



SIEMENS



Lern-/Lehrunterlage

Siemens Automation Cooperates with Education
(SCE) | Ab Version V9 SP1

PA Modul P01-06
SIMATIC PCS 7 – Regelung und weitere
Steuerfunktionen

[siemens.de/sce](https://www.siemens.de/sce)

SIEMENS

Global Industry
Partner of
WorldSkills
International



Passende SCE Trainer Pakete zu dieser Lern-/Lehrunterlage

- **SIMATIC PCS 7 Software 3er Paket V9.0**
Bestellnr.: 6ES7650-0XX58-0YS5
- **SIMATIC PCS 7 Software 6er Paket V9.0**
Bestellnr.: 6ES7650-0XX58-2YS5
- **SIMATIC PCS 7 Software Upgrade Pakete 3er**
Bestellnr.: 6ES7650-0XX58-0YE5 (V8.x→ V9.0)
- **SIMIT Simulation Platform mit Dongle V10**
(beinhaltet SIMIT S & CTE, FLOWNET, CONTEC Bibliotheken) – 2500-Simulation-Tags
Bestellnr.: 6DL8913-0AK00-0AS5
- **Upgrade SIMIT Simulation Platform V10**
(beinhaltet SIMIT S & CTE, FLOWNET, CONTEC Bibliotheken) von V8.x/V9.x
Bestellnr.: 6DL8913-0AK00-0AS6
- **Demo-Version SIMIT Simulation Platform V10**
[Download](#)
- **SIMATIC PCS 7 AS RTX Box (PROFIBUS) nur in Kombination mit ET 200M für RTX –**
Bestellnr.: 6ES7654-0UE23-0XS1
- **ET 200M für RTX Box (PROFIBUS) nur in Kombination mit PCS 7 AS RTX Box –**
Bestellnr.: 6ES7153-2BA10-4AB1

Bitte beachten Sie, dass diese Trainer Pakete ggf. durch Nachfolge-Pakete ersetzt werden.
Eine Übersicht über die aktuell verfügbaren SCE Pakete finden Sie unter: [siemens.de/sce/tp](https://www.siemens.de/sce/tp)

Fortbildungen

Für regionale Siemens SCE Fortbildungen kontaktieren Sie Ihren regionalen SCE Kontaktpartner:
[siemens.de/sce/contact](https://www.siemens.de/sce/contact)

Weitere Informationen rund um SCE

[siemens.de/sce](https://www.siemens.de/sce)

Verwendungshinweis

Die SCE Lern-/Lehrunterlage für die durchgängige Automatisierungslösung Totally Integrated Automation (TIA) wurde für das Programm "Siemens Automation Cooperates with Education (SCE)" speziell zu Ausbildungszwecken für öffentliche Bildungs- und F&E-Einrichtungen erstellt. Siemens übernimmt bezüglich des Inhalts keine Gewähr.

Diese Unterlage darf nur für die Erstausbildung an Siemens Produkten/Systemen verwendet werden. D. h. Sie kann ganz oder teilweise kopiert und an die Studierenden zur Nutzung im Rahmen deren Studiums ausgehändigt werden. Die Weitergabe sowie Vervielfältigung dieser Unterlage und Mitteilung Ihres Inhalts ist innerhalb öffentlicher Aus- und Weiterbildungsstätten für Zwecke im Rahmen des Studiums gestattet.

Ausnahmen bedürfen der schriftlichen Genehmigung durch Siemens. Alle Anfragen hierzu an scsupportfinder.i-ia@siemens.com.

Zuwendungen verpflichten zu Schadensersatz. Alle Rechte auch der Übersetzung sind vorbehalten, insbesondere für den Fall der Patentierung oder GM-Eintragung.

Der Einsatz für Industriekunden-Kurse ist explizit nicht erlaubt. Einer kommerziellen Nutzung der Unterlagen stimmen wir nicht zu.

Wir danken der TU Dresden, besonders Prof. Dr.-Ing. Leon Urbas und der Fa. Michael Dziallas Engineering und allen weiteren Beteiligten für die Unterstützung bei der Erstellung dieser SCE Lehrunterlage.

Inhaltsverzeichnis

1	Zielstellung.....	5
2	Voraussetzung.....	5
3	Benötigte Hardware und Software.....	6
4	Theorie.....	7
4.1	Theorie in Kürze.....	7
4.2	Einführung.....	8
4.3	Industrietauglichkeit von Reglern.....	9
4.4	Erweiterte Regelstrukturen.....	10
4.5	Anschaltung an Prozesse.....	11
4.6	Literatur.....	13
5	Aufgabenstellung.....	14
6	Planung.....	15
7	Lernziel.....	16
8	Strukturierte Schritt-für-Schritt-Anleitung.....	17
8.1	Anlegen der Handbedienung A1T2H008.....	17
8.2	Anlegen der Temperaturregelung A1T2T001.....	20
8.3	Handbedienung der Temperaturregelung A1T2T001.....	26
8.4	Checkliste – Schritt-für-Schritt-Anleitung.....	29
9	Übungen.....	30
9.1	Übungsaufgaben.....	30
9.2	Checkliste – Übung.....	32
10	Weiterführende Information.....	33

Regelung und weitere Steuerfunktionen

1 Zielstellung

In diesem Kapitel lernen die Studierenden wesentliche Komponenten und Anforderungen an einen Baustein zur kontinuierlichen Regelung von Prozessgrößen kennen und können eine Temperaturregelung mit den Bausteinen PIDConL und PULSEGEN anlegen und konfigurieren.

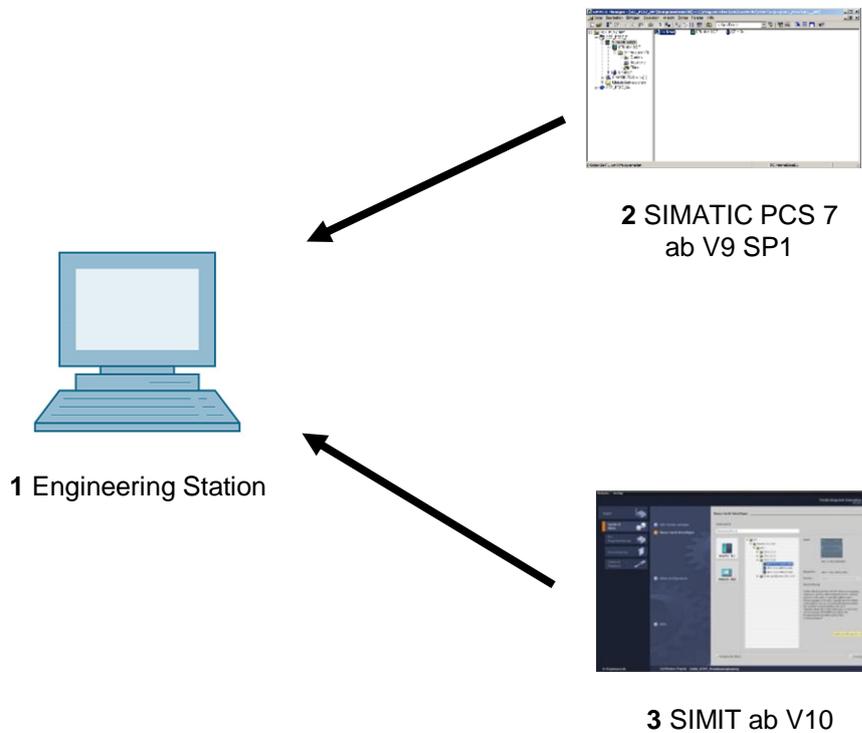
2 Voraussetzung

Dieses Kapitel baut auf das Kapitel ‚Anlagensicherheit‘ auf. Zur Durchführung des Kapitels kann ein bereits bestehendes Projekt aus dem vorhergehenden Kapitel oder das durch SCE zur Verfügung gestellte archivierte Projekt ‚p01-05-exercise-r1905-de.zip‘ genutzt werden. Der Download des Projekts (bzw. der Projekte) ist beim jeweiligen Modul im SCE Internet hinterlegt.

Die (optionale) Simulation für das Programm SIMIT kann aus der Datei p01-04-plantsim-v10-r1905-de.simarc dearchiviert werden. Es ist im Demo-Modus lauffähig.

3 Benötigte Hardware und Software

- 1 Engineering Station: Voraussetzungen sind Hardware und Betriebssystem
(weitere Informationen siehe Readme/Liesmich auf den PCS 7 Installations-DVDs)
- 2 Software SIMATIC PCS 7 – ab V9 SP1
 - Installierte Programm-Pakete (enthalten im Trainer Paket SIMATIC PCS 7 Software):
 - *Engineering* → *PCS 7 Engineering*
 - *Engineering* → *BATCH Engineering*
 - *Runtime* → *Single Station* → *OS Single Station*
 - *Runtime* → *Single Station* → *BATCH Single Station*
 - *Options* → *SIMATIC Logon*
 - *Options* → *S7-PLCSIM V5.4 SP8*
- 3 Demo-Version SIMIT Simulation Platform V10



4 Theorie

4.1 Theorie in Kürze

In der Prozessindustrie müssen bestimmte Prozessgrößen trotz Störungen auf einem spezifischen Wert gehalten (**Störverhalten**) bzw. Prozessgrößen stabil auf vorgegebene Sollwerte eingestellt (**Führungsverhalten**) werden. Dafür werden Regelkreise, wie in Abbildung 1, verwendet.

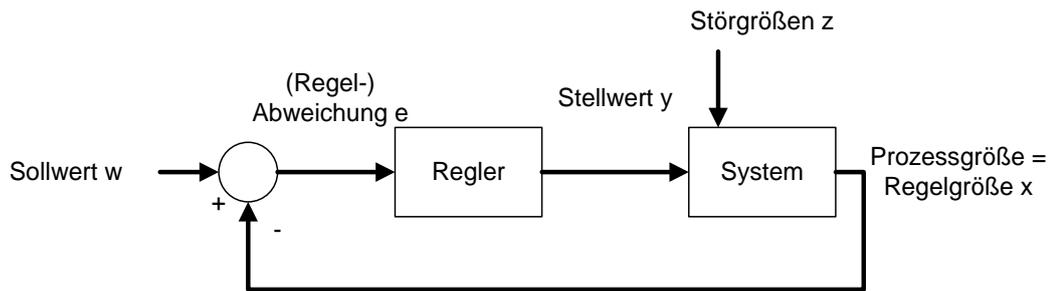


Abbildung 1: Regelkreis

Im Falle der Anlage – die in diesen Lehrunterlagen verwendet wurde – wird die Reaktortemperatur für eine spezifikationsgerechte Reaktionsführung auf einen bestimmten Wert eingestellt. Störgrößen sind die Umgebungstemperatur und die Einsatzstoffe mit unterschiedlichen Temperaturen. Damit die Temperatur geregelt werden kann, muss diese zunächst durch Messung bestimmt werden. Dieser Messwert, der dem **Istwert** der Prozessgröße entspricht, wird anschließend mit dem gewünschten Wert (**Sollwert**) verglichen. Der Unterschied zwischen Istwert und Sollwert wird (**Regel-)Abweichung** genannt.

Bei bekannter Regelabweichung können Gegenmaßnahmen abgeleitet werden. Bei der Temperaturregelung wird die Heizung eingeschaltet, wenn der gemessene Istwert kleiner ist als der vorgegebene Sollwert. Damit der Prozess selbsttätig reagiert, wird ein Regler benötigt. Ein Regler, der nur anhand der aktuellen Abweichung den Stellwert berechnet, wird Proportionalregler (kurz: P-Regler) genannt.

In der Praxis haben sich Regler durchgesetzt, die mit Hilfe weniger Parameter für eine große Bandbreite von Prozessen eingesetzt werden können, sogenannte **PID-Regler**.

In der **PCS 7 Advanced Process Library V90** gibt es bewährte Bausteine, die diese Funktionalität implementieren. Im Folgenden wird der Baustein PIDConL verwendet.

4.2 Einführung

Der oben erwähnte P-Regler stellt den einfachsten Regler dar. Er arbeitet nach dem Prinzip: Je größer die aktuelle Abweichung, desto größer wird der Stellwert. Sein Verhalten leitet sich also direkt aus der aktuellen Regelabweichung ab, was ihn schnell und dynamisch relativ günstig macht. Allerdings werden bestimmte Störungen nicht vollständig ausgeglichen, das heißt es gibt immer eine bleibende Regelabweichung.

Nicht jeder Prozess toleriert eine bleibende Regelabweichung, sodass weitere Maßnahmen getroffen werden müssen. Eine Möglichkeit besteht darin einen integralen Anteil zuzuschalten, wodurch der P-Regler zu einem PI-Regler wird. Die Wirkung des integralen Anteils besteht darin, dass eine anhaltende Regelabweichung aufsummiert wird. Damit wird der Stellwert trotz gleichbleibender Regelabweichung immer größer.

