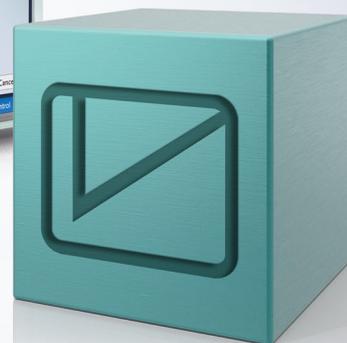
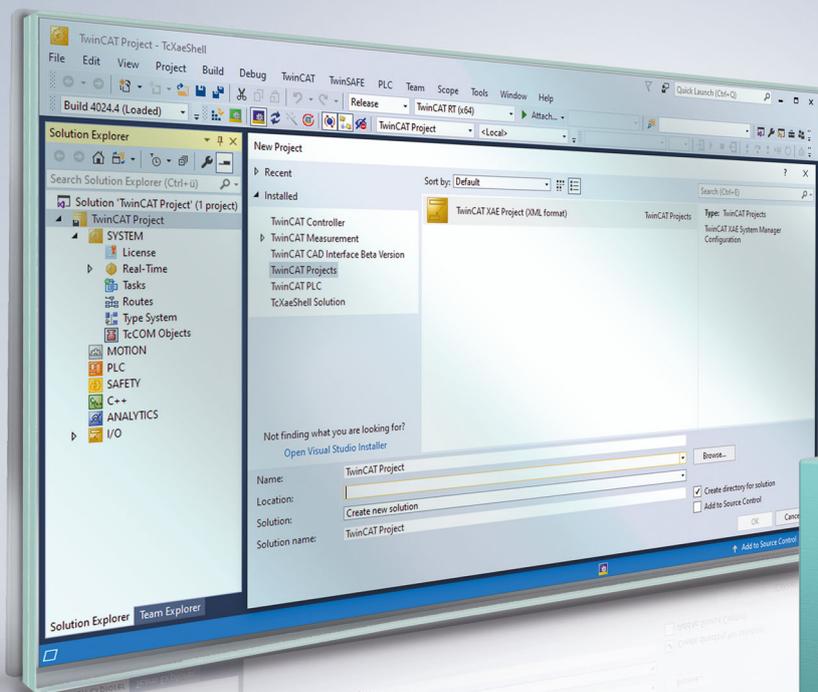


BECKHOFF New Automation Technology

Handbuch | DE

TF4110

TwinCAT 3 | Temperature Controller



Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	5
1.1	Hinweise zur Dokumentation	5
1.2	Sicherheitshinweise	6
1.3	Hinweise zur Informationssicherheit	7
2	Produktübersicht	8
3	Installation	9
3.1	Systemvoraussetzungen	9
3.2	Installation	9
3.3	Lizenzierung	12
4	Konfiguration	15
4.1	Prinzipschaltbild	15
4.2	Sollwertaufbereitung	15
4.3	Stellgrößenaufbereitung	17
4.4	Schrittweise Inbetriebnahme des Reglers.....	17
5	SPS-Bibliotheken	21
5.1	Funktionsbaustein	21
5.1.1	FB_CTRL_TempController	21
5.1.2	Definition der Strukturen	23
5.1.3	FB_TempController	30
5.1.4	Definition der Strukturen	32
5.1.5	FB_CTRL_TempController_DistComp.....	39
5.1.6	Definition der Strukturen (ST_CTRL_DistCompParameter)	41
5.2	Globale Konstanten.....	41
5.2.1	Version der Bibliothek	41
6	Beispiel	43
7	Anhang	44
7.1	Regelalgorithmus	44
7.2	Alarm	45
7.3	Selftuning	45
7.4	Störgrößenkompensation	46

1 Vorwort

1.1 Hinweise zur Dokumentation

Diese Beschreibung wendet sich ausschließlich an ausgebildetes Fachpersonal der Steuerungs- und Automatisierungstechnik, das mit den geltenden nationalen Normen vertraut ist.

Zur Installation und Inbetriebnahme der Komponenten ist die Beachtung der Dokumentation und der nachfolgenden Hinweise und Erklärungen unbedingt notwendig.

Das Fachpersonal ist verpflichtet, für jede Installation und Inbetriebnahme die zu dem betreffenden Zeitpunkt veröffentlichte Dokumentation zu verwenden.

Das Fachpersonal hat sicherzustellen, dass die Anwendung bzw. der Einsatz der beschriebenen Produkte alle Sicherheitsanforderungen, einschließlich sämtlicher anwendbaren Gesetze, Vorschriften, Bestimmungen und Normen erfüllt.

Disclaimer

Diese Dokumentation wurde sorgfältig erstellt. Die beschriebenen Produkte werden jedoch ständig weiter entwickelt.

Wir behalten uns das Recht vor, die Dokumentation jederzeit und ohne Ankündigung zu überarbeiten und zu ändern.

Aus den Angaben, Abbildungen und Beschreibungen in dieser Dokumentation können keine Ansprüche auf Änderung bereits gelieferter Produkte geltend gemacht werden.

Marken

Beckhoff®, TwinCAT®, TwinCAT/BSD®, TC/BSD®, EtherCAT®, EtherCAT G®, EtherCAT G10®, EtherCAT P®, Safety over EtherCAT®, TwinSAFE®, XFC®, XTS® und XPlanar® sind eingetragene und lizenzierte Marken der Beckhoff Automation GmbH.

Die Verwendung anderer in dieser Dokumentation enthaltenen Marken oder Kennzeichen durch Dritte kann zu einer Verletzung von Rechten der Inhaber der entsprechenden Bezeichnungen führen.

Patente

Die EtherCAT-Technologie ist patentrechtlich geschützt, insbesondere durch folgende Anmeldungen und Patente:

EP1590927, EP1789857, EP1456722, EP2137893, DE102015105702

mit den entsprechenden Anmeldungen und Eintragungen in verschiedenen anderen Ländern.

EtherCAT®

EtherCAT® ist eine eingetragene Marke und patentierte Technologie lizenziert durch die Beckhoff Automation GmbH, Deutschland

Copyright

© Beckhoff Automation GmbH & Co. KG, Deutschland.

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet.

Zu widerhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

1.2 Sicherheitshinweise

Sicherheitsbestimmungen

Beachten Sie die folgenden Sicherheitshinweise und Erklärungen!
Produktspezifische Sicherheitshinweise finden Sie auf den folgenden Seiten oder in den Bereichen Montage, Verdrahtung, Inbetriebnahme usw.

Haftungsausschluss

Die gesamten Komponenten werden je nach Anwendungsbestimmungen in bestimmten Hard- und Software-Konfigurationen ausgeliefert. Änderungen der Hard- oder Software-Konfiguration, die über die dokumentierten Möglichkeiten hinausgehen, sind unzulässig und bewirken den Haftungsausschluss der Beckhoff Automation GmbH & Co. KG.

Qualifikation des Personals

Diese Beschreibung wendet sich ausschließlich an ausgebildetes Fachpersonal der Steuerungs-, Automatisierungs- und Antriebstechnik, das mit den geltenden Normen vertraut ist.

Erklärung der Symbole

In der vorliegenden Dokumentation werden die folgenden Symbole mit einem nebenstehenden Sicherheitshinweis oder Hinweistext verwendet. Die Sicherheitshinweise sind aufmerksam zu lesen und unbedingt zu befolgen!

GEFAHR

Akute Verletzungsgefahr!

Wenn der Sicherheitshinweis neben diesem Symbol nicht beachtet wird, besteht unmittelbare Gefahr für Leben und Gesundheit von Personen!

WARNUNG

Verletzungsgefahr!

Wenn der Sicherheitshinweis neben diesem Symbol nicht beachtet wird, besteht Gefahr für Leben und Gesundheit von Personen!

VORSICHT

Schädigung von Personen!

Wenn der Sicherheitshinweis neben diesem Symbol nicht beachtet wird, können Personen geschädigt werden!

HINWEIS

Schädigung von Umwelt oder Geräten

Wenn der Hinweis neben diesem Symbol nicht beachtet wird, können Umwelt oder Geräte geschädigt werden.

Tipp oder Fingerzeig

i Dieses Symbol kennzeichnet Informationen, die zum besseren Verständnis beitragen.

1.3 Hinweise zur Informationssicherheit

Die Produkte der Beckhoff Automation GmbH & Co. KG (Beckhoff) sind, sofern sie online zu erreichen sind, mit Security-Funktionen ausgestattet, die den sicheren Betrieb von Anlagen, Systemen, Maschinen und Netzwerken unterstützen. Trotz der Security-Funktionen sind die Erstellung, Implementierung und ständige Aktualisierung eines ganzheitlichen Security-Konzepts für den Betrieb notwendig, um die jeweilige Anlage, das System, die Maschine und die Netzwerke gegen Cyber-Bedrohungen zu schützen. Die von Beckhoff verkauften Produkte bilden dabei nur einen Teil des gesamtheitlichen Security-Konzepts. Der Kunde ist dafür verantwortlich, dass unbefugte Zugriffe durch Dritte auf seine Anlagen, Systeme, Maschinen und Netzwerke verhindert werden. Letztere sollten nur mit dem Unternehmensnetzwerk oder dem Internet verbunden werden, wenn entsprechende Schutzmaßnahmen eingerichtet wurden.

Zusätzlich sollten die Empfehlungen von Beckhoff zu entsprechenden Schutzmaßnahmen beachtet werden. Weiterführende Informationen über Informationssicherheit und Industrial Security finden Sie in unserem <https://www.beckhoff.de/secguide>.

Die Produkte und Lösungen von Beckhoff werden ständig weiterentwickelt. Dies betrifft auch die Security-Funktionen. Aufgrund der stetigen Weiterentwicklung empfiehlt Beckhoff ausdrücklich, die Produkte ständig auf dem aktuellen Stand zu halten und nach Bereitstellung von Updates diese auf die Produkte aufzuspielen. Die Verwendung veralteter oder nicht mehr unterstützter Produktversionen kann das Risiko von Cyber-Bedrohungen erhöhen.

Um stets über Hinweise zur Informationssicherheit zu Produkten von Beckhoff informiert zu sein, abonnieren Sie den RSS Feed unter <https://www.beckhoff.de/secinfo>.

2 Produktübersicht

Der TwinCAT Temperature Controller ist ein universell einsetzbarer SPS-Baustein zum Überwachen und Regeln von verschiedenen temperaturabhängigen Prozessen. Der Regler lässt sich betreiben im

- Automatikbetrieb (Closed loop) und
- Handbetrieb (Open loop).

Die Stellgröße kann analog und digital abgegriffen werden. Die digitale Stellgröße ist pulswertenmoduliert (PWM). Ein Zweipunkt- bzw. Dreipunktausgang steht auch zur Verfügung. Die Stellgröße ist begrenzt auf die zulässigen Minimal- bzw. Maximalwerte.

Die Sollgröße ist auch auf zulässige Minimal- bzw. Maximalwerte begrenzt und kann weiterhin gerammt werden. Zur einfachen Umschaltung von Sollwert zu Standby-Sollwert steht ein Bit im Interface des Bausteins zur Verfügung. Zur Unterstützung des sogenannten Heater-Bakings kann ein Soft-Start parametrierbar werden. Hierzu wird der Sollwert (optional gerammt) auf einen niedrigen Sollwert hochgefahren, dort für eine gewisse Zeit gehalten und dann zum eigentlichen Sollwert (optional gerammt) hochgefahren.

Die Istgröße kann digital gefiltert werden.

Der Regelalgorithmus ist PID basiert. Zur Verringerung des Überschwingens kann zusätzlich ein Vorregler eingesetzt werden.

Der Regler besitzt diverse parametrierbare Überwachungsfunktionen. Es gibt eine

- Toleranzbandüberwachung (zwei unterschiedliche Toleranzbänder),
- Absolutwertüberwachung,
- Geberüberwachung (offen, Backvoltage, reverse) und
- und eine Heizstromüberwachung (offen, Kurzschluss, Leckstrom).

Um die Inbetriebnahme des Reglers wesentlich zu vereinfachen, gibt es einen Algorithmus zur Ermittlung der optimalen Reglerparameter. Dieser Algorithmus wertet einen Sprung aus und ermittelt über die Wendetangentenmethode die maximale Geschwindigkeit und die Verzugszeit der Strecke. Mit diesen Angaben kann ein Regler nach den Regeln von Chien, Hrones und Reswick entworfen werden. Hier werden auch die Parameter des Vorreglers ermittelt. Sollten schon die Reglerparameter schon bekannt sein, so kann der Regler auch mit diesen externen Parametern betrieben werden. Die Ermittlung der Reglerparameter kann für Heiz- und Kühlstrecke getrennt ermittelt werden. Ein entsprechender Ablauf des Tuning-Vorgangs kann vorgewählt werden. Sollte für das Kühlen kein getrennter Parametersatz ermittelt werden, dann ist es auch möglich, den Heizparametersatz mittels eines frei wählbaren Skalierungsfaktors auch für die Kühlstrecke zu verwenden.

[Schrittweise Inbetriebnahme des Reglers \[▶ 17\]](#).

[Dokumentation des Funktionsblocks \[▶ 21\]](#) und der notwendigen Strukturen.

3 Installation

3.1 Systemvoraussetzungen

Die folgenden Systemvoraussetzungen müssen für eine ordnungsgemäße Funktion der TC3 Function Temperature Controller erfüllt sein.

Entwicklungsumgebung

Eine Entwicklungsumgebung beschreibt einen Computer, auf dem SPS-Programme entwickelt, aber nicht ausgeführt werden. Auf einem Entwicklungscomputer muss folgendes installiert sein:

- TwinCAT 3 XAE (Engineering) Build 4012 oder höher
- TwinCAT 3 Function TF4110 Temperature Controller Version 3.3.0.0 oder höher
- Bitte beachten Sie: Für die Entwicklungsumgebung kann (auch mehrfach) eine 7-Tage Testlizenz genutzt werden, siehe [Lizenzierung](#) [► 12].

Laufzeitumgebung

Eine Laufzeitumgebung beschreibt einen Computer, auf dem SPS-Programme ausgeführt werden. Auf einem Laufzeitcomputer muss folgendes installiert sein:

- TwinCAT3 XAR Build 4012 oder höher
- Installation von TC1200 PLC und TF4110 Temperature Controller
- Lizenzen für TC1200 PLC und TF4110 Temperature Controller
Beachten Sie: Für Testzwecke kann eine 7-Tage Testlizenz genutzt werden, siehe [Lizenzierung](#) [► 12].

Entwickler- und Laufzeit auf einem Computer

Sollen auf einem Computer Laufzeit- und Entwicklungsumgebung laufen (z.B. um ein SPS-Programm zu testen, bevor es auf den Ziel-Computer geladen wird), müssen folgende Anforderungen erfüllt sein:

- TwinCAT3 XAE (engineering installation) build 4012 or higher
- Lizenzen für TC1200 PLC und TF4110 Temperature Controller
- Bitte beachten Sie: Für Testzwecke kann eine 7-Tage Testlizenz genutzt werden, siehe [Lizenzierung](#) [► 12].

