



SIEMENS



Lern-/Lehrunterlage

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

PA Modul P01-05
SIMATIC PCS 7 – Anlagensicherheit

[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
- **Demoversion 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	Prozessgrößen	8
4.3	Anlagensicherung.....	8
4.4	Anlagensicherung mit den Mitteln der Prozessleittechnik	10
4.5	Standardbeschaltungen für die Anlagensicherung.....	11
4.6	Literatur.....	16
5	Aufgabenstellung	17
6	Planung	18
7	Lernziel.....	19
8	Strukturierte Schritt-für-Schritt-Anleitung.....	20
8.1	Anlegen der Handbedienung A1T2H011	20
8.2	Verriegelungen der Pumpe A1T2S003.....	37
8.3	Handbedienung von Pumpe A1T2S003 und Ventil A1T3X001	45
8.4	Ablaufreihenfolge optimieren	48
8.5	Checkliste – Schritt-für-Schritt-Anleitung.....	49
9	Übungen	50
9.1	Übungsaufgaben	50
9.2	Checkliste – Übung.....	53
10	Weiterführende Information	54

Anlagensicherheit

1 Zielstellung

Die Studierenden kennen nach der Bearbeitung dieses Moduls die grundlegenden Anforderungen an die Anlagensicherung. Sie lernen Methoden zur Identifikation von Gefährdungspotenzialen sowie zur Bewertung der daraus resultierenden Risiken kennen. Sie kennen Methoden und Entwurfsmittel, um Anlagen mit den Mitteln der Prozessleittechnik zu sichern. Sie lernen die grundlegenden Verknüpfungen zur Verriegelung von Steuerungen kennen.

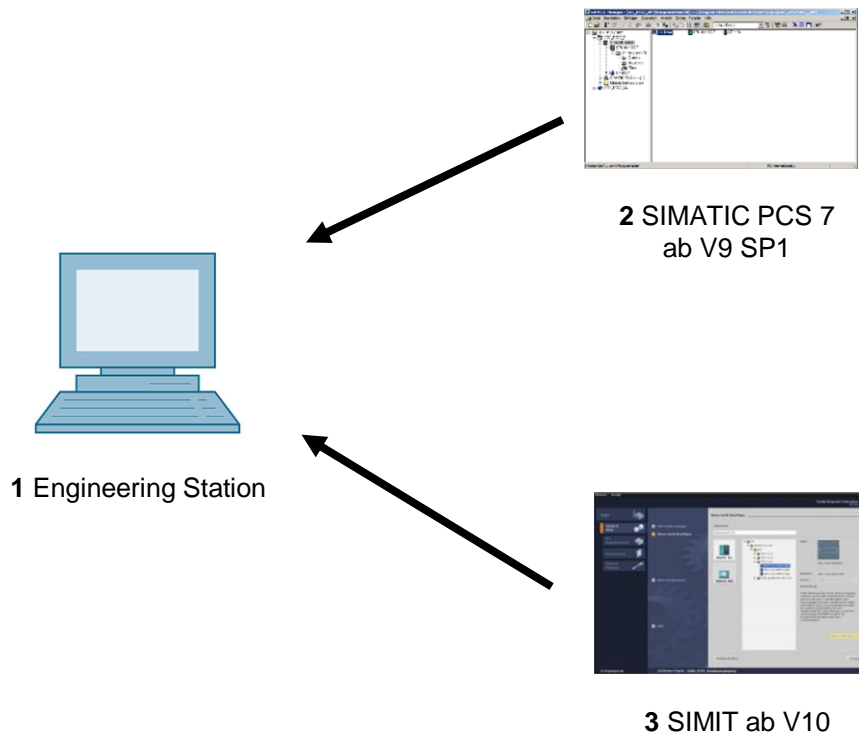
2 Voraussetzung

Dieses Kapitel baut auf das Kapitel ‚Einzelsteuerfunktionen‘ auf. Zur Durchführung des Kapitels kann ein bereits bestehendes Projekt aus dem vorhergehenden Kapitel oder das durch SCE zur Verfügung gestellte archivierte Projekt ‚p01-04-exercise-r1905-de.zip‘ genutzt werden. Der Download des Projekts (bzw. der Projekte) ist beim jeweiligen Modul im SCE Internet hinterlegt.