Treten in einem System sprungförmige Störungen auf, so kann diesen mit einem zusätzlich differenzierenden Anteil schnell entgegengesteuert werden. Der D-Anteil berechnet die Stellgröße aus der zeitlichen Ableitung der Regeldifferenz. Dieses Verhalten führt aber auch zu einer Verstärkung von stochastischen Störungen (Rauschen). Hier gilt es einen sinnvollen Mittelweg zu finden.

Eine Kombination aus P, I und D-Anteil wird PID-Regler genannt. In der Prozessindustrie werden 95 % der Anwendungen mit diesen Reglern realisiert, da der PID-Regler mit nur drei Parametern (Verstärkung, Nachstellzeit und Vorhaltezeit) eingestellt wird. Diese wenigen Parameter ermöglichen bereits eine gute Anpassung an eine Vielzahl unterschiedlicher dynamischer Prozesse.

Das Einstellen der Parameter setzt allerdings Kenntnisse über das zu regelnde System voraus. Die Kenntnisse über das System können aus Erfahrung gewonnen, experimentell bestimmt oder durch die Modellierung des Prozesses berechnet werden. Für eine große Bandbreite von Prozessen, die nicht von Totzeiten dominiert werden und in ähnlicher Art und Weise auf positive wie negative Veränderungen der Stellgrößeneingriffe reagieren, konnten verschiedene praxistaugliche Einstellregeln gefunden werden. Als Beispiele seien die Einstellregeln nach Chien, Hrones und Reswick [1], die Methode von Ziegler und Nichols [2] sowie die T-Summen-Regel [3] genannt.

Das Prozessleitsystem **PCS 7** unterstützt das Einstellen der Parameter mit Hilfe eines **PID-Tuners**.

Bei dem Reglerbaustein PIDConL heißt der Parameter für die Verstärkung GAIN, für den Integralanteil TI (Nachstellzeit) und für den Differentialanteil TD (Vorhaltezeit). Die Zeiten sind jeweils in Sekunden anzugeben. Die Eingangsgröße des Reglers sind die Regelgröße PV und der Sollwert SP, welche die Regelabweichung ER ergeben. Der Stellwert MV ist die Ausgangsgröße zur Regelstrecke, welche sich nach der folgenden Formel berechnet:

$$MV = GAIN \cdot \left(1 + \frac{1}{TI \cdot s} + \frac{TD \cdot s}{1 + \frac{TD}{DiffGain} \cdot s} \right) \cdot ER$$

4.3 Industrietauglichkeit von Reglern

Damit ein Regler auch im industriellen Alltag funktioniert, müssen weitere Funktionen implementiert sein. Dazu gehören vor allem:

- Stoßfreie Umschaltung
- Anti-Reset-Windup
- Unterstützung von verschiedenen Regelstrukturen.

Die stoßfreie Umschaltung soll eine abrupte Änderung der Stellgröße bei der Umschaltung zwischen Hand- und Automatikbetrieb, interner und externer Sollwertvorgabe oder bei Parameteränderung verhindern. Eine stoßfreie Umschaltung zwischen Hand- und Automatikbetrieb wird zum Beispiel gefordert, wenn ein Prozess in der Verfahrenstechnik halbautomatisch abläuft, wenn also das Anfahren von Hand durchgeführt wird und anschließend im regulären Betrieb auf Automatik umgeschaltet wird. Im Handbetrieb wird die Stellgröße direkt vom Operator vorgegeben, während im Automatikbetrieb die Stellgröße vom Regelalgorithmus berechnet wird.

Die Funktion Anti-Reset-Windup (ARW) soll verhindern, dass sich der integrale Anteil (engl. reset) der Stellgröße immer weiter erhöht (bildlich: aufwickelt, engl. windup), weil eine Regelabweichung zum Beispiel aufgrund der Stellgrößenbeschränkung nicht ausgeregelt werden kann.

Die Unterstützung verschiedener Regelstrukturen ermöglicht die Optimierung der Regelung ohne den Regler austauschen zu müssen. Im Abschnitt ‚Erweiterte Regelstrukturen‘ werden einige dieser Regelstrukturen genauer erklärt. Mit PIDConL aus der **SIMATIC PCS 7 Advanced Process Library V90** lassen sich folgende Regelstrukturen realisieren:

- Festwertregelung
- Kaskadenregelung
- Verhältnisregelung
- Störgrößenaufschaltung
- Split-Range Regelung
- Smith-Prädiktor Regelung und
- Ablösende Regelung (Override).

4.4 Erweiterte Regelstrukturen

In verschiedenen Anwendungen reichen einschleifige Regelkreise nicht aus, sodass erweiterte Regelstrukturen einzusetzen sind, um das gewünschte Ziel zu erreichen.

Wird bei einer Prozessgröße das Führungs- und das Störverhalten nicht gleichzeitig zufriedenstellend optimiert, kann eine Stör-/Hilfsgrößenaufschaltung oder eine Kaskadenregelung eingesetzt werden.

Wenn die Störgröße gemessen wird und ihr Angriffspunkt bekannt ist, besteht die Option eine Kompensation der Störgröße auf den Reglereingang oder -ausgang aufzuschalten. Mit der **Störgrößenaufschaltung** kann man die Störgröße vollständig kompensieren, sodass der Regler auf optimales Führungsverhalten eingestellt werden kann.

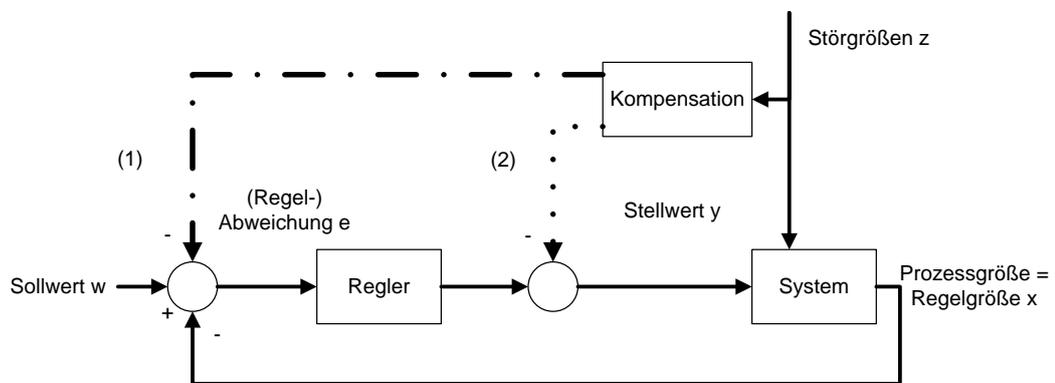


Abbildung 2: Störgrößenaufschaltung am Reglereingang (1) oder am Reglerausgang (2)

Kann die Störgröße nicht gemessen werden, dafür aber eine andere Größe im System, so wird diese Hilfsgröße mit einem Regler auf den Reglereingang geschaltet. Die **Hilfsgrößenaufschaltung** reduziert den Einfluss der Störgröße, kompensiert ihn jedoch nicht vollständig.

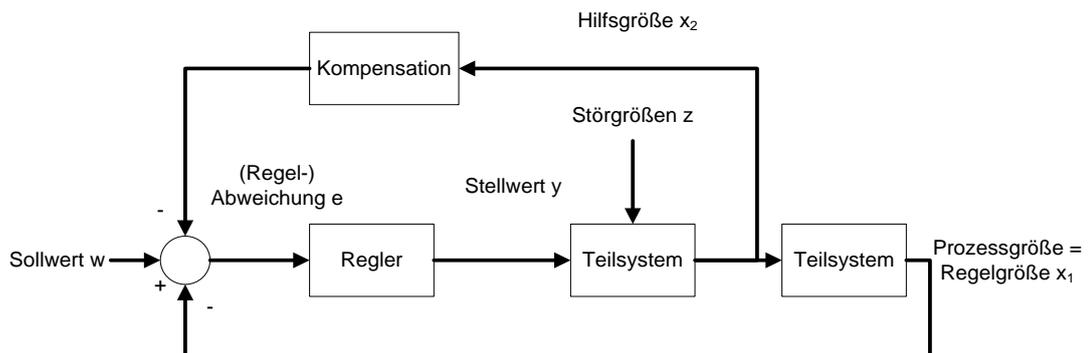


Abbildung 3: Hilfsgrößenaufschaltung

Erfolgt die Aufschaltung am Reglereingang, so agieren die Kompensation und der Regler nicht unabhängig voneinander. Das bedeutet, dass bei einer Anpassung der Reglerparameter auch die Kompensation angepasst werden muss.

Reichen die Stör- und Hilfsgrößenaufschaltung nicht aus, kann der Angriffspunkt der Störgrößen nicht hinreichend genau bestimmt oder können die Teilsysteme nicht hinreichend genau modelliert werden, so wird eine zwei- oder mehrschleifige **Kaskadenregelung** eingesetzt.

Beim Entwurf der Kaskadenregelung wird davon ausgegangen, dass die unterlagerten Regelkreise (Regler 2 in Abbildung 4 – ein sogenannter Folgeregler) jeweils schneller reagieren als die überlagerten Regelkreise (Regler 1 in Abbildung 4 – ein sogenannter Führungsregler). Die Optimierung der Regelung erfolgt damit stets von innen nach außen.

Die Kaskadenregelung reduziert den Einfluss der Störgröße und macht die Regelung der Führungsgröße schneller. Damit die Kaskadenregelung eingesetzt werden kann, müssen entsprechend messbare Größen vorhanden sein.

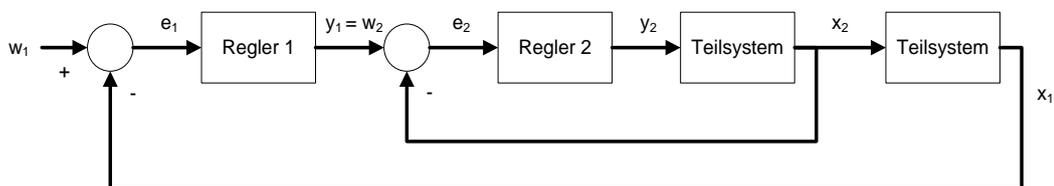


Abbildung 4: Kaskadenregelung mit zwei Schleifen

Die Verhältnisregelung wird eingesetzt, wenn die Prozessgröße in Abhängigkeit einer anderen Größe bestimmt wird, zum Beispiel die Verhältnisregelung zweier zu vermischender Flüssigkeitsströme. Das heißt Regelung der Zusammensetzung der Mischung oder die Verhältnisregelung von Brenngas und Frischluft an einem Gasbrenner für optimale Verbrennung. Der Sollwert der Prozessgröße w_2 wird aus dem Verhältnis V_w und der Prozessgröße x_1 berechnet.

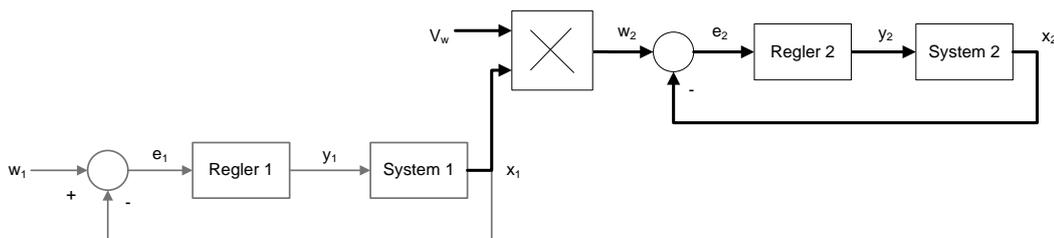


Abbildung 5: Verhältnisregelung

4.5 Anschaltung an Prozesse

Das kontinuierliche Ausgangssignal des Reglers wird nicht immer direkt an den Prozess ausgegeben. Besonders bei großen Kräften oder Strömen ist das nicht sinnvoll, sodass eine binäre Anschaltung erfolgt. Dazu wird das analoge Signal über die **Impulsbreitenmodulation** (auch Pulsbreiten- oder Pulsweitenmodulation genannt) in ein binäres Signal gewandelt. In der **CFC Library** gibt es dafür den Elementarbaustein PULSEGEN [4].

Die Funktion PULSEGEN transformiert die Eingangsgröße INV (= LMN Stellwert des PID-Reglers) durch Modulation der Impulsbreite in eine Impulsfolge mit konstanter Periodendauer. Sie entspricht der Zykluszeit, mit der die Eingangsgröße aktualisiert wird und muss in PER_TM parametrisiert werden.