3.2 Installation

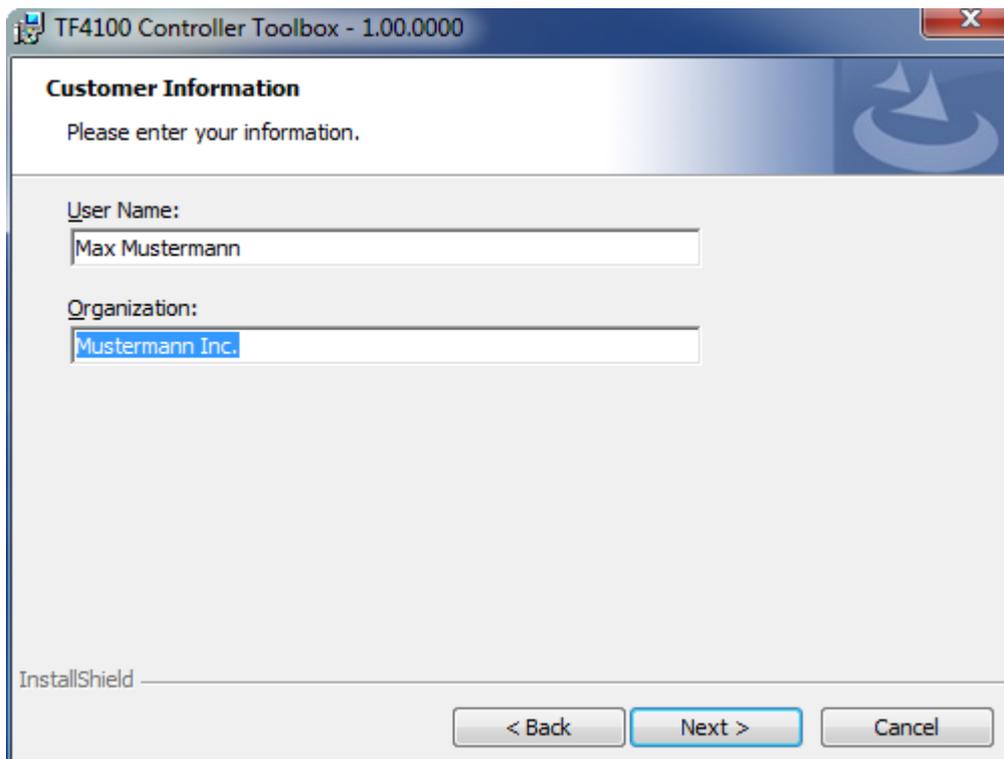
Nachfolgend wird beschrieben, wie die TwinCAT 3 Function für Windows-basierte Betriebssysteme installiert wird.

- ✓ Die Setup-Datei der TwinCAT 3 Function wurde von der Beckhoff-Homepage heruntergeladen.
1. Führen Sie die Setup-Datei als Administrator aus. Wählen Sie dazu im Kontextmenü der Datei den Befehl **Als Administrator ausführen**.
 - ⇒ Der Installationsdialog öffnet sich.

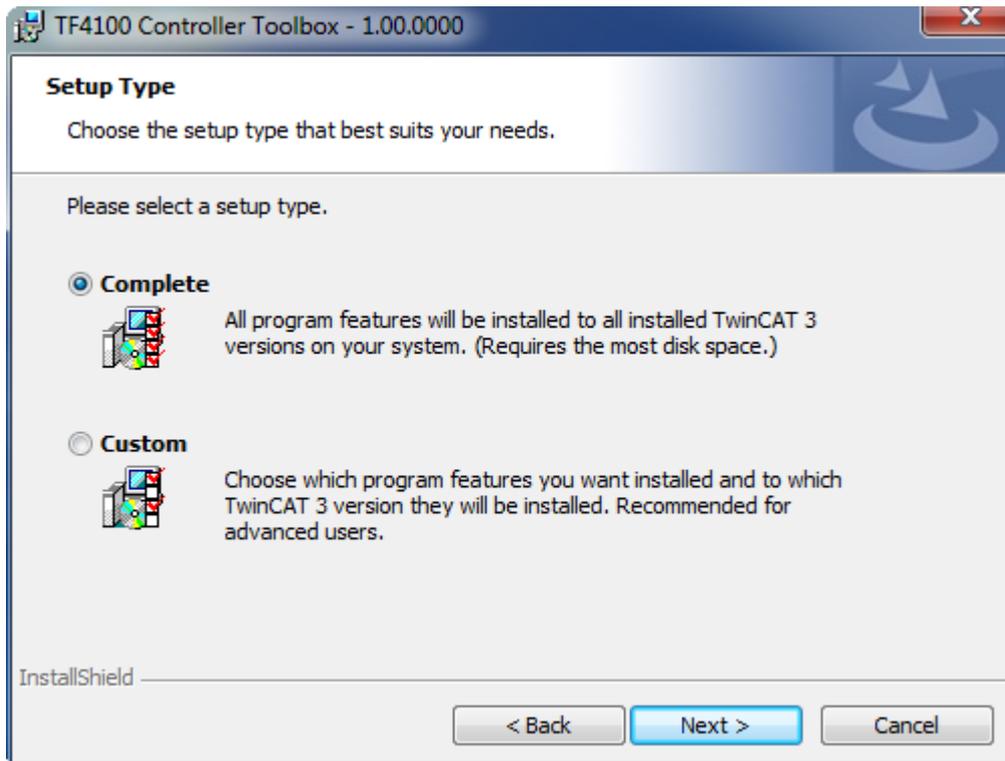
2. Akzeptieren Sie die Endbenutzerbedingungen und klicken Sie auf **Next**.



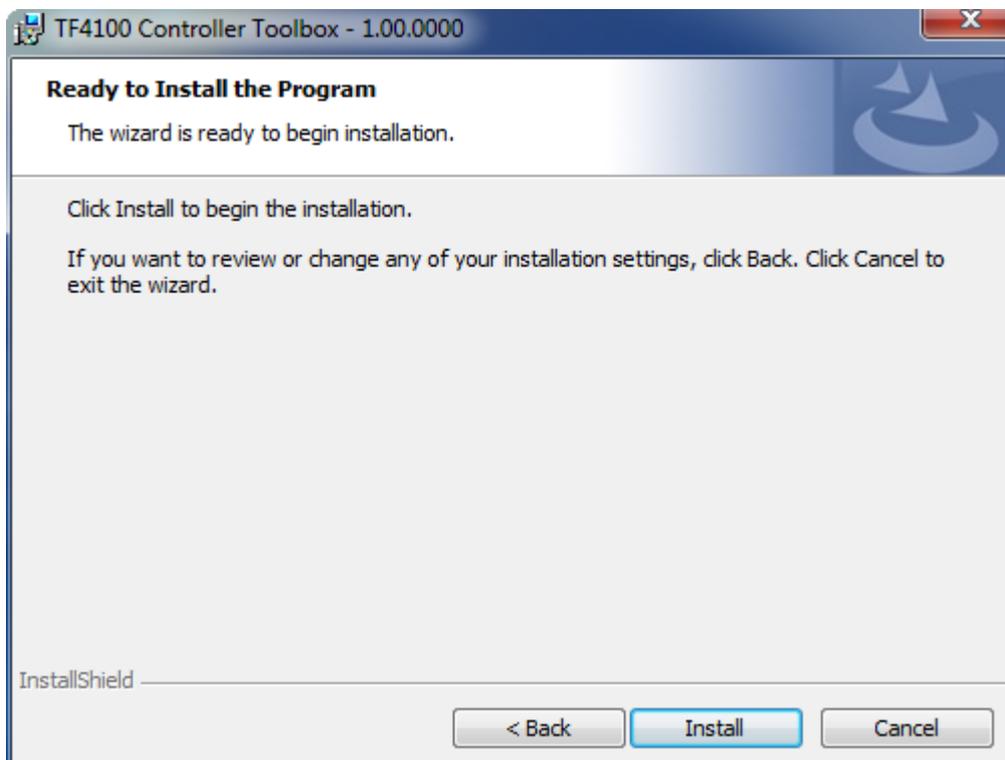
3. Geben Sie Ihre Benutzerdaten ein.



4. Wenn Sie die TwinCAT 3 Function vollständig installieren möchten, wählen Sie **Complete** als Installationstyp. Wenn Sie die Komponenten der TwinCAT 3 Function separat installieren möchten, wählen Sie **Custom**.

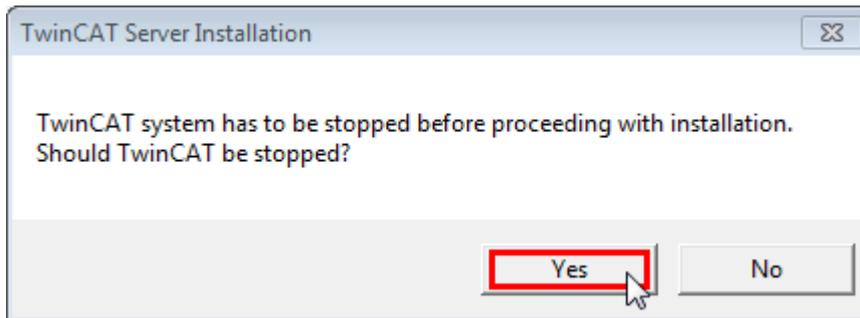


5. Wählen Sie **Next** und anschließend **Install**, um die Installation zu beginnen.

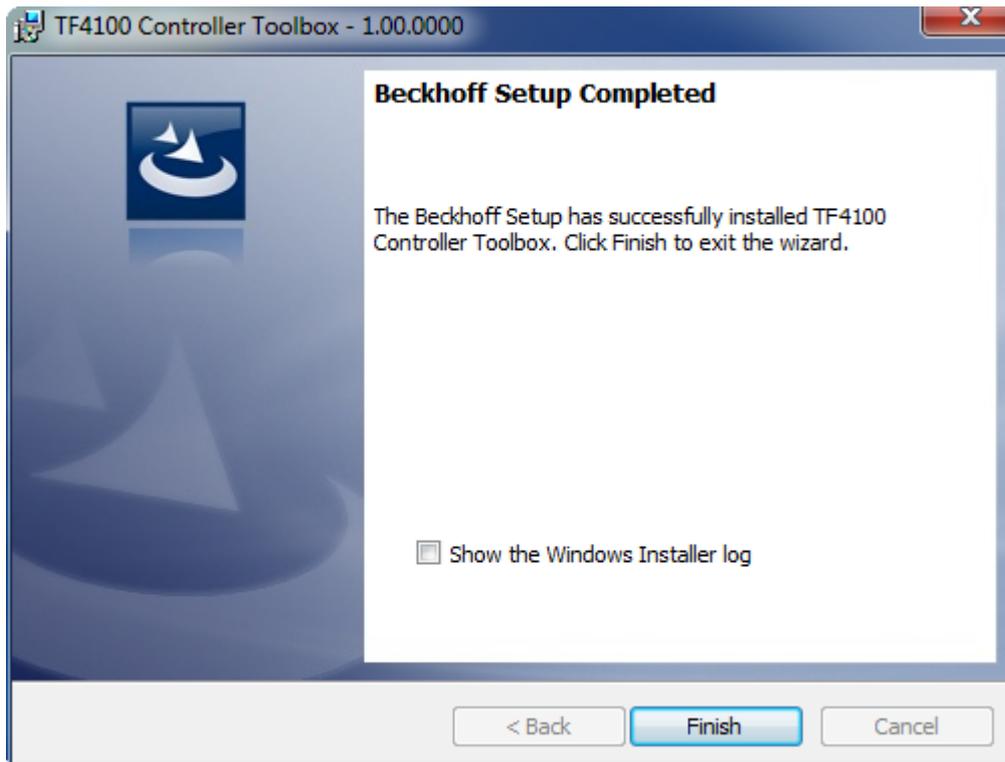


- ⇒ Ein Dialog weist Sie darauf hin, dass das TwinCAT-System für die weitere Installation gestoppt werden muss.

6. Bestätigen Sie den Dialog mit **Yes**.



7. Wählen Sie **Finish**, um das Setup zu beenden.



- ⇒ Die TwinCAT 3 Function wurde erfolgreich installiert und kann lizenziert werden (siehe [Lizenzierung](#) [► 12]).

3.3 Lizenzierung

Die TwinCAT 3 Function ist als Vollversion oder als 7-Tage-Testversion freischaltbar. Beide Lizenztypen sind über die TwinCAT-3-Entwicklungsumgebung (XAE) aktivierbar.

Lizenzierung der Vollversion einer TwinCAT 3 Function

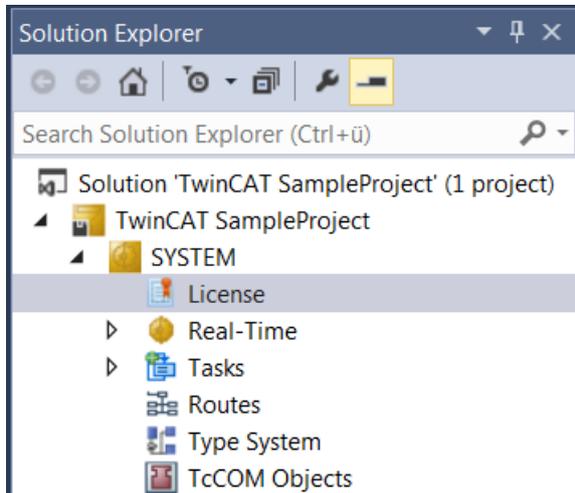
Die Beschreibung der Lizenzierung einer Vollversion finden Sie im Beckhoff Information System in der Dokumentation „[TwinCAT 3 Lizenzierung](#)“.

Lizenzierung der 7-Tage-Testversion einer TwinCAT 3 Function

i Eine 7-Tage-Testversion kann nicht für einen TwinCAT 3 Lizenzdongle freigeschaltet werden.

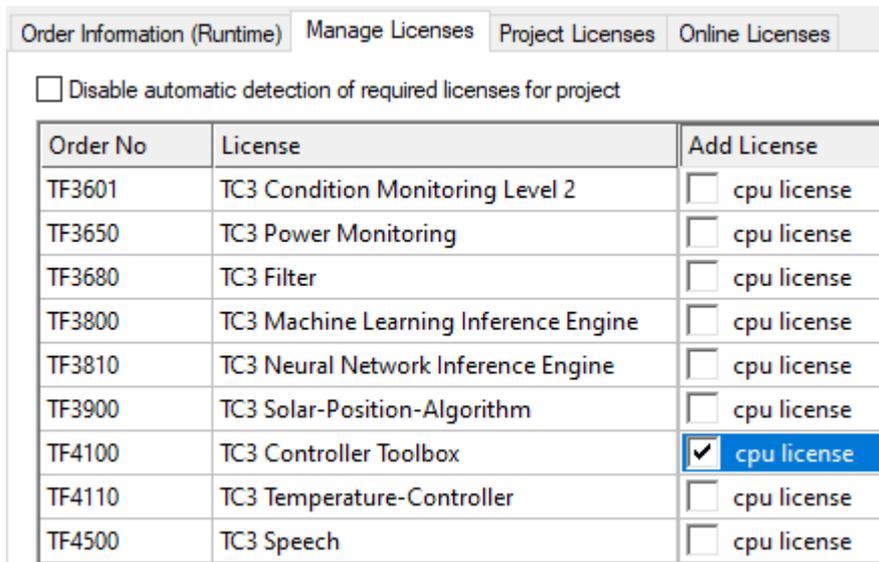
1. Starten Sie die TwinCAT-3-Entwicklungsumgebung (XAE).

2. Öffnen Sie ein bestehendes TwinCAT-3-Projekt oder legen Sie ein neues Projekt an.
3. Wenn Sie die Lizenz für ein Remote-Gerät aktivieren wollen, stellen Sie das gewünschte Zielsystem ein. Wählen Sie dazu in der Symbolleiste in der Drop-down-Liste **Choose Target System** das Zielsystem aus.
 - ⇒ Die Lizenzierungseinstellungen beziehen sich immer auf das eingestellte Zielsystem. Mit der Aktivierung des Projekts auf dem Zielsystem werden automatisch auch die zugehörigen TwinCAT-3-Lizenzen auf dieses System kopiert.
4. Klicken Sie im **Solution Explorer** im Teilbaum **SYSTEM** doppelt auf **License**.



