$  und Ausgleichzeit  $TA$ .

In folgendem Bild ist die Sprungantwort dargestellt:



Nachfolgende Tabelle zeigt die verschiedenen Prozesse, auf die Sie den FB 58 "TCONT\_CP" anwenden können:

Streckentyp I	Streckentyp II	Streckentyp III
Typische Temperaturstrecke (Vorzugsfall)	Übergangsbereich	Temperaturstrecke höherer Ordnung (stark verzögert)
$TU/TA < 0.1$	$TU/TA \text{ ca. } 0.1$	$TU/TA > 0.1$
Eine dominierende Zeitkonstante	2 in etwa gleich große Zeitkonstanten	mehrere Zeitkonstanten

Der FB 58 "TCONT\_CP" ist für typische Temperaturstrecken Streckentyp I ausgelegt. Aber auch für Strecken höherer Ordnung Streckentyp II oder III können Sie den Baustein einsetzen.

### 3.3 Anwendungsbereich

#### Einschwingverhalten

Der Prozess muss ein stabiles, verzugsbehaftetes, asymptotisches Einschwingverhalten zeigen.

Nach einem Sprung der Stellgröße muss der Istwert in einen stationären Zustand übergehen. Ausgeschlossen sind damit Prozesse, die schon ohne Regelung ein oszillatorisches Verhalten zeigen, sowie Regelstrecken ohne Ausgleich (Integrator in der Regelstrecke).

#### Linearität und Arbeitsbereich

Der Prozess muss ein lineares Verhalten über dem Arbeitsbereich zeigen. Ein nichtlineares Verhalten tritt z. B. bei einem Wechsel eines Aggregatzustandes auf. Die Optimierung muss in einem linearen Teil des Arbeitsbereiches stattfinden.

Das heißt, dass sowohl für die Optimierung als auch für den normalen Regelungsbetrieb nichtlineare Effekte innerhalb dieses Arbeitsbereichs vernachlässigbar klein sein müssen. Allerdings ist es möglich, beim Wechsel des Arbeitspunktes den Prozess neu zu optimieren, wenn die Optimierung wieder in einer kleinen Umgebung des neuen Arbeitspunktes durchgeführt wird und während der Optimierung die Nichtlinearität nicht durchfahren wird.

Wenn bestimmte statische Nichtlinearitäten (z. B. Ventilkennlinien) bekannt sind, ist es in jedem Fall sinnvoll, sie vorab mit einem Polygonzug zu kompensieren, um das Prozessverhalten zu linearisieren.

#### Störeinflüsse bei Temperaturprozessen

Störeinflüsse wie die Wärmeübertragung an benachbarten Zonen dürfen den Gesamttemperaturprozess nicht zu stark beeinflussen. Z. B. müssen bei der Optimierung von Zonen eines Extruders alle Zonen gleichzeitig aufgeheizt werden.

Bzgl. Messrauschen und niederfrequente Störungen siehe Kapitel 3.11, Seite 3-13.

### 3.4 Gesamtablauf der Regleroptimierung

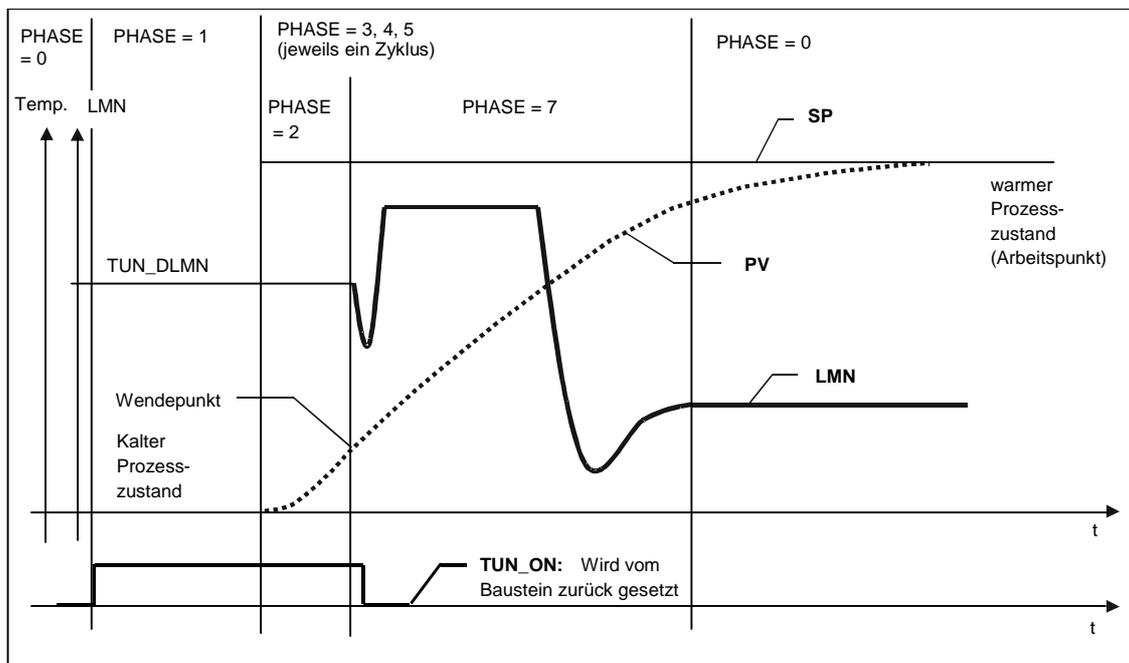
Bei der Optimierung werden im Bausteinalgorithmus einzelne Phasen durchlaufen. In welcher Phase der Baustein sich befindet, können Sie am Parameter PHASE ablesen.

Durch die folgenden Maßnahmen starten Sie die Optimierung (siehe Kapitel 3.6, Seite 3-9):

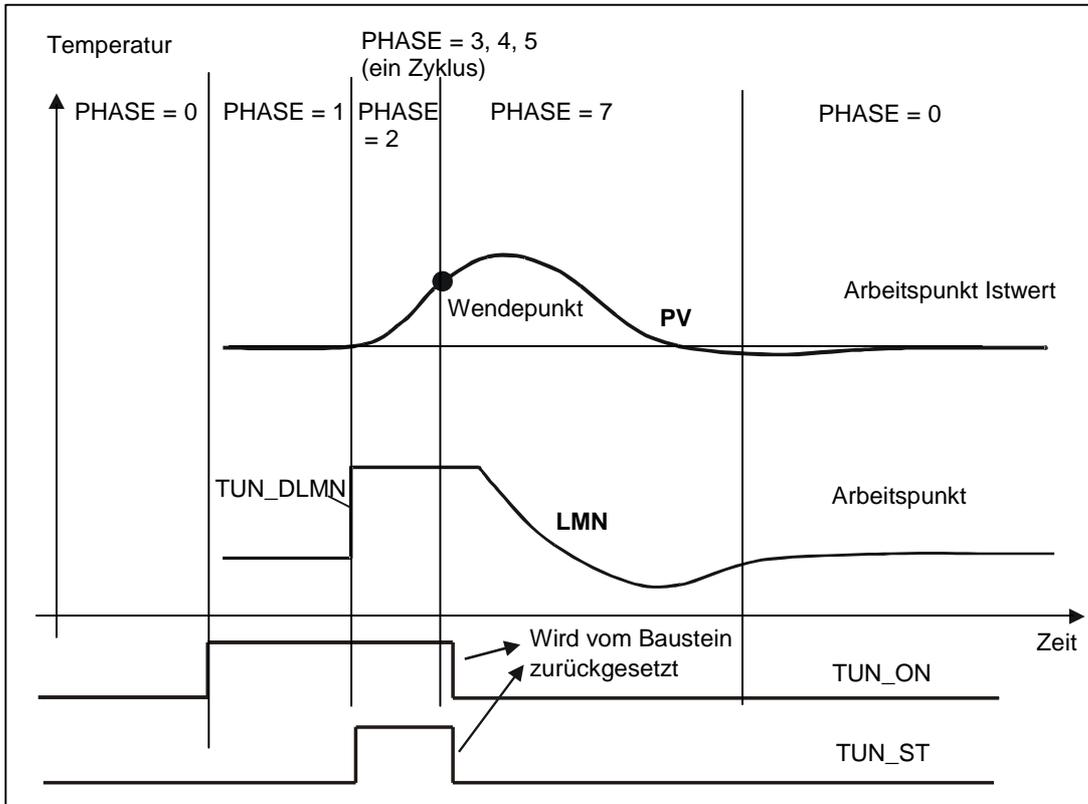
- Mit TUN\_ON = TRUE stellen Sie die Optimierbereitschaft her. Der Regler wechselt von Phase 0 nach 1.
- Nach einer Wartezeit in Phase 1 geben Sie entweder einen Sollwertsprung am Parameter SP\_INT vor oder Setzen TUN\_ST = TRUE. Der Regler gibt einen Stellwertsprung um TUN\_DLMN aus und beginnt mit der Suche nach einem Wendepunkt.

PHASE	Beschreibung
0	kein Optimierbetrieb; Automatik- oder Handbetrieb;
1	Optimierungsbereitschaft; Parameter prüfen, Warten auf Anregung, Messen der Abtastzeiten;
2	Eigentliche Optimierung: Wendepunktsuche bei konstantem Stellwert.
3 (1 Zyklus)	Berechnen der Prozess-Parameter. Abspeichern der vor der Optimierung gültigen Reglerparameter.
4 (1 Zyklus)	Reglerentwurf
5 (1 Zyklus)	Nachführen des Reglers auf neue Stellgröße
7	Überprüfung des Streckentyps

In folgendem Bild sind die Phasen der durch einen Sollwertsprung angestoßenen Optimierung von Umgebungstemperatur zum Arbeitspunkt dargestellt:



In folgendem Bild sind die Phasen der durch TUN\_ST = TRUE angestoßenen Optimierung am Arbeitsplatz dargestellt:



Am Ende der Optimierung (siehe Kapitel 3.9, Seite 3-12), wenn der Baustein wieder in Phase 0 wechselt und TUN\_ON = FALSE setzt, können Sie am Parameter STATUS\_H erkennen, ob die Optimierung fehlerfrei durchlaufen wurde.

## 3.5 Vorbereitungen

### SIMATIC und Regler

Die Optimierung wird über die Durchgangs-Parameter TUN\_ON, TUN\_ST bzw. SP\_INT gestartet. Sie können die Parameter auf folgende Weise versorgen:

- Mit der Parametrieroberfläche
- Mit einem Bedien- und Beobachtungsgerät
- Aus Ihrem Anwenderprogramm heraus

Beschreiben Sie die Durchgangs-Parameter nur für einen Zyklus, da der FB 58 "TCONT\_CP" die Parameter zurücksetzt.



#### Warnung

Es kann Tod, schwere Körperverletzung oder erheblicher Sachschaden eintreten. Während einer Optimierung ist der Parameter MAN\_ON nicht wirksam. Hierdurch können Stellwert oder Istwert ungewünschte –auch extreme– Werte annehmen.

Der Stellwert wird durch die Optimierung vorgegeben. Um die Optimierung abzubrechen müssen Sie zuerst TUN\_ON = FALSE setzen. Damit ist auch MAN\_ON wieder wirksam.

---

### Sicherstellen eines quasi-stationären Anfangszustandes (Phase 0)

Bei niederfrequenten Schwingungen der Regelgröße, z. B. auf Grund falscher Reglerparameter, ist der Regler vor dem Start der Optimierung auf Hand zu nehmen und das Abklingen der Schwingung abzuwarten. Alternativ könnte auch auf einen "sanft" eingestellten PI-Regler (kleine Kreisverstärkung, große Integrationszeit) umgeschaltet werden.

Nun müssen Sie warten, bis der stationäre Zustand erreicht ist, d. h. bis Istwert und Stellwert eingeschwungen sind. Zulässig ist auch ein asymptotisches Einschwingen bzw. langsames Driften des Istwertes (quasi-stationärer Zustand, siehe nachfolgendes Bild). Die Stellgröße muss konstant sein bzw. um einen konstanten Mittelwert schwanken.

---

#### Hinweis

Vermeiden Sie, die Stellgröße kurz vor Start der Optimierung zu verändern. Eine Änderung der Stellgröße kann auch unbeabsichtigt durch das Herstellen der Versuchsbedingungen erfolgen (z. B. Schließen einer Ofentür)! Sollte dies doch geschehen sein, müssen Sie mindestens warten, bis der Istwert wieder asymptotisch in einen stationären Zustand einschwingt. Bessere Reglerparameter erzielen Sie jedoch, wenn Sie warten bis der Einschwingvorgang vollständig abgeklungen ist.

---

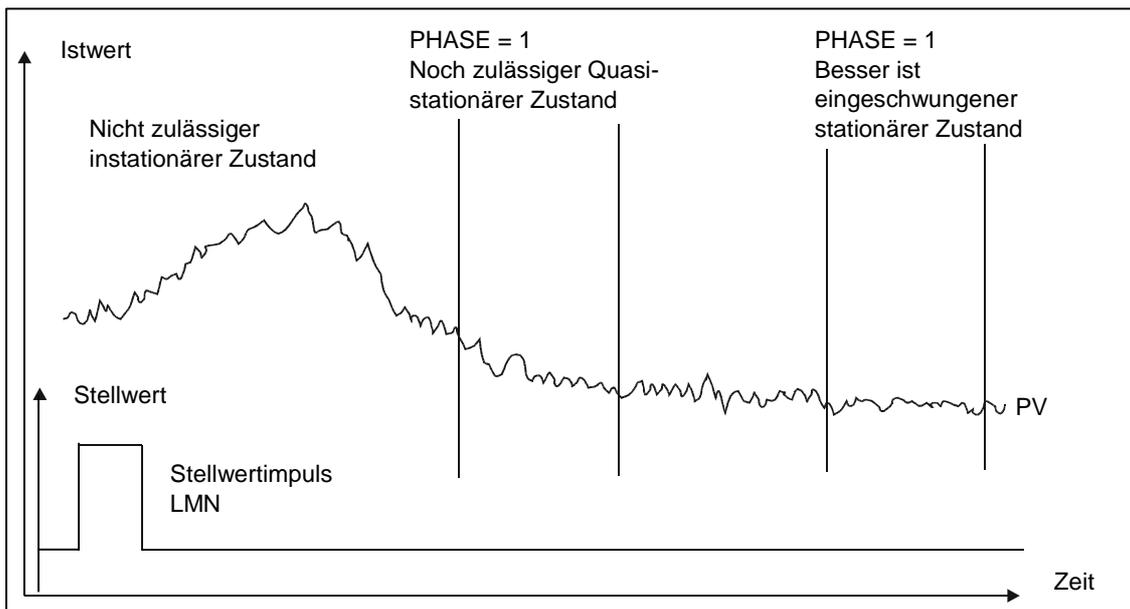
## Herstellen der Optimierungsbereitschaft (Phase 0 -> 1)

Sie können die Optimierung aus dem Handbetrieb oder aus dem Automatikbetrieb heraus starten.

Setzen Sie den Parameter TUN\_ON = TRUE. Dadurch bringen Sie den FB 58 "TCONT\_CP" in die Optimierungsbereitschaft (Phase 1). Das TUN\_ON-Bit darf nur im stationären Zustand oder beim aperiodischen Einschwingen in den stationären Zustand gesetzt werden.

Hat sich der quasi-stationärer Zustand seit dem Setzen des TUN\_ON-Bits geändert, muss durch Zurücksetzen und erneutem Setzen des TUN\_ON-Bits dem FB 58 "TCONT\_CP" der neue quasi-stationärer Zustand signalisiert werden.

In folgendem Bild ist das Einschwingen in den stationären Zustand dargestellt:



In Phase 1 wird die Zeit bis zum Aufschalten der Stellanregung vom FB 58 "TCONT\_CP" genutzt, um das Istwert-Rauschen NOISE\_PV, die Anfangssteigung PVDT0 sowie den Mittelwert der Stellgröße (Anfangs-Stellwert LMN0) zu berechnen.

### Hinweis

Sie sollten nur solange in der Phase 1 mit der Prozessanregung warten, bis der Baustein den Mittelwert der Stellgröße und die Anfangssteigung des Istwertes ermitteln konnte (typisch: 1 Minute).

In Phase 1 werden sowohl die Regler-Abtastzeit CYCLE als auch die Impulsformer-Abtastzeit CYCLE\_P gemessen und zu Beginn der Phase 2 in die jeweiligen Durchgangparameter geschrieben. Bei Regelbetrieb ohne Impulsformer ist  $CYCLE\_P = CYCLE$ .

---

**Hinweis**

Bei Aufruf des Impulsreglers über  $SELECT = 0$  oder  $1$  müssen Sie vor Setzen von TUN\_ON durch die Parameter CYCLE und CYCLE\_P das gewünschte Verhältnis  $CYCLE/CYCLE\_P$  vorgeben.

---

## 3.6 Starten der Optimierung (Phase 1 -> 2)

### Optimierung durch Anfahren des Arbeitspunktes mit Sollwertsprung

Die Optimierungs-Stellgröße (LMNO + TUN\_DLMN) wird durch Sollwertänderung aufgeschaltet (Übergang Phase 1 -> 2). Der Sollwert wird erst bei Erreichen des Wendepunktes wirksam (erst dann wird in den Automatikbetrieb geschaltet).

Sie legen das Delta der Stellanregung (TUN\_DLMN) entsprechend der zulässigen Istwertänderung in Eigenverantwortung fest. Das Vorzeichen von TUN\_DLMN muss entsprechend der beabsichtigten Istwertänderung sein (Regelsinn berücksichtigen).

Der Sollwertsprung und TUN\_DLMN müssen aufeinander abgestimmt sein. Ein zu großes TUN\_DLMN birgt die Gefahr, dass der Wendepunkt nicht innerhalb von 75 % des Sollwertsprunges gefunden wird.

TUN\_DLMN muss aber so groß sein, dass der Istwert mindestens 22 % des Sollwertsprunges erreicht. Sonst bleibt das Verfahren im Optimierbetrieb (Phase 2).

Abhilfe: Verringern des Sollwertes während der Wendepunktsuche.

---

#### Hinweis

Bei stark verzögerten Prozessen ist es ratsam, den Zielsollwert bei einer Optimierung etwas tiefer zu legen als den gewünschten Arbeitspunkt und die Statusbits sowie PV genau zu beobachten (Gefahr des Überschwingens).

#### Optimierung nur im linearen Bereich:

Bestimmte Regelstrecken (z. B. Zink- oder Magnesium-Schmelzriegel) durchlaufen kurz vor dem Arbeitspunkt einen nichtlinearen Bereich (Änderung des Aggregatzustands).

Durch geschickte Wahl des Sollwertsprunges kann die Optimierung auf den linearen Bereich begrenzt werden. Hat der Istwert 75 % des Sollwertsprunges (SP\_INT-PV0) durchlaufen, wird die Optimierung beendet.

Parallel dazu sollte TUN\_DLMN so weit reduziert werden, damit der Wendepunkt mit Sicherheit vor Erreichen von 75 % des Sollwertsprunges gefunden wird.

---

### Optimierung am Arbeitspunkt ohne Sollwertsprung

Die Optimierungs-Stellgröße (LMN0 + TUN\_DLMN) wird durch Setzen des Start-Bits TUN\_ST aufgeschaltet (Übergang Phase 1 -> 2). Wenn Sie den Sollwert verändern, wird der neue Sollwert erst bei Erreichen des Wendepunktes wirksam (erst dann wird in den Automatikbetrieb geschaltet).

Sie legen das Delta der Stellanregung (TUN\_DLMN) entsprechend der zulässigen Istwertänderung in Eigenverantwortung fest. Das Vorzeichen von TUN\_DLMN muss entsprechend der beabsichtigten Istwertänderung sein (Regelsinn berücksichtigen).

---

#### Vorsicht

Bei Anregung über TUN\_ST gibt es kein Sicherheitsabschalten bei 75 %. Die Optimierung wird bei Erreichen des Wendepunktes beendet. Bei rauschbehafteten Strecken kann jedoch der Wendepunkt deutlich überschritten werden.