Die 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 modernen Produktionsanlagen werden Prozessgrößen zur Regelung und Sicherung von technischen Prozessen herangezogen. Auf der Grundlage der gegebenen technischen Randbedingungen werden für diese Größen zulässige und unzulässige Bereiche definiert. Der Zustand der gesamten Anlage ergibt sich aus den aktuellen Werten sämtlicher Prozesswerte. Ziel der Anlagensicherung ist es zu verhindern, dass die Anlage in einen unzulässigen Fehlzustand übergeht. Dazu werden entsprechende Verriegelungsmechanismen eingerichtet. Verriegelungen haben das Ziel, Kombinationen, Abfolgen und Zeitverläufe von Signalen zu verhindern, die zu unzulässigen Fehlzuständen führen können.

Das kann unter anderem mit den Mitteln der Prozessleittechnik durch sogenannte Schutzeinrichtungen erfolgen. Diese verhindern, dass Fehlzustände eintreten oder sie begrenzen die Schäden, falls ein unzulässiger Fehlzustand trotz aller Maßnahmen eingetreten ist. Um geeignete Verriegelungsmechanismen entwerfen zu können, muss ein Schutzkonzept für die Anlage entwickelt werden. Diese Aufgabe erfordert genaue Kenntnisse der chemischen, verfahrens- und anlagentechnischen Randbedingungen. Das Schutzkonzept wird deshalb in einer interdisziplinären Arbeitsgruppe mit Hilfe einer HAZOP oder PAAG-Analyse entwickelt.

Die technische Realisierung der Mechanismen in einem Prozessleitsystem soll möglichst einfach, unmittelbar wirkend und überschaubar gestaltet sein. Daher wird in der Praxis häufig auf immer wiederkehrende Standardbeschaltungen zurückgegriffen. Diese lassen sich in vier Kategorien einteilen:

Kombinationsschaltungen werden verwendet, um Schaltbedingungen durch die direkte Kombination der entsprechenden Prozesssignale zu generieren. Dazu erfolgt eine Verknüpfung der Eingangssignale durch die logischen Verknüpfungen UND, ODER und NICHT miteinander. Der Zustand des Ausgangssignals einer solchen Kombinationsschaltung lässt sich dabei jederzeit durch die Zustände der Eingangssignale bestimmen.

Priorisierungsschaltungen erlauben es, bestimmten Signalen Vorrang vor anderen Signalen zu geben. Dies ist häufig bei der Betriebsartenauswahl sowie bei Start- und Stoppfunktionen notwendig. Priorisierungsschaltungen werden häufig durch Kombinationsschaltungen realisiert.

Verriegelnde Schaltungen verhindern das gleichzeitige Setzen gegensätzlich wirkender Signale. Wird darüber hinaus eine bestimmte Reihenfolge für mehrere Steuersignale gefordert, so spricht man von einer Reihenfolgenverriegelung. Verriegelungen werden mit Hilfe von R-S-Speichergliedern realisiert, die miteinander gekoppelt sind.

Zeitverhalten in Schaltungen ermöglicht ein verzögertes An- und Abschalten, die Definition einer Mindest- oder Höchstlaufzeit sowie die Realisierung von Schutzfunktionen, die eine bestimmte Reaktionszeit fordern. Zur Realisierung derartiger Funktionen stehen verschiedene vorgefertigte Zeitbausteine zur Verfügung.