⇒ Der TwinCAT-3-Lizenzmanager öffnet sich.

5. Öffnen Sie die Registerkarte **Manage Licenses**. Aktivieren Sie in der Spalte **Add License** das Auswahlkästchen für die Lizenz, die Sie Ihrem Projekt hinzufügen möchten (z. B. „TF4100 TC3 Controller Toolbox“).



6. Öffnen Sie die Registerkarte **Order Information (Runtime)**.
 - ⇒ In der tabellarischen Übersicht der Lizenzen wird die zuvor ausgewählte Lizenz mit dem Status „missing“ angezeigt.

7. Klicken Sie auf **7 Days Trial License...**, um die 7-Tage-Testlizenz zu aktivieren.

The screenshot shows the 'License Management' window with several sections:

- Order Information (Runtime)**: Includes tabs for 'Manage Licenses', 'Project Licenses', and 'Online Licenses'. Below are fields for 'License Device' (set to 'Target (Hardware Id)'), 'System Id' (2DB25408-B4CD-81DF-5488-6A3D9B49EF19), and 'Platform' (other (91)).
- License Request**: Includes a 'Provider' dropdown set to 'Beckhoff Automation', a 'Generate File...' button, and input fields for 'License Id', 'Customer Id', and 'Comment'.
- License Activation**: This section is highlighted with a red box and contains two buttons: '7 Days Trial License...' and 'License Response File...'.

⇒ Es öffnet sich ein Dialog, der Sie auffordert, den im Dialog angezeigten Sicherheitscode einzugeben.

The 'Enter Security Code' dialog box contains the following elements:

- Title: 'Enter Security Code' with a close button (X).
- Text: 'Please type the following 5 characters:'
- Code display: A box showing the code 'Kg8T4'.
- Input field: A two-character input field with a red border, currently empty.
- Buttons: 'OK' (highlighted with a red box) and 'Cancel'.

8. Geben Sie den Code genauso ein, wie er angezeigt wird, und bestätigen Sie ihn.

9. Bestätigen Sie den nachfolgenden Dialog, der Sie auf die erfolgreiche Aktivierung hinweist.

⇒ In der tabellarischen Übersicht der Lizenzen gibt der Lizenzstatus nun das Ablaufdatum der Lizenz an.

10. Starten Sie das TwinCAT-System neu.

⇒ Die 7-Tage-Testversion ist freigeschaltet.

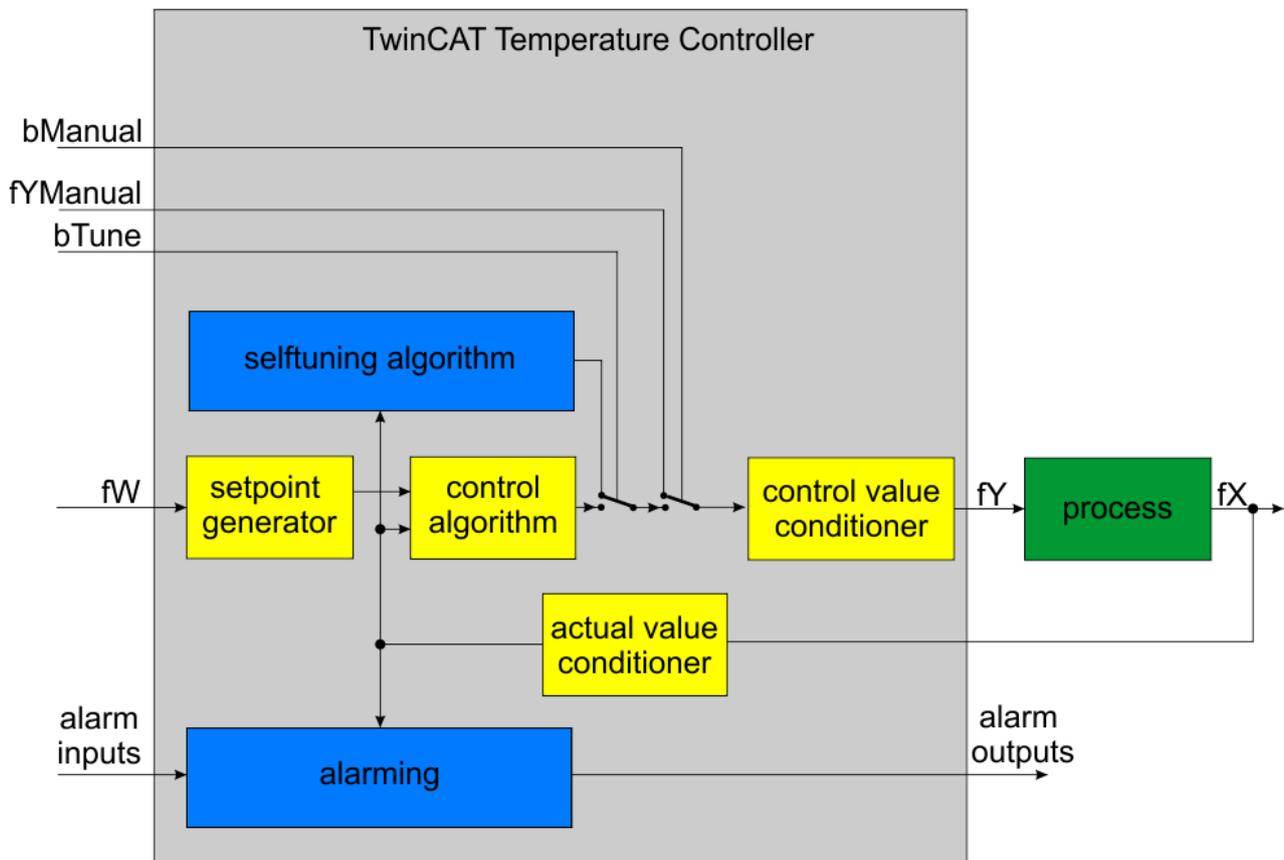
4 Konfiguration

4.1 Prinzipschaltbild

Der TwinCAT Temperature Controller besteht aus einer Reihe von Funktionsbausteinen. Es gibt folgende Funktionsbausteine:

- Selftuning Algorithmus (FB_Selftuner)
- Regelalgorithmus (FB_ControlAlgorithm)
- Sollwertgenerator (FB_SetpointConditioner)
- Stellgrößengenerator (FB_ControlValueConditioner)
- Alarming (FB_Alarming)

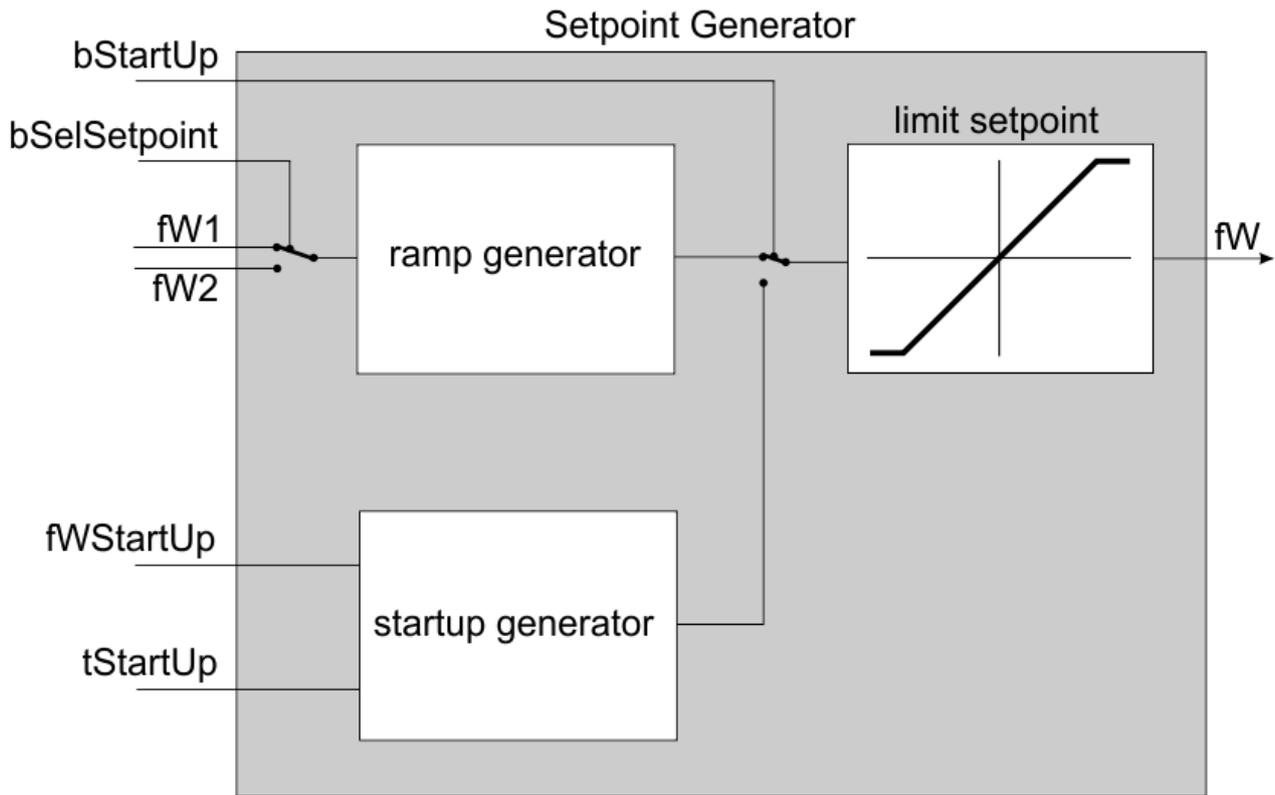
Diese Funktionsbausteine rufen wiederum eine Reihe weiterer untergeordneter Funktionsbausteine auf:



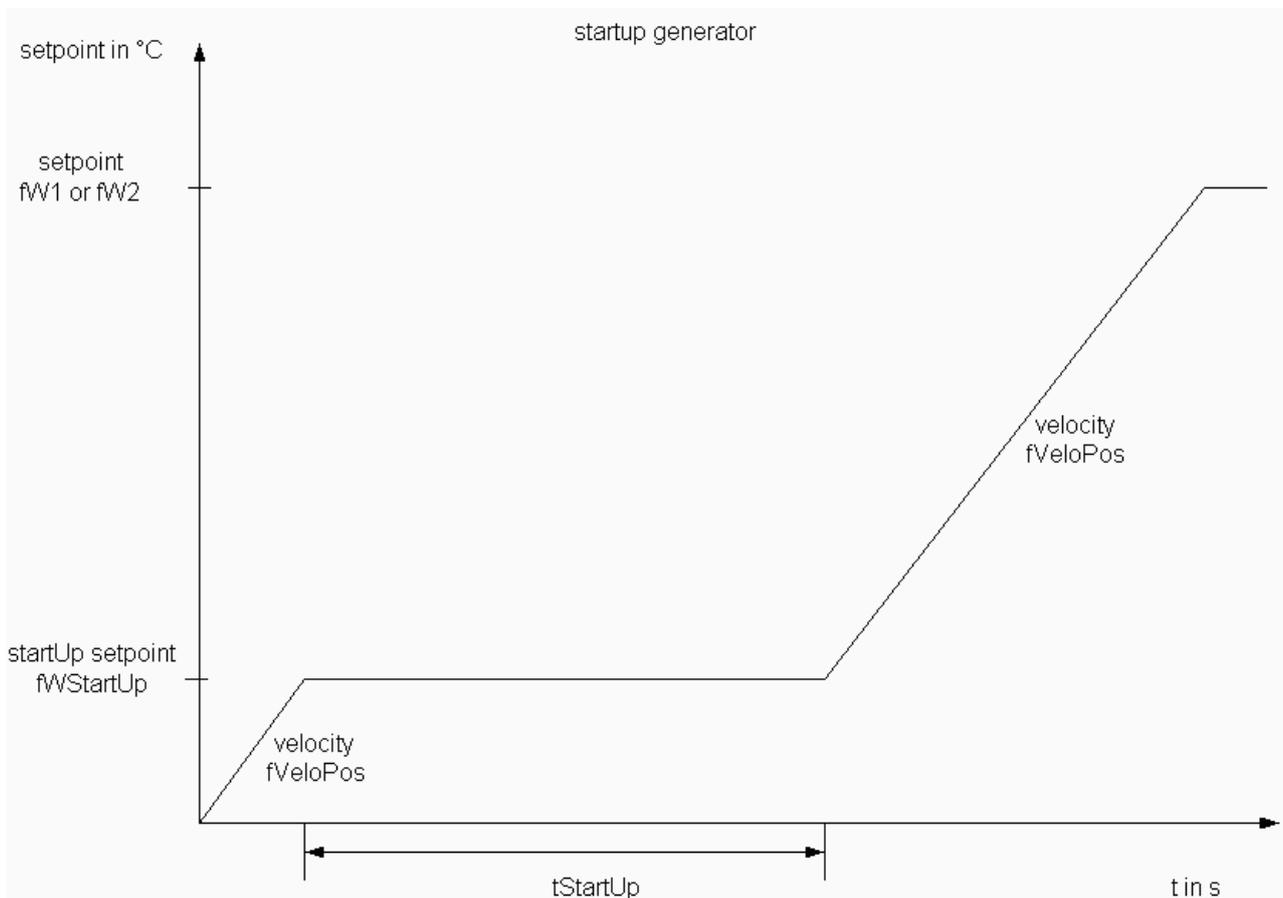
4.2 Sollwertaufbereitung

Die Sollwerte können über ein Bit umgeschaltet werden. Neben dem eigentlichen Sollwert gibt es noch einen Standby-Sollwert. Mit dem Standby-Sollwert kann die Temperatur in Pausen auf einen niedrigeren Wert zur Energieeinsparung reduziert werden. Bei Bedarf können die Sollwertgrößen sprünge verrampft werden. Im Parametersatz für die Sollwerte stehen eine Anstiegsgeschwindigkeit und eine Abfallgeschwindigkeit zur Verfügung.

Die Sollwerte werden auf ihre Grenzen limitiert.