---

### Abfangen von Bedienfehlern

Bedienfehler	STATUS und Maßnahme	Kommentar
Gleichzeitiges Setzen von TUN_ON und Sollwertsprung bzw. TUN_ST	Übergang in Phase 1, jedoch kein Optimierungsstart. <ul style="list-style-type: none"> <li>• SP_INT = SPalt bzw.</li> <li>• TUN_ST = FALSE</li> </ul>	Die Sollwertänderung wird zurückgenommen. Dadurch wird verhindert, dass der Regler auf den neuen Sollwert einregelt und unnötig den stationären Arbeitspunkt verlässt.
Effektives TUN_DLMN < 5 % (Ende von Phase 1)	STATUS_H = 30002 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übergang in Phase 0</li> <li>• TUN_ON = FALSE</li> <li>• SP = SPalt</li> </ul>	Abbruch der Optimierung. Die Sollwertänderung wird zurückgenommen. Dadurch wird verhindert, dass der Regler auf den neuen Sollwert einregelt und unnötig den stationären Arbeitspunkt verlässt.

### 3.7 Wendepunkt suchen (Phase 2) und Regelparameter berechnen (Phase 3, 4, 5)

In Phase 2 wird bei konstantem Stellwert der Wendepunkt gesucht. Das Verfahren verhindert, dass durch Rauschen von PV der Wendepunkt zu früh erkannt wird:

Beim Impulsregler wird PV über N Impulszyklen gemittelt und dann dem Reglerteil zur Verfügung gestellt. Im Reglerteil findet eine weitere Mittelung von PV statt: Zu Beginn ist diese Mittelung inaktiv, d. h. es wird nur immer über 1 Zyklus gemittelt. Solange das Rauschen ein bestimmtes Maß überschreitet, wird die Anzahl der Zyklen verdoppelt.

Die Periodendauer und die Amplitude des Rauschens werden ermittelt. Erst wenn der Gradient während der geschätzten Periodendauer immer kleiner als die maximale Steigung ist, wird die Wendepunktsuche abgebrochen und Phase 2 verlassen. TU und T\_P\_INF werden jedoch am tatsächlichen Wendepunkt berechnet.

Die Optimierung wird jedoch erst dann beendet, wenn auch die folgenden beiden Bedingungen erfüllt sind:

1. Der Istwert ist weiter als  $2 \cdot \text{NOISE\_PV}$  vom Wendepunkt entfernt.
2. Der Istwert hat den Wendepunkt um 20 % überschritten.

---

#### Hinweis

Bei Anregung über Sollwertsprung wird die Optimierung spätestens beendet, wenn der Istwert 75 % des Sollwertsprunges (SP\_INT-PV0) durchlaufen hat (siehe unten).

---

Die Phasen 3, 4 und 5 werden anschließend jeweils einmal durchlaufen. Danach wird der Streckentyp in Phase 7 überprüft. Dann ist der Optimierbetrieb beendet und der FB 58 "TCONT\_CP" befindet sich wieder in Phase 0. Der Regler startet nun mit  $\text{LMN} = \text{LMN0} + 0.75 \cdot \text{TUN\_DLMN}$  immer im Automatikbetrieb (auch wenn Sie vor dem Start der Optimierung im Handbetrieb geregelt haben).

### 3.8 Überprüfung des Streckentyps (Phase 7)

In Phase 7 wird daher überprüft, ob der Streckentyp richtig ist. Diese Überprüfung findet **im Automatikbetrieb** mit den gerade neu berechneten Regelparametern statt und endet spätestens  $0,35 \cdot \text{TA}$  (Ausgleichszeit) nach dem Wendepunkt. Weicht die Prozessordnung stärker vom geschätzten Wert ab, werden die Regelparameter neu berechnet und STATUS\_D um 1 hochgezählt, ansonsten bleiben die Regelparameter unverändert.

---

#### Hinweis

Wird Phase 7 durch TUN\_ON = FALSE abgebrochen, bleiben die bereits ermittelten Regelparameter erhalten!

---

### 3.9 Ergebnis der Optimierung

Die linke Ziffer von STATUS\_H zeigt den Optimierungsstatus an (ausführliche Tabelle siehe Anhang A.4, Seite A-22):

STATUS_H	Ergebnis
0	Default bzw. keine oder noch keine neuen Reglerparameter gefunden.
10000	Geeignete Regel-Parameter gefunden
2xxxx	Regel-Parameter über Schätzwerte gefunden; Überprüfen Sie das Regelverhalten bzw. schauen Sie nach der Diagnosemeldung STATUS_H und wiederholen Sie die Regleroptimierung.
3xxxx	Bedien-Fehler aufgetreten; Schauen Sie nach der Diagnosemeldung STATUS_H und wiederholen Sie die Regleroptimierung.

Die folgenden Regel-Parameter werden am FB 58 "TCONT\_CP" aktualisiert:

- Faktor zur Abschwächung der P-Anteils PFAC\_SP = 0.8
- Reglerverstärkung GAIN
- Integrationszeit TI
- Differenzierzeit TD
- Faktor im Differenzierer D\_F = 5.0
- Regelzone ein/aus CONZ\_ON
- Regelzonenbreite CON\_ZONE

Die Regelzone wird nur bei passendem Streckentyp (Streckentyp I und II) und PID-Regler aktiviert (CONZ\_ON = TRUE).

Abhängig von PID\_ON wird entweder mit PI- oder PID-Regler geregelt. Die alten Reglerparameter werden gesichert und können über UNDO\_PAR wieder aktiviert werden. Ferner wird ein PI- und ein PID-Parametersatz in den Strukturen PI\_CON und PID\_CON gespeichert. Über LOAD\_PID und ein entsprechendes Setzen von PID\_ON kann auch später noch zwischen den optimierten PI- oder PID-Parametern gewechselt werden.

In Phase 1 wurden schon die Abtastzeiten CYCLE und CYCLE\_P geprüft.

### 3.10 Abbruch der Optimierung durch den Bediener

#### Vorzeitiger Abbruch der Optimierung

In Phase 1, 2 oder 3 können Sie durch Rücksetzen von TUN\_ON = FALSE die Optimierung abbrechen ohne dass neue Parameter berechnet werden. Der Regler startet im Automatikbetrieb mit LMN = LMN0 + TUN\_DLMN. War der Regler vor der Optimierung im Handbetrieb, wird der alte Handstellwert ausgegeben.

Wird in Phase 4, 5 oder 7 mit TUN\_ON = FALSE die Optimierung abgebrochen bleiben die bis dahin ermittelten Regelparameter erhalten.

### 3.11 Fehlerbilder und Abhilfemaßnahmen

#### Wendepunkt nicht erreicht (nur bei Anregung durch Sollwertsprung)

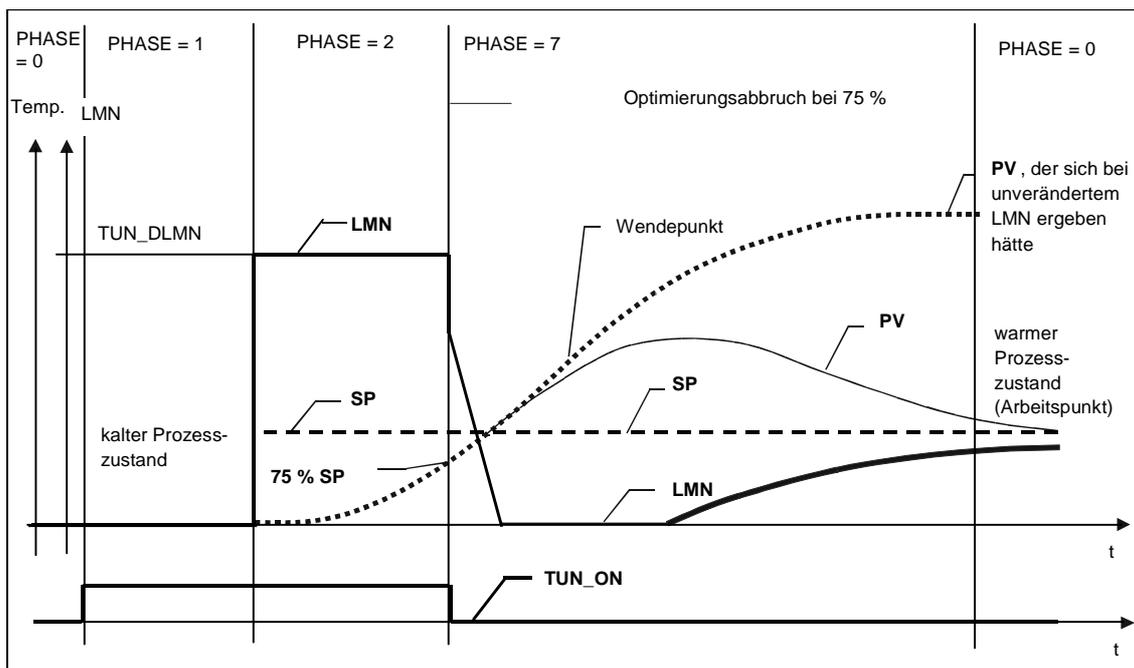
Die Optimierung wird spätestens beendet, wenn der Istwert 75 % des Sollwertsprunges (SP-INT-PV0) durchlaufen hat. Dies wird durch "Wendepunkt nicht erreicht" in STATUS\_H (2xx2x) signalisiert.

Dabei gilt immer der momentan eingestellte Sollwert. Durch ein Reduzieren des Sollwertes kann also im nachhinein ein früheres Beenden der Optimierung herbeigeführt werden.

Bei typischen Temperaturstrecken reicht der Optimierungsabbruch bei 75 % des Sollwertsprunges in der Regel aus, um ein Überschwingen zu verhindern. Vor allem bei stärker verzögerten Strecken ( $TU/TA > 0.1$ , Streckentyp III) ist jedoch Vorsicht geboten. Bei zu starker Stellanregung im Vergleich zum Sollwertsprung kann der Istwert stark überschwingen (bis zu Faktor 3).

Ist bei Strecken höherer Ordnung nach Erreichen von 75 % des Sollwertsprunges der Wendepunkt noch in weiter Ferne, gibt es ein deutliches Überschwingen. Außerdem sind die Reglerparameter zu scharf. Schwächen Sie dann die Reglerparameter ab oder wiederholen Sie den Versuch.

Im folgenden Bild ist das Überschwingen des Istwertes bei zu starker Anregung (Streckentyp III) dargestellt:



Bei typischen Temperaturstrecken ist ein Abbruch kurz vor Erreichen des Wendepunkts unkritisch bezüglich der Reglerparameter.

Falls Sie den Versuch wiederholen, reduzieren Sie TUN\_DLMN oder erhöhen Sie den Sollwertsprung.

Prinzip: Der Optimierungs-Stellwert muss zum Sollwertsprung passen.

### **Schätzfehler bei Verzugszeit oder Ordnung**

Die Verzugszeit (STATUS\_H = 2x1xx oder 2x3xx) oder die Ordnung (STATUS\_H = 21xxx oder 22xxx) konnten nicht korrekt erfasst werden. Es wird mit einem Schätzwert weitergearbeitet, der zu nicht optimalen Reglerparametern führen kann.

Wiederholen Sie die Optimierung und achten Sie darauf, dass keine Störungen am Istwert auftreten.

---

### **Hinweis**

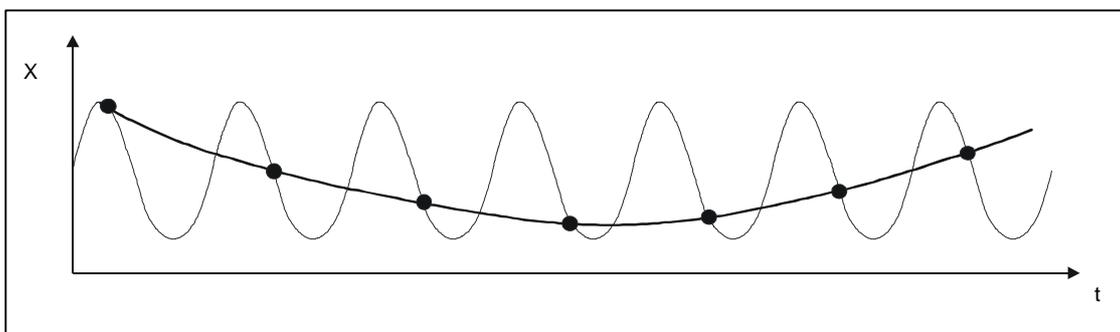
Der Sonderfall einer reinen PT1-Strecke wird auch durch STATUS\_H = 2x1xx (TU <= 3\*CYCLE) signalisiert. Ein Wiederholen des Versuchs ist dann nicht notwendig. Schwächen Sie die Reglerparameter ab, falls die Regelung schwingt.

### Qualität der Messsignale (Mess-Rauschen, niederfrequente Störungen)

Das Optimierungsergebnis kann durch Messrauschen oder durch niederfrequente Störungen beeinträchtigt worden sein. Beachten Sie hierbei folgendes:

- Wählen Sie bei Messrauschen die Abtastfrequenz eher höher als niedriger. Dabei sollte innerhalb einer Rauschperiode der Istwert mindestens zwei Mal abgetastet werden. Bei Impulsbetrieb ist dabei die integrierte Mittelwertfilterung hilfreich. Sie setzt allerdings voraus, dass der Istwert PV im schnellen Impulszyklus dem Baustein übergeben wird. Das Rauschmaß sollte 5 % der Nutzsignaländerung nicht übersteigen.
- Hochfrequente Störungen können nicht mehr durch einen Softwarebaustein weggefiltert werden. Diese sollten bereits im Messwertaufnehmer gefiltert worden sein, um den sogenannten Aliasing-Effekt zu verhindern.

In folgendem Bild ist der Aliasing-Effekt bei zu großer Abtastzeit dargestellt:



- Bei niederfrequenten Störungen ist es relativ leicht, eine genügend hohe Abtastrate sicherzustellen. Andererseits muss dann der TCONT\_CP durch ein großes Intervall der Mittelwertfilterung sich ein gleichmäßiges Messsignal erzeugen. Eine Mittelwertfilterung muss sich dabei über mindestens zwei Rauschperioden erstrecken. Intern im Baustein entstehen somit schnell größere Abtastzeiten, so dass die Genauigkeit der Optimierung beeinträchtigt wird. Eine genügend große Genauigkeit ist bei mindestens 40 Rauschperioden bis zum Wendepunkt sichergestellt. Mögliche Maßnahme bei Wiederholung des Versuchs: Erhöhen von TUN\_DLMN.

## Überschwingen

In folgenden Situationen kann Überschwingen auftreten:

Situation	Ursache	Abhilfe
Optimierungs- ende	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anregung durch zu starke Stellwertänderung im Vergleich zum Sollwertsprung (siehe oben).</li> <li>• PI-Regler durch PID_ON = FALSE aktiviert.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sollwertsprung erhöhen oder Stellwertsprung verringern</li> <li>• Wenn der Prozess einen PID-Regler zulässt, starten Sie die Optimierung mit PID_ON = TRUE.</li> </ul>
Optimierung in Phase 7	Es wurden zunächst sanftere Reglerparameter ermittelt (Streckentyp III), die zu einem Überschwingen in Phase 7 führen können.	-
Regelbetrieb	PI-Regler und mit PFAC_SP = 1.0 für Streckentyp I.	Wenn der Prozess einen PID-Regler zulässt, starten Sie die Optimierung mit PID_ON = TRUE.

## 3.12 Manuelle Nachoptimierung im Regelbetrieb

Um ein überschwingfreies Sollwertverhalten zu erreichen, können Sie nachfolgend beschriebene Maßnahmen ergreifen:

### Regelzone anpassen

Bei der Optimierung wird eine Regelzone CON\_ZONE vom FB 58 "TCONT\_CP" ermittelt und bei passendem Streckentyp (Streckentyp I und II) und PID-Regler aktiviert: CONZ\_ON = TRUE. Sie können im Regelbetrieb die Regelzone ändern oder ganz abschalten (mit CONZ\_ON = FALSE).

---

#### Hinweis

Aktivieren Sie die Regelzone bei Strecken höherer Ordnung (Streckentyp III), bringt dies in der Regel keinen Vorteil, da die Regelzone dann größer ist als der mit 100 % Stellgröße erzielbare Regelbereich. Auch ein Aktivieren der Regelzone für PI-Regler bringt keinen Vorteil.

Stellen Sie vor dem händischen Einschalten der Regelzone sicher, dass die Regelzonenbreite nicht zu klein eingestellt ist. Bei zu klein eingestellter Regelzonenbreite treten nämlich Schwingungen im Verlauf der Stellgröße und des Istwertverlaufs auf.

---

### Führungsverhalten mit PFAC\_SP kontinuierlich abschwächen

Das Führungsverhalten können Sie mit dem Parameter PFAC\_SP abschwächen. Dieser Parameter legt fest, zu welchem Anteil der P-Anteil bei Sollwertsprüngen wirksam wird.

PFAC\_SP wird unabhängig vom Streckentyp durch die Optimierung auf 0.8 voreingestellt, Sie können den Wert anschließend verändern. Um das Überschwingen bei Sollwertsprüngen (bei sonst korrekten Reglerparametern) auf etwa 2 % zu begrenzen, sind folgende Werte für PFAC\_SP ausreichend:

	Streckentyp I	Streckentyp II	Streckentyp III
	Typische Temperaturstrecke	Übergangsbereich	Temperaturstrecke höherer Ordnung
PI	0.8	0.82	0.8
PID	0.6	0.75	0.96

Passen Sie den voreingestellten Faktor (0.8) insbesondere in folgenden Fällen an:

- Streckentyp I mit PID (0.8 -> 0.6): Sollwertsprünge innerhalb der Regelzone führen mit PFAC\_SP = 0.8 noch zu ca. 18 % Überschwingen.
- Streckentyp III mit PID (0.8 -> 0.96): Sollwertsprünge mit PFAC\_SP = 0.8 werden zu stark gedämpft. Man verschenkt deutlich Einregelzeit.

**Beispiel zur Abschwächung des Führungsverhalten mit PFAC\_SP**

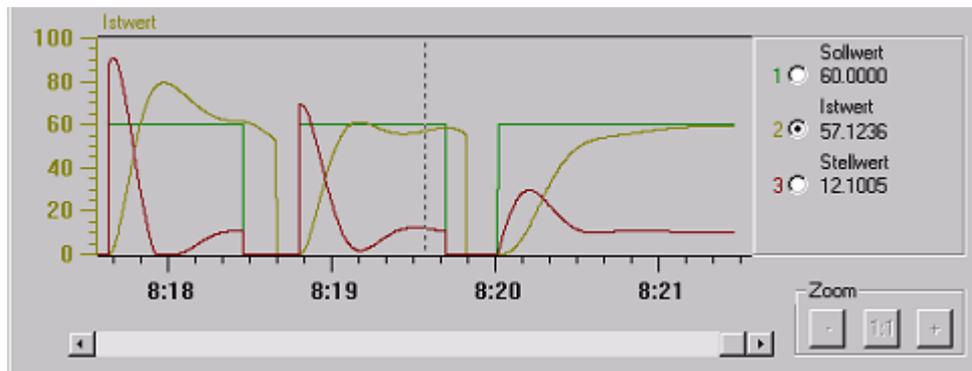
Streckenparameter:

- GAIN = 6
- T1 = 50 s
- T2 = 5 s;

Reglerparameter:

- GAIN = 1.45
- Tl = 19.6 s

Folgendes Bild zeigt 3 Versuche mit jeweils einem Sollwertsprung von 0 auf 60:



Versuch	PFAC_SP	Kommentar	Überschwingen
Links 8:18	1.0	Kein P-Anteil in der Rückführung; ungedämpftes Führungsverhalten	32 %
Mitte 8:19	0.8	P-Anteil zu 20 % in der Rückführung; optimales Führungsverhalten	2 %
Rechts 8:20	0.0	P-Anteil komplett in Rückführung; zu stark gedämpft, lange Einschwingzeit	-

### Regelparameter dämpfen

Treten im geschlossenen Regelkreis Schwingungen auf oder sind Überschwinger nach Sollwertsprüngen vorhanden, können Sie die Reglerverstärkung GAIN zurückdrehen (z. B. auf 80 % des ursprünglichen Werts) und die Integrationszeit TI vergrößern (z. B. auf 150 % des ursprünglichen Werts). Wird die analoge Stellgröße des kontinuierlichen Reglers mit einem Impulsformer in binäre Stellsignale gewandelt, können durch Quantisierungseffekte kleine Dauerschwingungen auftreten. Sie können diese durch Vergrößern der Reglertotzone DEADB\_W eliminieren.