Die Dauer eines Impulses pro Periodendauer ist proportional zur Eingangsgröße. Dabei ist der durch PER_TM parametrisierte Zyklus nicht identisch mit dem Bearbeitungszyklus des Funktionsbausteins PULSEGEN. Wie in Abbildung 6 dargestellt, setzt sich ein Zyklus PER_TM ② aus mehreren Bearbeitungszyklen ① des Funktionsbausteins PULSEGEN zusammen. Die Anzahl der PULSEGEN-Aufrufe pro PER_TM-Zyklus stellt dabei ein Maß für die Genauigkeit der Impulsbreitenmodulation dar.

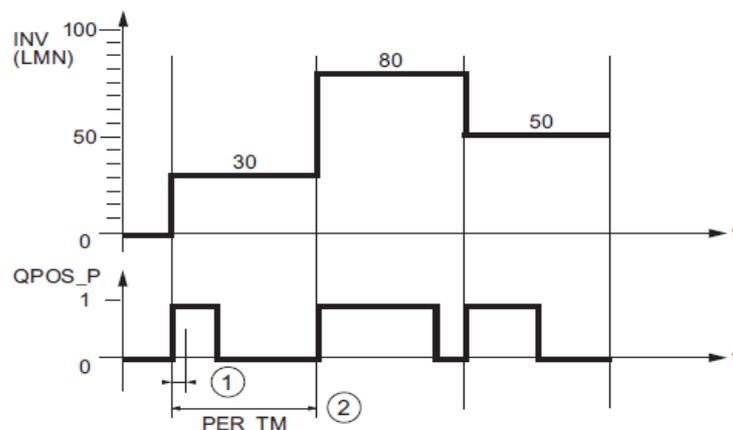


Abbildung 6: Zeitverlauf Eingang INV zu Ausgang QPOS_P von PULSEGEN [4]

Eine Eingangsgröße von 30 % bei 10 PULSEGEN-Aufrufen pro PER_TM bedeutet folgendes:

- 1 am Ausgang QPOS für die ersten drei Aufrufe des PULSEGEN (30 % von 10 Aufrufen)
- 0 am Ausgang QPOS für sieben weitere Aufrufe des PULSEGEN (70 % von 10 Aufrufen)

Die Impulsdauer wird zu Beginn jeder Periode neu berechnet. Durch ein Abtastverhältnis von 1:10 (CTRL_PID-Aufrufe zu PULSEGEN-Aufrufe) ist die Stellwertgenauigkeit in diesem Beispiel auf 10 % beschränkt. Vorgegebene Eingangswerte INV können nur im Raster von 10 % auf eine Impulslänge am Ausgang QPOS abgebildet werden. Entsprechend erhöht sich die Genauigkeit mit der Anzahl der PULSEGEN-Aufrufe pro PIDConL-Aufruf. Wenn PULSEGEN 100-mal und PIDConL nur einmal aufgerufen wird, so wird eine Auflösung von 1 % des Stellwertbereichs erreicht.

Hinweis:

- Die Untersetzung der Aufrufhäufigkeit müssen Sie selbst programmieren.

4.6 Literatur

- [1] Chien, Kun Li; Hrones, J. A.; Reswick, J. B. (1952): On the Automatic Control of Generalized Passive Systems. In: Transactions of the American Society of Mechanical Engineers, Bd. 74, Cambridge (Mass.), S. 175-185.
- [2] Ziegler, J. G. und Nichols, N. B. (1942): Optimum settings for automatic controllers. In: Trans. ASME, 64, S. 759-768.
- [3] Kuhn, U.: Eine praxisnahe Einstellregel für PID-Regler: Die T-Summen-Regel. Automatisierungstechnische Praxis, Nr. 5, 1995, S. 10-16.
- [4] SIEMENS (2017): Prozessleitsystem PCS 7: CFC-Elementarbausteine. A5E41367308-AB. (support.automation.siemens.com/WW/view/de/109755019)

5 Aufgabenstellung

Entsprechend den Vorgaben aus dem Kapitel ‚Prozessbeschreibung‘ sollen die CFC-Pläne aus dem Kapitel Anlagensicherung durch die Temperaturregelung und der dazugehörigen Handsteuerung von Reaktor R001 ergänzt werden. Die Heizung des Reaktors wird mit Hilfe eines PID-Reglers mit nachgeschaltetem Pulsgenerator realisiert.

Die folgenden CFC-Pläne werden hier erstellt:

- A1T2H008 (Handbetätigung Heizung Reaktor R001)
- A1T2T001 (Heizung Reaktor R001)

Bei der Realisierung der Temperatursteuerung sind im CFC-Plan die folgenden Verriegelungsbedingungen zu beachten.

- Ein Aktor darf nur geschaltet werden, wenn der Hauptschalter der Anlage eingeschaltet und der NOTAUS-Schalter entriegelt ist.
- Die Temperaturen in den beiden Reaktoren dürfen 60°C nicht übersteigen.
- Die Heizungen der beiden Reaktoren dürfen nur in Betrieb genommen werden, wenn sie mit Flüssigkeit bedeckt sind (hier: minimal 200 ml im Reaktor).

6 Planung

Die Handsteuerung A1T2H008 (siehe Abbildung 8) zur Ansteuerung der Heizung besteht aus drei Teilen:

- Ein digitaler Eingang für den Befehl Starten: ‚A1.T2.A1T2H008.HS+.START‘ / E7.0
- Ein digitaler Eingang für den Befehl Stoppen: ‚A1.T2.A1T2H008.HS-.STOP‘ / E7.1
- Ein digitaler Ausgang für die Status-Rückmeldung : ‚A1.T2.A1T2H008.HO+-.0+‘ / A4.1

Für die Temperaturmessung gibt es einen analogen Messwert:

- ‚A1.T2.A1T2T001.TIC.M‘ / EW76 / Temperatur-Istwert Reaktor R001

Für die Heizungssteuerung gibt es einen digitalen Ausgang:

- ‚A1.T2.A1T2T001.TV.S‘ / A4.

Die Signale sind bereits in der Symboltabelle enthalten und müssen nur noch verknüpft werden.

Der analoge Messwert muss noch auf eine tatsächliche Temperatur skaliert werden. Dazu gibt der Nutzer die Obergrenze 100°C und die Untergrenze 0°C des Messwerts an.

Die Handsteuerung beeinflusst die Temperaturregelung A1T2T001 (siehe auch Abbildung 7), die entsprechend erweitert werden muss.

Die in der Aufgabenstellung genannten Verriegelungen lassen sich alle mit den bereits angelegten Sensoren und Aktoren realisieren.