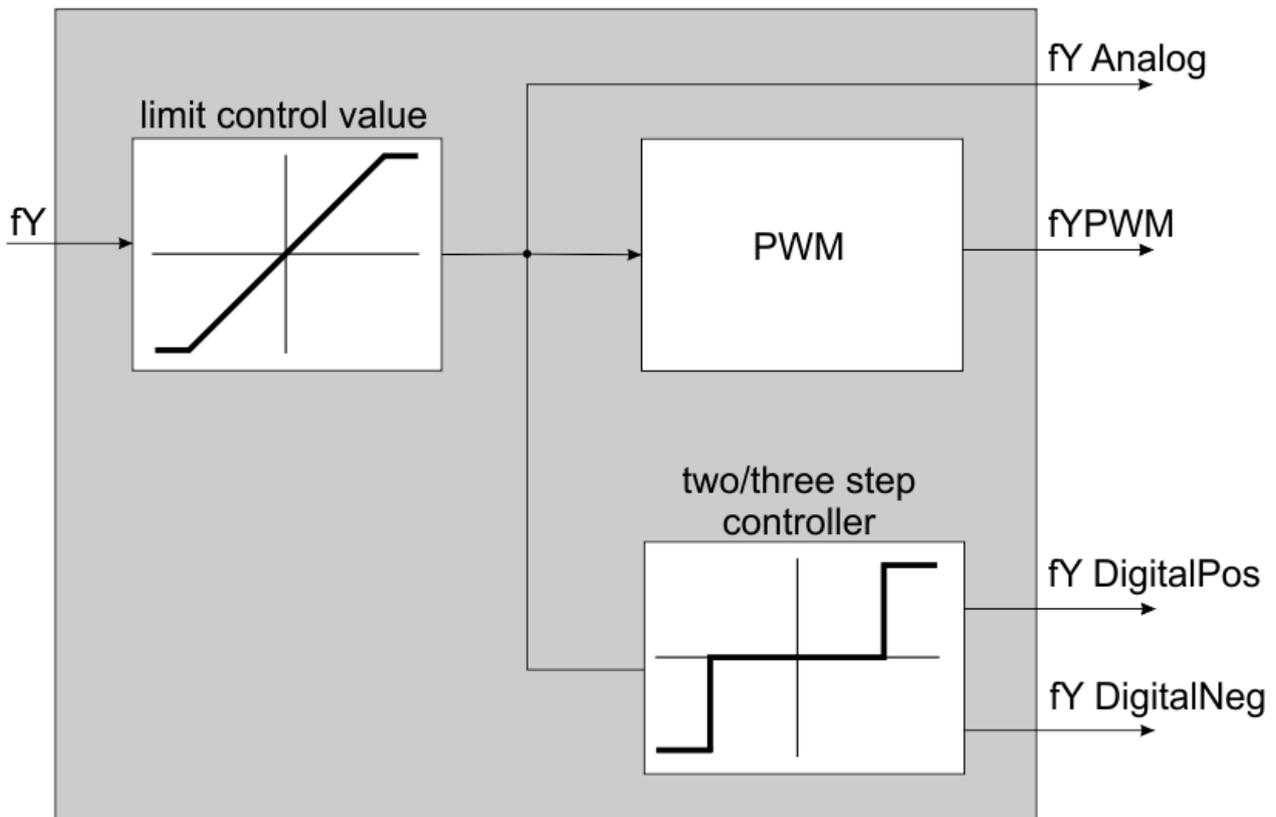
Um das sogenannte Heater-Baking zu ermöglichen, kann ein Softstart parametrieren werden. Hier wird von der Umgebungstemperatur zuerst auf einen niedrigen Sollwert ($fW_{Startup}$) gerampft. Die Temperatur wird dann für eine Zeit ($t_{Startup}$) gehalten und erst danach wird auf den eigentlichen Sollwert hochgerampft.



4.3 Stellgrößenaufbereitung

Die vom Regler berechnete Stellgröße (Control Value, CV) wird zunächst auf gültige Werte limitiert. Die Begrenzungswerte werden über die Stellgrößenstruktur an den Reglerbaustein übergeben. Es stehen drei verschiedene Möglichkeiten der Stellgröße zur Verfügung. Die Stellgröße kann einmal analog abgegriffen werden. Die gebräuchlichere Ausgabe dürfte allerdings die digitale Ausgabe als pulsweitenmoduliertes Signal sein. Die für die Pulsweitenmodulation nötige Zykluszeit wird über die Stellgrößenstruktur an den Regler übergeben. Daneben kann auch ein Zweipunktregler-Ausgang (für Heizen oder Kühlen) und ein Dreipunktregler-Ausgang (für Heizen und Kühlen) abgegriffen werden.

Control Value Conditioner



4.4 Schrittweise Inbetriebnahme des Reglers

Folgende Schritte müssen durchgeführt werden:

1. Die Regler-Bibliothek über den Bibliotheksmanager in das Projekt einfügen.
 - Im Bibliotheksmanager die Tc2_TempController einfügen.
2. Mindestens eine Instanz des Reglers programmieren.
 - Dafür eine Instanz des Reglerbausteins **FB_TempController** anlegen.
 - Außerdem eine Instanz der Struktur **ST_ControllerParameter** anlegen.
 - Bibliothek einfügen.
3. Äußere Beschaltung anlegen.

Name		Beschreibung
eCtrlMode	Beschaltung notwendig	Schaltet den Regler in eine Betriebsart (aktiv, passiv, Tuning).
bSelSetpoint	Beschaltung optional	Wählt einen von zwei möglichen Sollwerten aus. Mit FALSE wird der normale Sollwert gewählt, mit TRUE der Standby-Sollwert.
fW1	Beschaltung notwendig	Sollwert
fW2	Beschaltung optional	Standby-Sollwert ist im Regelfall kleiner als fW1. Mit fSelSetpoint kann zwischen fW1 und fW2 umgeschaltet werden.
fX	Beschaltung notwendig	Istwert, dieser wird als LREAL-Zahl erwartet. Eventuell muss der Istwert vorher außerhalb des Bausteins in LREAL konvertiert werden.
fYManual	Beschaltung optional	Stellgröße im Handbetrieb
bOpenThermocouple	Beschaltung optional	Mit TRUE ist das Thermoelement offen. Muss von der Hardware gemeldet werden (z.B. KL3xxx oder EL3xxx).
bReverseThermocouple	Beschaltung optional	Mit TRUE wird falsche Polarität des angeschlossenen Thermoelements gemeldet. Muss von der Hardware gemeldet werden.
bBackVoltage	Beschaltung optional	Bei TRUE wird eine zu hohe Eingangsspannung am Thermoelement angezeigt. Muss von der Hardware gemeldet werden.
bLeakage	Beschaltung optional	Mit TRUE wird ein Leckstrom zu Heizelement detektiert. Muss von der Hardware gemeldet werden.
bShortCircuit	Beschaltung optional	Mit TRUE wird ein Kurzschluss im Heizelement detektiert. Muss von der Hardware gemeldet werden.
bOpenCircuit	Beschaltung optional	Mit TRUE wird ein offener Stromkreis im Heizelement detektiert. Muss von der Hardware gemeldet werden.
sControllerParameter	Beschaltung notwendig	In dieser Struktur werden generelle Parameter (Abtastzeiten usw.) an den Baustein übergeben.
sParaControllerExternal	Beschaltung optional	In dieser Struktur wird ein externer Regler-Parametersatz an den Baustein übergeben.

4. Die notwendige Parametrierung des Reglers über die Struktur durchführen.

- Die Parameter können über Initialwerte oder über Zuweisung festgelegt werden.
- Wenn die Zuweisung der Parameter über Initialwerte erfolgt, dann könnte es beispielsweise so aussehen:

```
(* parameters *)
sControllerParameter : ST_CTRL_TempCtrlParameter :=
(
(* base *)
tCtrlCycleTime := t#1000ms,
tTaskCycleTime := t#10ms,

fYMin := -100,
fYMax := 100,
tPWMCycleTime := t#100ms ,
fYManual := 20,
bFilter := FALSE,
tFilter := t#100ms,
bDeadband := FALSE,
fEDeadband := 1.0, (* deadband *)
fWMin := 15,
fWMax := 60,
```

```

fWStartUp := 20.0,
tStartUp := t#160s,
fWVeloPos := 0.01,
fWVeloNeg := 0.01,
bStartUpRamping := FALSE,
fWStartUpVeloPos := 0.1,
fWStartUpVeloNeg := 0.1,
iMode := eCTRL_ControlMode_HEATING,
dwAlarmSupp := 16#FF_FF_FF_FF,
bSelCtrlParameterSet:= FALSE,

(* tuning *)
iTuningMode := eCTRL_TuneMode_heating,
fYTuneHeating := 100.0,
fYTuneCooling := -100.0,
fEndTunePercentHeating := 80.0, (* switch to closed loop control when X > 0.8*W *)
fEndTunePercentCooling := -70.0, (* switch to closed loop control when X < 0.2*W *)

iReactionOnFailure := eCTRL_ReactionOnFailure_StopController,
TempLow := -50.0,
TempLowLow := -100.0,
TempHigh := 100.0,
TempHighHigh := 155.0,
TempAbsoluteHigh := 150.0,
TempAbsoluteLow := -95.0,
bEnablePreController := FALSE,
bEnableZones := FALSE,
bEnableCVFilter := FALSE,
iFilterType := eCTRL_FilterType_AVERAGE,
iControllerType := eCTRL_ControllerType_PID
);

```

Die Zuweisung im Code kann in ST folgendermaßen aussehen:

```
sControllerParameter.tPWMCycleTime := t#100ms;
```

5. Die Reglerabtastzeit, die Taskzykluszeit und die PWM-Zykluszeit festlegen.

- Die Abtastzeit des Reglers muss der Strecke angepasst werden. Sie sollte kleiner oder gleich einem Zehntel der dominierenden Streckenzeitkonstanten gewählt werden.
- Die Taskzykluszeit ist durch die SPS-Task festgelegt, in der der Reglerbaustein aufgerufen wird. Dieser Wert kann aus der Taskkonfiguration (PLC Control: Ressourcen Taskkonfiguration) abgelesen werden. Die PWM-Zykluszeit ist normalerweise gleich der Reglerzykluszeit. Wenn die Taskzykluszeit 10ms und die PWM-Zykluszeit (=Reglerabtastzeit) zu 100ms gewählt wird, stehen insgesamt 10 Stufen (PWM-Zykluszeit/Taskzykluszeit) zur Verfügung.

6. TwinCAT Scope parametrieren.

- Machen Sie zur Kontrolle der Ergebnisse eine Scope-Aufnahme vom Tuning-Vorgang und vom Closed Loop-Regelverhalten.
- Dazu das TwinCAT Scope View starten und parametrieren.
- Folgende Kanäle aufzeichnen: Sollwert (fW1 oder fW2), Istwert (fX) und analoge Stellgröße (fYAnalog).

7. Alarmer während der Inbetriebnahmephase abschalten.

- Während der Inbetriebnahmephase können die Alarmer zeitweilig abgeschaltet werden.
- Dazu im Dword dwAlarmSupp eine entsprechende Bitmaske setzen.
- Ist in diesem Dword ein Bit gesetzt, so wird der entsprechende Alarm disabled. Die Belegung der einzelnen Alarmer ist [hier \[► 32\]](#) beschrieben.

Information: Nach der Erstinbetriebnahme alle notwendigen Alarmer wieder einschalten.

8. Den Regler mit Tuning starten.

- Sollen die Reglerparameter mit Hilfe des Tunings ermittelt werden, muss der Control-Mode auf eCTRL_MODE_TUNE eingestellt sein.

- Es läuft zunächst eine festeingestellte Wartezeit von 20s ab. In dieser Wartezeit wird geprüft, ob die Strecke innerhalb eines $\pm 1^\circ\text{C}$ Bandes bleibt. Sollte das Band verlassen werden, so wird die Wartezeit erneut gestartet. Dann erfolgt eine sprungförmige Anregung der Strecke mit einer Stellgröße von `fYTune`. Darauf reagiert die Strecke mit der Sprungantwort. Solange nicht 80% der Sollgröße erreicht sind, werden die Parameter der Strecke über die Wendetangenten-Methode ermittelt. Aus Sicherheitsgründen wird nach Erreichen von 80% vom Sollwert auf die Regelung im geschlossenen Regelkreis umzuschalten. Sollte die Temperatur zu schnell (ohne ausgeprägten Wendepunkt) die 80% Marke erreichen, so ist der Wert `fYTune` zu reduzieren. Die ermittelten Parameter werden für den PID-Regler benutzt und stehen in einer Struktur am Ausgang des Reglers zur Verfügung.

● Setzen des Control Modes

i Nachdem das Tuning erfolgreich durchgeführt wurde, wird der `eCtrlState` auf `eCTRL_STATE_TUNED` gesetzt. Der Regler geht in Wartestellung. Nur durch Setzen des Control-Modus auf `eCTRL_MODE_ACTIVE` wird der Closed-Loop-Betrieb mit den geschätzten Parametern aktiviert

9. Den internen Reglerparameter mit externer Beschaltung verknüpfen.

Die durch das Tuning ermittelten Parameter des Reglers können wieder als externe Parameter auf den Regler aufgeschaltet werden. Das kann notwendig sein, wenn das Tuning nur ein einziges Mal (z.B. nur in der Inbetriebnahmephase) durchgeführt werden soll.

- Dazu die Struktur `sParaControllerInternal` auf den Eingang des Reglers `sParaControllerExternal` zurückzuführen und das Flag `bSelCtrlParameterSet` auf `TRUE` setzen.

10. Finetuning manuell durchführen.

Die beim Tuning ermittelten Reglerparameter sind auf schnelles Einschwingen mit etwa 10% Überschwingen ausgelegt. Ist kein oder nur sehr geringes Überschwingen erlaubt, so kann mit den folgenden Parametern aus der `ST_ControllerParameter`-Struktur ein Finetuning durchgeführt werden. Diese Werte sind Anhaltswerte.

Verhalten	fTuneKp	fTuneTn	fTuneTv	fTuneTd
Schnelles Einschwingen mit einem Überschwingen von 10%-20%	1.2	2.0	0.42	0.25
Langsameres Einschwingen mit geringerem Überschwingen	1.0	2.5	0.42	0.25
Nahezu asymptotische Einschwingen mit sehr geringen Überschwingen	0.5	3.0	1.0	0.25

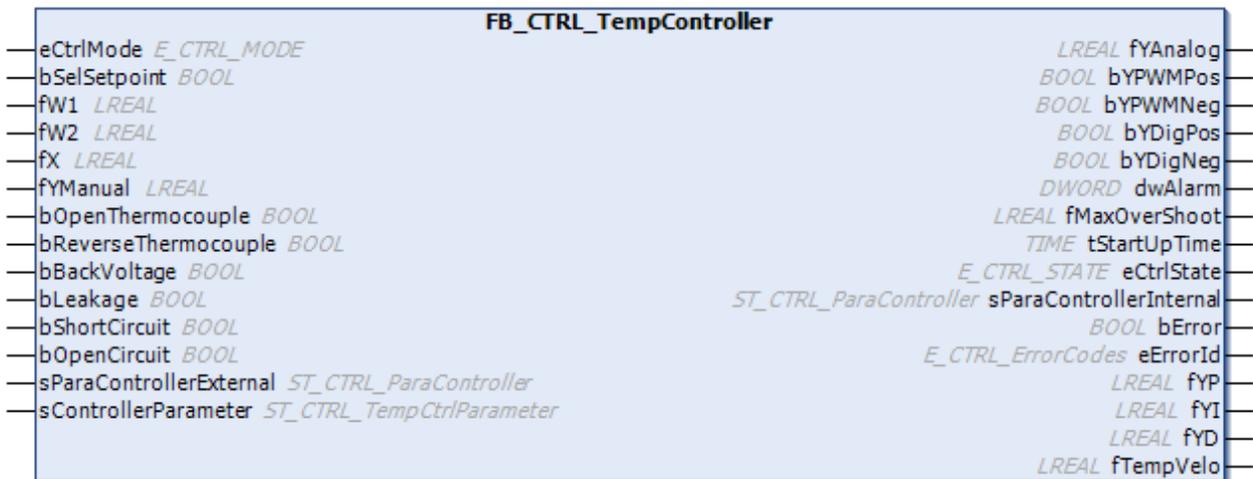
Voraussetzungen

Entwicklungsumgebung	Zielplattform	Einzubindende SPS-Bibliotheken
TwinCAT 3.1.4016	PC oder CX	Tc2_TempController

5 SPS-Bibliotheken

5.1 Funktionsbaustein

5.1.1 FB_CTRL_TempController



Der Temperaturreglerbaustein **FB_CTRL_TempController** hat verschiedene Ein- und Ausgänge die im Folgenden beschrieben werden. Alle Parameter des Reglers werden über Strukturen an den Regler übergeben.