### Regelparameter ändern

Wenn Sie Ihre Reglerparameter ändern wollen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Speichern Sie die aktuellen Parameter mit SAVE\_PAR.
2. Ändern Sie die Parameter.
3. Testen Sie das Regelverhalten.

Falls die neuen Parameter schlechter sein sollten als die alten, stellen Sie mit UNDO\_PAR die alten Parameter wieder ein.

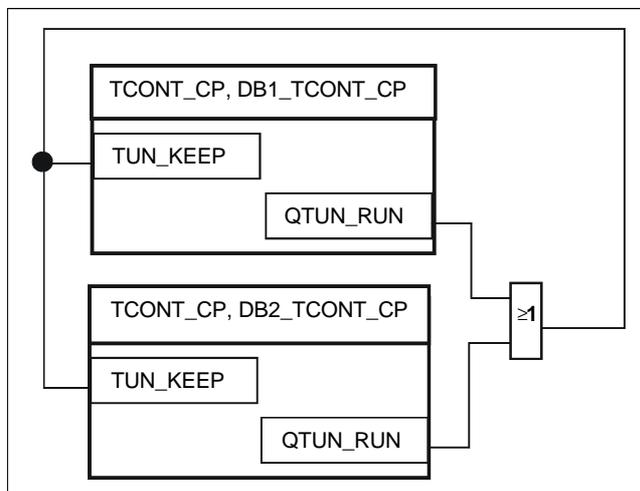
### 3.13 Parallele Optimierung von Reglerkanälen

#### Nachbar-Zonen (starke Wärmekopplung)

Regeln zwei oder mehrere Regler die Temperatur z. B. auf einer Platte (d. h. zwei Heizungen und zwei gemessene Istwerte mit starker Wärmekopplung), gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Verodern Sie die beiden Ausgänge QTUN\_RUN.
2. Verschalten Sie die beiden TUN\_KEEP Eingänge jeweils mit dem Ausgang des Oder-Gliedes.
3. Starten Sie beide Regler durch gleichzeitige Vorgabe eines Sollwertsprunges oder gleichzeitiges Setzen von TUN\_ST.

In folgendem Bild ist die parallele Optimierung von Reglerkanälen dargestellt:



#### Vorteil:

Beide Regler geben solange LMN0 + TUN\_DLMN aus, bis beide Regler Phase 2 verlassen haben. Damit wird vermieden, dass der Regler, der die Optimierung früher beendet, durch die Änderung seiner Stellgröße das Optimierungsergebnis des anderen Reglers verfälscht.

---

#### Vorsicht

Das Erreichen von 75 % des Sollwertsprunges führt zu einem Verlassen der Phase 2 und damit zu einem Zurücksetzen des Ausgangs QTUN\_RUN. Der Automatikbetrieb wird jedoch erst begonnen, wenn auch TUN\_KEEP 0 wird.

---

### **Nachbar-Zonen (schwache Wärmekopplung)**

Generell gilt, dass man so optimieren sollte, wie man später regelt. Werden im Produktionsbetrieb die Zonen gemeinsam parallel verfahren, so dass die Temperaturunterschiede zwischen den Zonen gleich bleiben, sollte man auch bei der Optimierung das Temperaturniveau der Nachbarzonen entsprechend mit anheben.

Die Temperaturunterschiede zu Beginn des Versuchs spielen keine Rolle, da sie durch eine entsprechende Anfangsheizung ausgeglichen werden (-> Anfangssteigung = 0).

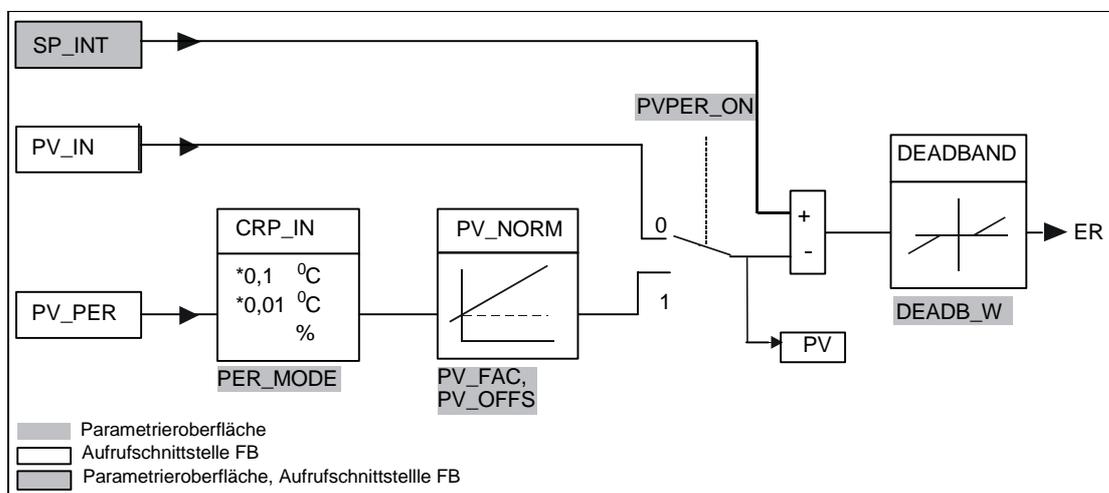


## 4 Temperatur-Schrittregler FB 59 "TCONT\_S"

### 4.1 Reglerteil

#### 4.1.1 Regeldifferenzbildung

##### Blockschaltbild



##### Sollwertzweig

Der Sollwert wird am Eingang SP\_INT im Gleitpunktformat physikalisch oder in Prozent eingegeben. Sollwert und Istwert müssen an der Regeldifferenzbildung die gleiche Einheit besitzen.

##### Istwertauswahl (VPPER\_ON)

Der Istwert kann abhängig von VPPER\_ON im Peripherie- oder im Gleitpunktformat eingelesen werden.

VPPER_ON	Istwerteingabe
TRUE	Der Istwert wird über die Analogperipherie (PEW xxx) am Eingang PV_PER eingelesen.
FALSE	Der Istwert wird im Gleitpunktformat am Eingang PV_IN eingelesen.

### Istwertformatumwandlung CRP\_IN (PER\_MODE)

Die Funktion CRP\_IN wandelt den Peripheriewert PV\_PER abhängig vom Schalter PER\_MODE in ein Gleitpunktformat von nach folgender Vorschrift um:

PER_MODE	Ausgang von CRP_IN	Analogeingabe-Typ	Einheit
0	PV_PER *0.1	Thermoelemente; PT100/Ni100; Standard	°C; °F
1	PV_PER *0.01	PT100/Ni100; Klima	°C; °F
2	PV_PER *100/27648	Spannung/Strom	%

### Istwertnormierung PV\_NORM (PF\_FAC, PV\_OFFS)

Die Funktion PV\_NORM berechnet den Ausgang von CRP\_IN nach folgender Vorschrift:

$$\text{"Ausgang von PV\_NORM"} = \text{"Ausgang von CPR\_IN"} * PV\_FAC + PV\_OFFS$$

Sie können Sie für folgende Zwecke einsetzen:

- Istwert-Anpassung mit PV\_FAC als Istwertfaktor und PV\_OFFS als Istwertoffset
- Normierung von Temperatur nach Prozent  
Sie wollen den Sollwert in Prozent eingeben und müssen nun den gemessenen Temperaturwert in Prozent umrechnen.
- Normierung von Prozent nach Temperatur  
Sie wollen den Sollwert in der physikalischen Größe Temperatur eingeben und müssen nun den gemessenen Spannungs/Strom-Wert in eine Temperatur umrechnen.

Berechnung der Parameter:

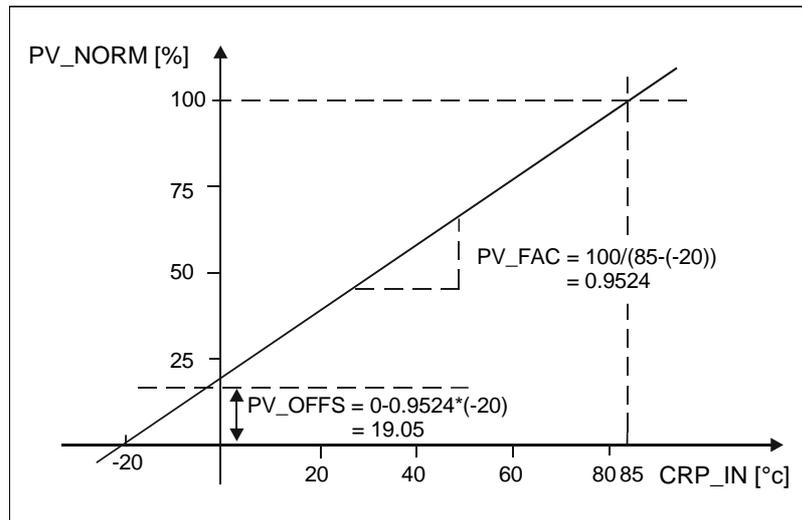
- $PV\_FAC = \text{Bereich von PV\_NORM} / \text{Bereich von CRP\_IN}$ ;
- $PV\_OFFS = UG(PV\_NORM) - PV\_FAC * UG(CRP\_IN)$ ;  
mit UG: Untergrenze

Mit den Defaultwerten ( $PV\_FAC = 1.0$  und  $PV\_OFFS = 0.0$ ) ist die Normierung abgeschaltet. Der effektiv wirksame Istwert wird am Ausgang PV ausgegeben.

### Beispiel zur Istwertnormierung

Wenn Sie den Sollwert in Prozent vorgeben wollen und Sie einen Temperaturbereich von -20 bis 85 °C an CRP\_IN anliegen haben, müssen Sie den Temperaturbereich in Prozent umnormieren.

In folgendem Bild ist die Anpassung des Temperaturbereichs von -20 bis 85 °C auf intern 0 bis 100 % dargestellt:

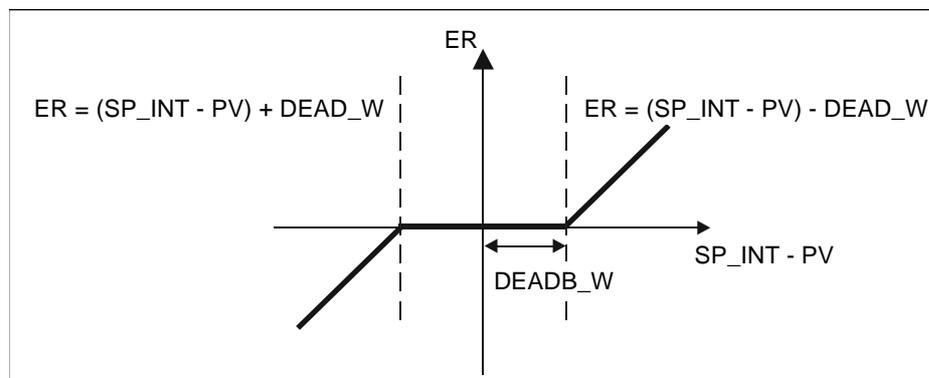


### Regeldifferenzbildung

Die Differenz von Soll- und Istwert ergibt die Regeldifferenz vor der Totzone. Soll- und Istwert müssen in der gleichen Einheit vorliegen.

### Totzone (DEADB\_W)

Zur Unterdrückung einer kleinen Dauerschwingung aufgrund der Stellgrößen-Quantisierung (z. B. bei einer Pulsweitenmodulation mit PULSEGEN) wird die Regeldifferenz über eine Totzone (DEADBAND) geleitet. Bei DEADB\_W = 0.0 ist die Totzone ausgeschaltet.



### 4.1.2 PI-Schrittregler-Algorithmus

Der FB 59 "TCONT\_S" arbeitet ohne Stellungsrückmeldung (siehe Blockschaltbild im Kapitel 4.2, Seite 4-5). Der I-Anteil des PI-Algorithmus und die gedachte Stellungsrückmeldung werden in einem Integrator (INT) berechnet und als Rückführungswert mit dem verbliebenen P-Anteil verglichen. Die Differenz geht auf ein Dreipunktglied (THREE\_ST) und einen Impulsformer (PULSEOUT), der die Impulse für das Stellventil bildet. Über eine Adaption der Ansprechschwelle des Dreipunktgliedes wird die Schalthäufigkeit des Reglers reduziert.

#### Abschwächung des P-Anteils bei Sollwertänderungen (PFAC\_SP)

Um Überschwingen zu vermeiden können Sie den P-Anteil über den Parameter "Proportionalfaktor bei Sollwertänderungen" (PFAC\_SP) abschwächen. Über PFAC\_SP können Sie nun zwischen 0.0 und 1.0 kontinuierlich wählen, wie stark der P-Anteil bei Sollwertänderungen wirken soll:

- PFAC\_SP = 1.0: P-Anteil bei Sollwertänderung voll wirksam
- PFAC\_SP = 0.0: Kein P-Anteil bei Sollwertänderung

Ein Wert von PFAC\_SP < 1.0 kann wie beim kontinuierlichen Regler das Überschwingen reduzieren, falls die Motorlaufzeit MTR\_TM klein gegenüber der Ausgleichzeit TA ist und das Verhältnis TU/TA < 0.2 ist. Erreicht MTR\_TM 20 % von TA, ist nur noch eine geringe Verbesserung zu erzielen.

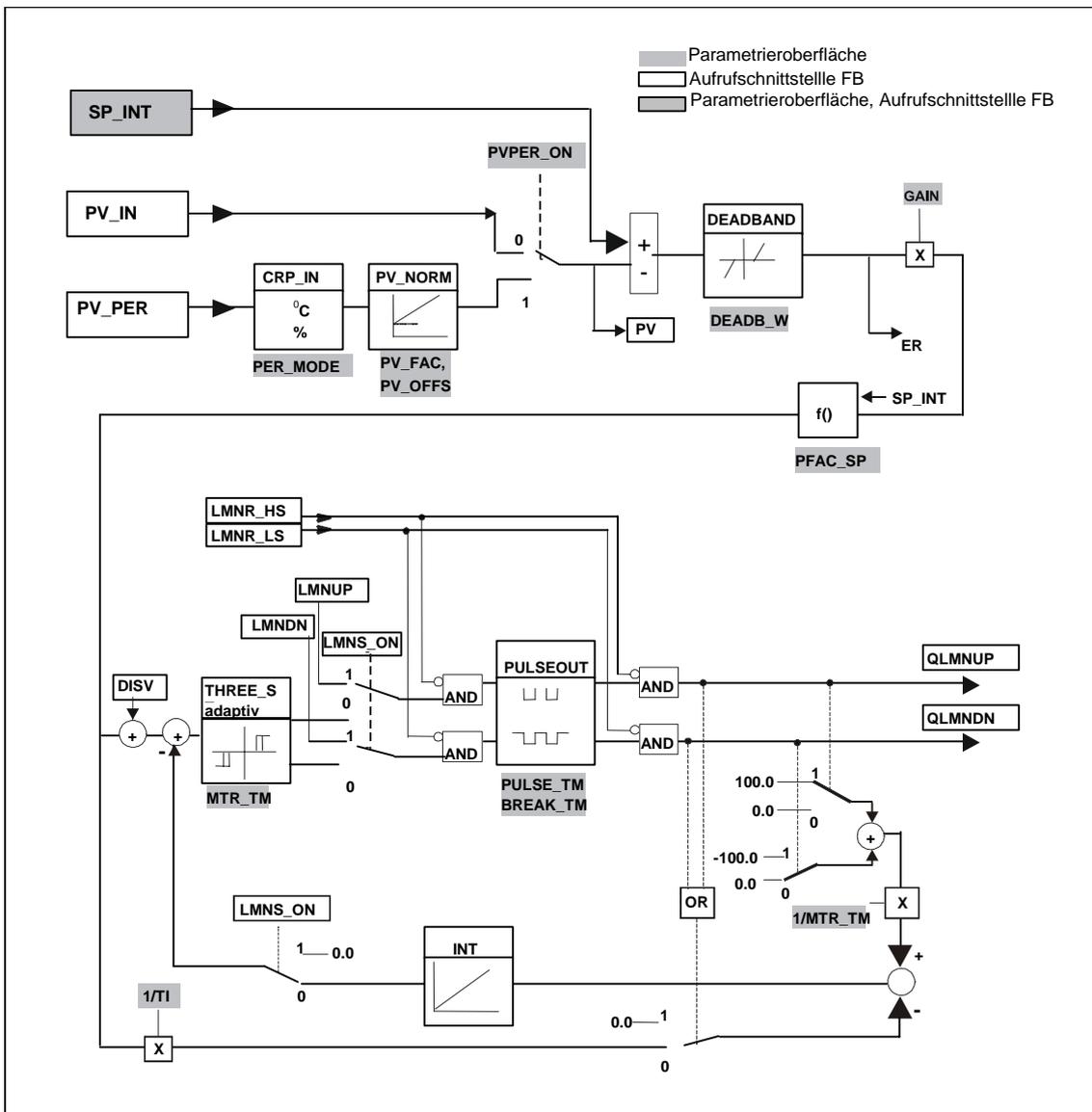
#### Störgrößenaufschaltung

Am Eingang DISV kann eine Störgröße additiv aufgeschaltet werden.

#### Handwertverarbeitung (LMNS\_ON, LMNUP, LMNDN)

Mit LMNS\_ON kann zwischen Hand- und Automatikbetrieb umgeschaltet werden. Bei Handbetrieb wird das Stellglied angehalten und der Integrierer (INT) wird intern auf 0 gesetzt. Über LMNUP und LMNDN kann das Stellglied AUF und ZU gefahren werden. Das Umschalten in den Automatikbetrieb erfolgt stoßbehaftet. Die anstehende Regeldifferenz führt über GAIN zu einer sprunghaftigen Änderung der internen Stellgröße. Durch das integral wirkende Stellglied wird jedoch nur eine rampenförmige Ansteuerung des Prozesses bewirkt.

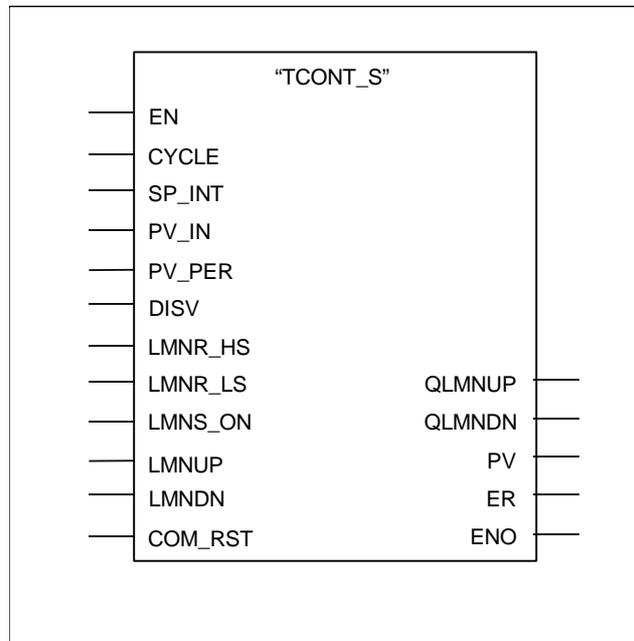
## 4.2 Blockschaltbild



## 4.3 Einbinden in das Anwenderprogramm

### 4.3.1 Aufruf des Reglerbausteins

Das folgende Bild zeigt den Regleraufruf in FUP-Ansicht:



Der FB TCONT\_S muss äquidistant aufgerufen werden. Benutzen Sie hierzu eine Weckalarmebene (z.B. OB35 bei S7-300). An der Aufrufleiste finden Sie die wichtigsten Parameter um den Baustein mit den Prozessgrößen wie Soll-, Ist- und Stellwert zu verschalten. Auch die Handwertsignale oder eine Störgröße können Sie direkt an der Aufrufleiste verschalten.