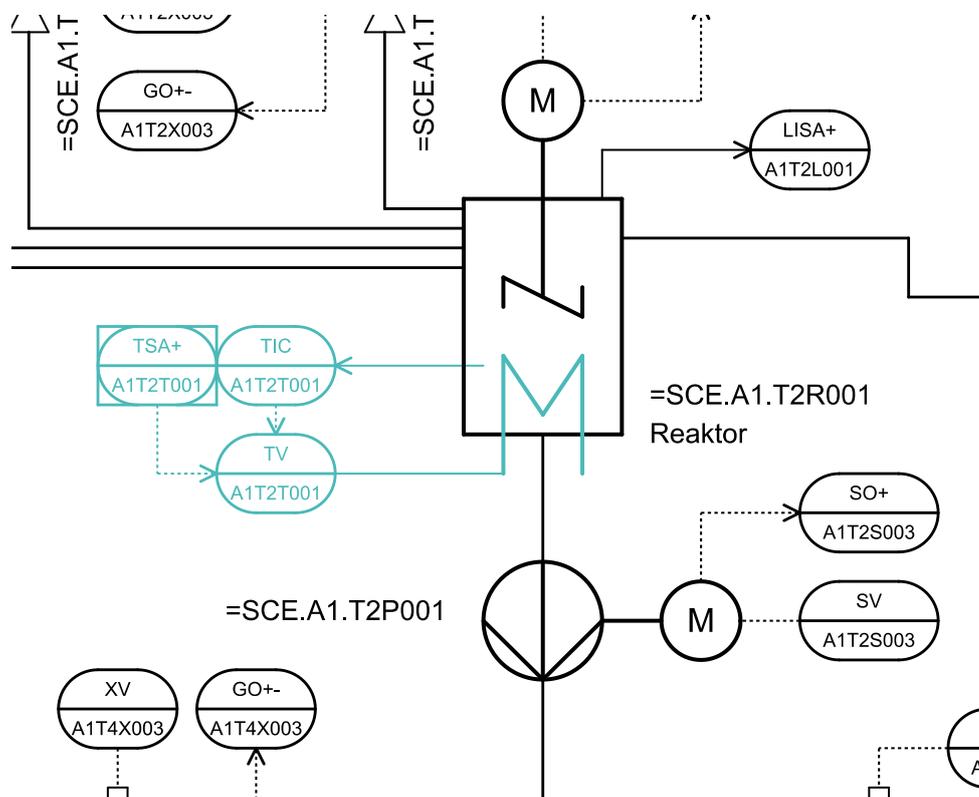


Abbildung 7: Zu bearbeitender Teil des R&I-Fließbilds

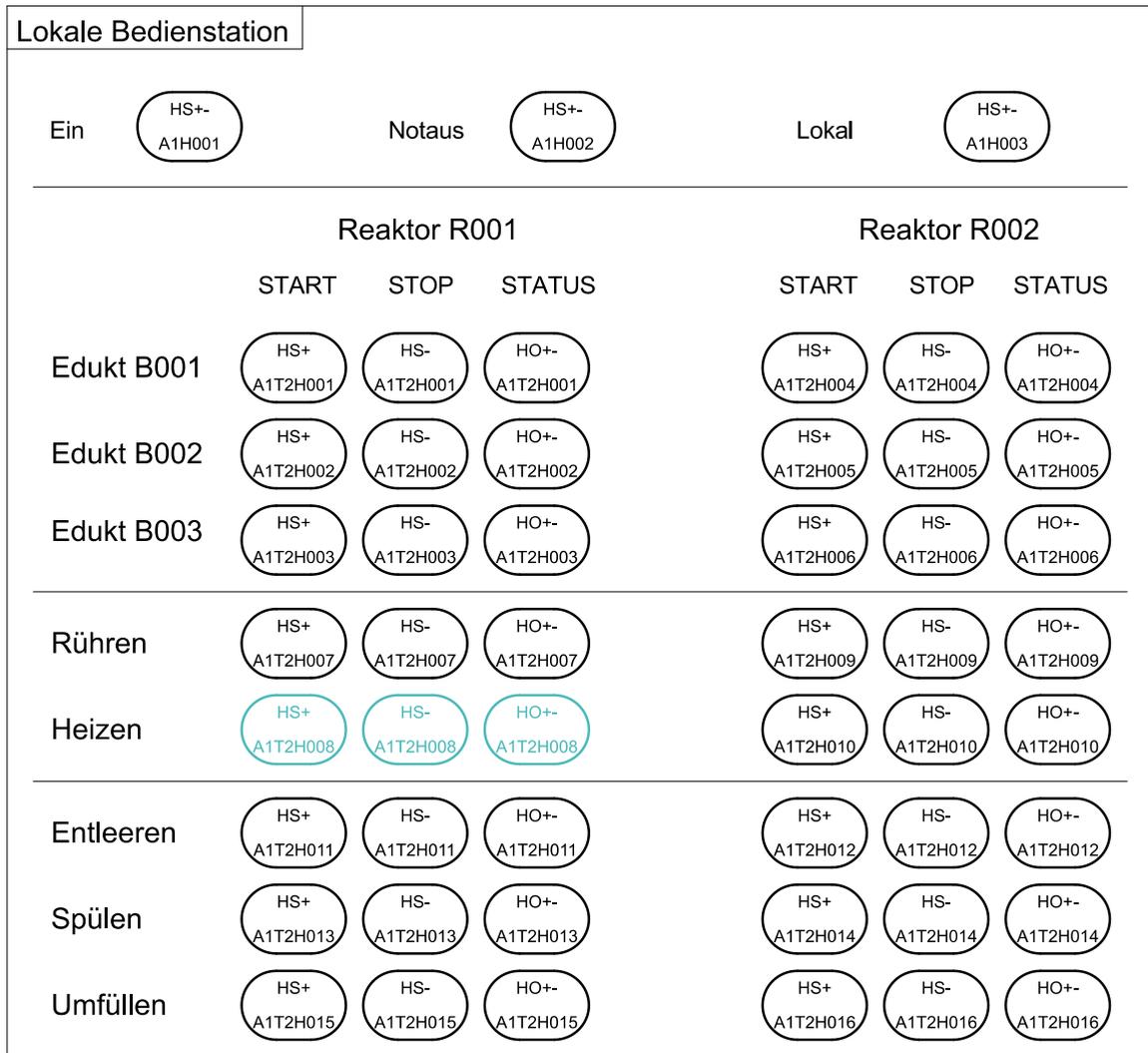


Abbildung 8: Lokale Bedienstation

7 Lernziel

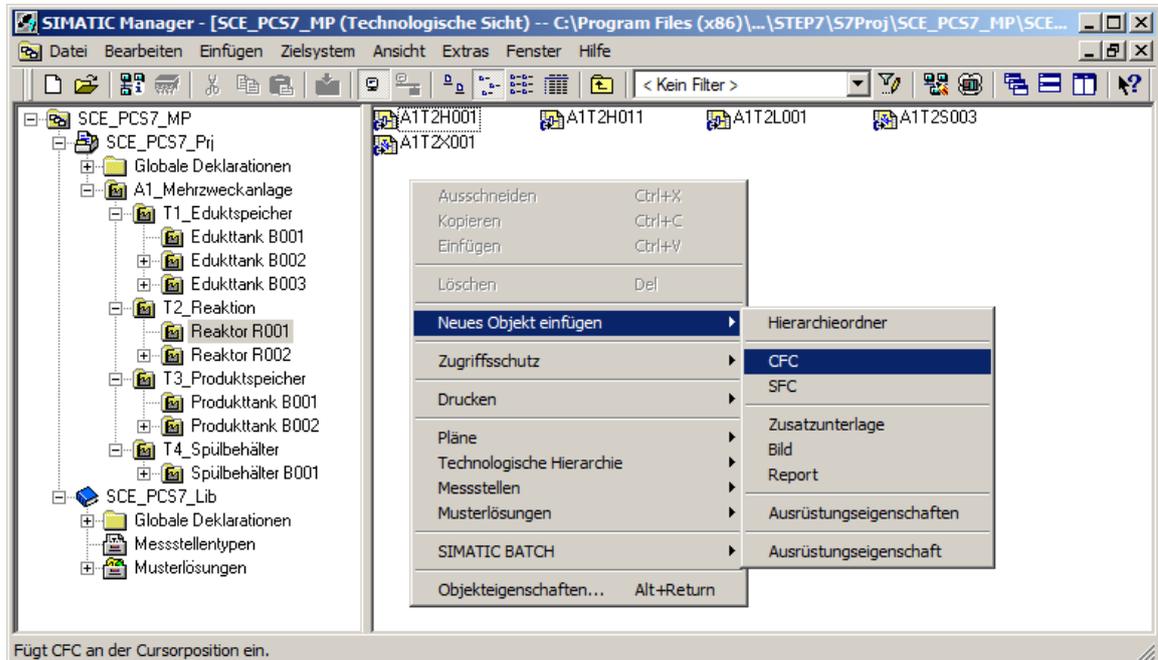
In diesem Kapitel erwerben die Studierenden:

- Kenntnisse zur Programmierung eines kontinuierlichen Reglers mit Impulsausgang und Verriegelungen

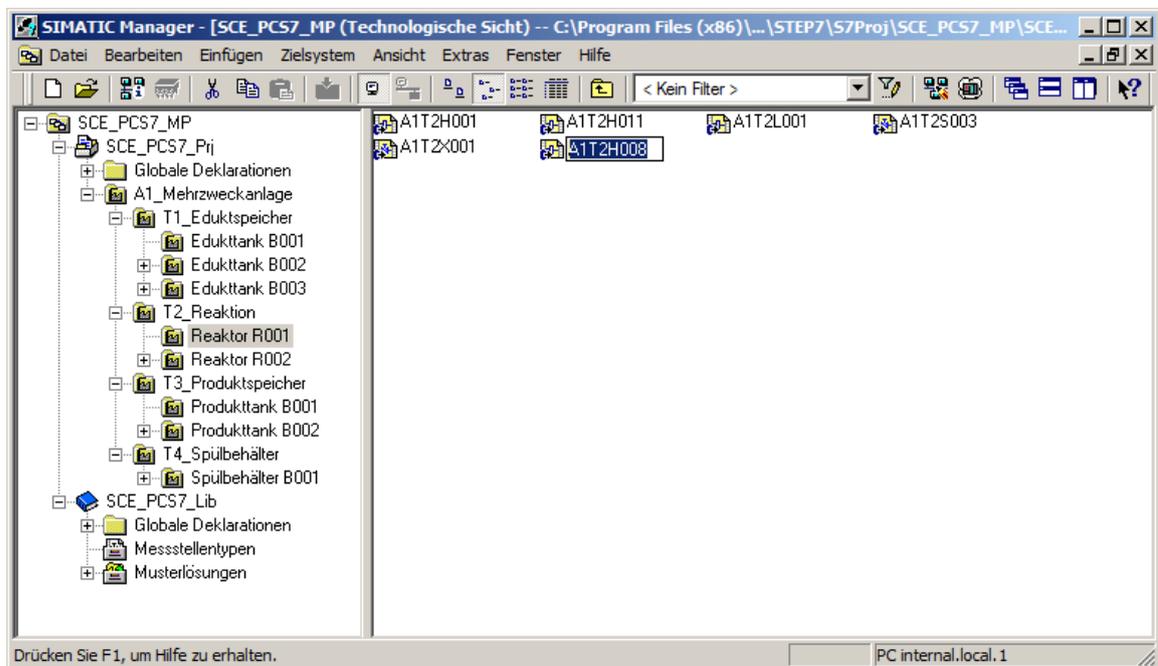
8 Strukturierte Schritt-für-Schritt-Anleitung

8.1 Anlegen der Handbedienung A1T2H008

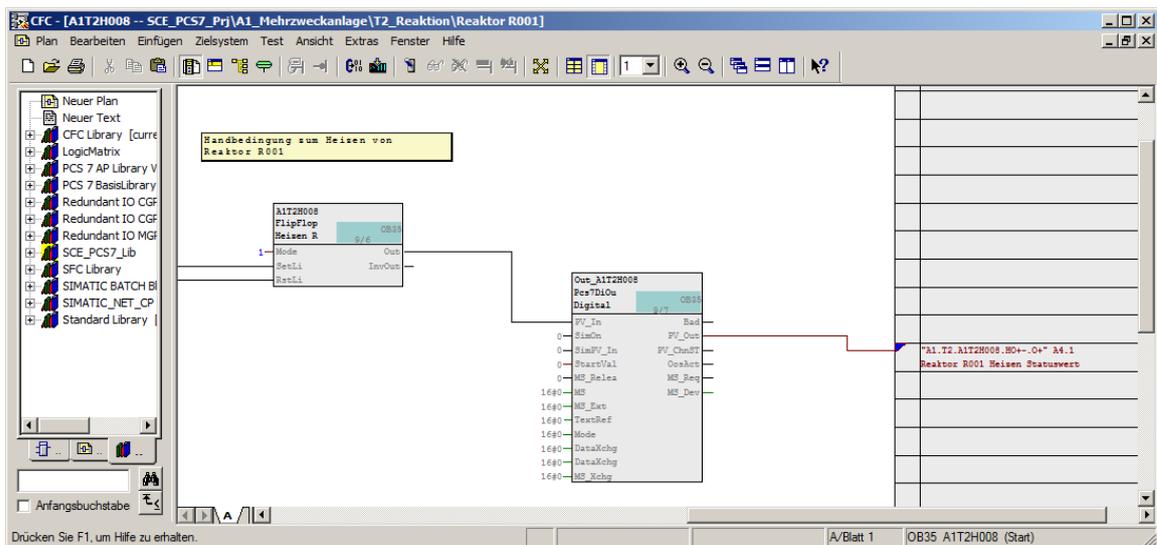
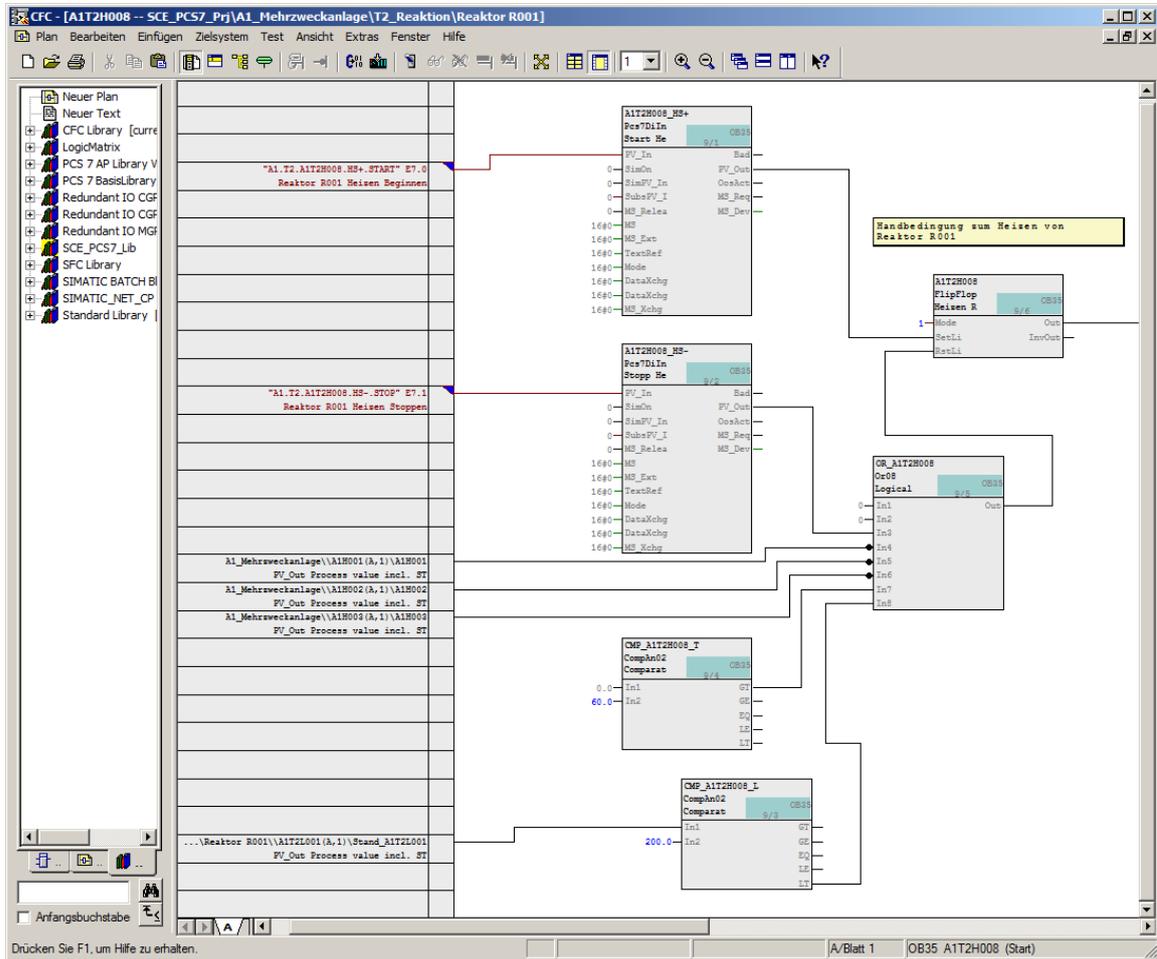
1. Zunächst fügen Sie einen neuen CFC in den Ordner Reaktor R001 ein. In diesem werden Sie zunächst die Handsteuerung für die Heizung implementieren.



2. Der neu erstellte Plan wird in A1T2H008 umbenannt.



3. Die Verschaltungen von A1T2H008 unterscheiden sich von denen aus A1T2H011 nur in den Ein- und Ausgangssignalen (Pcs7DiIn und Pcs7DiOu) und in den letzten beiden Rücksetzbedingungen (Baustein ‚Or08‘). Die Bedingungen betreffen zum einen den Mindestfüllstand von 200.0 ml und zum anderen die Maximaltemperatur von 60.0 °C.