Interface

VAR_INPUT

```

VAR_INPUT
  eCtrlMode           : E_CTRL_MODE;
  bSelSetpoint        : BOOL;
  fW1                  : LREAL;
  fW2                  : LREAL;
  fX                   : LREAL;
  fYManual             : LREAL;
  bOpenThermocouple   : BOOL; (* thermocouple *)
  bReverseThermocouple : BOOL;
  bBackVoltage         : BOOL;
  bLeakage             : BOOL; (* heating system *)
  bShortCircuit        : BOOL;
  bOpenCircuit         : BOOL;
  sParaControllerExternal : ST_CTRL_ParaController
END_VAR
    
```

Name	Einheit	Wertebereich	Beschreibung
eControlMode	1	E_CTRL_MODE	Modeumschaltung
bSelSetpoint	1	[TRUE,FALSE]	Wählt einen von zwei möglichen Sollwerten aus. Mit FALSE wird der normale Sollwert gewählt, mit TRUE der Standby-Sollwert.
fW1	°C	LREAL	Sollwert
fW2	°C	LREAL	Standby-Sollwert ist im Regelfall kleiner als fW1. Mit fSelSetpoint kann zwischen fW1 und fW2 umgeschaltet werden.
fX	°C	LREAL	Istwert
fYManual	-100% - +100%	LREAL	Stellgröße im Handbetrieb
bOpenThermocouple	1	[TRUE,FALSE]	Mit TRUE ist das Thermoelement offen. Muss von der Hardware gemeldet werden.
bReverseThermocouple	1	[TRUE,FALSE]	Mit TRUE wird falsche Polarität des angeschlossenen Thermoelements gemeldet. Muss von der Hardware gemeldet werden.
bBackVoltage	1	[TRUE,FALSE]	Bei TRUE wird eine zu hohe Eingangsspannung am Thermoelement angezeigt. Muss von der Hardware gemeldet werden.
bLeakage	1	[TRUE,FALSE]	Mit TRUE wird ein Leckstrom zu Heizelement detektiert. Muss von der Hardware gemeldet werden.
bShortCircuit	1	[TRUE,FALSE]	Mit TRUE wird ein Kurzschluss im Heizelement detektiert. Muss von der Hardware gemeldet werden.
bOpenCircuit	1	[TRUE,FALSE]	Mit TRUE wird ein offener Stromkreis im Heizelement detektiert. Muss von der Hardware gemeldet werden.
sControllerParameter	keine	Struktur	In dieser Struktur werden generelle Parameter (Abtastzeiten usw.) an den Baustein übergeben.
sParaControllerExternal	keine	Struktur	In dieser Struktur wird ein externer Regler-Parametersatz an den Baustein übergeben.

VAR_OUTPUT

```

VAR_OUTPUT
  fYAnalog           : LREAL;
  bYPWMPos          : BOOL;
  bYPWMNeg          : BOOL;
  bYDigPos          : BOOL;
  bYDigNeg          : BOOL;
  dwAlarm           : DWORD;
  fMaxOverShoot     : LREAL;
  tStartUpTime      : TIME;
  eCtrlState        : E_CTRL_STATE := eCTRL_STATE_IDLE;
  sParaControllerInternal : ST_CTRL_ParaController;
  bError            : BOOL;
  eErrorId          : E_CTRL_ErrorCodes;
END_VAR

```

Name	Einheit	Wertebereich	Beschreibung
fYAnalog	keine	LREAL	Analoger Stellwert
bYPWMPos	keine	[TRUE,FALSE]	Boolescher Ausgang pulsweitenmoduliert. Positiv/ Heizbetrieb
bYPWMNeg	keine	[TRUE,FALSE]	Boolescher Ausgang pulsweitenmoduliert. Negativ/ Kühlbetrieb
bYDigPos	keine	[TRUE,FALSE]	Boolescher Ausgang eines Dreipunktreglers (TRUE Stellgröße 100%, FALSE Stellgröße aus)
bYDigNeg	keine	[TRUE,FALSE]	Boolescher Ausgang eines Dreipunktreglers (TRUE Stellgröße -100%, FALSE Stellgröße aus)
dwAlarm	keine	DWORD	Alarmmeldungen (s. ENUM ...)
fMaxOverShoot	°C	LREAL	Max. Überschwingen in °C über/unter Sollwert.
tStartUpTime	TIME	-	Anschwingzeit bis zum erstmaligen Erreichen des Sollwerts
eCtrlState	keine	E_CTRL_STATE	momentaner Status des Reglers (s. ENUM ...)
sParaControllerInternal	keine	Struktur	In dieser Struktur wird der interne (durch das Tuning ermittelte) Regler-Parametersatz zur Verfügung gestellt.
bError	keine	[TRUE,FALSE]	Liegt ein Fehler vor, so ist bError gleich TRUE.
iErrorId	keine	INT	Ist bError gleich TRUE, so zeigt iErrorId einen Fehlercode an (s. ENUM ...)

VAR_IN_OUT

```
VAR_IN_OUT
  sControllerParameter : ST_CTRL_TempCtrlParameter; (* controller parameter set *)
END_VAR
```

Name	Typ	Beschreibung
sControllerParameter	ST_CTRL_TempCtrlParameter	Parameterstruktur des Funktionsbausteins

Voraussetzungen

Entwicklungsumgebung	Zielplattform	Einzubindende SPS-Bibliotheken
TwinCAT 3.1.4016	PC oder CX	Tc2_TempController

5.1.2 Definition der Strukturen

ST_ControllerParameter

```
TYPE ST_CTRL_TempCtrlParameter:
STRUCT
  (* general parameters *)
  iMode : E_CTRL_ControlMode;
  iReactionOnFailure : E_CTRL_ReactionOnFailure;
  bSelCtrlParameterSet : BOOL;
  dwAlarmSupp : DWORD;
  tCtrlCycleTime : TIME;
  tTaskCycleTime : TIME;

  (* tuning parameter *)
  iTuningMode : E_CTRL_TuneMode;
  tTuneStabilisation : TIME := T#20S;
  fEndTunePercentHeating : LREAL := 80.0;
  fYTuneHeating : LREAL;
  fYStableHeating : LREAL;
  fEndTunePercentCooling : LREAL := 20.0;
  fYTuneCooling : LREAL;
  fYStableCooling : LREAL;
  fScalingFactor : LREAL := 1.0;

  (* setpoint parameters *)
```

```

fWMin          : LREAL;
fWMax          : LREAL;

(* start up *)
bEnableSoftStart : BOOL;
bEnableRamping   : BOOL;
fWStartUp       : LREAL;
tStartUp        : TIME;
bStartUpRamping  : BOOL;
fWStartUpVeloPos : LREAL;
fWStartUpVeloNeg : LREAL;
fWVeloPos       : LREAL;
fWVeloNeg       : LREAL;

(* actual value parameters *)
bFilter        : BOOL;
tFilter        : TIME;

(* deadband parameters *)
bDeadband      : BOOL;
fEDeadband     : LREAL;

(* control value parameters *)
fYMin          : LREAL;
fYMax          : LREAL;
fYManual       : LREAL;
fYOnFailure    : LREAL;
tPWMCycleTime : TIME;
tPWMMinOffTime : TIME;
tPWMMinOnTime  : TIME;
tPWWaitingTime : TIME;
fYThresholdOff : LREAL;
fYThresholdOn  : LREAL;
nCyclesForSwitchOver : INT      := 100;

(* controller settings *)
bEnablePreController : BOOL;
bEnableZones         : BOOL;
bEnableCVFilter      : BOOL;
iFilterType          : E_CTRL_FilterType;
iControllerType      : E_CTRL_ControllerType;

(* min max temperatures *)
TempLow           : LREAL;
TempLowLow        : LREAL;
TempHigh          : LREAL;
TempHighHigh      : LREAL;
TempAbsoluteHigh  : LREAL;
TempAbsoluteLow   : LREAL;

(* internal tuning parameters *)
fTuneKp           : LREAL      := 1.2;
fTuneTn           : LREAL      := 2.0;
fTuneTv           : LREAL      := 0.42;
fTuneTd           : LREAL      := 0.25;
END_STRUCT
END_TYPE

```

Name	Einheit	Wertebereich	Beschreibung
Generelle Parameter			
iMode	keine	INT	Reglerbetriebsmode (1 = heating, 2 = cooling, 3 = heating&cooling) (s.u.)
iReactionOnFailure	keine	INT	Parametrierbare Reaktion auf Fehler (s.u.)
bSelCtrlParameterSet	keine	BOOL	TRUE = externer Parametersatz, FALSE = interner Parametersatz (durch Tuning ermittelt)
dwAlarmSupp	keine	DWORD	Maskiert die Alarme aus (s.u.)
tCtrlCycleTime	s	TIME	Abtastzeit des Reglers. Der Regler errechnet im Takt dieser Abtastzeit neue Werte für die Stellgröße.
tTaskCycleTime	s	TIME	Zykluszeit der Task. Der FB wird im Takt der Task aufgerufen.
Tuning Parameter			
iTuningMode	K	E_CTRL_TuneMode	Festlegung der Tuning Reihenfolge (s.u.)
tTuneStabilisation	s	TIME	Wartezeit bis Strecke stabil ist für Tuning Vorgang.
fEndTunePercentHeating	%	LREAL	Prozentwert von Sollgröße, ab der auf Closed Loop Control umgeschaltet wird.
fYTuneCooling	K	LREAL	Stellgrößensprung beim Tuning.
fYStableCooling	K	LREAL	Stellgröße beim Umschalten auf Tuning beim Kühlen.
fScalingFactor	keine	LREAL	Skalierungsfaktor für Parameterumschaltung, wenn kein Tuning für das Kühlen durchgeführt wird.
Sollwert Parameter			
fWMin	K	LREAL	Minimale Sollgröße
fWMax	K	LREAL	Maximale Sollgröße
bEnableSoftStart	keine	BOOL	FALSE = kein soft start, TRUE = soft start
bEnableRamping	keine	BOOL	FALSE = keine Verrampung, TRUE = Verrampung
fWStartUp	K	LREAL	Sollgröße beim Anfahren
tStartUp	s	TIME	Zeit mit Sollwert fWStartUp
bStartUpRamping	keine	[TRUE,FALSE]	Schaltet Verrampung während der StartUp-Phase ein.
fWStartUpVeloPos	K/s	LREAL	Anstiegsgeschwindigkeit (Rampe) während der StartUp-Phase
fWStartUpVeloNeg	K/s	LREAL	Abfallgeschwindigkeit (Rampe) während der StartUp-Phase
fWVeloPos	K/s	LREAL	Anstiegsgeschwindigkeit (Rampe)
fWVeloNeg	K/s	LREAL	Abfallgeschwindigkeit (Rampe).
Istgrößen Parameter			
tFilter	s	TIME	Filterzeitkonstante des Istwertfilters (P-T1 Filter 1. Ordnung)
bFilter	keine	[TRUE,FALSE]	Mit TRUE wird der Istwertfiler aktiviert.
Totband Parameter			
bDeadband	keine	[TRUE,FALSE]	TRUE = Totband ein, FALSE = Totband aus
fEDeadband	K	LREAL	Größe des Totbandes in Grad

Name	Einheit	Wertebereich	Beschreibung
Stellgrößen Parameter			
fYMin	keine	LREAL	Minimalwert der Stellgröße
fYMax	keine	LREAL	Maximalwert der Stellgröße
fYManual	keine	LREAL	Stellgröße im Handbetrieb
fYOnFailure	keine	LREAL	Stellgröße im Fehlerfall (parametrierbar)
tPWMCycleTime	s	TIME	Zykluszeit des PWM Signals
tPWMMinOffTime	s	TIME	PWM: minimale Ausschaltzeit
tPWMMinOnTime	s	TIME	PWM: minimale Einschaltzeit
tPWMWaitingTime	s	TIME	PWM: Wartezeit beim Umschalten von Heizen nach Kühlen
fYThresholdOff	%	LREAL	3-Punkt: Ausschaltschwelle
fYThresholdOn	%	LREAL	3-Punkt: Einschaltschwelle
nCyclesForSwitchOver	keine	INT	Anzahl Zyklen für Übergang von einem Parametersatz zum anderen
Regler Parameter			
bEnablePreController	keine	[TRUE,FALSE]	Schaltet Vorregler ein.
bEnableZones	keine	[TRUE,FALSE]	Schaltet OpenLoop Verhalten bis nahe Sollwert ein.
bEnableCVFilter	keine	[TRUE,FALSE]	Schaltet Stellgrößenfilter hinter Hauptregler ein.
iFilterType	keine	ENUM	Wahl eines Filtertypes für den Stellgrößenfilter hinter dem Hauptregler (s.u.).
iControllerType	keine	ENUM	Wahl eines Regelalgorithmus (s.u.).
Alarming Parameter			
TempLow	K	LREAL	Relativer unterer Temperaturgrenzwert im ersten Band
TempLowLow	K	LREAL	Relativer unterer Temperaturgrenzwert im zweiten Band
TempHigh	K	LREAL	Relativer oberer Temperaturgrenzwert im ersten Band
TempHighHigh	K	LREAL	Relativer oberer Temperaturgrenzwert im zweiten Band
TempAbsoluteHigh	K	LREAL	Absoluter oberer Temperaturgrenzwert
TempAbsoluteLow	K	LREAL	Absoluter unterer Temperaturgrenzwert
Experten Parameter			
fTuneKp	keine	LREAL	FineTuning Parameter für den PID Regler (nur für Experten)
fTuneTn	keine	LREAL	FineTuning Parameter für den PID Regler (nur für Experten)
fTuneTv	keine	LREAL	FineTuning Parameter für den PID Regler (nur für Experten)
fTuneTd	keine	LREAL	FineTuning Parameter für den PID Regler (nur für Experten)

ST_CTRL_ParaController

```

TYPE ST_CTRL_ParaController :
STRUCT
(* Controller parameter set - heating *)
  KpHeat    : FLOAT;
  TnHeat    : TIME;

```

```
TvHeat : TIME;
TdHeat : TIME;
(* Controller parameter set - cooling *)
KpCool : FLOAT;
TnCool : TIME;
TvCool : TIME;
TdCool : TIME;
END_STRUCT
END_TYPE
```

Name	Einheit	Wertebereich	Beschreibung
KpHeat	keine	LREAL	Verstärkungsfaktor für Hauptregler
TnHeat	s	TIME	Nachstellzeit für Hauptregler (I-Anteil)
TvHeat	s	TIME	Vorhaltzeit für Hauptregler (D-Anteil)
TdHeat	s	TIME	Dämpfungszeit für Hauptregler
KpCool	keine	LREAL	Verstärkungsfaktor für Hauptregler
TnCool	s	TIME	Nachstellzeit für Hauptregler (I-Anteil)
TvCool	s	TIME	Vorhaltzeit für Hauptregler (D-Anteil)
TdCool	s	TIME	Dämpfungszeit für Hauptregler

ENUM: E_CTRL_ERRORCODES

Siehe Dokumentation der TwinCAT Controller Toolbox.

ENUM: E_CTRL_ReactionOnFailure

Name	Beschreibung
eCTRL_ReactionOnFailure_NoFailure	Kein Fehler
eCTRL_ReactionOnFailure_StopController	Wenn Fehler (Alarm), dann stoppe Regler.
eCTRL_ReactionOnFailure_SetManMode	Wenn Fehler (Alarm), dann schalte Regler in Handbetrieb.
eCTRL_ReactionOnFailure_SetYMax	Wenn Fehler (Alarm), dann setze Stellgröße auf maximalen Wert.
eCTRL_ReactionOnFailure_SetYMin	Wenn Fehler (Alarm), dann setze Stellgröße auf minimalen Wert.
eCTRL_ReactionOnFailure_SetYMean	Wenn Fehler (Alarm), dann setze Stellgröße auf Mittelwert (in Planung).