### 4.3.2 Regler-Abtastzeit

Am Parameter CYCLE geben Sie die Abtastzeit vor. Sie können die Abtastzeit auch am Parametrierwerkzeug eingeben. Die Abtastzeit CYCLE muss mit der Zeitdifferenz zwischen zwei Aufrufen (Zykluszeit des Weckalarm-OB unter Beachtung der Untersetzungen) übereinstimmen.

#### Faustregel für die Regler-Abtastzeit CYCLE

Die Regler-Abtastzeit sollte 10 % der ermittelten Integrationszeit des Reglers (TI) nicht übersteigen. In der Regel müssen Sie aber die Abtastzeit weit kleiner einstellen, um die geforderte Genauigkeit des Schrittreglers sicherzustellen (siehe Zahlenbeispiel unten).

#### Zahlenbeispiel

Geforderte Genauigkeit G	MTR_TM	CYCLE = MTR_TM*G	Kommentar
0,5 %	10 s	0,05 s	Die Abtastzeit wird bestimmt durch die geforderte Genauigkeit des Schrittreglers.

### 4.3.3 Initialisierung

Der FB "TCONT\_S" hat eine Initialisierungsroutine, die durchlaufen wird, wenn der Eingangs-Parameter COM\_RST = TRUE gesetzt ist. Der Baustein setzt nach dem Bearbeiten der Initialisierungsroutine COM\_RST wieder auf FALSE zurück.

Alle Ausgänge werden auf ihre Anfangswerte gesetzt.

Wenn Sie eine Initialisierung bei Neustart der CPU wünschen, rufen Sie den Baustein im OB100 mit COM\_RST = TRUE auf.



## 5 Erste Schritte (Getting Started)

### Zielsetzung

Anhand des nachfolgenden einfachen Beispiels "zDt01\_13\_STEP7\_\_PID-Temp -> Impulsregler" lernen Sie, an der simulierten Temperaturstrecke mit dem Temperaturregler FB 58 "TCONT\_CP" zu regeln und die PID-Reglerparameter online zu ermitteln.

### Voraussetzungen

Folgende Voraussetzungen müssen erfüllt sein:

- Sie verwenden eine S7-300/400-Station, bestehend aus einer Stromversorgung und einer CPU.
- Auf Ihrem PG ist STEP 7 ( $\geq$  V5.1 SP3) installiert.
- Das PG ist an die CPU angeschlossen.

### Neues Projekt anlegen und Beispiel kopieren

Folge	Tätigkeit	Ergebnis
1	Erzeugen Sie im SIMATIC Manager über Datei > Neu... ein Projekt.	Projektfenster erscheint im SIMATIC Manager.
2	Fügen Sie entsprechend Ihrem Hardware-Aufbau eine SIMATIC 300 bzw. 400 Station ein.	
3	Konfigurieren Sie über HW Konfig Ihre Station und stellen Sie die Zykluszeit der Weckalarmebene des OB35 auf 20ms ein.	
4	Kopieren Sie aus dem Beispielprojekt zDt01_13_STEP7__PID-Temp das Programm Impulsregler in Ihre Station.	Programm ist fertig zum Herunterladen auf die CPU.
5	Selektieren Sie Ihr Programm und kopieren Sie es mit Zielsystem -> Laden auf die CPU.	

## Regleroptimierung mit der Parametrieroberfläche

Folge	Tätigkeit	Ergebnis
1	Öffnen Sie das Parametrierwerkzeug über Doppelklick des Instanz-DBs DB_TCONT_CP im SIMATIC-Manager.	Das Parametrierwerkzeug erscheint am Bildschirm.
2	Wählen Sie unter Extra den Menüpunkt Regleroptimierung an.	Kurvenschreiber und erste Maske des Assistenten werden aufgeschlagen.
3	Überprüfen Sie am Kurvenschreiber, dass Stellwert und Istwert nahezu eingeschungen sind und klicken Sie auf Weiter.	Es erscheint die Maske "Reglertyp bestimmen".
4	Stellen Sie "PID-Parameter" ein und klicken Sie auf Weiter.	Es erscheint die Maske "Art der Prozessanregung wählen".
5	Stellen Sie "Optimierung durch Anfahren des Arbeitspunktes mit Sollwertsprung" ein und klicken Sie auf Weiter.	Es erscheint die Maske "Prozessanregung".
6	Stellen Sie den Arbeitspunkt auf 70 und die Stellwertdifferenz auf 80 ein und klicken Sie auf Weiter.	Es erscheint die Maske "Status und Ergebnis der Optimierung".
7	Wenn das Ende der Regleroptimierung angezeigt wird, klicken Sie auf Schließen.	Assistent und Kurvenschreiber werden geschlossen.

Sie können die gefundenen Reglerparameter nun testen, in dem Sie einen Sollwertsprung oder eine Störung am Prozess aufschalten.

## Sollwertsprung aufschalten

Folge	Tätigkeit	Ergebnis
1	Öffnen Sie den Kurvenschreiber unter Menüpunkt Extra.	Kurvenschreiberfenster erscheint am Bildschirm.
2	Öffnen Sie die Maske Inbetriebsetzung unter Menüpunkt Extras.	Die Maske zur Inbetriebsetzung erscheint am Bildschirm.
3	Geben Sie einen Sollwertsprung auf 90 am Parameter Sollwert und betätigen Sie die Schaltfläche Senden.	Im Kurvenschreiber verändert sich der Stellwert sprunghaft.
4	Beobachten Sie das Einschwingverhalten von Ist- und Stellwert.	

## Störung am Prozess aufschalten

Folge	Tätigkeit	Ergebnis
1	Öffnen Sie im SIMATIC-Manager die Variablen-tabelle VAT_LoopControl.	Die Variablen-tabelle erscheint am Bildschirm.
2	Geben Sie eine Prozess-Störung von 30 am Parameter "DB_PROC_P".DISV ein.	Im Kurvenschreiber verändert sich der Istwertverlauf.
3	Beobachten Sie das Einschwingverhalten von Ist- und Stellwert.	

**Hand- Automatikumschaltung**

<b>Folge</b>	<b>Tätigkeit</b>	<b>Ergebnis</b>
1	Schalten Sie in der Maske Inbetriebsetzung auf Handbetrieb und betätigen Sie die Schaltfläche Senden.	Im Kurvenschreiber bleibt der Stellwert konstant.
2	Geben Sie am Parameter Handwert einen anderen Wert vor und betätigen Sie die Schaltfläche Senden.	Im Kurvenschreiberfenster sehen Sie am Stellwert den neu eingestellten Handwert.
3	Schalten Sie wieder auf Automatikbetrieb und betätigen Sie die Schaltfläche Senden.	Im Kurvenschreiber sehen Sie anhand des Stellwertes, wie der Regler wieder im Automatikbetrieb arbeitet.

**Wechsel zwischen PID- und PI-Parameter**

<b>Folge</b>	<b>Tätigkeit</b>	<b>Ergebnis</b>
1	Schalten Sie in der Maske Inbetriebsetzung auf Handbetrieb und betätigen Sie die Schaltfläche Senden.	Im Kurvenschreiber bleibt der Stellwert konstant.
2	Öffnen Sie im SIMATIC Manager die Variablen-tabelle VAT_StructPar und klicken Sie auf "Variable Beobachten".	
3	Wählen Sie unter „PID- /PI-Parameter Einstellung“ in der Maske Inbetriebsetzung PI-Parameter aus und betätigen Sie die Schaltfläche Laden.	In der Variablen-tabelle VAT_StructPar sehen Sie, wie die Parameter von PI_CON auf die wirksamen Parameter übertragen worden.
4	Wählen Sie unter „PID- /PI-Parameter Einstellung“ PID-Parameter aus und betätigen Sie die Schaltfläche Laden.	In der Variablen-tabelle VAT_StructPar sehen Sie, wie die Parameter von PID_CON auf die wirksamen Parameter übertragen worden.
5	Schalten Sie wieder auf Automatikbetrieb und betätigen Sie die Schaltfläche Senden.	Im Kurvenschreiber sehen Sie anhand des Stellwertes, wie der Regler wieder im Automatikbetrieb arbeitet.

### Zurückladen und Speichern der Reglerparameter

Folge	Tätigkeit	Ergebnis
1	Schalten Sie in der Maske Inbetriebsetzung auf Handbetrieb und betätigen Sie die Schaltfläche Senden.	Im Kurvenschreiber bleibt der Stellwert konstant.
2	Öffnen Sie im SIMATIC Manager die Variablen-tabelle VAT_StructPar und klicken Sie auf "Variable Beobachten".	
3	Betätigen Sie die Schaltfläche Laden bei der Option "Gesicherte PID- und Regelzonenparameter".	In der Variablen-tabelle VAT_StructPar sehen Sie, wie die Parameter von PAR_SAVE auf die wirksamen Parameter übertragen worden.
4	Ändern Sie Werte in den wirksamen Parametern um später zu erkennen, dass die Werte übertragen werden.	
5	Betätigen Sie die Schaltfläche Sichern bei der Option "PID- und Regelzonenparameter".	In der Variablen-tabelle VAT_StructPar sehen Sie, wie die wirksamen Parameter auf PAR_SAVE übertragen worden.
6	Schalten Sie wieder auf Automatikbetrieb und betätigen Sie die Schaltfläche Senden.	Im Kurvenschreiber sehen Sie anhand des Stellwertes, wie der Regler wieder im Automatikbetrieb arbeitet.

# 6 Beispiele mit den Temperaturreglern

## 6.1 Einführung

### Übersicht

In diesem Kapitel finden Sie ablauffähige Anwendungsbeispiele zu den Temperaturreglern FB 58 "TCONT\_CP" und FB 59 "TCONT\_S" mit Simulation des Prozesses.

Die Beispiele befinden sich im Katalog ...**\STEP7EXAMPLES**.

### Voraussetzungen

- Sie haben eine S7-Station, bestehend aus einer Stromversorgungsbaugruppe sowie einer CPU aufgebaut und verdrahtet.
- Auf Ihrem PG ist STEP 7 ( $\geq$  V5.1 + Service Pack 3) installiert.
- Das PG ist an die CPU angeschlossen.

### Vorbereiten der Beispiele

1. Öffnen Sie das Beispielprojekt **zDt01\_13\_STEP7\_\_PID-Temp** im Ordner ...**\STEP7EXAMPLES** mit dem SIMATIC Manager und kopieren Sie es unter einem geeigneten Namen in Ihr Projektverzeichnis (**Datei > Speichern unter**). Nutzen Sie die Darstellung **Ansicht > Detail** zur Anzeige der kompletten Informationen.
2. Fügen Sie in Ihr Projekt eine Station entsprechend Ihrem Hardware-Aufbau ein.
3. Wählen Sie ein Beispielprogramm aus und kopieren Sie das Programm in diese Station.
4. Konfigurieren Sie die Hardware mit **HW Konfig**.
5. Speichern Sie die HW-Konfiguration und laden Sie diese in die CPU.
6. Laden Sie den Bausteinbehälter in die CPU.

## Code der Beispiele

Die Beispiele sind in AWL geschrieben. Sie können sie direkt über den KOP/AWL/FUP-Editor anschauen. Wählen Sie in diesem Editor über **Ansicht > Anzeigen mit "Symbolischer Darstellung", "Symbolauswahl" und "Kommentar"**. Wenn Sie genügend Platz auf dem Bildschirm haben, können Sie sich auch noch die "Symbolinformation" anzeigen lassen.

## Anwenden eines Beispiels

In den Beispielprogrammen sind Variablen Tabellen (VAT) vorhanden, mit denen Sie die Werte ansehen und verändern können. Mit dem Kurvenschreiber in der Parametrieroberfläche können Sie sich Kurvenverläufe anschauen.

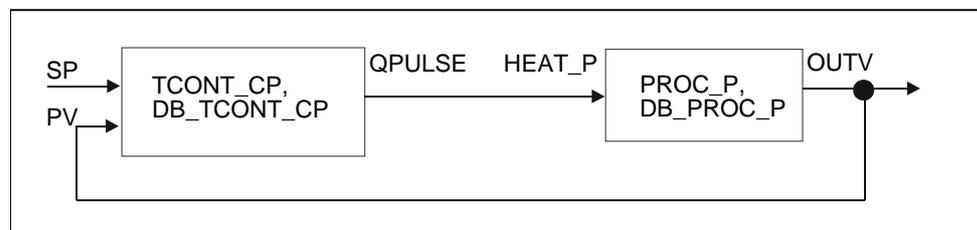
## Weiterverwenden eines Beispiels

Sie können den Code der Beispiele direkt als Anwenderprogramm weiterverwenden, die Beispiele sind jedoch nicht für einen realen Prozess optimiert.

## 6.2 Beispiel mit dem FB 58 "TCONT\_CP" (Impuls-Regelung)

Das Beispiel "Impulsregler" enthält einen einfachen Regelkreis mit dem Temperaturregler FB 58 "TCONT\_CP" und einem mit PROC\_P simulierten Temperaturprozess. Der Regler ist als Impulsregler parametrierbar. PROC\_P stellt ein VZ3-Glied mit binärem Eingang dar.

Das folgende Bild zeigt den Regelkreis des Beispiels:



## Programmaufbau

Regler- und Prozessbaustein werden im OB 35 mit einer Weckalarmzykluszeit von 20 ms aufgerufen. Der langsamere Reglerteil arbeitet mit CYCLE = 400 ms. Aus Genauigkeitsgründen wurde PER\_TM > CYCLE gewählt (1 s).

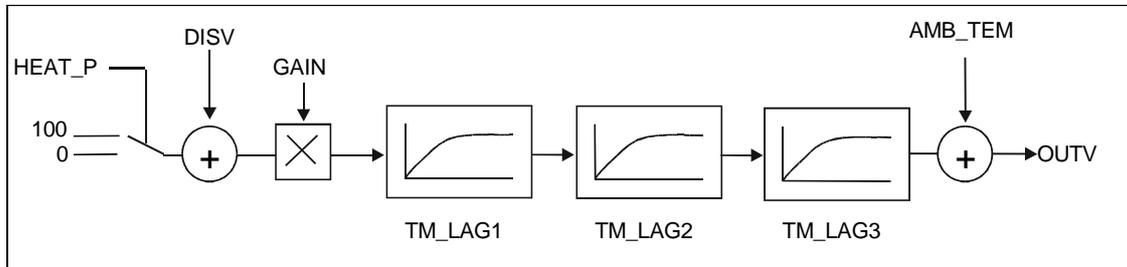
Bei Neustart OB 100 werden die Neustartbits von Regler und Strecke gesetzt.

Im OB 100 wird der Impulsformer für den Regler eingeschaltet.

### Streckenbaustein für die Simulation einer Temperaturheizzone

Der Baustein simuliert einen typischen Temperaturprozess für Heizen, wie er als Regelzone in einem Extruder, einer Spritzgießmaschine, einer Tempermaschine oder als separater Ofen in der Praxis vorkommen kann.

Das folgende Bild zeigt das Blockschaltbild der Regelstrecke PROC\_P:



### Parameter

Parameter	Kommentar	Beschreibung
HEAT_P	Heating pulse	binäres Eingangssignal Heizen
DISV	Disturbance variable	Störgröße
GAIN	Process gain	Prozessverstärkung
TM_LAG1	Time lag 1	Verzögerungszeit 1
TM_LAG2	Time lag 2	Verzögerungszeit 2
TM_LAG3	Time lag 3	Verzögerungszeit 3
AMB_TEM	Ambient temperature	Umgebungstemperatur
OUTV	Output variable	Ausgangsgröße (z. B. Temperatur der Regelzone)

Die binären Eingangssignale werden in kontinuierliche Gleitpunktwerte (0 oder 100) umgesetzt. Nach Aufschalten der Störgröße und einer Multiplikation mit der Prozessverstärkung werden die Prozesswerte durch drei Verzögerungsglieder 1. Ordnung geleitet. Am Ende wird der Wert einer Umgebungstemperatur hinzuaddiert. Bei Initialisierung COM\_RST = TRUE wird die Ausgangsgröße auf  $OUTV = DISV * GAIN + AMB\_TEM$  gesetzt.

## Bedienen und Beobachten

In der Variablen-tabelle VAT\_LoopControl können Sie die Bedienung durchführen.

Das folgende Bild zeigt die Variablen-tabelle VAT\_LoopControl:

	Operand	Symbol	Anzeigeform	Statuswert	Steuerwert
1	<b>//Regler</b>				
2	DB58.DBD 34	"DB_TCONT_CP".SP_INT	GLEITPUNKT	0.0	//70.0
3	DB58.DBD 14	"DB_TCONT_CP".PV	GLEITPUNKT	20.0	
4	DB58.DBD 18	"DB_TCONT_CP".LMN	GLEITPUNKT	0.0	
5	DB58.DBX 24.0	"DB_TCONT_CP".QPULSE	BOOL	false	
6	DB58.DBX 42.1	"DB_TCONT_CP".MAN_ON	BOOL	true	//true
7	DB58.DBD 38	"DB_TCONT_CP".MAN	GLEITPUNKT	0.0	//0.0
8	<b>//Impulsformer</b>				
9	DB58.DBD 26	"DB_TCONT_CP".CYCLE	GLEITPUNKT	0.4	//0.4
10	DB58.DBD 30	"DB_TCONT_CP".CYCLE_P	GLEITPUNKT	0.02	//0.02
11	DB58.DBD 76	"DB_TCONT_CP".PER_TM	GLEITPUNKT	1.0	//1.0
12	DB58.DBD 80	"DB_TCONT_CP".P_B_TM	GLEITPUNKT	0.0	
13	<b>//Parameter</b>				
14	DB58.DBD 162	"DB_TCONT_CP".PFAC_SP	GLEITPUNKT	1.0	//0.8
15	DB58.DBD 166	"DB_TCONT_CP".GAIN	GLEITPUNKT	32.4	//32.4
16	DB58.DBD 170	"DB_TCONT_CP".TI	GLEITPUNKT	6.63	//6.63
17	DB58.DBD 174	"DB_TCONT_CP".TD	GLEITPUNKT	1.65	//1.65
18	DB58.DBD 182	"DB_TCONT_CP".CON_ZONE	GLEITPUNKT	7.8	//7.8
19	DB58.DBX 186.0	"DB_TCONT_CP".CONZ_ON	BOOL	false	//true
20	DB58.DBX 186.6	"DB_TCONT_CP".PID_ON	BOOL	true	
21	DB58.DBX 186.5	"DB_TCONT_CP".LOAD_PID	BOOL	false	
22	<b>//Optimierung</b>				
23	DB58.DBX 186.1	"DB_TCONT_CP".TUN_ON	BOOL	false	//true
24	DB58.DBX 186.2	"DB_TCONT_CP".TUN_ST	BOOL	false	//true
25	DB58.DBD 84	"DB_TCONT_CP".TUN_DLMN	GLEITPUNKT	80.0	//20.0
26	DB58.DBW 108	"DB_TCONT_CP".PHASE	DEZ	0	
27	DB58.DBW 110	"DB_TCONT_CP".STATUS_H	DEZ	0	
28	DB58.DBW 112	"DB_TCONT_CP".STATUS_D	DEZ	0	
29					
30	<b>//Prozess</b>				
31	DB102.DBD 26	"DB_PROC_P".CYCLE	GLEITPUNKT	0.02	//0.02
32	DB102.DBD 2	"DB_PROC_P".DISV	GLEITPUNKT	0.0	
33	DB102.DBD 6	"DB_PROC_P".AMB_TEM	GLEITPUNKT	20.0	
34	DB102.DBD 10	"DB_PROC_P".GAIN	GLEITPUNKT	1.0	//1.0
35	DB102.DBD 14	"DB_PROC_P".TM_LAG1	GLEITPUNKT	50.0	//50.0
36	DB102.DBD 18	"DB_PROC_P".TM_LAG2	GLEITPUNKT	5.0	//5.0
37	DB102.DBD 22	"DB_PROC_P".TM_LAG3	GLEITPUNKT	0.0	

Am Schalter MAN\_ON kann die Regelung in Handbetrieb genommen werden. Der Handwert kann an MAN vorgegeben werden.