Baustein:	Katalog/Ordner:
Pcs7DiIn (2x)	Bausteine/Channel
Or08	Bausteine/LogicDi
CompAn02 (2x)	Bausteine/LogicAn
FlipFlop	Bausteine/LogicDi
Pcs7DiOu	Bausteine/Channel

Tabelle 1: Neue Bausteine im Plan ‚A1T2H008‘

Eingang:	Verschaltung zu:	Invertiert
Pcs7DiIn.HS+.PV_In	‚A1.T2.A1T2H008.HS+.START‘ / E7.0 / Reaktor R001 Heizen Beginnen	nein
Pcs7DiIn.HS-.PV_In	‚A1.T2.A1T2H008.HS-.STOP‘ / E7.1 / Reaktor R001 Heizen Stoppen	nein
Or08.In4	A1H001(A,1) / A1H001 PV_Out Process value incl. ST	ja
Or08.In5	A1H002(A,1) / A1H002 PV_Out Process value incl. ST	ja
Or08.In6	A1H003(A,1) / A1H003 PV_Out Process value incl. ST	ja
CompAn02.T.In2	60.0	
CompAn02.L.In1	A1T2L001(A,1) / Stand_A1T2L001 PV_Out Process value incl. ST	
CompAn02.L.In2	200.0	
FlipFlop.Mode	1	

Tabelle 2: Eingangsverschaltungen im Plan ‚A1T2H008‘

Eingang:	Ausgang:	Invertiert
FlipFlop.SetLi	Pcs7DiIn.HS+.PV_Out	nein
FlipFlop.RstLi	Or08.Out	nein
Or08.In3	Pcs7DiIn.HS-.PV_Out	nein
Or08.In7	CompAn02.T.GT	nein
Or08.In8	CompAn02.L.LT	nein
Pcs7DiOu.PV_In	FlipFlop.Out	nein

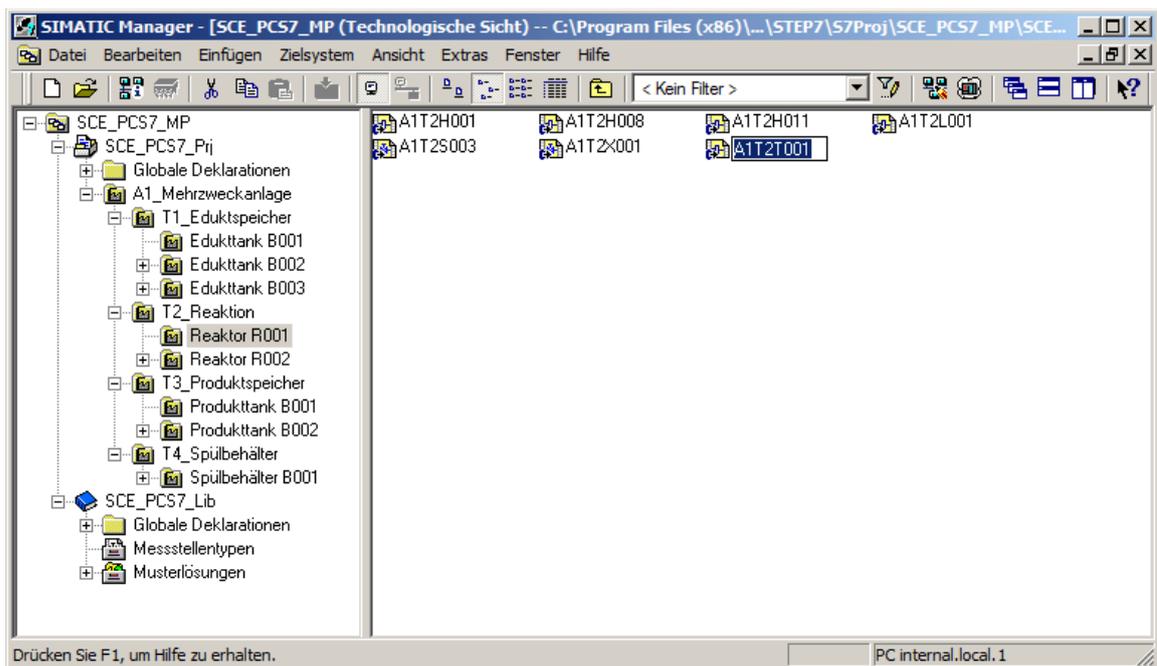
Tabelle 3: Bausteinverschaltungen im Plan ‚A1T2H008‘

Ausgang:	Verschaltung zu:	Invertiert
Pcs7DiOu.PV_OUT	‚A1.T2.A1T2H008.HO+-.0+‘ / A4.1 / Reaktor R001 Heizen Statuswert	nein

Tabelle 4: Ausgangsverschaltungen im Plan ‚A1T2H008‘

8.2 Anlegen der Temperaturregelung A1T2T001

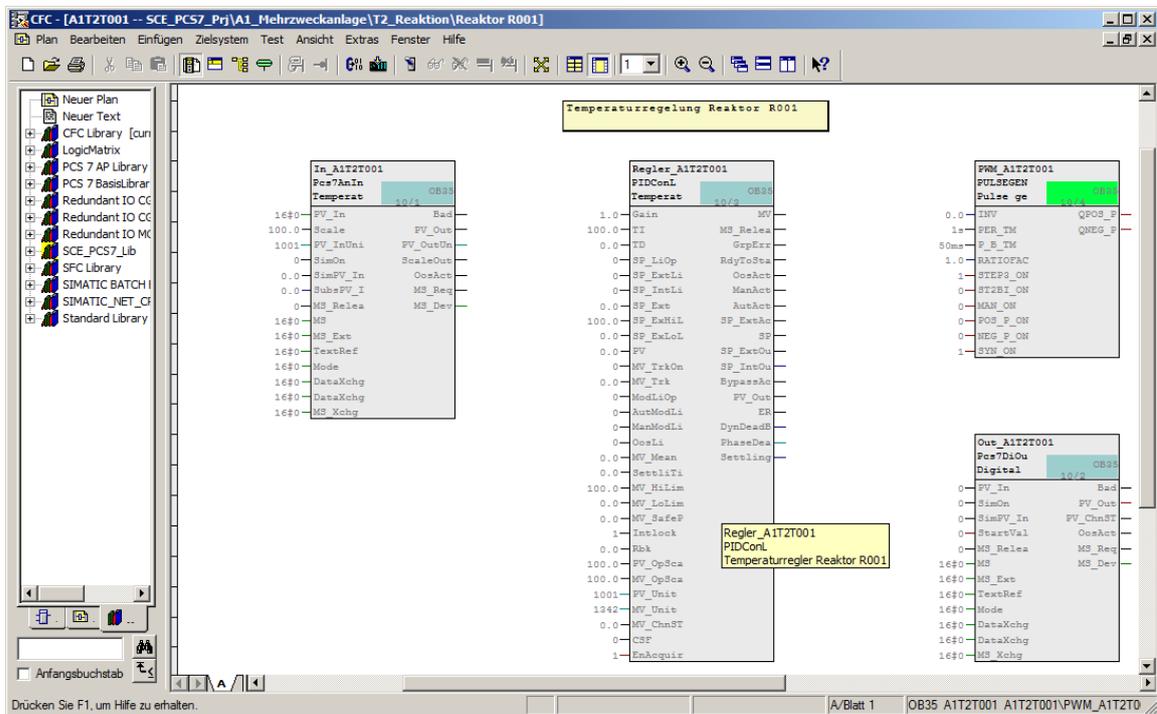
1. Als Erstes wird ein neuer CFC mit dem Namen ‚A1T2T001‘ angelegt. In diesem implementieren Sie die eigentliche Regelung der Heizung des Reaktors R001.



2. Fügen Sie die folgenden Bausteine hinzu und benennen diese sinnvoll.

Baustein:	Katalog/Ordner:
Pcs7AnIn	Bausteine/Channel
PIDConL	Bibliotheken/PCS7 APL V90/ Blocks + Templates\ Blocks/Control
PULSEGEN	Bibliotheken/CFC Library/ELEM400\Blocks/CONTROL
Pcs7DiOu	Bausteine/Channel

Tabelle 5: Neue Bausteine im Plan ‚A1T2T001‘



3. Als Nächstes realisieren Sie die Grundverschaltungen wie in den folgenden Tabellen dargestellt. Vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit der Abbildung.

Eingang:	Verschaltung zu:	Invertiert
Pcs7AnIn.PV_In	‚A1.T2.A1T2T001.TIC.M‘ / EW76 / Temperatur-Istwert Reaktor R001	
Pcs7AnIn.Scale	High Value = 100.0, Low Value = 0.0	

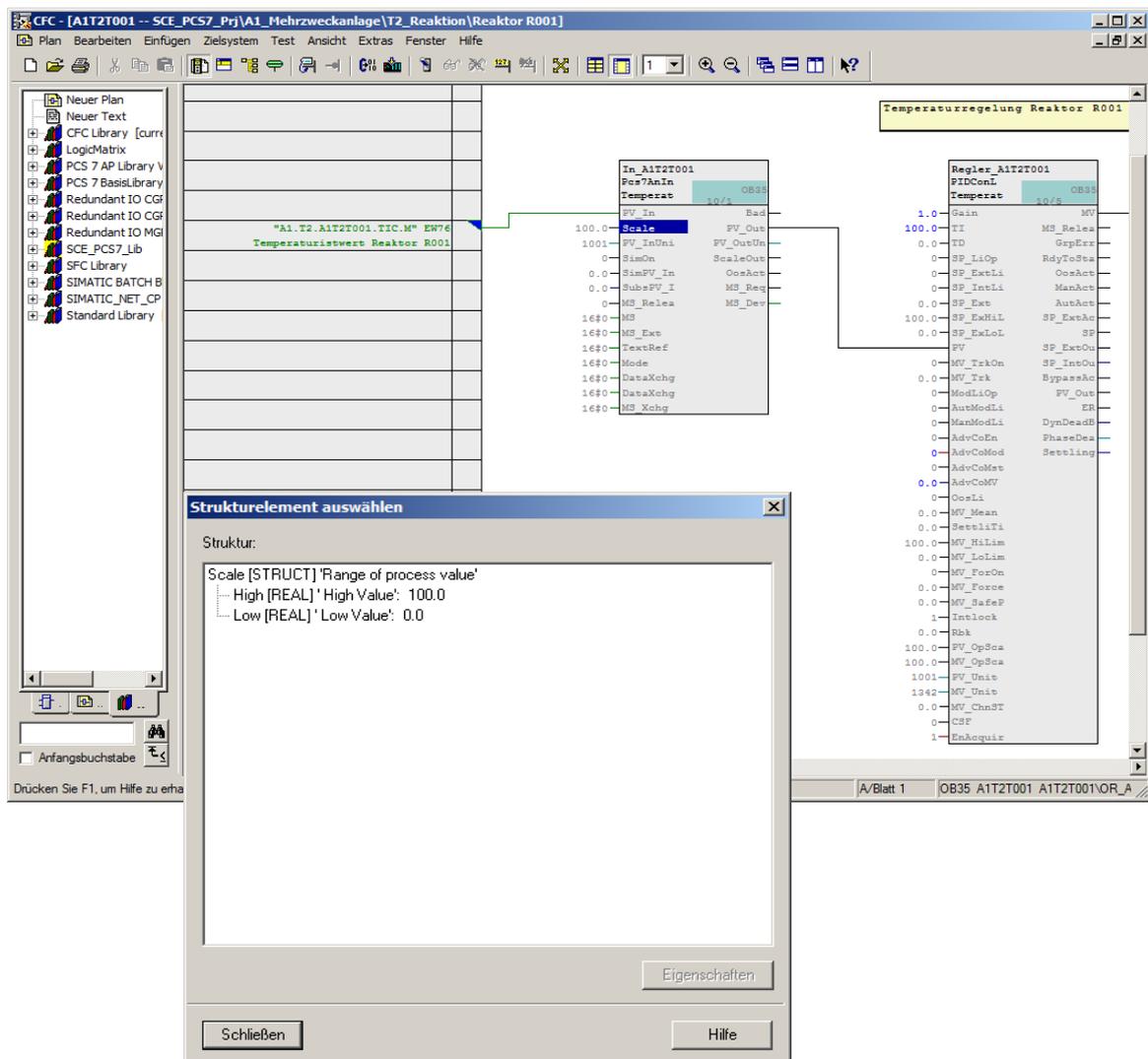
Tabelle 6: Eingangsverschaltungen im Plan ‚A1T2T001‘

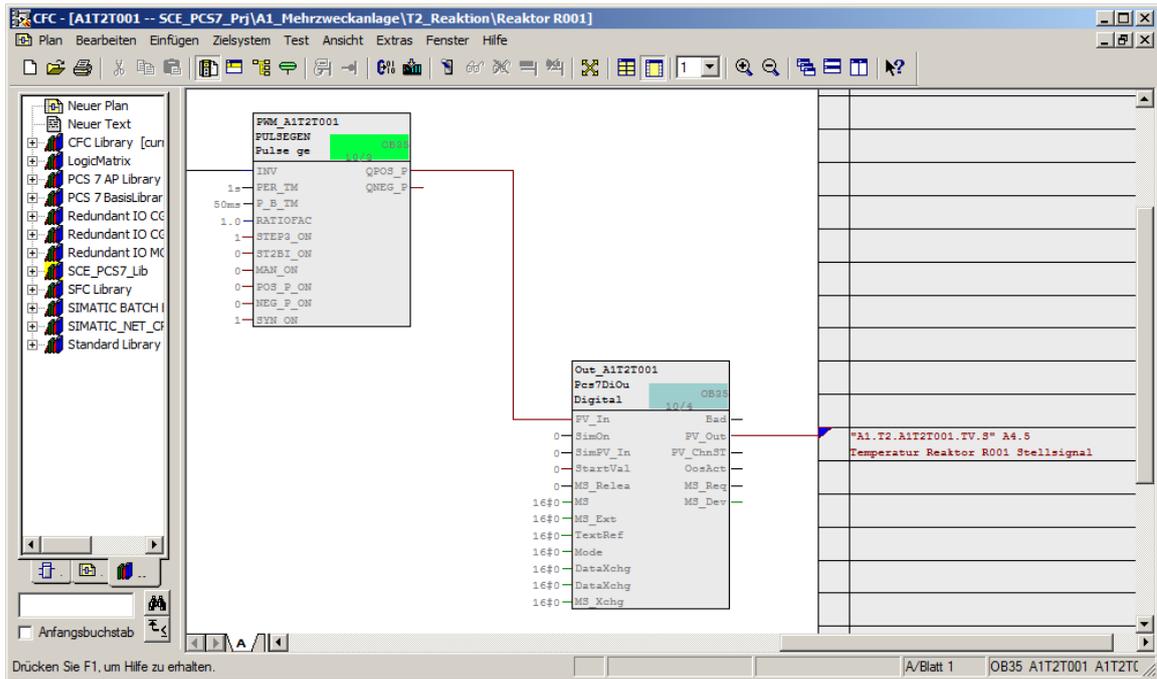
Eingang:	Ausgang:	Invertiert
PIDConL.PV	Pcs7AnIn.PV_Out	
PULSEGEN.INV	PIDConL.MV	
Pcs7DiOu.PV_In	PULSEGEN.QPOS_P	nein