ENUM: E_CTRL_ControllerStateInternal

Name	Beschreibung
E_CTRL_ControllerStateInternalHeating	intern
E_CTRL_ControllerStateInternalCooling	intern

ENUM: E_CTRL_ControlMode

Name	Beschreibung
eCTRL_ControlMode_HEATING	Nur Heizen
eCTRL_ControlMode_COOLING	Nur Kühlen
eCTRL_ControlMode_HEATING_COOLING	Heizen und Kühlen

ENUM: E_CTRL_STATE

Siehe Dokumentation der TwinCAT Controller Toolbox.

ENUM: E_CTRL_STATE_TUNIG

Name	Beschreibung
eCTRL_STATE_TUNING_INIT	Tuning: Initialisierung
eCTRL_STATE_TUNING_IDLE	Tuning: Warten auf stabiles Eingangssignal (Regelgröße)
eCTRL_STATE_TUNING_PULSE	Tuning: Anregung durch kurzen Puls (in Planung)
eCTRL_STATE_TUNING_STEP	Tuning: Anregung durch Sprung (Wendetangentenmethode)
eCTRL_STATE_TUNING_READY	Tuning: Ermittlung der Parameter, Finalisierung
eCTRL_STATE_TUNING_ERROR	Tuning: Fehler beim Tuning aufgetreten

ENUM: E_CTRL_TuneMode

Name	Beschreibung
eCTRL_TuneMode_HEATING	Tuning: nur Heizen
eCTRL_TuneMode_COOLING	Tuning: nur Kühlen
eCTRL_TuneMode_HEATING_COOLING	Tuning: erst Heizen, dann Kühlen
eCTRL_TuneMode_COOLING_HEATING	Tuning: erst Kühlen, dann Heizen
eCTRL_TuneMode_OSCILLATION	Tuning: on-the-fly Parameterschätzung durch Schwingungsanregung (in Planung)

ENUM: E_CTRL_FilterType

Name	Beschreibung
eCTRL_FilterType_FIRSTORDER	Filter erster Ordnung
eCTRL_FilterType_AVERAGE	Mittelwertfilter

ENUM: E_CTRL_ControllerType

Name	Beschreibung
eCTRL_ControllerType_PID	Standard-PID Regelalgorithmus
eCTRL_ControllerType_PI	Standard-PI Regelalgorithmus
eCTRL_ControllerType_PID_Pre	Standard-PID Regelalgorithmus mit Vorregler (in Planung)
eCTRL_ControllerType_PIDD2	serieller PID Regelalgorithmus (in Planung)

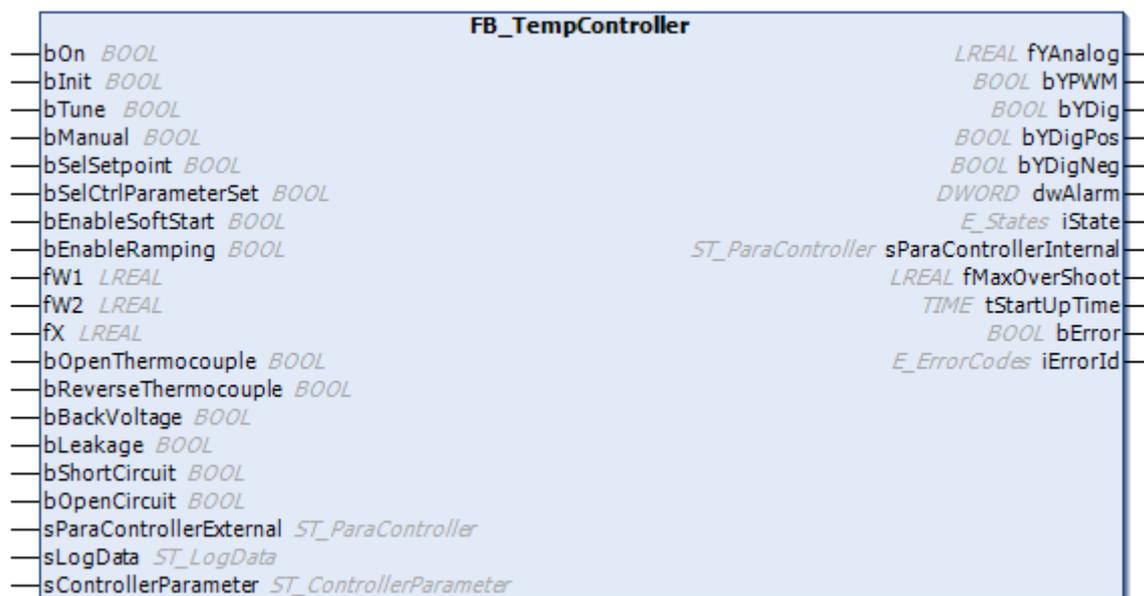
Bit-Masken für Alarmer

Name	Maske	Beschreibung
nAlarmOpen Thermocouple	2#0000_0000_0000_0000_0000_0000_0000_0001	Hardware: offener Temperaturfühler
nAlarmReverse Thermocouple	2#0000_0000_0000_0000_0000_0000_0000_0010	Hardware: verpolter Temperaturfühler
nAlarmBackVoltage	2#0000_0000_0000_0000_0000_0000_0000_0100	Hardware: zu hohe Spannung am Temperaturfühler
nAlarmLeakage Current	2#0000_0000_0000_0000_0000_0000_0000_1000	Hardware: Leckstrom gemessen
nAlarmShortCircuit	2#0000_0000_0000_0000_0000_0000_0001_0000	Hardware: Kurzschluss
nAlarmOpenCircuit	2#0000_0000_0000_0000_0000_0000_0010_0000	Hardware: kein Strom
nAlarmLimitLow	2#0000_0000_0000_0000_0000_0001_0000_0000	Software: untere erste relative Temperatur unterschritten
nAlarmLimitLowLow	2#0000_0000_0000_0000_0000_0010_0000_0000	Software: untere zweite relative Temperatur unterschritten
nAlarmLimitHigh	2#0000_0000_0000_0000_0000_0100_0000_0000	Software: obere erste relative Temperatur überschritten
nAlarmLimitHighHigh	2#0000_0000_0000_0000_0000_1000_0000_0000	Software: obere zweite relative Temperatur überschritten
nAlarmAbsoluteHigh	2#0000_0000_0000_0000_0001_0000_0000_0000	Software: obere absolute Temperatur überschritten
nAlarmAbsoluteLow	2#0000_0000_0000_0000_0010_0000_0000_0000	Software: untere absolute Temperatur unterschritten

Voraussetzungen

Entwicklungsumgebung	Zielplattform	Einzubindende SPS-Bibliotheken
TwinCAT 3.1.4016	PC oder CX	Tc2_TempController

5.1.3 FB_TempController



Der Temperaturreglerbaustein **FB_TempController** hat verschiedene Ein- und Ausgänge, die im Folgenden beschrieben werden. Alle Parameter des Reglers werden über Strukturen an den Regler übergeben. Die Definition der Strukturen und Enums finden Sie [hier](#) [► 32].

HINWEIS

Diese Version des Bausteins ist veraltet.

Sie sollten diesen Baustein nicht mehr verwenden.

Interface

VAR_INPUT

```

VAR_INPUT
  bOn           : BOOL;
  bInit        : BOOL;
  bTune        : BOOL;
  bManual      : BOOL;
  bSelSetpoint : BOOL;
  bSelCtrlParameterSe : BOOL;
  bEnableSoftStart : BOOL;
  bEnableRamping : BOOL;
  fW1         : LREAL;
  fW2         : LREAL;
  fX          : LREAL;
  bOpenThermocouple : BOOL;
  bReverseThermocouple : BOOL;
  bBackVoltage : BOOL;
  bLeakage    : BOOL;
  bShortCircuit : BOOL;
  bOpenCircuit : BOOL;
  sParaControllerExternal : ST_ParaController;
  sLogData    : ST_LogData := (bLog := FALSE, strLogFileName := '', strLogString :=
'' );
END_VAR

```

Name	Einheit	Wertebereich	Beschreibung
bOn	1	[TRUE,FALSE]	Schaltet den Regler mit TRUE ein.
bInit	1	[TRUE,FALSE]	Initialisierungsflag, das genau für den ersten Zyklus des Regleraufrufs anstehen muss (TRUE).
bTune	1	[TRUE,FALSE]	Schaltet mit der steigenden Flanke das Selftuning ein. Wird während des Selftuning-Vorgangs auf FALSE geschaltet, so wird das Selftuning abgebrochen und mit den alten Parametern (sofern vorhanden) weitergemacht.
bManual	1	[TRUE,FALSE]	Schaltet mit TRUE auf Handbetrieb um. Wird da Signal wieder FALSE, so wird in den Automatikmode zurückgeschaltet.
bSelSetpoint	1	[TRUE,FALSE]	Wählt einen von zwei möglichen Sollwerten aus. Mit FALSE wird der normale Sollwert gewählt, mit TRUE der Standby-Sollwert.
bSelCtrlParameterSet	1	[TRUE,FALSE]	Wählt einen von zwei Parametersätzen aus. Mit FALSE wird der interne (ermittelte) Parametersatz benutzt, mit TRUE ein von außen aufgeschalteter.
bEnableSoftStart	1	[TRUE,FALSE]	Mit TRUE wird mit der Anfahrtschaltung (Softstart) hochgefahren.
bEnableRamping	1	[TRUE,FALSE]	Mit TRUE wird jeder Sollwertsprung gerampt ausgeführt.
fW1	°C	LREAL	Sollwert
fW2	°C	LREAL	Standby-Sollwert im Regelfall kleiner als fW1. Mit fSelSetpoint kann zwischen fW1 und fW2 umgeschaltet werden.
fX	°C	LREAL	Istwert - Dieser Wert muss auf LREAL konvertiert werden.
bOpenThermocouple	1	[TRUE,FALSE]	Mit TRUE ist das Thermoelement offen. Muss von der Hardware gemeldet werden (z.B. KLxxxx).
bReverseThermocouple	1	[TRUE,FALSE]	Mit TRUE wird falsche Polarität des angeschlossenen Thermoelements gemeldet. Muss von der Hardware gemeldet werden.
bBackVoltage	1	[TRUE,FALSE]	Bei TRUE wird eine zu hohe Eingangsspannung am Thermoelement angezeigt. Muss von der Hardware gemeldet werden.
bLeakage	1	[TRUE,FALSE]	Mit TRUE wird ein Leckstrom zu Heizelement detektiert. Muss von der Hardware gemeldet werden.
bShortCircuit	1	[TRUE,FALSE]	Mit TRUE wird ein Kurzschluss im Heizelement detektiert. Muss von der Hardware gemeldet werden.
bOpenCircuit	1	[TRUE,FALSE]	Mit TRUE wird ein offener Stromkreis im Heizelement detektiert. Muss von der Hardware gemeldet werden.
sControllerParameter	keine	Struktur	In dieser Struktur werden generelle Parameter (Abtastzeiten usw.) an den Baustein übergeben.
sParaControllerExternal	keine	Struktur	In dieser Struktur wird ein externer Regler-Parametersatz an den Baustein übergeben.
sLogData	keine	Struktur	In dieser Struktur werden Parameter (Dateinamen usw.) für das Logging an den Baustein übergeben.

 **VAR_OUTPUT**

```

VAR_OUTPUT
  fYAnalog          : LREAL;
  bYPWM             : BOOL;
  bYDig             : BOOL;
  bYDigPos          : BOOL;
  bYDigNeg          : BOOL;
  dwAlarm           : DWORD;
  iState            : States      := TC_STATE_IDLE;
  sParaControllerInternal : ST_ParaController;
  
```

```

bError          : BOOL;
iErrorId        : ErrorCodes;
END_VAR

```

Name	Einheit	Wertebereich	Beschreibung
fYAnalog	keine	LREAL	Analoger Stellwert
bYPWM	keine	[TRUE,FALSE]	Boolescher Ausgang pulsweitenmoduliert
bYDig	keine	[TRUE,FALSE]	Boolescher Ausgang eines Zweipunktreglers (TRUE Stellgröße 100%, FALSE Stellgröße aus)
bYDigPos	keine	[TRUE,FALSE]	Boolescher Ausgang eines Dreipunktreglers (TRUE Stellgröße 100%, FALSE Stellgröße aus)
bYDigNeg	keine	[TRUE,FALSE]	Boolescher Ausgang eines Dreipunktreglers (TRUE Stellgröße -100%, FALSE Stellgröße aus)
dwAlarm	keine	DWORD	Alarmmeldungen (s. ENUM ...)
iState	keine	INT	momentaner Status des Reglers (s. ENUM ...)
sParaControllerInternal	keine	Struktur	In dieser Struktur wird der interne (durch das Tuning ermittelte) Regler-Parametersatz zur Verfügung gestellt.
bError	keine	[TRUE,FALSE]	Liegt ein Fehler vor, so ist bError gleich TRUE.
iErrorId	keine	INT	Ist bError gleich TRUE, so zeigt iErrorId einen Fehlercode an (s. ENUM ...).

VAR_IN_OUT

```

VAR_IN_OUT
sControllerParameter : ST_ControllerParameter;
END_VAR

```

Name	Typ	Beschreibung
sControllerParameter	ST_ControllerParameter	Parameterstruktur des Funktionsbausteins

Voraussetzungen

Entwicklungsumgebung	Zielplattform	Einzubindende SPS-Bibliotheken
TwinCAT 3.1.4016	PC oder CX	Tc2_TempController

5.1.4 Definition der Strukturen

HINWEIS

Diese Version des Bausteins ist veraltet.