Nach Neustart (Warmstart) der CPU ist die Regelung im Handbetrieb mit ausgeschalteter Heizung.

Wenn Sie die Regelung optimieren wollen, setzen Sie das Bit TUN\_ON und geben Sie einen Sollwert bei SP ein. Am Parameter PHASE können Sie den Ablauf der Optimierung beobachten.

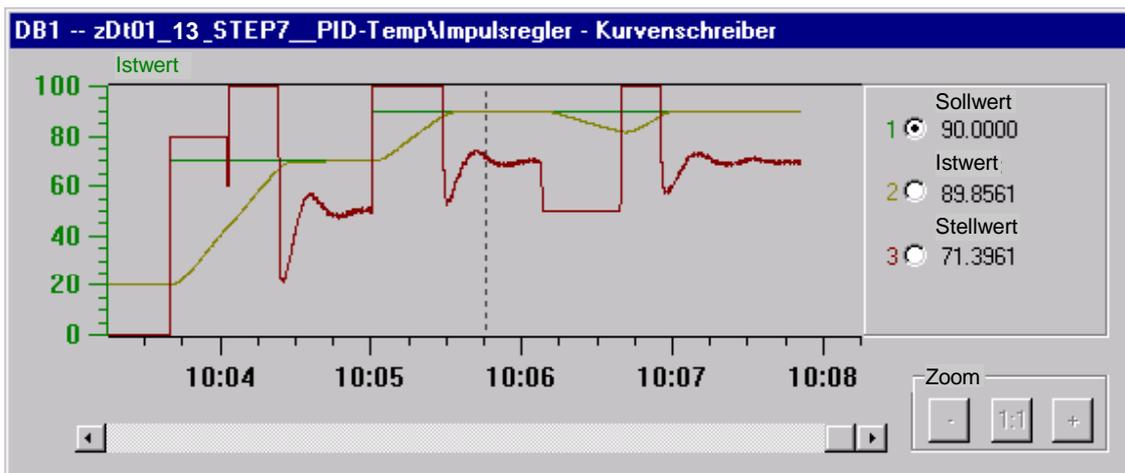
Das Ergebnis der Optimierung sehen Sie an den Statuswörtern STATUS\_H und STATUS\_D.

## Beispiel in Betrieb nehmen

Um das Beispiel in Betrieb zu nehmen, gehen Sie bitte folgendermaßen vor:

1. Kopieren Sie das Beispiel in eine CPU.
2. Stellen Sie mit HW Konfig die Zykluszeit des OB 35 auf 20 ms ein. Sollte in der Weckalarmebene ein Zeitfehler auftreten, müssen Sie die Zykluszeit vergrößern. In diesem Fall wird dann die Simulation langsamer ablaufen. Wenn Sie am realen Prozess regeln, müssen die Zykluszeit des OB 35 und die Abtastzeit CYCLE\_P bzw. CYCLE vom DB\_PROC\_P übereinstimmen.

Im folgenden Bild ist die Regleroptimierung mit FB 58 dargestellt:



Obiges Bild zeigt die Regleroptimierung beim Aufheizen von Umgebungstemperatur 20 °C in den Arbeitspunkt (70 °C). Anschließend wurde ein Sollwertsprung mittels Regelzonenbetrieb ausgeregelt. Am neuen Arbeitspunkt 90 °C erfolgte dann eine erneute Regleroptimierung mit negativer Stellanregung.

## 6.3 Beispiele FB 58 "TCONT\_CP" mit kurzer Impulsrasterbreite

Die hier beschriebenen beiden Beispiele sind identisch mit dem im Kapitel 6.2 beschriebenen Beispiel "Impulsregler". Unterschiede bestehen nur bzgl. des im folgenden beschriebenen Aufrufmechanismus.

Der Baustein FB 58 "TCONT\_CP" enthält einen Mechanismus, der es erlaubt die Bearbeitung des rechenintensiven Reglerteils und die Optimierung auf den OB 1 oder einen langsameren Weckalarm-OB (z. B. OB 32: 1 s) auszulagern. Den Mechanismus können Sie nutzen, wenn Ihre CPU stark ausgelastet ist und Sie eine hohe Genauigkeit und damit Untersetzung von CYCLE\_P zu CYCLE benötigen.

- Das Beispiel "Impulsregler OB 35, OB 1" ist geeignet für S7 300, da nur eine Weckalarmebene zur Verfügung steht.

In den beiden folgenden Bildern ist der Bausteinaufruf bei kurzer Impulsrasterbreite bei S7 300 dargestellt:

### OB 1 (freier Zyklus)

```
U   "DB_TCONT_CP".QC_ACT
SPBN M001

Call TCONT_CP, DB_TCONT_CP
    ...
    SELECT = 1,
    ...
M001: NOP 0
```

### OB 35 (z. B. 20 ms)

```
Call TCONT_CP, DB_TCONT_CP
    ...
    SELECT = 2,
    ...
```

- Das Beispiel "Impulsregler OB 35, OB 32" ist geeignet für S7 400, da hier mehrere Weckalarmebenen zur Verfügung steht.

In den beiden folgenden Bildern ist der Bausteinaufruf bei kurzer Impulsrasterbreite bei S7 400 dargestellt:

### OB 32 (z. B. 1 s)

```
Call TCONT_CP, DB_TCONT_CP
    ...
    SELECT = 3,
    ...
```

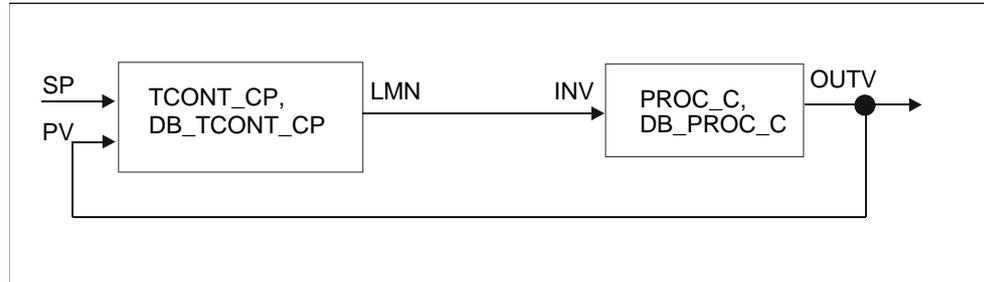
### OB 35 (z. B. 20 ms)

```
Call TCONT_CP, DB_TCONT_CP
    ...
    SELECT = 2,
    ...
```

## 6.4 Beispiel mit dem FB 58 "TCONT\_CP" (kontinuierlich)

Das Beispiel "Kontinuierlicher Regler" enthält einen einfachen Regelkreis mit dem Temperaturregler FB 58 "TCONT\_CP" und einem mit PROC\_C simulierten Temperaturprozess. Der Regler ist als kontinuierlicher Regler parametrisiert. PROC\_C stellt ein VZ3-Glied mit analogem Eingang dar.

Im folgenden Bild ist der Regelkreis des Beispiels dargestellt:



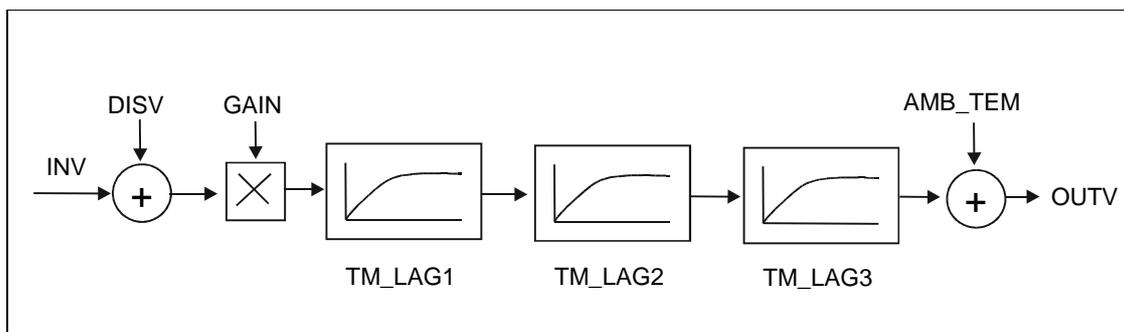
### Programmaufbau

Regler- und Prozessbaustein werden im OB 35 mit einer Weckalarmzykluszeit von 100 ms aufgerufen. Bei Neustart OB 100 werden die Neustartbits von Regler und Strecke gesetzt.

### Streckenbaustein für die Simulation einer Temperaturheizzone

Der Baustein simuliert einen typischen Temperaturprozess für Heizen, wie er als Regelzone in einem Extruder, einer Spritzgießmaschine, einer Tempermaschine oder als separater Ofen in der Praxis vorkommen kann.

Im folgenden Bild ist das Blockschaltbild der Regelstrecke PROC\_C dargestellt:



## Parameter

Parameter	Kommentar	Beschreibung
INV	input variable	Eingangsgröße (Stellwert des Reglers)
DISV	Disturbance variable	Störgröße
GAIN	Process gain	Prozessverstärkung
TM_LAG1	Time lag 1	Verzögerungszeit 1
TM_LAG2	Time lag 2	Verzögerungszeit 2
TM_LAG3	Time lag 3	Verzögerungszeit 3
AMB_TEM	Ambient temperature	Umgebungstemperatur
OUTV	Output variable	Ausgangsgröße (z. B. Temperatur der Regelzone)

Nach der Addition des analogen Eingangssignals und einer Störgröße und anschließender Multiplikation mit der Prozessverstärkung werden die Prozesswerte durch drei Verzögerungsglieder 1. Ordnung geleitet. Am Ende wird der Wert einer Umgebungstemperatur dazuaddiert.

Bei Initialisierung  $COM\_RST = TRUE$  wird die Ausgangsgröße auf  $OUTV = (INV + DISV) * GAIN + AMB\_TEM$  gesetzt.

## Bedienen und Beobachten

Die Bedienung führen Sie in der Variablentabelle VAT\_LoopControlC durch:

	Operand	Symbol	Anzeigeform	Statuswert	Steuerwert
1	//Regler				
2	DB58.DBD 34	"DB_TCONT_CP".SP_INT	GLEITPUNKT	0.0	//60.0
3	DB58.DBD 14	"DB_TCONT_CP".PV	GLEITPUNKT	20.0	
4	DB58.DBD 18	"DB_TCONT_CP".LMN	GLEITPUNKT	0.0	
5	DB58.DBX 42.1	"DB_TCONT_CP".MAN_ON	BOOL	true	//true
6	DB58.DBD 38	"DB_TCONT_CP".MAN	GLEITPUNKT	0.0	//0.0
7	DB58.DBD 26	"DB_TCONT_CP".CYCLE	GLEITPUNKT	0.1	
8	//Parameter				
9	DB58.DBD 162	"DB_TCONT_CP".PFAC_SP	GLEITPUNKT	1.0	//0.6
10	DB58.DBD 166	"DB_TCONT_CP".GAIN	GLEITPUNKT	6.48	//6.48
11	DB58.DBD 170	"DB_TCONT_CP".TI	GLEITPUNKT	3.16	//3.16
12	DB58.DBD 174	"DB_TCONT_CP".TD	GLEITPUNKT	0.79	//0.79
13	DB58.DBD 182	"DB_TCONT_CP".CON_ZONE	GLEITPUNKT	38.6	//38.6
14	DB58.DBX 186.0	"DB_TCONT_CP".CONZ_ON	BOOL	false	//true
15	DB58.DBX 186.6	"DB_TCONT_CP".PID_ON	BOOL	true	//true
16	DB58.DBX 186.5	"DB_TCONT_CP".LOAD_PID	BOOL	false	
17					
18	//Optimierung				
19	DB58.DBX 186.1	"DB_TCONT_CP".TUN_ON	BOOL	false	//true
20	DB58.DBX 186.2	"DB_TCONT_CP".TUN_ST	BOOL	false	//true
21	DB58.DBD 84	"DB_TCONT_CP".TUN_DLMN	GLEITPUNKT	20.0	//20.0
22					
23	DB58.DBW 108	"DB_TCONT_CP".PHASE	DEZ	0	
24	DB58.DBW 110	"DB_TCONT_CP".STATUS_H	DEZ	0	
25	DB58.DBW 112	"DB_TCONT_CP".STATUS_D	DEZ	0	
26					
27	//Prozess				
28	DB100.DBD 28	"DB_PROC_C".CYCLE	GLEITPUNKT	0.1	
29	DB100.DBD 4	"DB_PROC_C".DISV	GLEITPUNKT	0.0	
30	DB100.DBD 12	"DB_PROC_C".GAIN	GLEITPUNKT	10.0	//10.0
31	DB100.DBD 16	"DB_PROC_C".TM_LAG1	GLEITPUNKT	50.0	//50.0
32	DB100.DBD 20	"DB_PROC_C".TM_LAG2	GLEITPUNKT	2.0	//2.0
33	DB100.DBD 24	"DB_PROC_C".TM_LAG3	GLEITPUNKT	0.0	
34	DB100.DBD 8	"DB_PROC_C".AMB_TEM	GLEITPUNKT	20.0	
35	DB100.DBX 36.0	"DB_PROC_C".COM_RST	BOOL	false	//true
36					

Ka\_Test1\SIMATIC 400(1)\...\Kontinuierlicher Regler RUN

Am Schalter MAN\_ON kann die Regelung in Handbetrieb genommen werden. Der Handwert kann an MAN vorgegeben werden. Nach Neustart (Warmstart) der CPU ist die Regelung im Handbetrieb mit ausgeschalteter Heizung.

Wenn Sie die Regelung optimieren wollen, setzen Sie das Bit TUN\_ON und geben Sie einen Sollwert bei SP ein. Am Parameter PHASE können Sie den Ablauf der Optimierung beobachten.

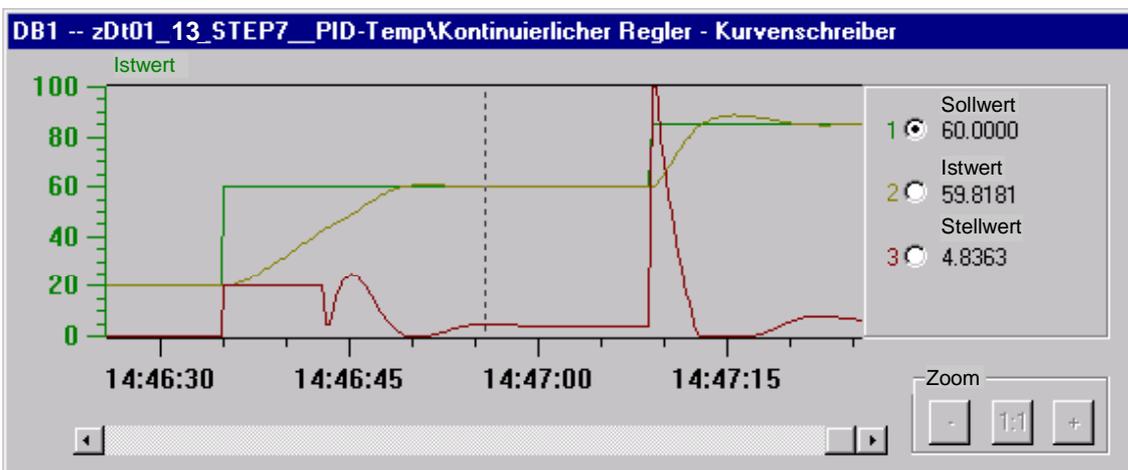
Das Ergebnis der Optimierung sehen Sie an den Statuswörtern STATUS\_H und STATUS\_D.

### Beispiel in Betrieb nehmen

Gehen Sie folgendermaßen vor, um das Beispiel in Betrieb zu nehmen:

1. Kopieren Sie das Beispiel in eine CPU.
2. Falls die Voreinstellung der Zykluszeit des OB35 (100ms) nicht mehr vorhanden ist, stellen Sie mit HW Konfig die Zykluszeit des OB 35 auf 100 ms ein. Sollte in der Weckalarmebene ein Zeitfehler auftreten, müssen Sie die Zykluszeit vergrößern. In diesem Fall wird dann die Simulation langsamer ablaufen. Wenn Sie am realen Prozess regeln, müssen die Zykluszeit des OB 35 und die Abtastzeiten CYCLE vom DB\_TCONT\_CP und DB\_PROC\_C übereinstimmen.
3. Zum Durchführen einer Regleroptimierung stellen Sie TUN\_DLMN auf 20% ein.

Im folgenden Bild ist die Regleroptimierung mit TCONT\_CP dargestellt:

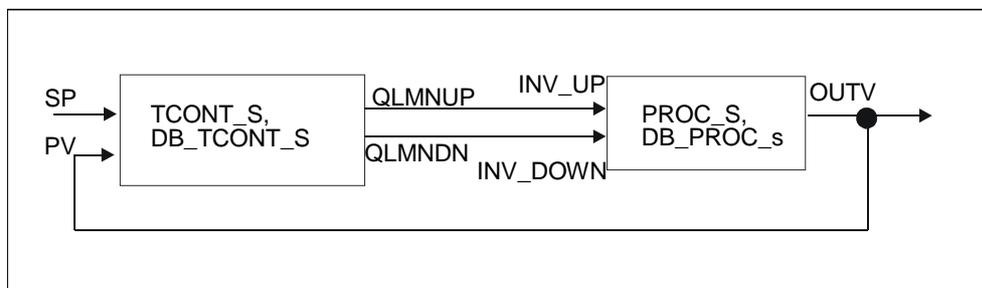


Obiges Bild zeigt die Regleroptimierung beim Aufheizen von Umgebungstemperatur 20 °C in den Arbeitspunkt (60 °C). Anschließend wurde ein Sollwertsprung von 60 °C auf 85 °C innerhalb der Regelzone durchgeführt. Das Überschwingen kann durch Reduktion von PFAC\_SP von 0.8 auf 0.6 beseitigt werden.

## 6.5 Beispiel mit dem FB 59 "TCONT\_S" (Schrittregelung)

Das Beispiel "Schrittregler" enthält einen einfachen Regelkreis aus PI-Schrittregler und einem VZ3-Glied mit einem integrierenden Stellglied als modellhafte Strecke für einen Temperaturprozess.

Im folgenden Bild ist der Regelkreis des Beispiels dargestellt:



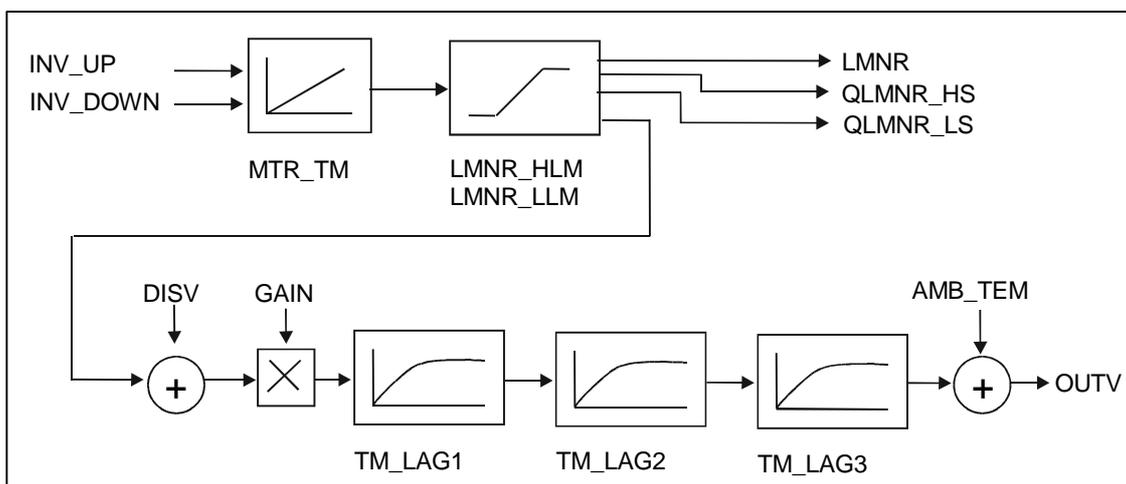
### Programmaufbau

Regler und Strecke werden im OB 35 aufgerufen. Bei Neustart OB 100 werden die Neustartbits von Regler und Strecke gesetzt.