Tabelle 7: Bausteinverschaltungen im Plan ‚A1T2T001‘

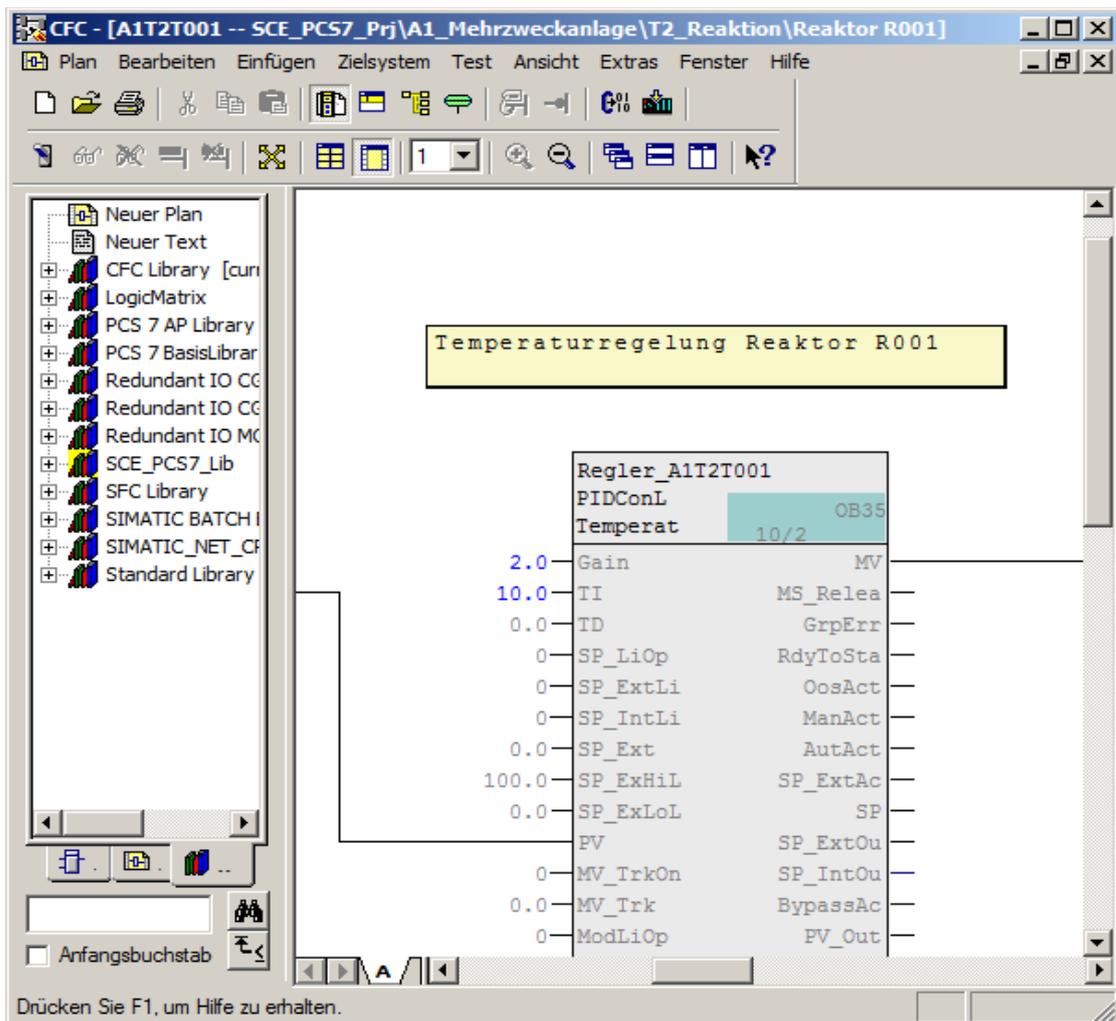
Ausgang:	Verschaltung zu:	Invertiert
Pcs7DiOu.PV_OUT	‚A1.T2.A1T2T001.TV.S‘ / A4.5 / Temperatur Reaktor R001 Stellsignal	nein

Tabelle 8: Ausgangsverschaltungen im Plan ‚A1T2T001‘





4. Jetzt parametrieren Sie die Verstärkungen und die Nachstellzeit des PID-Reglers, indem Sie $PIDConL.Gain = 2$ und $TI = 10.0$ setzen.



5. Wechseln Sie jetzt auf Blatt 2 und legen Sie die nachfolgend dargestellten Verriegelungen an.

Baustein:	Katalog/Ordner:
Or04	Bausteine/LogicDi
CompAn02 (2x)	Bausteine/LogicAn

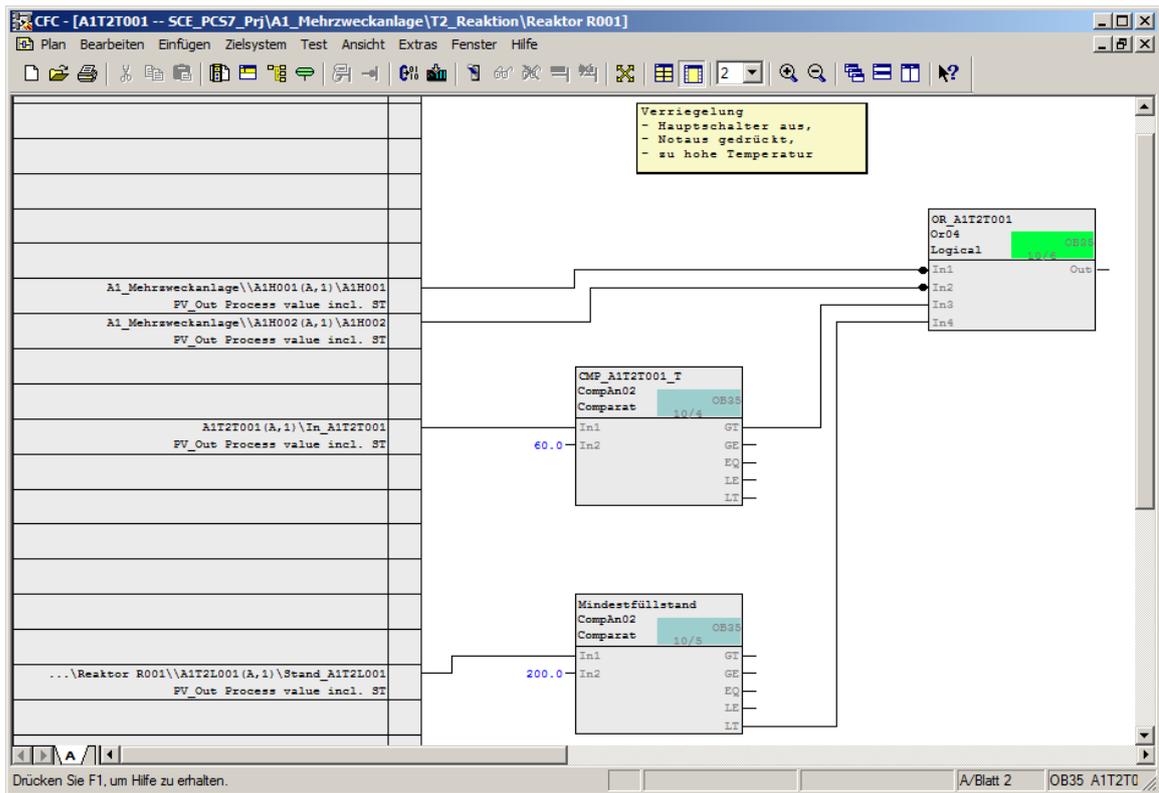
Tabelle 9: Neue Bausteine im Plan ‚A1T2T001/Blatt2‘

Eingang:	Verschaltung zu:	Invertiert
Or04.In1	A1H001(A,1) / A1H001 PV_Out Process value incl. ST	ja
Or04.In2	A1H002(A,1) / A1H002 PV_Out Process value incl. ST	ja
CompAn02.T.In1	A1T2T001(A,1) / In_A1T2T001 PV_Out Process value incl. ST	
CompAn02.T.In2	60.0	
CompAn02.L.In1	A1T2L001(A,1) / Stand_A1T2L001 PV_Out Process value incl. ST	
CompAn02.L.In1	200.0	

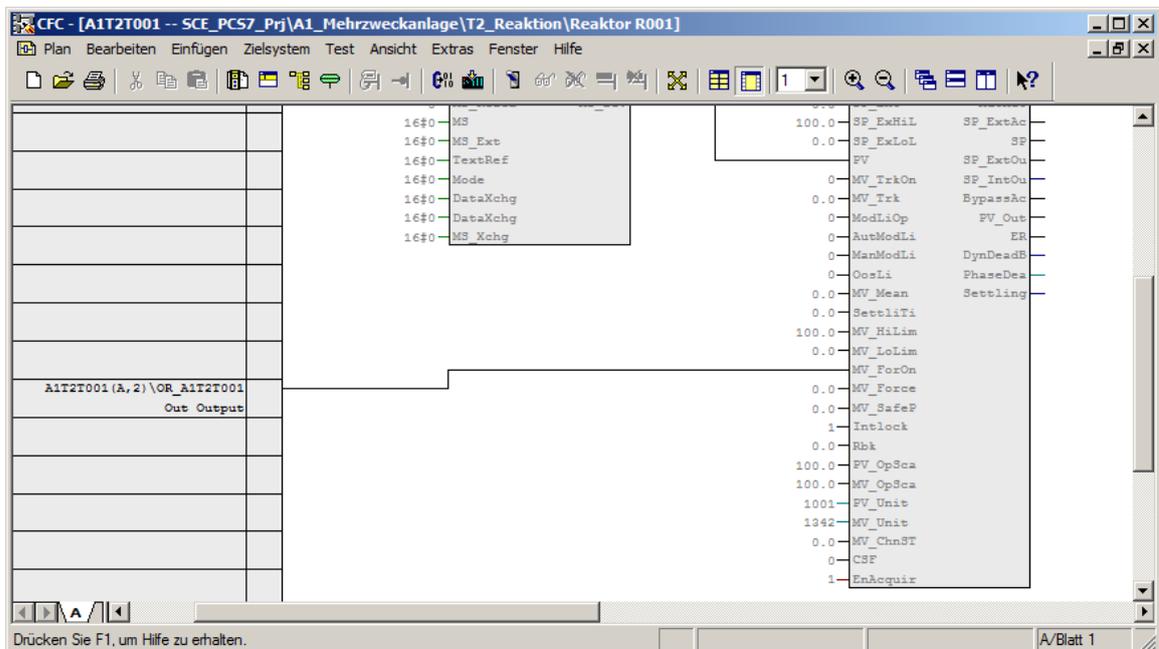
Tabelle 10: Eingangsverschaltungen im Plan ‚A1T2T001/Blatt2‘

Eingang:	Ausgang:	Invertiert
Or04.In3	CompAn02.T.GT	
Or04.In4	CompAn02.L.LT	

Tabelle 11: Bausteinverschaltungen im Plan ‚A1T2T001‘



6. Verschalten Sie jetzt den Ausgang ,Out' des Bausteins ,Or04' mit dem Eingang ,MV_ForOn' des Bausteins ,PIDConL' und überprüfen das ,MV_Force' = 0.0 ist. Damit wird am Ausgang ,MV' des PID-Reglers (Stellwert des Reglers) der Wert ,MV_Force' angelegt, sobald die Verriegelungsbedingungen erfüllt sind.