Sie sollten diesen Baustein nicht mehr verwenden.

```

TYPE ST_ParaControlValue :
STRUCT

(* general parameters *)
iMode          : E_ControlMode;
iReactionOnFailure : E_ReactionOnFailure;
fYTune         : LREAL;
fYStable       : LREAL;
dwAlarmSupp    : DWORD;
tCtrlCycleTime : TIME;
tTaskCycleTime : TIME;

(* setpoint parameters *)
fWMin          : LREAL;
fWMax          : LREAL;

(* start up *)
fWStartUp      : LREAL;
tStartUp       : TIME;
bStartUpRamping : BOOL;
fWStartUpVeloPos : LREAL;

```

```
fWStartUpVeloNeg      : LREAL;
fWVeloPos             : LREAL;
fWVeloNeg             : LREAL;

(* actual value parameters *)
bFilter               : BOOL;
tFilter               : TIME;

(* control value parameters *)
fYMin                 : LREAL;
fYMax                 : LREAL;
fYManual              : LREAL;
fYOnFailure           : LREAL;
tPWMCycleTime         : TIME;

(* controller settings *)
bEnablePreController : BOOL;
bEnableZones          : BOOL;
bEnableCVFilter       : BOOL;
iFilterType           : E_FilterType;
iControllerType       : E_ControllerType;

(* min max temperatures *)
TempLow               : LREAL;
TempLowLow            : LREAL;
TempHigh              : LREAL;
TempHighHigh          : LREAL;
TempAbsoluteHigh      : LREAL;
TempAbsoluteLow       : LREAL;

(* internal tuning parameters *)
fTuneKp               : LREAL := 1.2;
fTuneTn               : LREAL := 2.0;
fTuneTv               : LREAL := 0.42;
fTuneTd               : LREAL := 0.25;
END_STRUCT
END_TYPE
```

ST_ControllerParameter

Name	Einheit	Wertebereich	Beschreibung
iMode	keine	INT	Reglerbetriebsmode (1 = heating, 2 = cooling, 3 = heating&cooling) (s.u.)
iReactionOnFailure	keine	INT	Parametrierbare Reaktion auf Fehler (s.u.)
fYTune	keine	LREAL	Stellgröße während der Selbsteinstellung (normalerweise 100%)
fYStable	keine	LREAL	Stellgröße während der Beruhigungsphase (normalerweise 0%)
dwAlarmSupp	keine	DWORD	Maskiert die Alarme aus (s.u.)
tCtrlCycleTime	s	TIME	Abtastzeit des Reglers. Der Regler errechnet im Takt dieser Abtastzeit neue Werte für die Stellgröße.
tTaskCycleTime	s	TIME	Zykluszeit der Task. Der FB wird im Takt der Task aufgerufen.
fWMin	K	LREAL	Minimale Sollgröße
fWMax	K	LREAL	Maximale Sollgröße
fWVeloPos	K/s	LREAL	Anstiegsgeschwindigkeit (Rampe)
fWVeloNeg	K/s	LREAL	Abfallgeschwindigkeit (Rampe).
fWStartUp	K	LREAL	Sollgröße beim Anfahren
tStartUp	s	TIME	Zeit mit Sollwert fWStartUp
bStartUpRamping	keine	[TRUE,FALSE]	Schaltet Verrampung während der StartUp-Phase ein.
fWStartUpVeloPos	K/s	LREAL	Anstiegsgeschwindigkeit (Rampe) während der StartUp-Phase
fWStartUpVeloNeg	K/s	LREAL	Abfallgeschwindigkeit (Rampe) während der StartUp-Phase
fYMin	keine	LREAL	Minimalwert der Stellgröße
fYMax	keine	LREAL	Maximalwert der Stellgröße
fYManual	keine	LREAL	Stellgröße im Handbetrieb
fYOnFailure	keine	LREAL	Stellgröße im Fehlerfall (parametrierbar)
tPWMCycleTime	s	TIME	Zykluszeit des PWM Signals
tFilter	s	TIME	Filterzeitkonstante des Istwertfilters (P-T1 Filter 1. Ordnung)
bFilter	keine	[TRUE,FALSE]	Mit TRUE wird der Istwertfilter aktiviert.
bEnablePreController	keine	[TRUE,FALSE]	Schaltet Vorregler ein.
bEnableZones	keine	[TRUE,FALSE]	Schaltet OpenLoop Verhalten bis nahe Sollwert ein.
bEnableCVFilter	keine	[TRUE,FALSE]	Schaltet Stellgrößenfilter hinter Hauptregler ein.
iFilterType	keine	ENUM	Wahl eines Filtertypes für den Stellgrößenfilter hinter dem Hauptregler (s.u.).
iControllerType	keine	ENUM	Wahl eines Regelalgorithmus (s.u.).
TempLow	K	LREAL	Relativer unterer Temperaturgrenzwert im ersten Band
TempLowLow	K	LREAL	Relativer unterer Temperaturgrenzwert im zweiten Band
TempHigh	K	LREAL	Relativer oberer Temperaturgrenzwert im ersten Band
TempHighHigh	K	LREAL	Relativer oberer Temperaturgrenzwert im zweiten Band
TempAbsoluteHigh	K	LREAL	Absoluter oberer Temperaturgrenzwert
TempAbsoluteLow	K	LREAL	Absoluter unterer Temperaturgrenzwert
fTuneKp	keine	LREAL	FineTuning Parameter für den PID Regler (nur für Experten)

Name	Einheit	Wertebereich	Beschreibung
fTuneTn	keine	LREAL	FineTuning Parameter für den PID Regler (nur für Experten)
fTuneTv	keine	LREAL	FineTuning Parameter für den PID Regler (nur für Experten)
fTuneTd	keine	LREAL	FineTuning Parameter für den PID Regler (nur für Experten)

ST_ParaController

```

TYPE ST_ParaController :
STRUCT
  (* Main Controller parameter set *)
  KpMain   : LREAL;
  TnMain   : LREAL;
  TvMain   : LREAL;
  TdMain   : LREAL;
  (* Pre Controller parameter set *)
  KpPre    : LREAL;
  TvPre    : LREAL;
  TdPre    : LREAL;
END_STRUCT
END_TYPE

```

Name	Einheit	Wertebereich	Beschreibung
KpMain	keine	LREAL	Verstärkungsfaktor für Hauptregler
TnMain	s	TIME	Nachstellzeit für Hauptregler (I-Anteil)
TvMain	s	TIME	Vorhaltzeit für Hauptregler (D-Anteil)
TdMain	s	TIME	Dämpfungszeit für Hauptregler
KpPre	keine	LREAL	Verstärkungsfaktor für Vorregler
TvPre	s	TIME	Vorhaltzeit für Vorregler (D-Anteil)
TdPre	s	TIME	Dämpfungszeit für Vorregler

Tab. 1: ENUM: Errorcodes

Name	Beschreibung
TC_ERR_NOERROR	Kein Fehler
TC_ERR_INVALIDPARAM	Ungültige Parameter
TC_ERR_NO_INIT	Baustein Initialisierung fehlt.
TC_ERR_NO_INFLECTION_POINT	Bei der Selbsteinstellung wurde kein Wendepunkt gefunden. Es konnten keine Parameter ermittelt werden.
TC_ERR_INVALID_PARAM	Ungültige Parameter
TC_ERR_INVALID_CYCLETIME	Ungültige Kombination von Zykluszeiten (Abtastzeiten und PWM Zykluszeiten)
TC_ERR_WRONG_TU	Es konnte durch eine fehlerhafte oder abgebrochene Selbsteinstellung kein gültiger Parameter Tu gefunden werden.

Tab. 2: ENUM: ReactionOnFailure

Name	Beschreibung
TC_OnFailureNoFailure	Kein Fehler
TC_OnFailureStopController	Wenn Fehler (Alarm), dann stoppe Regler.
TC_OnFailureSetManMode	Wenn Fehler (Alarm), dann schalte Regler in Handbetrieb.
TC_OnFailureSetYMax	Wenn Fehler (Alarm), dann setze Stellgröße auf maximalen Wert.
TC_OnFailureSetYMin	Wenn Fehler (Alarm), dann setze Stellgröße auf minimalen Wert.

Tab. 3: ENUM: ST_ControlMode

Name	Beschreibung
CTRLMODE_HEATING	Nur Heizen
CTRLMODE_COOLING	Nur Kühlen
CTRLMODE_HEATING_COOLING	Heizen und Kühlen

Tab. 4: ENUM: states

Name	Beschreibung
TC_STATE_IDLE	Regler abgeschaltet.
TC_STATE_INIT	Regler wird initialisiert.
TC_STATE_OFF	Regler ausgeschaltet, war vorher eingeschaltet.
TC_STATE_TUNE	Regler im Tuning - Selbsteinstellungszustand.
TC_STATE_MANUAL_OPERATION	Regler im Handbetrieb.
TC_STATE_CLOSED_LOOP	Regler im Automatikbetrieb.
TC_STATE_TUNE_IDLE	Tuning gestartet, aber noch nicht angelaufen. Abwarten von Ruhezustand.
TC_STATE_TUNE_PULSE	Puls zum Ermitteln der Totzeit.
TC_STATE_TUNE_STEP	Sprung zum Ermitteln von Totzeit und max. Geschwindigkeit.
TC_STATE_TUNE_READY	Selbsteinstellung abgeschlossen.
TC_STATE_ERROR	Fehler (logischer Fehler)

Tab. 5: ENUM: E_FilterType

Name	Beschreibung
E_FilterType_FIRSTORDER	Filter erster Ordnung
E_FilterType_AVERAGE	Mittelwertfilter

Tab. 6: ENUM: E_ControllerType

Name	Beschreibung
E_ControllerType_PID	Standard-PID Regelalgorithmus
E_ControllerType_PID2	geplanter serieller PID Regelalgorithmus

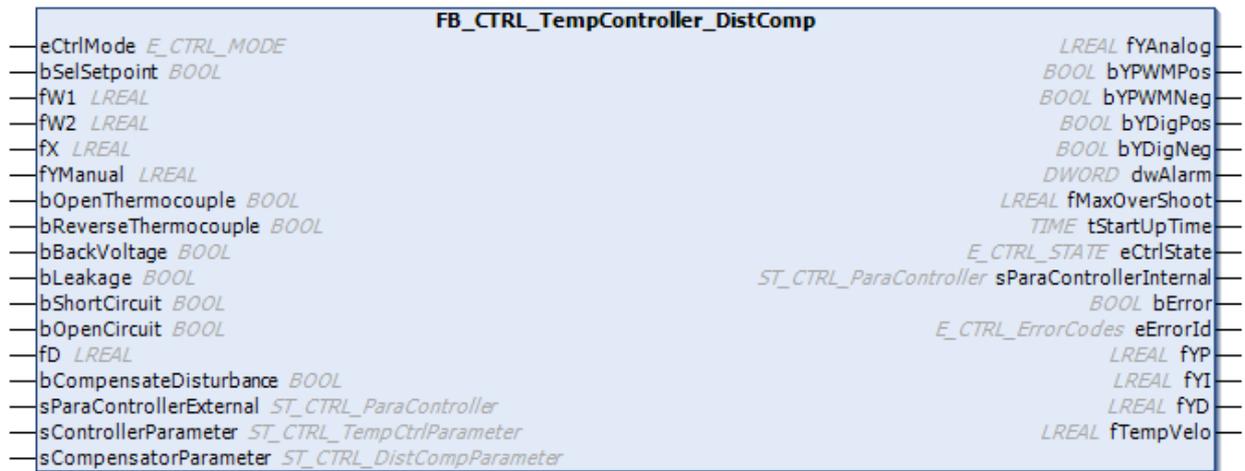
Bit-Masken für Alarmer

Name	Maske	Beschreibung
nAlarmOpen Thermocouple	2#0000_0000_0000_0000_0000_0000_0000_0001	Hardware: offener Temperaturfühler
nAlarmReverse Thermocouple	2#0000_0000_0000_0000_0000_0000_0000_0010	Hardware: verpolter Temperaturfühler
nAlarmBack Voltage	2#0000_0000_0000_0000_0000_0000_0000_0100	Hardware: zu hohe Spannung am Temperaturfühler
nAlarmLeakage Current	2#0000_0000_0000_0000_0000_0000_0000_1000	Hardware: Leckstrom gemessen.
nAlarmShortCircuit	2#0000_0000_0000_0000_0000_0000_0001_0000	Hardware: Kurzschluss
nAlarmOpenCircuit	2#0000_0000_0000_0000_0000_0000_0010_0000	Hardware: kein Strom
nAlarmLimitLow	2#0000_0000_0000_0000_0000_0001_0000_0000	Software: untere erste relative Temperatur unterschritten.
nAlarmLimitLow Low	2#0000_0000_0000_0000_0000_0010_0000_0000	Software: untere zweite relative Temperatur unterschritten.
nAlarmLimitHigh	2#0000_0000_0000_0000_0000_0100_0000_0000	Software: obere erste relative Temperatur überschritten.
nAlarmLimitHigh High	2#0000_0000_0000_0000_0000_1000_0000_0000	Software: obere zweite relative Temperatur überschritten.
nAlarmAbsolute High	2#0000_0000_0000_0000_0001_0000_0000_0000	Software: obere absolute Temperatur überschritten.
nAlarmAbsolute Low	2#0000_0000_0000_0000_0010_0000_0000_0000	Software: untere absolute Temperatur unterschritten.

Voraussetzungen

Entwicklungsumgebung	Zielplattform	Einzubindende SPS-Bibliotheken
TwinCAT 3.1.4016	PC oder CX	Tc2_TempController

5.1.5 FB_CTRL_TempController_DistComp



Dieser Temperaturregler-Funktionsbaustein fügt den **FB_CTRL_TempController**-Funktionsbausteinen eine Störgrößenkompensation hinzu. Die Struktur wird hier beschrieben.

VAR_INPUT

```

VAR_INPUT
  eCtrlMode           : E_CTRL_MODE;
  bSelSetpoint        : BOOL;
  fW1                  : LREAL;
  fW2                  : LREAL;
  fX                   : LREAL;
  fYManual             : LREAL;
  bOpenThermocouple   : BOOL;
  bReverseThermocouple : BOOL;
  bBackVoltage         : BOOL;
  bLeakage             : BOOL;
  bShortCircuit        : BOOL;
  bOpenCircuit         : BOOL;
  fD                   : LREAL;
  bCompensateDisturbance : BOOL;
  stParaControllerExternal : ST_CTRL_ParaController;
END_VAR
    
```

Name	Einheit	Bereich	Beschreibung
eControlMode	Gegenstandslos	E_CTRL_MODE	Wechselt Modus.
bSelSetpoint	Gegenstandslos	[True, False]	Wählt einen der beiden möglichen Sollwerte aus; TRUE wählt den Standby-Sollwert.
fW1	°C	LREAL	Sollwert
fW2	°C	LREAL	Standby-Sollwert (normalerweise kleiner als fW1, bSelSetpoint wird für den Wechsel zwischen fW1 und fW2 verwendet).
fX	°C	LREAL	Istwert
fYManual	%	[-100%, +100%]	Stellgröße im manuellen Modus
bOpenThermocouple	Gegenstandslos	[True, False]	Das Thermoelement ist offen, wenn TRUE; muss von der Hardware angegeben werden.
bReverseThermocouple	Gegenstandslos	[True, False]	Das Thermoelement ist mit falscher Polarität angeschlossen, wenn TRUE; muss von der Hardware angegeben werden.
bBackVoltage	Gegenstandslos	[True, False]	Die Eingangsspannung am Thermoelement ist zu hoch, wenn TRUE; muss von der Hardware angegeben werden
bLeakage	Gegenstandslos	[True, False]	Ableitstrom wurde erkannt, wenn TRUE; muss von der Hardware angegeben werden.
bShortCircuit	Gegenstandslos	[True; False]	Kurzschluss wurde erkannt, wenn TRUE; muss von der Hardware angegeben werden.
bOpenCircuit	Gegenstandslos	[True, False]	Drahtbruch wurde erkannt, wenn TRUE; muss von der Hardware angegeben werden.
fD	Gegenstandslos	LREAL	Istwert der gemessenen Störgröße
bCompensateDisturbance	Gegenstandslos	[True, False]	Störgrößenkompensation ist aktiviert, wenn TRUE.
sParaControllerExternal	Gegenstandslos	Struktur	Ein externer Reglerparametersatz wurde dem Regler übergeben.

VAR_OUTPUT

```

VAR_OUTPUT
  fYAnalog      : LREAL;
  bYPWMPos     : BOOL;
  bYPWMPos     : BOOL;
  bYPWMNeg     : BOOL;
  bYDigPos     : BOOL;
  bYDigNeg     : BOOL;

```

```

dwAlarm          : DWORD;
fMaxOverShoot    : LREAL;
tStartUpTime     : TIME;
eCtrlState       : E_CTRL_STATE;
sParaControllerInternal : ST_CTRL_ParaController;
bError           : BOOL;
eErrorId         : E_CTRL_ErrorCodes;
END_VAR
    
```

VAR_IN_OUT

```

VAR_IN_OUT
sControllerParameter : ST_CTRL_TempCtrlParameter;
sCompensatorParameter : ST_CTRL_DistCompParameter;
END_VAR
    
```

Name	Typ	Beschreibung
sControllerParameter	ST_CTRL_TempCtrlParameter	Parameterstruktur des Funktionsbausteins
sCompensatorParameter	ST_CTRL_DistCompParameter	Parameterstruktur des Funktionsbausteins

Voraussetzungen

Entwicklungsumgebung	Zielplattform	Einzubindende SPS-Bibliotheken
TwinCAT 3.1.4016	PC oder CX	Tc2_TempController

5.1.6 Definition der Strukturen (ST_CTRL_DistCompParameter)

ST_CTRL_DistCompParameter

```

TYPE ST_CTRL_DistCompParameters
STRUCT
fKd : LREAL := 0;
tT1 : TIME := T#0MS;
tT2 : TIME := T#0MS;
END_STRUCT
END_TYPE
    
```

Name	Einheit	Bereich	Beschreibung
fKd	Gegenstandslos	LREAL	Proportionalverstärkung des Vor-/Nacheilungskompensators
tT1	Zeit	TIME	Erste Zeitkonstante des Vor-/Nacheilungskompensators
tT2	Zeit	TIME	Zweite Zeitkonstante des Vor-/Nacheilungskompensators

5.2 Globale Konstanten

5.2.1 Version der Bibliothek

Alle Bibliotheken haben eine kennzeichnende Version. Diese Version ist auch im SPS Bibliotheks-Repository ersichtlich.