### Streckenbaustein für die Simulation eines Temperaturprozesses

Der Baustein simuliert einen Prozess mit einem VZ3-Glied. Für Temperaturprozesse wählen Sie VZ2-Verhalten mit einer großen und einer kleinen Zeitkonstanten ( $TM\_LAG1 = 10 \times TM\_LAG2$  und  $TM\_LAG3 = 0$  s).

Im folgenden Bild ist das Blockschaltbild der Regelstrecke PROC\_S mit Stellglied dargestellt:



## Parameter

Parameter	Kommentar	Beschreibung
INV_UP	input variable up	Stellwertsignal auf
INV_DOWN	input variable down	Stellwertsignal zu
DISV	disturbance variable	Störgröße
GAIN	process gain	Prozessverstärkung
MTR_TM	motor manipulated value	Stellgliedlaufzeit
LMNR_HLM	repeated manipulated value high limit	Stellglied Obergrenze
LMNR_LLM	repeated manipulated value low limit	Stellglied Untergrenze
TM_LAG1	time lag 1	Verzögerungszeit 1
TM_LAG2	time lag 2	Verzögerungszeit 2 (bei Temperaturprozessen: $TM\_LAG1 = 10...100 \times TM\_LAG2$ )
TM_LAG3	time lag 3	Verzögerungszeit 3 (= 0 bei Temperaturprozessen)
AMB_TEM	ambient temperature	Umgebungstemperatur
OUTV	output variable	Ausgangsgröße (z. B. Temperatur)
LMNR	repeated manipulated value	Stellungsrückmeldung
QLMNR_HS	high limit signal of repeated manipulated value	oberes Anschlagssignal
QLMNR_LS	low limit signal of repeated manipulated value	unteres Anschlagssignal

Abhängig von den Eingangssignalen INV\_UP und INV\_DOWN wird die Stellungsrückmeldung LMNR mittels eines Integrierers berechnet. Die Stellungsrückmeldung wird auf LMNR\_HLM und LMNR\_LLM begrenzt. Bei Erreichen der Grenze werden die Anschlagssignale QLMNR\_HS bzw. QLMNR\_LS gesetzt.

Nach der Addition einer Störgröße und anschließender Multiplikation mit der Prozessverstärkung werden die Prozesswerte durch drei Verzögerungsglieder 1. Ordnung geleitet.

Bei Initialisierung COM\_RST = TRUE wird die Ausgangsgröße auf  $OUTV = (LMNR + DISV) * GAIN + AMB\_TEM$  gesetzt.

## Bedienen und Beobachten

Die Bedienung führen Sie in der Variablentabelle VAT\_LoopControls durch:

	Operand	Symbol	Anzeigeform	Statuswert	Steuerwert
1	//Regler				
2	DB59.DBD 4	"DB_TCONT_S".SP_INT	GLEITPUNKT	20.0	//36.0
3	DB59.DBD 8	"DB_TCONT_S".PV_IN	GLEITPUNKT	20.0	
4	//Hand-Automatikumschaltung				
5	DB101.DBD 46	"DB_PROC_S".LMNR	GLEITPUNKT	0.0	//0.0
6	DB59.DBX 18.2	"DB_TCONT_S".LMNS_ON	BOOL	true	//false
7	DB59.DBX 18.3	"DB_TCONT_S".LMNUP	BOOL	false	//false
8	DB59.DBX 18.4	"DB_TCONT_S".LMNDN	BOOL	false	//false
9	DB59.DBX 30.0	"DB_TCONT_S".COM_RST	BOOL	false	//true
10	//Parameter				
11	DB59.DBD 44	"DB_TCONT_S".PFAC_SP	GLEITPUNKT	1.0	//0.7
12	DB59.DBD 48	"DB_TCONT_S".GAIN	GLEITPUNKT	5.8	//5.8
13	DB59.DBD 52	"DB_TCONT_S".TI	GLEITPUNKT	20.0	//20.0
14	DB59.DBD 56	"DB_TCONT_S".MTR_TM	GLEITPUNKT	2.0	//2.0
15	DB59.DBD 60	"DB_TCONT_S".PULSE_TM	GLEITPUNKT	0.0	//0.0
16	DB59.DBD 64	"DB_TCONT_S".BREAK_TM	GLEITPUNKT	0.0	//0.0
17	DB59.DBD 0	"DB_TCONT_S".CYCLE	GLEITPUNKT	0.02	//0.02
18	//Prozess				
19	DB101.DBD 2	"DB_PROC_S".CYCLE	GLEITPUNKT	0.02	//0.02
20	DB101.DBD 6	"DB_PROC_S".DISV	GLEITPUNKT	0.0	//0.0
21	DB101.DBD 10	"DB_PROC_S".AMB_TEM	GLEITPUNKT	20.0	//20.0
22	DB101.DBD 14	"DB_PROC_S".GAIN	GLEITPUNKT	1.5	//1.5
23	DB101.DBD 18	"DB_PROC_S".MTR_TM	GLEITPUNKT	2.0	//2.0
24	DB101.DBD 30	"DB_PROC_S".TM_LAG1	GLEITPUNKT	50.0	//50.0
25	DB101.DBD 34	"DB_PROC_S".TM_LAG2	GLEITPUNKT	5.0	//5.0
26	DB101.DBD 38	"DB_PROC_S".TM_LAG3	GLEITPUNKT	0.0	//0.0
27	DB101.DBX 52.0	"DB_PROC_S".COM_RST	BOOL	false	//true
28					

Ka\_Test1\SIMATIC 400(1)\...\Schrittregler ▶ RUN

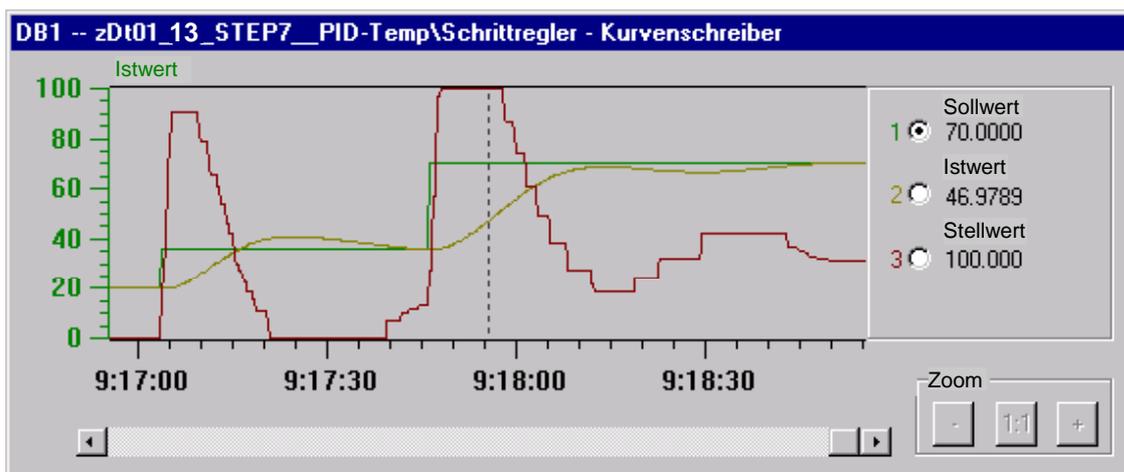
Am Schalter LMNS\_ON kann die Regelung in Handbetrieb genommen werden. Nach Neustart (Warmstart) der CPU ist die Regelung im Handbetrieb. Ist LMNS\_ON gesetzt, können an den Eingängen LMNUP bzw. LMNDN per Handbetrieb die Ausgänge QLMNUP bzw. QLMNDN gesteuert werden.

## Beispiel in Betrieb nehmen

Gehen Sie folgendermaßen vor, um das Beispiel in Betrieb zu nehmen:

1. Kopieren Sie das Beispiel in eine CPU.
2. Stellen Sie mit HW Konfig die Zykluszeit des OB 35 auf 20 ms ein. Sollte in der Weckalarmebene ein Zeitfehler auftreten, müssen Sie die Zykluszeit vergrößern. In diesem Fall wird dann die Simulation langsamer ablaufen. Wenn Sie am realen Prozess regeln, müssen die Zykluszeit des OB 35 und die Abtastzeit des FB 59 "TCONT\_S" übereinstimmen.

Im folgenden Bild ist die Regleroptimierung mit TCONT\_S dargestellt:



Obiges Bild zeigt zunächst einen Sollwertsprung von 20 °C auf 36 °C. Die Stellwertgrenze wird nicht erreicht; die Temperatur schwingt um ca. 5 °C über (30 %). Beim anschließenden Sollwertsprung von 36 °C auf 70 °C wird die obere Stellgrenze erreicht. Dadurch wird ein Überschwingen des Istwertes vermieden.

Wollen Sie auch bei kleinen Sollwertsprüngen ein Überschwingen vermeiden, müssen Sie PFAC\_SP reduzieren (z. B. von 1.0 auf 0.8).

# A Anhang

## A.1 Technische Daten

Folgende Tabellen zeigen den Speicherbedarf der Temperaturbausteine:

Baustein-name	FB-Nr.	Ladespeicherbedarf	Arbeitsspeicherbedarf	Lokaldaten
TCONT_CP	FB 58	10866 Bytes	9910 Bytes	144
TCONT_S	FB 59	2282 Bytes	1966 Bytes	64

Instanz-DB	Ladespeicherbedarf	Arbeitsspeicherbedarf
Instanz-DB zu TCONT_CP	1068 Bytes	532 Bytes
Instanz-DB zu TCONT_S	298 Bytes	134 Bytes

## A.2 Laufzeiten

Baustein-name	FB-Nr.	Randbedingungen	Bearbeitungszeit (in ms) CPU 314	Bearbeitungszeit (in ms) CPU 416
TCONT_CP	FB 58	Kontinuierlicher Regler mit typischer Parametrierung	4,7	0,14
TCONT_CP	FB 58	Kontinuierlicher Regler mit typischer Parametrierung + Regleroptimierung	6,2	0,19
TCONT_CP	FB 58	Nur Impulsformer wird bearbeitet	0,87	0,025
TCONT_S	FB 59	Schrittregler mit typischer Parametrierung	2,8	0,095

Gemessen mit:

**CPU 314: 6ES7 314-1AE84-0AB0; 0,3 ms/kAW**

**CPU 416: 6ES7 416-1XJ02-0AB0; 0,08 ms/kAW**

## A.3 DB-Belegung

### A.3.1 Instanz-DB zu FB 58 "TCONT\_CP"

#### Parameter:

Adr.	Parameter	Deklaration	Datentyp	Wertebereich	Anfangswert	Beschreibung
0.0	PV_IN	INPUT	REAL	Abhängig von den eingesetzten Sensoren	0.0	<b>PROCESS VARIABLE IN/ Istwert Eingang</b> Am Eingang "Istwert Eingang" kann ein Inbetriebsetzungswert parametrierbar oder ein externer Istwert im Gleitpunktformat verschaltet werden.
4.0	PV_PER	INPUT	INT		0	<b>PROCESS VARIABLE PERIPHERY/ Istwert Peripherie</b> Der Istwert in Peripherieformat wird am Eingang "Istwert Peripherie" mit dem Regler verschaltet.
6.0	DISV	INPUT	REAL		0.0	<b>DISTURBANCE VARIABLE/ Störgröße</b> Für eine Störgrößenaufschaltung wird die Störgröße am Eingang "Störgröße" verschaltet.
10.0	INT_HPOS	INPUT	BOOL		FALSE	<b>INTEGRAL ACTION HOLD IN POSITIVE DIRECTION/ I-Anteil blockieren in positive Richtung</b> Der Ausgang des Integrierers kann in positive Richtung blockiert werden. Hierzu muss der Eingang INT_HPOS auf TRUE gesetzt werden. Bei einer Kaskaderegulierung wird INT_HPOS des Führungsreglers mit QLMN_HLM des Folgereglers verschaltet.
10.1	INT_HNEG	INPUT	BOOL		FALSE	<b>INTEGRAL ACTION HOLD IN NEGATIVE DIRECTION/ I-Anteil blockieren in negative Richtung</b> Der Ausgang des Integrierers kann in negative Richtung blockiert werden. Hierzu muss der Eingang INT_HNEG auf TRUE gesetzt werden. Bei einer Kaskaderegulierung wird INT_HNEG des Führungsreglers mit QLMN_LLM des Folgereglers verschaltet.

Adr.	Parameter	Deklaration	Datentyp	Wertebereich	Anfangswert	Beschreibung
12.0	SELECT	INPUT	INT	0 bis 3	0	<p><b>SELECTION OF CALL PID AND PULSE GENERATOR/ Auswahl des Aufrufverhaltens von PID und Impulsformer</b></p> <p>Ist der Impulsformer eingeschaltet, gibt es mehrere Möglichkeiten den PID-Algorithmus und Impulsformer aufzurufen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SELECT = 0: Der Regler wird in einer schnellen Weckalarmebene aufgerufen und es werden PID-Algorithmus und Impulsformer bearbeitet.</li> <li>• SELECT = 1: Der Regler wird im OB1 aufgerufen und es wird nur der PID-Algorithmus bearbeitet.</li> <li>• SELECT = 2: Der Regler wird in einer schnellen Weckalarmebene aufgerufen und es wird nur der Impulsformer bearbeitet.</li> <li>• SELECT = 3: Der Regler wird in einer langsamen Weckalarmebene aufgerufen und es wird nur der PID-Algorithmus bearbeitet.</li> </ul>
14.0	PV	OUTPUT	REAL	Abhängig von den eingesetzten Sensoren	0.0	<p><b>PROCESS VARIABLE/ Istwert</b></p> <p>Am Ausgang "Istwert" wird der effektiv wirkende Istwert ausgegeben.</p>
18.0	LMN	OUTPUT	REAL		0.0	<p><b>MANIPULATED VARIABLE/ Stellwert</b></p> <p>Am Ausgang "Stellwert" wird der effektiv wirkende Stellwert in Gleitpunktformat ausgegeben.</p>
22.0	LMN_PER	OUTPUT	INT		0	<p><b>MANIPULATED VARIABLE PERIPHERY/ Stellwert Peripherie</b></p> <p>Der Stellwert in Peripherieformat wird am Ausgang "Stellwert Peripherie" mit dem Regler verschaltet.</p>
24.0	QPULSE	OUTPUT	BOOL		FALSE	<p><b>OUTPUT PULSE SIGNAL/ Pulsausgang</b></p> <p>Der Stellwert wird pulsweitenmoduliert am Ausgang QPULSE ausgegeben.</p>

Adr.	Parameter	Deklaration	Datentyp	Wertebereich	Anfangswert	Beschreibung
24.1	QLMN_HLM	OUTPUT	BOOL		FALSE	<b>HIGH LIMIT OF MANIPULATED VARIABLE REACHED/ Obere Begrenzung des Stellwertes angesprochen</b>  Der Stellwert wird immer auf eine obere und untere Grenze begrenzt. Der Ausgang QLMN_HLM meldet die Überschreitung der oberen Begrenzung.
24.2	QLMN_LLM	OUTPUT	BOOL		FALSE	<b>LOW LIMIT OF MANIPULATED VARIABLE REACHED/ Untere Begrenzung des Stellwertes angesprochen</b>  Der Stellwert wird immer auf eine obere und untere Grenze begrenzt. Der Ausgang QLMN_LLM meldet die Überschreitung der unteren Begrenzung.
24.3	QC_ACT	OUTPUT	BOOL		TRUE	<b>NEXT CYCLE, THE CONTINUOUS CONTROLLER IS WORKING/ Kontinuierlicher Regleranteil wird beim nächsten Aufruf bearbeitet</b>  Der Parameter zeigt an, ob beim nächsten Bausteinaufruf der kontinuierliche Regleranteil bearbeitet wird (nur relevant, wenn SELECT den Wert 0 oder 1 hat).
26.0	CYCLE	INPUT/ OUTPUT	REAL	$\geq 0.001$ s	0.1 s	<b>SAMPLE TIME OF CONTINUOUS CONTROLLER [s]/ Abtastzeit des kontinuierlichen Reglers [s]</b>  Vorgabe der Abtastzeit für den PID-Algorithmus. Der Optimierer berechnet in Phase 1 die Abtastzeit und trägt sie in CYCLE ein.
30.0	CYCLE_P	INPUT/ OUTPUT	REAL	$\geq 0.001$ s	0.02 s	<b>SAMPLE TIME OF PULSE GENERATOR [s]/ Abtastzeit des Impulsformers [s]</b>  An diesem Eingang geben Sie die Abtastzeit für den Impulsformer-Anteil ein. Der FB 58 "TCONT_CP" berechnet in Phase 1 die Abtastzeit und trägt sie in CYCLE_P ein.
34.0	SP_INT	INPUT/ OUTPUT	REAL	Abhängig von den eingesetzten Sensoren	0.0	<b>INTERNAL SETPOINT/ Interner Sollwert</b>  Der Eingang "Interner Sollwert" dient zur Vorgabe eines Sollwertes.

Adr.	Parameter	Deklaration	Datentyp	Wertebereich	Anfangswert	Beschreibung
38.0	MAN	INPUT/ OUTPUT	REAL		0.0	<b>MANUAL VALUE/ Handwert</b> Der Eingang "Handwert" dient zur Vorgabe eines Handwertes. Im Automatikbetrieb wird er dem Stellwert nachgeführt.
42.0	COM_RST	INPUT/ OUTPUT	BOOL		FALSE	<b>COMPLETE RESTART/ Neustart</b> Der Baustein hat eine Initialisierungsroutine, die bearbeitet wird, wenn der Eingang COM_RST gesetzt ist.
42.1	MAN_ON	INPUT/ OUTPUT	BOOL		TRUE	<b>MANUAL OPERATION ON/ Handbetrieb einschalten</b> Ist der Eingang "Handbetrieb einschalten" gesetzt, ist der Regelkreis unterbrochen. Als Stellwert wird der Handwert MAN vorgegeben.

### Interne Parameter

Adr.	Parameter	Deklaration	Datentyp	Wertebereich	Anfangswert	Beschreibung
44.0	DEADB_W	INPUT	REAL	Abhängig von den eingesetzten Sensoren	0.0	<b>DEAD BAND WIDTH/ Totzonenbreite</b> Die Regeldifferenz wird über eine Totzone geführt. Der Eingang "Totzonenbreite" bestimmt die Größe der Totzone.
48.0	I_ITLVAL	INPUT	REAL	0 bis 100 %	0.0	<b>INITIALIZATION VALUE OF THE INTEGRAL ACTION/ Initialisierungswert für I-Anteil</b> Der Ausgang des Integrierers kann am Eingang I_ITL_ON gesetzt werden. Am Eingang "Initialisierungswert für I-Anteil" steht der Initialisierungswert. Bei Neustart COM_RST = TRUE wird der I-Anteil auf den Initialisierungswert gesetzt.
52.0	LMN_HLM	INPUT	REAL	> LMN_LLM	100.0	<b>MANIPULATED VARIABLE HIGH LIMIT/ Stellwert obere Begrenzung</b> Der Stellwert wird immer auf eine obere und untere Grenze begrenzt. Der Eingang "Stellwert obere Begrenzung" gibt die obere Begrenzung an.