8.3 Handbedienung der Temperaturregelung A1T2T001

- Jetzt werden Sie die lokale Bedienung parametrieren. Dafür nutzen Sie den Programmierbetrieb. Der Programmierbetrieb wird über den Eingang ‚AdvCoEn‘ freigeschaltet und über ‚AdvCoMst‘ aktiviert. Den Parameter ‚AdvCoMod‘ setzen Sie auf ‚0‘, damit im lokalen Betrieb der Eingang ‚AdvCoMV‘ als Stellwert und nicht als Sollwert interpretiert wird. Schalten Sie ‚AdvCoMV‘ sichtbar und stellen Sie ihn auf 100. Damit wird im lokalen Betrieb die Heizung ohne Regelung angesteuert.

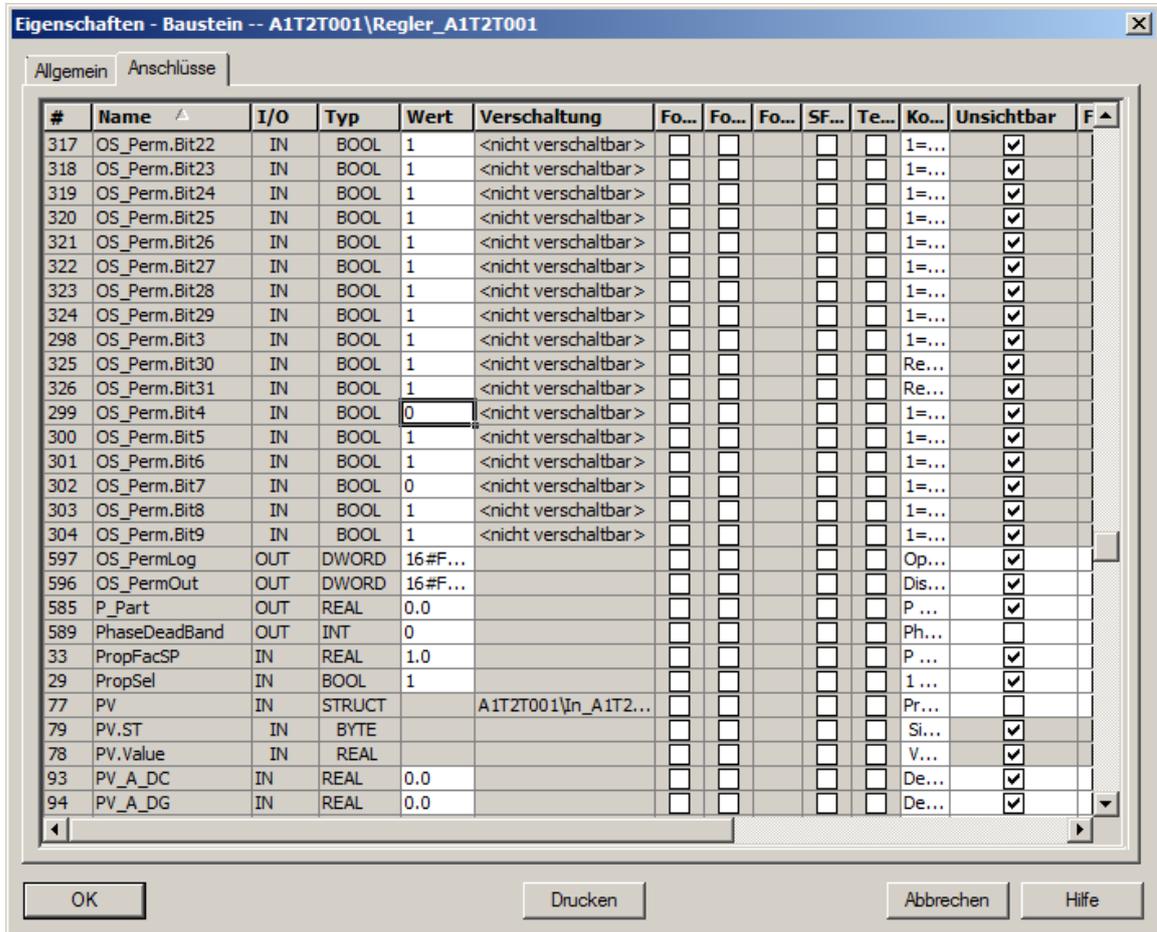
Eingang:	Verschaltung zu:	Invertiert
PIDConL.AdvCoEn	A1H003(A,1) / A1H003 PV_Out Process value incl. ST	nein
PIDConL.AdvCoMod	0	
PIDConL.AdvCoMst	A1T2H008(A,1) / A1T2H008 Out Output	nein
PIDConL.AdvCoMV	100.0	

Tabelle 12: Eingangsverschaltungen im Plan ‚A1T2T001/Blatt1‘

The screenshot shows the SIMATIC Manager CFC editor. The main window displays a list of parameters for the A1T2T001 control loop. The parameters are organized into columns, with the first column showing the parameter name and the second column showing the value. The 'AdvCoMV' parameter is highlighted in blue and set to 100.0. Other parameters include AdvCoEn, AdvCoMod, AdvCoMst, and various control parameters like MV_TrkOn, MV_Trk, ModLiOp, etc.

Parameter Name	Value
16#0-TextRef	
16#0-Mode	
16#0-DataXchg	
16#0-DataXchg	
16#0-MS Xchg	
A1_Mehrweckanlage\A1H003(A,1)\A1H003 FV_Out Process value incl. ST	
... \Reaktor R001\A1T2H008(A,1)\Out_A1T2H008 FV_Out Output value	
A1T2T001(A,2)\OR_A1T2T001 Out Output	
FV	SP_Ext
0-MV_TrkOn	SP_Int
0.0-MV_Trk	Bypass
0-ModLiOp	FV_O
0-RutModLi	
0-ManModLi	DynDea
AdvCoEn	PhaseD
0-AdvCoMod	Settli
AdvCoMst	
100.0-AdvCoMV	
0-CosLi	
0.0-MV_Mean	
0.0-SettliTi	
100.0-MV_HiLim	
0.0-MV_LoLim	
MV_ForOn	
0.0-MV_Force	
0.0-MV_SafeP	
1-Intlock	
0.0-Rbk	
100.0-FV_OpSca	
100.0-MV_OpSca	
1001-FV_Unit	
1242-MV_Unit	
0.0-MV_ChnST	
0-CSF	

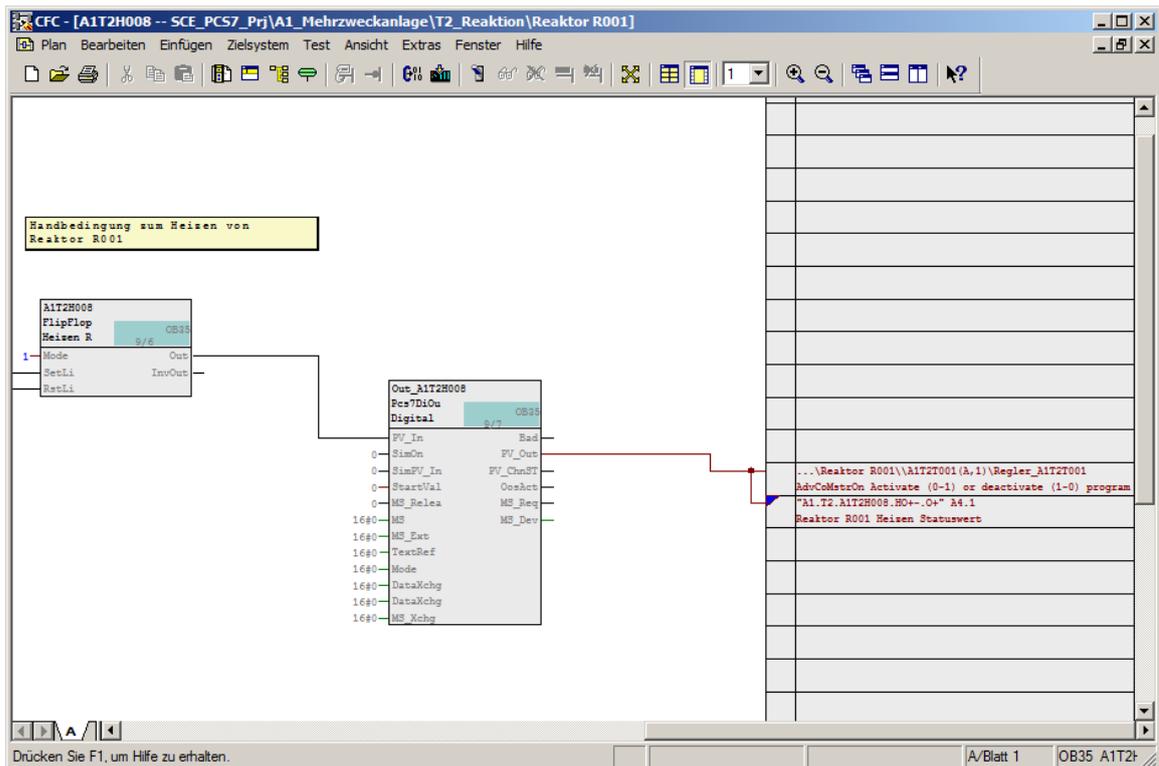
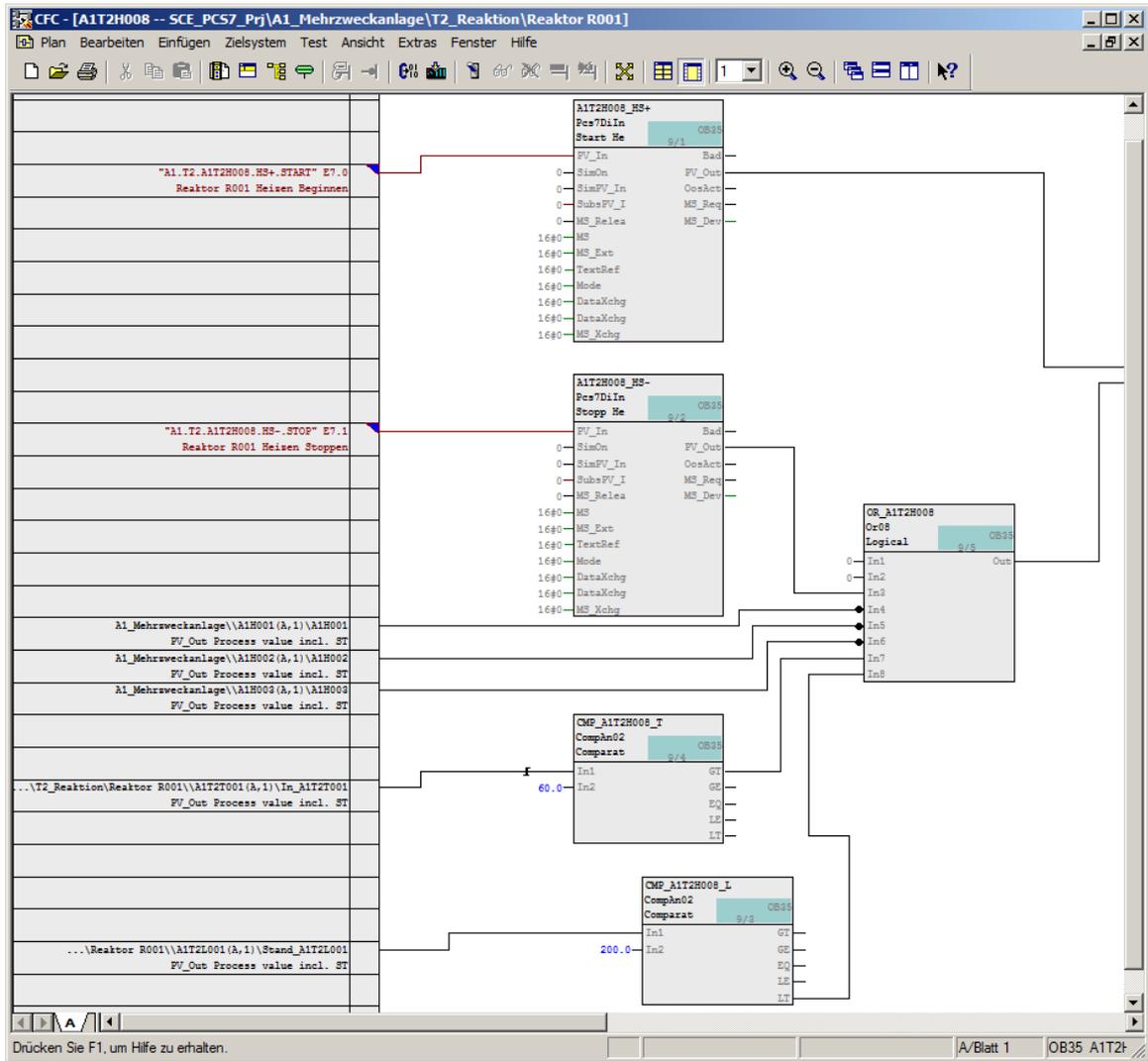
2. Mit der Parametrierung von OS_Perm (Bit 0 bis 31) des PIDConL-Bausteins können die Berechtigungen des Operators eingeschränkt werden. Sie setzen Bit 4 und Bit 7 auf Null, damit der Operator den Programmierbetrieb nicht einschalten und die Handvorgabe für den Stellwert (,Man') nicht verändern kann.