Eine globale Konstante beinhaltet die Information der Bibliotheksversion:

Global_Version

```
VAR_GLOBAL CONSTANT
    stLibVersion_Tc2_TempController : ST_LibVersion;
END_VAR
```

Um die existierende Version mit einer benötigten Version zu vergleichen, wird die Funktion **F_CmpLibVersion** (definiert in der Bibliothek Tc2_System) angeboten.

Voraussetzungen

Entwicklungsumgebung	Zielplattform	Einzubindende SPS-Bibliotheken
TwinCAT 3.1.4016	PC oder CX	Tc2_TempController

6 Beispiel

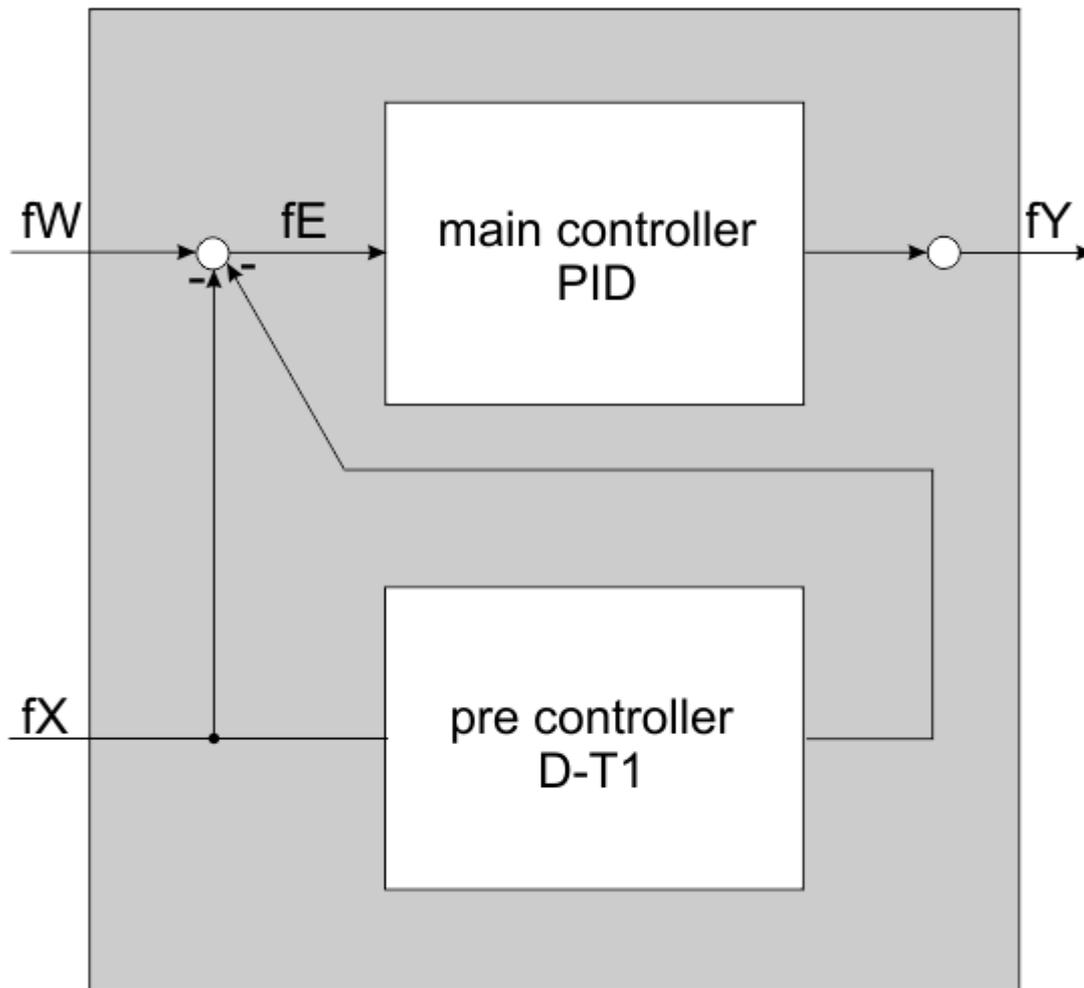
Das Beispielprogramm enthält die Einbindung in ein MAIN Programm. Die Regelstrecke wird durch ein PT2-Glied simuliert. Mit dem TwinCAT Scope View kann eine Aufzeichnung der Werte gemacht werden.

Voraussetzungen

Entwicklungsumgebung	Zielplattform	Einzubindende SPS-Bibliotheken
TwinCAT 3.1.4016	PC oder CX	Tc2_TempController

7 Anhang

7.1 Regelalgorithmus

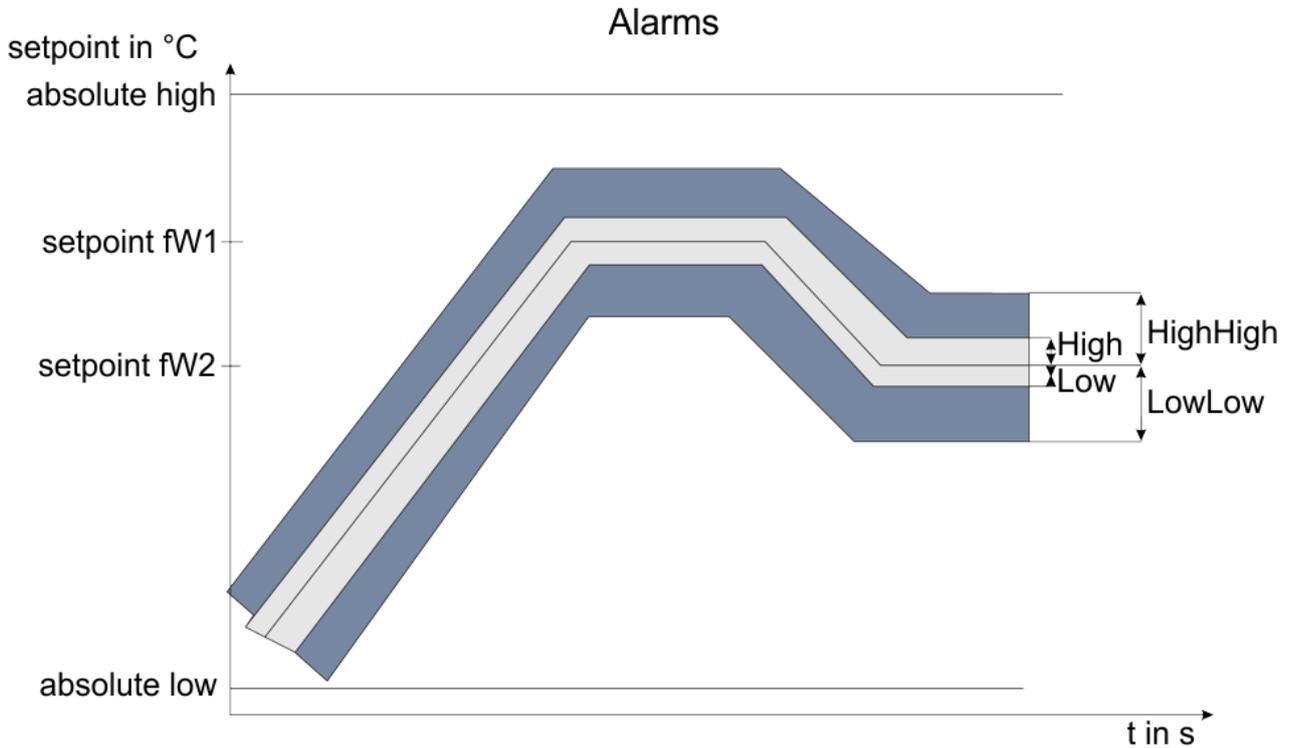


Der TwinCAT Temperature Controller setzt im Kern auf einem Standard-PID Regler auf. Dieser Reglerkern unterstützt auch Anti-Reset-Windup-Maßnahmen zur Begrenzung des I-Anteils, wenn die Stellgröße in die Begrenzung geht. Da der Regler durch das Einstellverfahren von Chien, Hrones und Reswick auf Störgrößenminimierung ausgelegt wurde, kann es bei Sollwertänderungen zum Überschwingen kommen. Um dieses Überschwingen zu reduzieren, kann bei Sollwertänderungen ein Vorregler vorgeschaltet werden. Dieser Vorregler hat ein D-T1-Verhalten und verringert das Überschwingen des Gesamtreglers. Da der Vorregler durch den D-Anteil eine Aufrauhung der Stellgröße zur Folge hat, ist der Einsatz des Vorreglers abzuwägen. Der Vorregler wird abgeschaltet, wenn die Istgröße für eine gewisse Zeit in einem Band um den Sollwert eingelaufen ist. Das Abschalten des Vorreglers erfolgt gerampt über einen längeren Zeitraum. Zur Minimierung der Stellgrößenoszillation kann optional ein Filter hinter dem Hauptregler aufgeschaltet werden. Als Filter stehen P-T1 und Moving Average-Filter zur Verfügung.

Voraussetzungen

Entwicklungsumgebung	Zielplattform	Einzubindende SPS-Bibliotheken
TwinCAT 3.1.4016	PC oder CX	Tc2_TempController

7.2 Alarm



Im Temperaturregler werden folgende Alarmer ständig überwacht:

- Absolute Temperaturen (high und low)
- Relative Temperaturen (in zwei Bändern um den Sollwert)

Außerdem können folgende sensorseitigen Hardware-Alarmer mit dem Temperaturregler verbunden werden:

- Open Thermocouple: Leitung zum Temperaturfühler ist unterbrochen.
- Back Voltage: am Temperaturfühler liegt eine unzulässig hohe Spannung an.
- Reverse Thermocouple: Temperaturfühler ist mit falscher Polarität angeschlossen.

Ist ein Stromsensor angeschlossen, so können folgende Signale mit dem Temperaturregler verbunden werden:

- Kurzschluss
- offener Stromkreis
- Leckstrom

Voraussetzungen

Entwicklungsumgebung	Zielplattform	Einzubindende SPS-Bibliotheken
TwinCAT 3.1.4016	PC oder CX	Tc2_TempController

7.3 Selbstuning

Der Selbstuningalgorithmus basiert auf der klassischen Wendetangenten-Methode. Diese Methode stammt in den Anfängen von Ziegler und Nichols. Basis dieses Verfahrens ist die Voraussetzung einer linearen P-T1-Strecke mit Totzeit. Während eines Sprungversuchs wird die maximale Änderungsgeschwindigkeit ermittelt. Dies geschieht über eine Differenzenbildung über mehrere Abtastzyklen. Zum Zeitpunkt der maximalen Änderungsgeschwindigkeit wird eine Wendetangente angelegt und der Schnittpunkt mit der Zeitachse bestimmt. Die Verzugszeit T_u ist die Zeit vom Beginn der Messung bis zum Schnittpunkt der Wendetangente mit der Zeitachse. Mit den Angaben von T_u und V_{max} können über die Formeln von Chien, Hrones und Reswick die Reglerparameter für eine Störungsunterdrückung mit 20% Überschwingen ermittelt werden. Die

Parameter des Vorreglers lassen sich mit heuristischen Formeln einfach aus den Parametern des Hauptreglers ableiten. Mit diesen Parametern wird nach dem Selftuning automatisch auf den Closed-Loop-Betrieb umgestellt.

Voraussetzungen

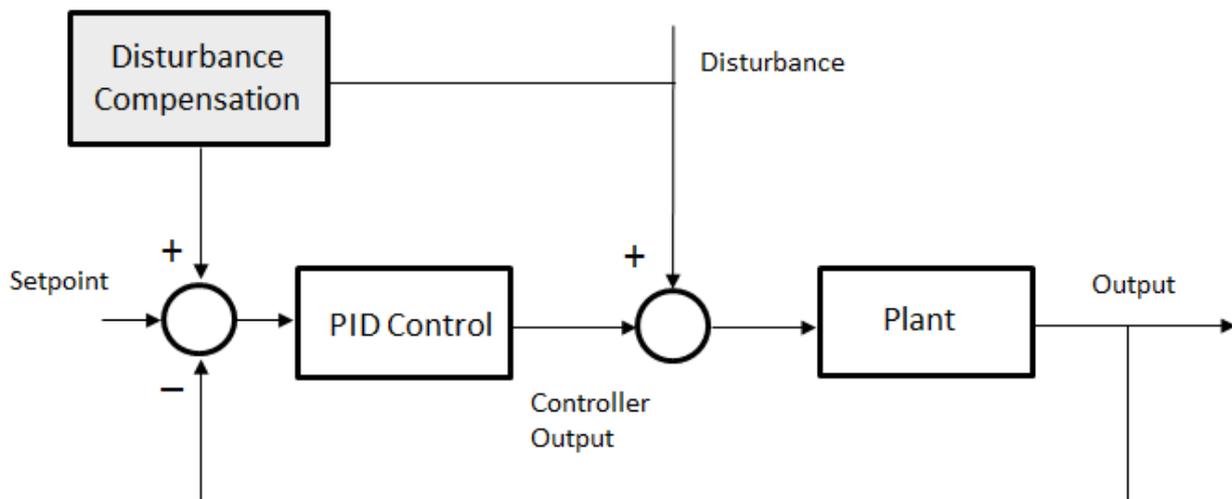
Entwicklungsumgebung	Zielplattform	Einzubindende SPS-Bibliotheken
TwinCAT 3.1.4016	PC oder CX	Tc2_TempController

7.4 Störgrößenkompensation

Störgrößenkompensation

Ein Störsignal hat erheblichen Einfluss auf die Qualität des Reglers und gegebenenfalls auf den geregelten Prozess. Ein PID-Regler kann auf passive Weise der Wirkung eines Störsignals mittels Erhöhung des Reglerausgangs begegnen. Dies ist allerdings eine ineffiziente Art und Weise die Kompensation durchzuführen.

Der Funktionsbaustein `FB_CTRL_TempController_DistComp` bietet eine zusätzliche Vor-/Nacheilungskompensation, um ein Störsignal aktiv auszugleichen. Es wird angenommen, dass das fragliche Störsignal gemessen und in den Funktionsbaustein eingespeist wird. Das nachfolgende Blockdiagramm erläutert den Aufbau der Störgrößenkompensation:



Die Störgrößenkompensation ist ein Vor-/Nacheilungskompensator. Ein Vor-/Nacheilungskompensator ist eine vielseitige Komponente, die bei sorgfältiger Auswahl der Verstärkungs- und Zeitkonstanten dazu verwendet werden kann, I-, D-, PI-, PD- und PID-Kompensationen einzurichten. Mit Hilfe des Kompensators können bleibende Abweichungen und Spitzen verringert sowie das dynamische Verhalten bei Störungen verbessert werden. Hier finden Sie weitere Informationen über den Vor-/Nacheilungskompensator.

Mehr Informationen:
www.beckhoff.de/tf4110

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG
Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland
Telefon: +49 5246 9630
info@beckhoff.de
www.beckhoff.de