Adr.	Parameter	Deklaration	Datentyp	Wertebereich	Anfangswert	Beschreibung
56.0	LMN_LLM	INPUT	REAL	< LMN_HLM	0.0	<b>MANIPULATED VARIABLE LOW LIMIT/ Stellwert untere Begrenzung</b>
60.0	PV_FAC	INPUT	REAL		1.0	<b>PROCESS VARIABLE FACTOR/ Istwertfaktor</b> Der Eingang "Istwertfaktor" wird mit dem "Istwert Peripherie" multipliziert. Der Eingang dient zur Anpassung des Istwertbereiches.
64.0	PV_OFFS	INPUT	REAL		0.0	<b>PROCESS VARIABLE OFFSET/ Istwertoffset</b> Der Eingang "Istwertoffset" wird zum "Istwert Peripherie" addiert. Der Eingang dient zur Anpassung des Istwertbereiches.
68.0	LMN_FAC	INPUT	REAL		1.0	<b>MANIPULATED VARIABLE FACTOR/ Stellwertfaktor</b> Der Eingang "Stellwertfaktor" wird mit dem Stellwert multipliziert. Der Eingang dient zur Anpassung des Stellwertbereiches.
72.0	LMN_OFFS	INPUT	REAL		0.0	<b>MANIPULATED VARIABLE OFFSET/ Stellwertoffset</b> Der Eingang "Stellwertoffset" wird zum Stellwert addiert. Der Eingang dient zur Anpassung des Stellwertbereiches.
76.0	PER_TM	INPUT	REAL	$\geq$ CYCLE	1.0 s	<b>PERIOD TIME [s]/ Periodendauer [s]</b> Am Parameter PER_TM wird die Periodendauer der Pulsbreitenmodulation eingegeben. Das Verhältnis Periodendauer zu Abtastzeit des Impulsformers bestimmt die Genauigkeit der Pulsbreitenmodulation.

Adr.	Parameter	Deklaration	Datentyp	Wertebereich	Anfangswert	Beschreibung
80.0	P_B_TM	INPUT	REAL	$\geq 0.0$ s	0.02 s	<b>MINIMUM PULSE/BREAK TIME [s]/ Mindestimpuls- bzw. Mindestpausendauer [s]</b> Am Parameter "Mindestimpuls- bzw. Mindestpausendauer" kann eine minimale Impuls- bzw. Pausenlänge parametrisiert werden. P_B_TM wird intern auf > CYCLE_P begrenzt.
84.0	TUN_DLMN	INPUT	REAL	-100.0 bis 100.0 %	20.0	<b>DELTA MANIPULATED VARIABLE FOR PROCESS EXCITATION/ Delta-Stellwert für Prozessanregung</b> Die Prozessanregung für die Regleroptimierung erfolgt durch einen Stellwertsprung von TUN_DLMN.
88.0	PER_MODE	INPUT	INT	0, 1, 2	0	<b>PERIPHERY MODE/ Peripherie Betriebsart</b> An diesem Schalter können Sie den Typ der AE-Baugruppe eingeben. Der Istwert am Eingang PV_PER wird dadurch am Ausgang PV in °C normiert. <ul style="list-style-type: none"> <li>• PER_MODE = 0: Standard</li> <li>• PER_MODE = 1: Klima</li> <li>• PER_MODE = 2: Strom/Spannung</li> </ul>
90.0	PVPER_ON	INPUT	BOOL		FALSE	<b>PROCESS VARIABLE PERIPHERY ON/ Istwert Peripherie einschalten</b> Soll der Istwert von der Peripherie eingelesen werden, so muss der Eingang PV_PER mit der Peripherie verschaltet werden und der Eingang "Istwert Peripherie einschalten" gesetzt werden.

Adr.	Parameter	Deklaration	Datentyp	Wertebereich	Anfangswert	Beschreibung
90.1	I_ITL_ON	INPUT	BOOL		FALSE	<b>INITIALIZATION OF THE INTEGRAL ACTION ON/ I-Anteil setzen</b>
90.2	PULSE_ON	INPUT	BOOL		FALSE	<b>PULSE GENERATOR ON/ Impulsformer einschalten</b> Mit PULSE_ON = TRUE wird der Impulsformer eingeschaltet.
90.3	TUN_KEEP	INPUT	BOOL		FALSE	<b>KEEP TUNING ON/ Optimierbetrieb halten</b> Ein Übergang in den Automatikbetrieb erfolgt erst, wenn TUN_KEEP FALSE wird.
92.0	ER	OUTPUT	REAL	Abhängig von den eingestellten Sensoren	0.0	<b>ERROR SIGNAL/ Regeldifferenz</b> Am Ausgang "Regeldifferenz" wird die effektiv wirkende Regeldifferenz ausgegeben.
96.0	LMN_P	OUTPUT	REAL		0.0	<b>PROPORTIONALITY COMPONENT/ P-Anteil</b> Der Ausgang "P-Anteil" beinhaltet den Proportionalanteil der Stellgröße.
100.0	LMN_I	OUTPUT	REAL		0.0	<b>INTEGRAL COMPONENT/ I-Anteil</b> Der Ausgang "I-Anteil" beinhaltet den Integralanteil der Stellgröße.
104.0	LMN_D	OUTPUT	REAL		0.0	<b>DERIVATIVE COMPONENT/ D-Anteil</b> Der Ausgang "D-Anteil" beinhaltet den Differentialanteil der Stellgröße.

Adr.	Parameter	Deklaration	Datentyp	Wertebereich	Anfangswert	Beschreibung
108.0	PHASE	OUTPUT	INT	0, 1, 2, 3, 4, 5, 7	0	<b>PHASE OF SELF TUNING/ Phasenanzeige der Regleroptimierung</b>
110.0	STATUS_H	OUTPUT	INT		0	<b>STATUS HEATING OF SELF TUNING/ Status Heizen der Regleroptimierung</b> STATUS_H zeigt einen Diagnosewert über die Suche des Wendepunktes beim Heizvorgang an.
112.0	STATUS_D	OUTPUT	INT		0	<b>STATUS CONTROLLER DESIGN OF SELF TUNING/ Status Reglerentwurf der Regleroptimierung</b> STATUS_D zeigt einen Diagnose- wert über den Reglerentwurf beim Heizvorgang an.
114.0	QTUN_ RUN	OUTPUT	BOOL		0	<b>TUNING IS ACTIVE (PHASE 2)/ Optimierung läuft (Phase 2)</b> Die Optimierung wurde durch Aufschalten der Optimie- rungsstellgröße begonnen und befindet sich noch in Phase 2 (Wendepunktsuche).
116.0	PI_CON	OUTPUT	STRUCT			<b>PI CONTROLLER PARAMETERS/ PI Reglerparameter</b>
+0.0	GAIN	OUTPUT	REAL	%/phys. Einheit	0.0	<b>PI PROPORTIONAL GAIN/ PI Reglerverstärkung</b>
+4.0	TI	OUTPUT	REAL	$\geq 0.0$ s	0.0 s	<b>PI RESET TIME [s]/ PI Integrationszeit [s]</b>
124.0	PID_CON	OUTPUT	STRUCT			<b>PID CONTROLLER PARAMETERS/ PID Reglerparameter</b>
+0.0	GAIN	OUTPUT	REAL		0.0	<b>PID PROPORTIONAL GAIN/ PID Reglerverstärkung</b>
+4.0	TI	OUTPUT	REAL	$\geq 0.0$ s	0.0s	<b>PID RESET TIME [s]/ PID Integrationszeit [s]</b>
+8.0	TD	OUTPUT	REAL	$\geq 0.0$ s	0.0s	<b>PID DERIVATIVE TIME [s]/ PID Differenzierzeit [s]</b>

Adr.	Parameter	Deklaration	Datentyp	Wertebereich	Anfangswert	Beschreibung
136.0	PAR_SAVE	OUTPUT	STRUCT			<b>SAVED CONTROLLER PARAMETERS/ Gespeicherte PID Reglerparameter</b>
+0.0	PFAC_SP	INPUT/ OUTPUT	REAL	0.0 bis 1.0	1.0	<b>PROPORTIONAL FACTOR FOR SETPOINT CHANGES/ Proportionalfaktor bei Sollwertänderungen</b>
+4.0	GAIN	OUTPUT	REAL	%/phys. Einheit	0.0	<b>PROPORTIONAL GAIN/ Reglerverstärkung</b>
+8.0	TI	INPUT/ OUTPUT	REAL	≥ 0.0 s	40.0 s	<b>RESET TIME [s]/ Integrationszeit [s]</b>
+12.0	TD	INPUT/ OUTPUT	REAL	≥ 0.0 s	10.0 s	<b>DERIVATIVE TIME [s]/ Differenzierzeit [s]</b>
+16.0	D_F	OUTPUT	REAL	5.0 bis 10.0	5.0	<b>DERIVATIVE FACTOR/ Differenzierfaktor</b>
+20.0	CON_ZONE	OUTPUT	REAL	≥ 0.0	100.0	<b>CONTROL ZONE ON/ Regelzone einschalten</b>
+24.0	CONZ_ON	OUTPUT	BOOL		FALSE	<b>CONTROL ZONE/ Regelzonenbreite</b>
162.0	PFAC_SP	INPUT/ OUTPUT	REAL	0.0 bis 1.0	1.0	<b>PROPORTIONAL FACTOR FOR SETPOINT CHANGES/ Proportionalfaktor bei Sollwertänderungen</b>  PFAC_SP gibt den wirksamen P-Anteil bei Sollwertänderung an. Er wird zwischen 0 und 1 eingestellt. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1: P-Anteil ist auch bei Sollwertänderungen voll wirksam.</li> <li>• 0: P-Anteil ist bei Sollwertänderungen nicht wirksam.</li> </ul>
166.0	GAIN	INPUT/ OUTPUT	REAL	%/phys. Einheit	2.0	<b>PROPORTIONAL GAIN/ Reglerverstärkung</b>  Der Eingang "Proportionalbeiwert" gibt die Reglerverstärkung an. Eine Invertierung des Regelsinns wird durch das negative Vorzeichen von GAIN erreicht.

Adr.	Parameter	Deklaration	Datentyp	Wertebereich	Anfangswert	Beschreibung
170.0	TI	INPUT/ OUTPUT	REAL	$\geq 0.0$ s	40.0 s	<b>RESET TIME [s]/ Integrationszeit [s]</b>
174.0	TD	INPUT/ OUTPUT	REAL	$\geq 0.0$ s	10.0 s	<b>DERIVATIVE TIME [s]/ Differenzierzeit [s]</b> Der Eingang "Differenzierzeit" (Vorhaltezeit) bestimmt das Zeitverhalten des Differenzierers.
178.0	D_F	INPUT/ OUTPUT	REAL	5.0 bis 10.0	5.0	<b>DERIVATIVE FACTOR/ Differenzierfaktor</b> Der Differenzierfaktor bestimmt die Verzögerung des D-Anteils. <ul style="list-style-type: none"> <li>D_F = Differenzierzeit/ "Verzögerung des D-Anteils"</li> </ul>
182.0	CON_ZONE	INPUT/ OUTPUT	REAL	Abhängig von den eingesetzten Sensoren	100.0	<b>CONTROL ZONE/ Regelzonenbreite</b> Ist die Regeldifferenz größer als die Regelzonenbreite, so wird die obere Stellwertbegrenzung als Stellwert ausgegeben. Ist die Regeldifferenz kleiner als die negative Regelzonenbreite, so wird die untere Stellwertbegrenzung als Stellwert ausgegeben.
186.0	CONZ_ON	INPUT/ OUTPUT	BOOL		FALSE	<b>CONTROL ZONE ON/ Regelzone einschalten</b> Mit CONZ_ON =TRUE können Sie die Regelzone einschalten.
186.1	TUN_ON	INPUT/ OUTPUT	BOOL		FALSE	<b>SELF TUNING ON/ Regleroptimierung einschalten</b> Wenn TUN_ON=TRUE wird der Stellwert gemittelt bis entweder durch einen Sollwertsprung oder durch TUN_ST=TRUE die Stellwertanregung TUN_DLMN aufgeschaltet wird.
186.2	TUN_ST	INPUT/ OUTPUT	BOOL		FALSE	<b>START SELF TUNING/ Regleroptimierung starten</b> Soll bei der Regleroptimierung am Arbeitspunkt der Sollwert konstant bleiben, wird durch TUN_ST=1 ein Stellwertsprung um TUN_DLMN aufgeschaltet.

Adr.	Parameter	Deklaration	Datentyp	Wertebereich	Anfangswert	Beschreibung
186.3	UNDO_PAR	INPUT/ OUTPUT	BOOL		FALSE	<b>UNDO CHANGE OF CONTROLLER PARAMETERS/ Rückgängigmachen der Reglerparameteränderung</b>  Lädt die Reglerparameter PFAC_SP, GAIN, TI, TD, D_F, CONZ_ON und CON_ZONE aus der Datenstruktur PAR_SAVE (nur im Handbetrieb).
186.4	SAVE_PAR	INPUT/ OUTPUT	BOOL		FALSE	<b>SAVE CURRENT CONTROLLER PARAMETERS/ Aktuelle Reglerparameter sichern</b>  Sichert die Reglerparameter PFAC_SP, GAIN, TI, TD, D_F, CONZ_ON und CON_ZONE in die Datenstruktur PAR_SAVE.
186.5	LOAD_PID	INPUT/ OUTPUT	BOOL		FALSE	<b>LOAD OPTIMIZED PI/PID PARAMETERS/ Optimierte PID-Parameter laden</b>  Lädt die Reglerparameter GAIN, TI, TD in Abhängigkeit von PID_ON aus der Datenstruktur PI_CON bzw. PID_CON (nur im Handbetrieb)
186.6	PID_ON	INPUT/ OUTPUT	BOOL		TRUE	<b>PID MODE ON/ PID Betriebsart einschalten</b>  Am Eingang PID_ON können Sie festlegen, ob der optimierte Regler als PI- oder als PID-Regler arbeiten soll.  <ul style="list-style-type: none"> <li>• PID-Regler: PID_ON = TRUE</li> <li>• PI-Regler: PID_ON = FALSE</li> </ul> Es kann jedoch sein, dass bei manchen Streckentypen trotz PID_ON = TRUE nur ein PI-Regler entworfen wird.
188.0	GAIN_P	OUTPUT	REAL		0.0	<b>PROZESS PROPORTIONAL GAIN/ Prozessverstärkung</b>  Identifizierte Prozessverstärkung. Beim Streckentyp I wird GAIN_P tendenziell zu klein geschätzt.
192.0	TU	OUTPUT	REAL	$\geq 3 \cdot \text{CYCLE}$	0.0	<b>DELAY TIME [s]/ Verzugszeit [s]</b>  Identifizierte Verzugszeit vom Prozess.

Adr.	Parameter	Deklaration	Datentyp	Wertebereich	Anfangswert	Beschreibung
196.0	TA	OUTPUT	REAL		0.0	<b>RECOVERY TIME [s]/ Ausgleichszeit [s]</b> Identifizierte Ausgleichszeit vom Prozess. Beim Streckentyp I wird TA tendenziell zu klein geschätzt.
200.0	KIG	OUTPUT	REAL		0.0	<b>MAXIMAL ASCENT RATIO OF PV WITH 100 % LMN CHANGE/ Maximaler Istwertanstieg bei einer Stellgrößenanregung von 0 nach 100 % [1/s]</b> $GAIN\_P = 0.01 * KIG * TA$
204.0	N_PTN	OUTPUT	REAL	1.01 bis 10.0	0.0	<b>PROCESS ORDER/ Prozessordnung</b> Der Parameter gibt die Ordnung der Strecke an. Auch "nicht ganzzahlige Werte" sind möglich.
208.0	TM_LAG_P	OUTPUT	REAL		0.0	<b>TIME LAG OF PTN MODEL [s]/ Zeitkonstante eines PTN-Modells [s]</b> Zeitkonstante eines PTN-Modells (sinnvolle Werte nur für $N\_PTN \geq 2$ ).
212.0	T_P_INF	OUTPUT	REAL		0.0	<b>TIME TO POINT OF INFLECTION [s]/ Zeit bis zum Wendepunkt [s]</b> Zeit von der Prozessanregung bis zum Wendepunkt.
216.0	P_INF	OUTPUT	REAL	Abhängig von den eingesetzten Sensoren	0.0	<b>PV AT POINT OF INFLECTION - PV0/ Istwert am Wendepunkt – PV0</b> Istwertänderung von der Prozessanregung bis zum Wendepunkt.
220.0	LMN0	OUTPUT	REAL	0 bis 100 %	0.0	<b>MANIPULATED VAR. AT BEGIN OF TUNING/ Stellwert zu Beginn der Optimierung</b> Wird in Phase 1 ermittelt (Mittelwert).
224.0	PV0	OUTPUT	REAL	Abhängig von den eingesetzten Sensoren	0.0	<b>PROCESS VALUE AT BEGIN OF TUNING/ Istwert zu Beginn der Optimierung</b>
228.0	PVDT0	OUTPUT	REAL		0.0	<b>RATE OF CHANGE OF PV AT BEGIN OF TUNING [1/s]/ Istwertsteigung zu Beginn der Optimierung [1/s]</b> Vorzeichen angepasst.

Adr.	Parameter	Deklaration	Datentyp	Wertebereich	Anfangswert	Beschreibung
232.0	PVDT	OUTPUT	REAL		0.0	<b>CURRENT RATE OF CHANGE OF PV [1/s]/ Momentane Istwertsteigung [1/s]</b> Vorzeichen angepasst.
236.0	PVDT_MAX	OUTPUT	REAL		0.0	<b>MAX. RATE OF CHANGE OF PV PER SECOND [1/s]/ Max. Änderung des Istwertes pro Sekunde [1/s]</b> Maximale Ableitung des Istwertes am Wendepunkt (Vorzeichen angepasst, immer > 0), wird verwendet zur Berechnung von TU und KIG.
240.0	NOI_PVDT	OUTPUT	REAL		0.0	<b>RATIO OF NOISE IN PVDT_MAX IN %/ Rauschanteil in PVDT_MAX in %</b> Je größer der Rauschanteil, desto ungenauer (sanfter) die Reglerparameter.
244.0	NOISE_PV	OUTPUT	REAL		0.0	<b>ABSOLUTE NOISE IN PV/ Absolutes Rauschen im Istwert</b> Differenz zwischen maximalem und minimalem Istwert in Phase 1.
248.0	FIL_CYC	OUTPUT	INT	1 ... 1024	1	<b>NO OF CYCLES FOR MEAN-VALUE FILTER/ Anzahl der Zyklen des Mittelwertfilters</b> Der Istwert wird über FIL_CYC Zyklen gemittelt. FIL_CYC wird bei Bedarf automatisch von 1 bis max. 1024 erhöht.
250.0	POI_CMAX	OUTPUT	INT		2	<b>MAX NO OF CYCLES AFTER POINT OF INFLECTION/ Maximale Anz. Zyklen nach Wendepunkt</b> Diese Zeit wird genutzt, um bei Messrauschen einen weiteren (d. h. besseren) Wendepunkt zu finden. Erst dann wird die Optimierung beendet.
252.0	POI_CYCL	OUTPUT	INT		0	<b>NUMBER OF CYCLES AFTER POINT OF INFLECTION/ Anzahl Zyklen nach Wendepunkt</b>

### A.3.2 Instanz-DB zu FB 59 "TCONT\_S"

#### Parameter:

Adr.	Parameter	Deklaration	Datentyp	Wertebereich	Anfangswert	Beschreibung
0.0	CYCLE	INPUT	REAL	$\geq 0.001$	0.1 s	<b>SAMPLE TIME OF STEP CONTROLLER [s]/ Abtastzeit des Schrittreglers [s]</b> An diesem Eingang geben Sie die Abtastzeit für den Regler ein.
4.0	SP_INT	INPUT	REAL	Abhängig von den eingesetzten Sensoren	0.0	<b>INTERNAL SETPOINT/ Interner Sollwert</b> Der Eingang "Interner Sollwert" dient zur Vorgabe eines Sollwertes.
8.0	PV_IN	INPUT	REAL	Abhängig von den eingesetzten Sensoren	0.0	<b>PROCESS VARIABLE IN/ Istwert Eingang</b> Am Eingang "Istwert Eingang" kann ein Inbetriebsetzungswert parametrisiert oder ein externer Istwert im Gleitpunktformat verschaltet werden.
12.0	PV_PER	INPUT	INT		0	<b>PROCESS VARIABLE PERIPHERY/ Istwert Peripherie</b> Der Istwert in Peripherieformat wird am Eingang "Istwert Peripherie" mit dem Regler verschaltet.
14.0	DISV	INPUT	REAL		0.0	<b>DISTURBANCE VARIABLE/ Störgröße</b> Für eine Störgrößenaufschaltung wird die Störgröße am Eingang "Störgröße" verschaltet.
18.0	LMNR_HS	INPUT	BOOL		FALSE	<b>HIGH LIMIT SIGNAL OF REPEATED MANIPULATED VALUE/ Oberes Anschlagssignal der Stellungsrückmeldung</b> Das Signal "Stellventil am oberen Anschlag" wird am Eingang "Oberes Anschlagssignal der Stellungsrückmeldung" verschaltet. <ul style="list-style-type: none"> <li>LMNR_HS=TRUE: Das Stellventil befindet sich am oberen Anschlag.</li> </ul>