3. Zum Schluss können Sie noch die folgende Verschaltung vom Plan ,A1T2H008' mit dem Plan ,A1T2T001' durchführen.

Eingang:	Ausgang:	Invertiert
CompAn02.T.In1	A1T2T001(A,1) / In_A1T2T001 PV_Out Process value incl. ST	

Tabelle 13: Bausteinverschaltungen zwischen Plan ,A1T2H008/Blatt1' und ,A1T2T001/Blatt1'



8.4 Checkliste – Schritt-für-Schritt-Anleitung

Die nachfolgende Checkliste hilft den Studierenden selbstständig zu überprüfen, ob alle Arbeitsschritte der Schritt-für-Schritt-Anleitung sorgfältig abgearbeitet wurden und ermöglicht eigenständig das Modul erfolgreich abzuschließen.

Nr.	Beschreibung	Geprüft
1	Handsteuerung A1T2H008 angelegt und vollständig verschaltet	
2	Temperatursteuerung A1T2T001 angelegt, konfiguriert und verriegelt	
3	Handsteuerung A1T2H008 mit Temperatursteuerung A1T2T001 verknüpft	
4	Testen von Verriegelungen und Handsteuerung erfolgreich (optional)	
5	Projekt erfolgreich archiviert	

Tabelle 14: Checkliste für Schritt-für-Schritt-Anleitung

9 Übungen

In den Übungsaufgaben soll Gelerntes aus der Theorie und der Schritt-für-Schritt-Anleitung umgesetzt werden. Hierbei soll das schon vorhandene Multiprojekt aus der Schritt-für-Schritt-Anleitung (p01-06-project-r1905-de.zip) genutzt und erweitert werden. Der Download des Projekts ist beim jeweiligen Modul als Zip-file Projekte im SCE Internet hinterlegt.

Zur Vorbereitung des nächsten Kapitels sollen Sie die letzte fehlende Funktion des Reaktors R001 implementieren – den Rührer und die Handbetätigung des Rührers. Die Verriegelungsbedingungen lauten wie folgt:

- Der Nutzer darf einen Aktor nur dann schalten, wenn der Hauptschalter der Anlage eingeschaltet und der NOTAUS-Schalter entriegelt ist.
- Die Rührer der beiden Reaktoren sollten nur in Betrieb genommen werden, wenn sie mit Flüssigkeit in Berührung kommen (hier: minimal 300 ml im Reaktor).

Zusätzlich können Sie sich auch weiter über den PID-Regler, seine Funktionsweise und die einstellbaren Parameter informieren. Für die Funktionalität der Steuerung ist das hier aber nicht nötig.

9.1 Übungsaufgaben

1. Implementieren Sie den Rührer A1T2S001 im Planordner ‚Reaktor R001‘. Verwenden Sie für den Rührer denselben Messstellentyp wie für die Pumpen. Schließen Sie das Rückmeldungs- und das Stellsignal an. Benennen Sie die Bausteine sinnvoll. Fügen Sie anschließend die Verriegelungen wie oben erläutert hinzu.
2. Implementieren Sie anschließend die Handsteuerung A1T2H007 für den eben erstellten Rührer. Realisieren Sie hier die Verriegelungsbedingungen als Rücksetzbedingungen.
3. Informieren Sie sich über die Eingänge ‚ModLiOp‘, ‚AutModLi‘, ‚ManModLi‘ des Bausteins ‚PIDConL‘. Rufen Sie dazu mit der Funktionstaste ‚F1‘ die Hilfe zum Baustein ‚PIDConL‘ auf. Wählen Sie ‚Betriebsarten von PIDConL‘ und anschließend den Hand- oder Automatikbetrieb aus.
4. Wenn Sie mehr über die Eingänge ‚SP_LiOp‘, ‚SP_ExtLi‘, ‚SP_IntLi‘, etc. erfahren wollen, geben Sie in der Hilfe im Register ‚Suchen‘ das Wort Sollwertvorgabe ein. Unter dem vorgeschlagenen Titel ‚Sollwertvorgabe – Intern/Extern‘ erhalten Sie Informationen.
5. Wozu dienen die Parameter MV_HiLim und MV_LoLim? Suchen Sie selbstständig in der Hilfe nach Informationen zu diesen Eingängen.

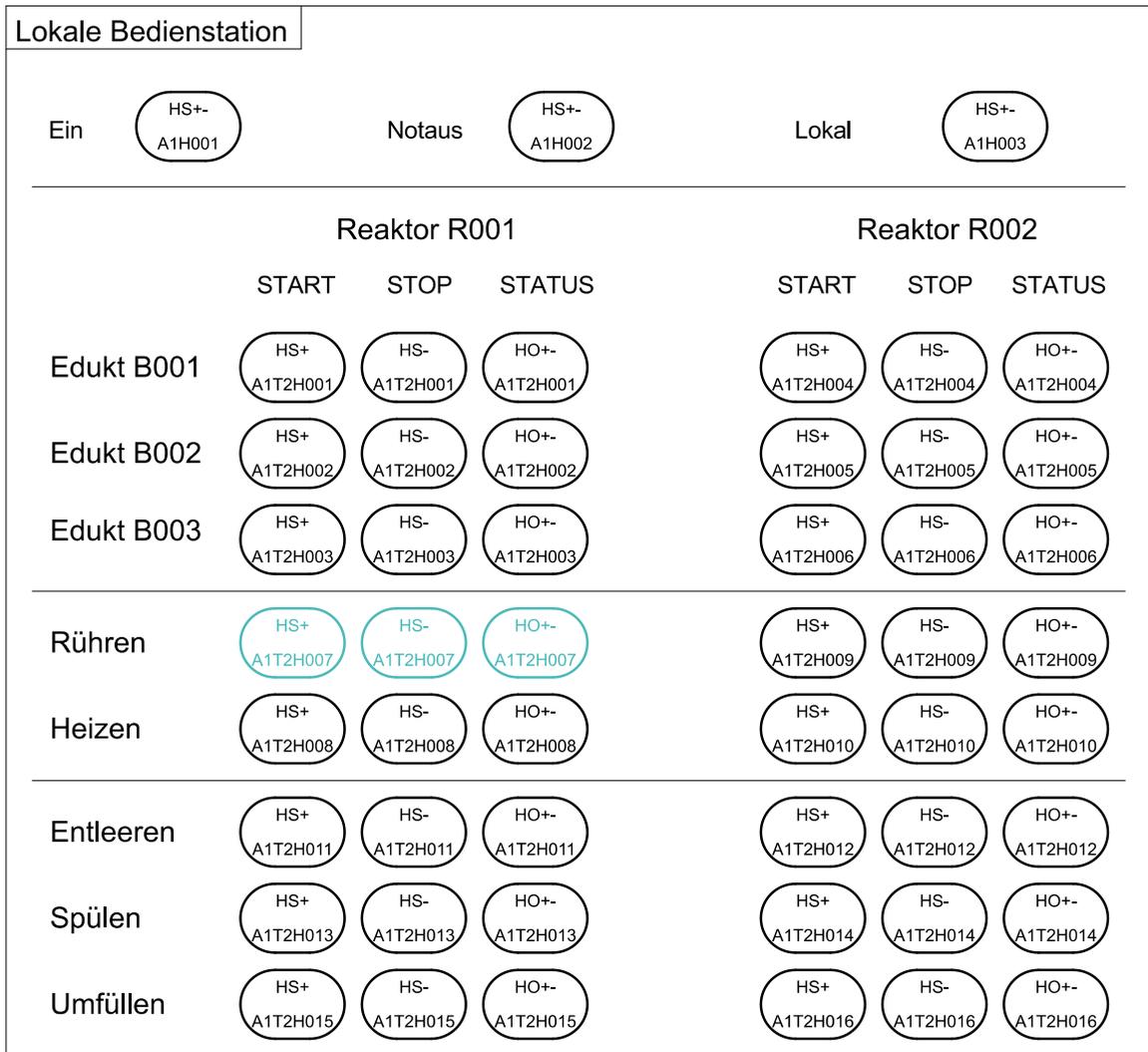


Abbildung 9: Ausschnitt aus der lokalen Bedienstation

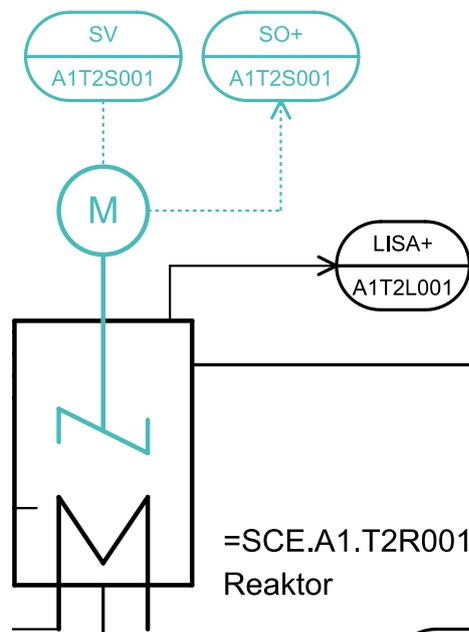


Abbildung 10: Ausschnitt aus dem R&I-Fließbild

9.2 Checkliste – Übung

Die nachfolgende Checkliste hilft den Studierenden selbstständig zu überprüfen, ob alle Arbeitsschritte der Übung sorgfältig abgearbeitet wurden und ermöglicht eigenständig das Modul erfolgreich abzuschließen.

Nr.	Beschreibung	Geprüft
1	Rührer ‚Reaktor R001\A1T2S001‘ angelegt, konfiguriert und verriegelt	
2	Handsteuerung ‚Reaktor R001\A1T2H007‘ angelegt und konfiguriert	
3	Handsteuerung A1T2H007 mit Rührer A1T2S001 verknüpft	
4	Funktionsweise von Betriebsarten und Sollwertvorgabe im Baustein PIDConL sind bekannt	
5	Funktion der Stellwertbegrenzung im Baustein PIDConL ist bekannt	
6	Testen der neuen Elemente erfolgreich (optional)	
7	Projekt erfolgreich archiviert	

Tabelle 15: Checkliste für Übungen

10 Weiterführende Information

Zur Einarbeitung bzw. Vertiefung finden Sie als Orientierungshilfe weiterführende Informationen, wie z.B.: Getting Started, Videos, Tutorials, Apps, Handbücher, Programmierleitfaden und Trial Software/Firmware, unter nachfolgendem Link:

[siemens.de/sce/pcs7](https://www.siemens.de/sce/pcs7)

Vorsicht „Weiterführende Informationen“

Getting Started, Videos, Tutorials, Apps, Handbücher, Trial Software/Firmware

- [SIMATIC PCS 7 Überblick](#)
- [SIMATIC PCS 7 Videos](#)
- [Getting Started](#)
- [Applikationsbeispiele](#)
- [Download Software/Firmware](#)
- [SIMATIC PCS 7 Website](#)
- [SIMATIC S7-400 Website](#)

Weitere Informationen

Siemens Automation Cooperates with Education

[siemens.de/sce](https://www.siemens.de/sce)

Siemens SIMATIC PCS 7

[siemens.de/pcs7](https://www.siemens.de/pcs7)

SCE Lehrunterlagen

[siemens.de/sce/module](https://www.siemens.de/sce/module)

SCE Trainer Pakete

[siemens.de/sce/tp](https://www.siemens.de/sce/tp)

SCE Kontakt Partner

[siemens.de/sce/contact](https://www.siemens.de/sce/contact)

Digital Enterprise

[siemens.de/digital-enterprise](https://www.siemens.de/digital-enterprise)

Industrie 4.0

[siemens.de/zukunft-der-industrie](https://www.siemens.de/zukunft-der-industrie)

Totally Integrated Automation (TIA)

[siemens.de/tia](https://www.siemens.de/tia)

TIA Portal

[siemens.de/tia-portal](https://www.siemens.de/tia-portal)

SIMATIC Controller

[siemens.de/controller](https://www.siemens.de/controller)

SIMATIC Technische Dokumentation

[siemens.de/simatic-doku](https://www.siemens.de/simatic-doku)

Industry Online Support

support.industry.siemens.com

Katalog- und Bestellsystem Industry Mall

mall.industry.siemens.com

Siemens

Digital Industries, FA

Postfach 4848

90026 Nürnberg

Deutschland

Änderungen und Irrtümer vorbehalten

© Siemens 2020

[siemens.de/sce](https://www.siemens.de/sce)