Adr.	Parameter	Deklaration	Datentyp	Wertebereich	Anfangswert	Beschreibung
18.1	LMNR_LS	INPUT	BOOL		FALSE	<p><b>LOW LIMIT SIGNAL OF REPEATED MANIPULATED VALUE/ Unteres Anschlagsignal der Stellungsrückmeldung</b></p> <p>Das Signal "Stellventil am unteren Anschlag" wird am Eingang "Unteres Anschlagsignal der Stellungsrückmeldung" verschaltet.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>LMNR_LS=TRUE: Das Stellventil befindet sich am unteren Anschlag.</li> </ul>
18.2	LMNS_ON	INPUT	BOOL		TRUE	<p><b>MANIPULATED SIGNALS ON/ Handbetrieb der Stellwertsignale einschalten</b></p> <p>Am Eingang "Handbetrieb der Stellwertsignale einschalten" wird die Stellwertsignalverarbeitung auf Hand geschaltet.</p>
18.3	LMNUP	INPUT	BOOL		FALSE	<p><b>MANIPULATED SIGNALS UP/ Stellwertsignal Hoch</b></p> <p>Bei Handbetrieb der Stellwertsignale wird am Eingang "Stellwertsignal Hoch" das Ausgangssignal QLMNUP bedient.</p>
18.4	LMNDN	INPUT	BOOL		FALSE	<p><b>MANIPULATED SIGNALS DOWN/ Stellwertsignal Tief</b></p> <p>Bei Handbetrieb der Stellwertsignale wird am Eingang "Stellwertsignal Tief" das Ausgangssignal QLMNDN bedient.</p>
20.0	QLMNUP	OUTPUT	BOOL		FALSE	<p><b>MANIPULATED SIGNAL UP/ Stellwertsignal Hoch</b></p> <p>Ist der Ausgang "Stellwertsignal Hoch" gesetzt, soll das Stellventil geöffnet werden.</p>
20.1	QLMNDN	OUTPUT	BOOL		FALSE	<p><b>MANIPULATED SIGNAL DOWN/ Stellwertsignal Tief</b></p> <p>Ist der Ausgang "Stellwertsignal Tief" gesetzt, soll das Stellventil geschlossen werden.</p>
22.0	PV	OUTPUT	REAL		0.0	<p><b>PROCESS VARIABLE/ Istwert</b></p> <p>Am Ausgang "Istwert" wird der effektiv wirkende Istwert ausgegeben.</p>

Adr.	Parameter	Deklaration	Datentyp	Wertebereich	Anfangswert	Beschreibung
26.0	ER	OUTPUT	REAL		0.0	<b>ERROR SIGNAL/ Regeldifferenz</b>
30.0	COM_RST	INPUT/ OUTPUT	BOOL		FALSE	<b>COMPLETE RESTART/ Neustart</b> Der Baustein hat eine Initialisierungsroutine, die bearbeitet wird, wenn der Eingang COM_RST gesetzt ist.

### Interne Parameter

Adr.	Parameter	Deklaration	Datentyp	Wertebereich	Anfangswert	Beschreibung
32.0	PV_FAC	INPUT	REAL		1.0	<b>PROCESS VARIABLE FACTOR/ Istwertfaktor</b> Der Eingang "Istwertfaktor" wird mit dem Istwert multipliziert. Der Eingang dient zur Anpassung des Istwertbereiches.
36.0	PV_OFFS	INPUT	REAL	Abhängig von den eingesetzten Sensoren	0.0	<b>PROCESS VARIABLE OFFSET/ Istwertoffset</b> Der Eingang "Istwertoffset" wird mit dem Istwert addiert. Der Eingang dient zur Anpassung des Istwertbereiches.
40.0	DEADB_W	INPUT	REAL	≥ 0.0	0.0	<b>DEAD BAND WIDTH/ Totzonenbreite</b> Die Regeldifferenz wird über eine Totzone geführt. Der Eingang "Totzonenbreite" bestimmt die Größe der Totzone.
44.4	PFAC_SP	INPUT	REAL	0.0 bis 1.0	1.0	<b>PROPORTIONAL FACTOR FOR SETPOINT CHANGES [0..1 ]/ Proportionalfaktor bei Sollwertänderungen</b> PFAC_SP gibt den wirksamen P-Anteil bei Sollwertänderung an. Er wird zwischen 0..1 eingestellt. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1: P-Anteil ist bei Sollwertänderungen voll wirksam</li> <li>• 0: P-Anteil ist bei Sollwertänderungen nicht wirksam</li> </ul>

Adr.	Parameter	Deklaration	Datentyp	Wertebereich	Anfangswert	Beschreibung
48.0	GAIN	INPUT	REAL	%/phys. Einheit	2.0	<b>PROPORTIONAL GAIN/ Reglerverstärkung</b> Der Eingang "Proportionalbeiwert" gibt die Reglerverstärkung an. Eine Invertierung des Regelsinns wird durch das negative Vorzeichen von GAIN erreicht.
52.0	TI	INPUT	REAL	$\geq 0.0$ s	40.0 s	<b>RESET TIME [s]/ Integrationszeit [s]</b> Der Eingang "Integrationszeit" (Nachstellzeit) bestimmt das Zeitverhalten des Integrierers.
56.0	MTR_TM	INPUT	REAL	$\geq$ CYCLE	30 s	<b>MOTOR ACTUATING TIME/ Motorstellzeit [s]</b> Am Parameter "Motorstellzeit" wird die Laufzeit des Stellventils von Anschlag zu Anschlag eingetragen.
60.0	PULSE_TM	INPUT	REAL	$\geq 0.0$ s	0.0 s	<b>MINIMUM PULSE TIME/ Mindestimpulsdauer [s]</b> Am Parameter "Mindestimpulsdauer" kann eine minimale Impulslänge parametrieren werden.
64.0	BREAK_TM	INPUT	REAL	$\geq 0.0$ s	0.0 s	<b>MINIMUM BREAK TIME/ Mindestpausendauer [s]</b> Am Parameter "Mindestpausendauer" kann eine minimale Pausenlänge parametrieren werden.
68.0	PER_MODE	INPUT	INT	0, 1, 2	0	<b>PERIPHERIE MODE/ Peripherie Betriebsart</b> An diesem Schalter können Sie den Typ der AE-Baugruppe eingeben. Der Istwert am Eingang PV_PER wird dadurch am Ausgang PV in °C normiert. <ul style="list-style-type: none"> <li>• PER_MODE =0: Standard</li> <li>• PER_MODE =1: Klima</li> <li>• PER_MODE =2: Strom/Spannung</li> </ul>
70.0	PVPER_ON	INPUT	BOOL		FALSE	<b>PROCESS VARIABLE PERIPHERY ON/ Istwert Peripherie einschalten</b> Soll der Istwert von der Peripherie eingelesen werden, so muss der Eingang PV_PER mit der Peripherie verschaltet werden und der Eingang "Istwert Peripherie einschalten" gesetzt werden.

## A.4 Liste der Optimierungsrückmeldungen

STATUS_H	Beschreibung	Abhilfe
0	Default bzw. keine oder noch keine neuen Reglerparameter	
10000	Optimierung beendet + geeignete Reglerparameter gefunden	
2xxxx	Optimierung beendet + Reglerparameter unsicher	
2xx2x	Wendepunkt nicht erreicht (nur bei Anregung über Sollwertsprung)	Falls Regler schwingt, Reglerparameter abschwächen oder Versuch wiederholen mit kleinerer Stellwertdifferenz TUN_DLMN.
2x1xx	Schätzfehler (TU < 3*CYCLE)	CYCLE verringern und Versuch wiederholen. Sonderfall reine PT1-Strecke: Versuch nicht wiederholen, Reglerparameter evtl. abschwächen.
2x3xx	Schätzfehler TU zu groß	Versuch wiederholen mit besseren Bedingungen.
21xxx	Schätzfehler N_PTN < 1	Versuch wiederholen mit besseren Bedingungen.
22xxx	Schätzfehler N_PTN > 10	Versuch wiederholen mit besseren Bedingungen.
3xxxx	Optimierung abgebrochen in Phase 1 durch fehlerhafte Parametrierung:	
30002	Effektive Stellwertdifferenz < 5 %	Stellwertdifferenz TUN_DLMN korrigieren.
30005	Die Abtastzeiten CYCLE und CYCLE_P weichen um mehr als 5% von den gemessenen Werten ab.	Vergleichen Sie CYCLE und CYCLE_P mit der Zykluszeit der Weckalarmebene und beachten Sie evtl. vorhandene Aufrufverteiler. Prüfen Sie die Auslastung der CPU. Eine zu stark ausgelastete CPU führt zu verlängerten Abtastzeiten, die nicht zu CYCLE bzw. CYCLE_P passen.

### Hinweis

Wenn Sie die Optimierung in Phase 1 oder 2 abbrechen, wird STATUS\_H = 0. STATUS\_D zeigt jedoch immer noch den Zustand der letzten Reglerberechnung an.

Je größer der Wert von STATUS\_D, desto höher die Ordnung der Regelstrecke, desto größer das Verhältnis TU/TA und desto sanfter die Reglerparameter.

<b>STATUS_D</b>	<b>Beschreibung</b>
0	Es wurden keine Reglerparameter berechnet
110	$N\_PTN \leq 1.5$ Streckentyp I schnell
121	$N\_PTN > 1.5$ Streckentyp I
200	$N\_PTN > 1.9$ Streckentyp II (Übergangsbereich)
310	$N\_PTN \geq 2.1$ Streckentyp III schnell
320	$N\_PTN > 2.6$ Streckentyp III
111, 122, 201, 311, 321	Parameter wurden von Phase 7 korrigiert.

## B Abkürzungsverzeichnis

<b>Abkürzung</b>	<b>Erläuterung</b>
BREAK_TM	Mindestpausendauer [s]
COM_RST	Neustart
CON_ZONE	Regelzonenbreite
CONZ_ON	Regelzone einschalten
CYCLE	Abtastzeit [s]
CYCLE_P	Abtastzeit des Impulsformers [s]
D_F	Differenzierfaktor
DEADB_W	Totzonenbreite
DISV	Störgröße
ER	Regeldifferenz
FIL_CYC	Anzahl der Zyklen des Mittelwertfilters
GAIN	Reglerverstärkung
GAIN_P	Prozessverstärkung
I_ITL_ON	I-Anteil setzen
I_ITLVAL	Initialisierungswert für I-Anteil
INT_HNEG	I-Anteil blockieren in negative Richtung
INT_HPOS	I-Anteil blockieren in positive Richtung
KIG	Maximaler Istwertanstieg bei einer Stellgrößenanregung von 0 nach 100 % [1/s]
LMN	Stellwert
LMN_D	D-Anteil
LMN_FAC	Stellwertfaktor
LMN_HLM	Stellwert obere Begrenzung
LMN_I	I-Anteil
LMN_LLM	Stellwert untere Begrenzung
LMN_OFFS	Stellwertoffset
LMN_P	P-Anteil
LMN_PER	Stellwert Peripherie
LMN0	Stellwert zu Beginn der Optimierung
LMNDN	Stellwertsignal Tief
LMNR_HS	Oberes Anschlagsignal der Stellungsrückmeldung

<b>Abkürzung</b>	<b>Erläuterung</b>
LMNR_LS	<b>Unteres Anschlagsignal der Stellungsrückmeldung</b>
LMNS_ON	<b>Handbetrieb der Stellwertsignale einschalten</b>
LMNUP	<b>Stellwertsignal Hoch</b>
LOAD_PID	<b>Optimierte PID-Parameter laden</b>
MAN	<b>Handwert</b>
MAN_ON	<b>Handbetrieb einschalten</b>
MTR_TM	<b>Motorstellzeit [s]</b>
N_PTN	<b>Prozessordnung</b>
NOI_PVDT	<b>Rauschanteil in PVDT_MAX in %</b>
NOISE_PV	<b>Absolutes Rauschen im Istwert</b>
P_B_TM	<b>Mindestimpuls- bzw. Mindestpausendauer [s]</b>
P_INF	<b>Istwert am Wendepunkt – PV0</b>
PAR_SAVE	<b>Gespeicherte PID Reglerparameter</b>
PER_MODE	<b>Peripherie Betriebsart</b>
PER_TM	<b>Periodendauer [s]</b>
PFAC_SP	<b>Proportionalfaktor bei Sollwertänderungen</b>
PHASE	<b>Phasenanzeige der Regleroptimierung</b>
PI_CON	<b>PI Reglerparameter</b>
PID_CON	<b>PID Reglerparameter</b>
PID_ON	<b>PID Betriebsart einschalten</b>
POI_CMAX	<b>Maximale Anz. Zyklen nach Wendepunkt</b>
POI_CYCL	<b>Anzahl Zyklen nach Wendepunkt</b>
PULSE_ON	<b>Impulsformer einschalten</b>
PULSE_TM	<b>Mindestimpulsdauer [s]</b>
PV	<b>Istwert</b>
PV_FAC	<b>Istwertfaktor</b>
PV_IN	<b>Istwert Eingang</b>
PV_OFFS	<b>Istwertoffset</b>
PV_PER	<b>Istwert Peripherie</b>
PV0	<b>Istwert zu Beginn der Optimierung</b>
PVDT	<b>Momentane Istwertsteigung [1/s]</b>
PVDT_MAX	<b>Max. Änderung des Istwertes pro Sekunde [1/s]</b>
PVDT0	<b>Istwertsteigung zu Beginn der Optimierung [1/s]</b>
PVPER_ON	<b>Istwert Peripherie einschalten</b>
QC_ACT	<b>Kontinuierlicher Regleranteil wird beim nächsten Aufruf bearbeitet</b>
QLMN_HLM	<b>Obere Begrenzung des Stellwertes angesprochen</b>
QLMN_LLM	<b>Untere Begrenzung des Stellwertes angesprochen</b>

<b>Abkürzung</b>	<b>Erläuterung</b>
QLMNDN	<b>Stellwertsignal Tief</b>
QLMNUP	<b>Stellwertsignal Hoch</b>
QPULSE	<b>Pulsausgang</b>
QTUN_RUN	<b>Optimierung läuft (Phase 2)</b>
SAVE_PAR	<b>Aktuelle Reglerparameter sichern</b>
SELECT	<b>Auswahl des Aufrufverhaltens von PID und Impulsformer</b>
SP_INT	<b>Interner Sollwert</b>
STATUS_D	<b>Status Reglerentwurf der Regleroptimierung</b>
STATUS_H	<b>Status Heizen der Regleroptimierung</b>
T_P_INF	<b>Zeit bis zum Wendepunkt [s]</b>
TA	<b>Ausgleichszeit des Prozesses [s]</b>
TD	<b>Differenzierzeit bzw. Vorhaltezeit [s]</b>
TI	<b>Integrationszeit bzw. Nachstellzeit [s]</b>
TM_LAG_P	<b>Zeitkonstante eines PTN-Modells [s]</b>
TU	<b>Verzugszeit des Prozesses [s]</b>
TUN_DLMN	<b>Delta-Stellwert für Prozessanregung</b>
TUN_KEEP	<b>Optimierbetrieb halten</b>
TUN_ON	<b>Regleroptimierung einschalten</b>
TUN_ST	<b>Regleroptimierung starten</b>
UNDO_PAR	<b>Rückgängigmachen der Reglerparameteränderung</b>



# Index

<b>A</b>	
Arbeitsbereich .....	3-3
<b>B</b>	
Beispiel mit FB 58 "TCONT_CP" .....	6-2, 6-6, 6-7
Beispiel mit FB 59 "TCONT_S" .....	6-11
<b>C</b>	
CYCLE .....	2-15
CYCLE_P .....	2-15, 2-17
<b>E</b>	
Einschwingverhalten .....	3-3
Erste Schritte .....	5-1
<b>F</b>	
FB 58 "TCONT_CP"	
Anwendung .....	1-3
Beispiel .....	6-2, 6-6, 6-7
Beschreibung .....	1-3
Blockschaltbild .....	2-13
Blockschaltbild PID-Algorithmus .....	2-4, 2-9, 2-12, 3-2, 3-4, 3-5
Blockschaltbild Regeldifferenzbildung .....	2-1
Blockschaltbild Reglerparameter speichern und zurückladen .....	2-9
Grob-Strukturbild .....	1-3
Handwertverarbeitung .....	2-7
Impulsformer .....	2-11
Impulsrasterbreite .....	2-15
Initialisierung .....	2-14, 2-15, 2-18
Instanz-DB .....	A-2
Integrierer .....	2-5
Istwertauswahl .....	2-1
Istwertformatumwandlung .....	2-2
Istwertnormierung .....	2-2
Istwertnormierung, Beispiel .....	2-3
Kühlprozess .....	1-3
P-Anteil abschwächen .....	2-5
PID-Algorithmus .....	2-4
Regeldifferenzbildung .....	2-1, 2-3
Regelzone .....	2-6
Regler-Abtastzeit .....	2-15, 2-16
Regleroptimierung .....	3-1
Reglerparameter speichern .....	2-9
Reglerparameter zurückladen .....	2-9
Sollwertzweig .....	2-1
Stellwertbegrenzung .....	2-8
Stellwertberechnung .....	2-9, 2-12, 3-2, 3-4, 3-5
Stellwertnormierung .....	2-8
Störgrößenaufschaltung .....	2-6
Totzone .....	2-3
Vorbereitungen .....	3-6
FB 59 "TCONT_S" .....	1-4
Abtastzeit .....	4-7
Anwendung .....	1-4
Beschreibung .....	1-4
Blockschaltbild .....	4-5
Initialisierung .....	4-7
Instanz-DB .....	A-15
Istwertauswahl .....	4-1
Istwertnormierung .....	4-2
Istwertumwandlung .....	4-2
PI-Schrittregler-Algorithmus .....	4-4
Regeldifferenzbildung .....	4-1, 4-3
Sollwertzweig .....	4-1
Totzone .....	4-3
<b>I</b>	
Impulsformer .....	2-11
Impulsrasterbreite .....	2-15
Instanz-DB zu FB 58 "TCONT_CP" .....	A-2
Instanz-DB zu FB 59 "TCONT_S" .....	A-15
<b>K</b>	
Kühlprozess .....	1-3
Kühlstrecke .....	1-3
<b>L</b>	
Liesmich-Datei .....	1-2
Linearität .....	3-3
<b>N</b>	
Nachoptimierung im Regelbetrieb .....	3-17
<b>P</b>	
PI-Schrittregler-Algorithmus .....	4-4
Störgrößenaufschaltung .....	4-4
Produktlandschaft .....	1-1
Pulsweitenmodulation .....	2-11
PULSEGEN .....	2-11

## R

Regeln .....	6-1
Regler-Abtastzeit .....	2-15, 2-16, 4-7
Regleroptimierung.....	3-1
abbrechen .....	3-12
Ergebnis.....	3-12
Gesamtablauf.....	3-4
nachbessern .....	3-17
Problemfälle.....	3-13
Rückmeldungen.....	A-19
schwache Wärmekopplung.....	3-21

starten .....	3-9
Rückmeldungen der Optimierung.....	A-19

## S

Software	
installieren .....	1-1
STATUS_H.....	A-19
Störeinflüsse.....	3-3
Streckentyp	
überprüfen .....	3-11
Streckentypen .....	3-2