4.2 Prozessgrößen

Produktionsanlagen dienen der Produktion materieller Güter. Sie steuern und überwachen dazu Stoff- und Energieflüsse, welche sich durch physikalische Größen wie Volumen, Masse, Temperatur oder Volumenstrom beschreiben lassen. Auf der Grundlage verfahrenstechnischer und anlagentechnischer Randbedingungen werden diejenigen physikalischen Größen definiert und spezifiziert, die für den technischen Prozess relevant und messtechnisch erfassbar sind. Die Bezeichnung für die Größen heißen Prozessgrößen.

Prozessgrößen werden zur Regelung oder zur Sicherung von technischen Prozessen da. Für jede Prozessgröße werden auf der Grundlage der chemischen, verfahrens- und anlagentechnischen Randbedingungen Bereiche festgelegt, für die diese Prozessgröße vorgesehen ist (Gutbereich). Überdies werden Bereiche außerhalb des Gutbereiches fixiert, in denen sicherheitstechnisch keine Einschränkungen für den Weiterbetrieb bestehen (zulässiger Fehlbereich). Liegt eine Prozessgröße außerhalb dieser Bereiche, so ist mit unerwünschten Ereignissen, die unmittelbar zu Personenschäden oder Umweltschäden führen, zu rechnen (unzulässiger Fehlbereich).

Die Werte der Prozessgrößen werden mit den Mitteln der Prozessleittechnik erfasst und ausgewertet. Daraus wird der aktuelle Zustand der Anlage ermittelt. Dabei werden drei Grundzustände unterschieden:

- Gutzustand: Die Werte sämtlicher Prozessgrößen befinden sich in ihrem jeweiligen Gutbereich und es geht auch anderweitig keine Gefahr von der Anlage aus.
- Zulässiger Fehlzustand: Werte einer oder mehrerer Prozessgrößen befinden sich im jeweiligen zulässigen Fehlbereich. Es geht anderweitig keine Gefahr von der Anlage aus.
- Unzulässiger Fehlzustand: Werte einer oder mehrerer Prozessgrößen befinden sich im jeweiligen unzulässigen Fehlbereich oder es geht anderweitig eine Gefahr von der Anlage aus. Unzulässige Fehlzustände sind stets gegeben, wenn Personen gefährdet sind, die Umwelt geschädigt wird, technische Einrichtungen zerstört oder aber die Produktionsergebnisse gemindert werden. Dabei genügt, dass eine ausreichend hohe Wahrscheinlichkeit für das Eintreten eines dieser Ereignisse gegeben ist [1].

4.3 Anlagensicherung

Unter der Anlagensicherung ist allgemein die Sicherung der verfahrenstechnischen Anlage gegen Fehlzustände zu verstehen [1]. Bei vielen Vorgängen und Zuständen in Prozessanlagen können bestimmte Ereignisse eintreten, die zu einem Schaden führen. Die Kombination der Häufigkeit eines Schadenseintrittes und seines Schadensausmaßes wird als Risiko des entsprechenden Vorgangs oder Zustands bezeichnet. Das Ziel der Anlagensicherung ist es, Schutzmaßnahmen zu treffen, die die existierenden Risiken soweit vermindern, dass das verbleibende Risiko unter einem zu definierendem Grenzkrisiko liegt, also vertretbar ist [2].

Die im Kapitel ‚Einzelsteuerfunktionen‘ betrachteten Verriegelungsmechanismen schützen die Anlage oder Anlageteile vor gerätebedingten Fehlzuständen. Darunter fallen alle diejenigen Fehlzustände, die durch eine Fehlfunktion der Geräte selbst oder durch den Betrieb des Gerätes außerhalb des zulässigen Betriebsbereichs (zum Beispiel die Überhitzung einer Pumpe infolge eines nicht erkannten Trockenlaufs) entstehen. Diese Fehlzustände sind gerätespezifisch und können unabhängig von verfahrens- und anlagentechnischen Randbedingungen erkannt werden.

Die betrachteten Verriegelungsmechanismen können naturgemäß nicht eigenständig vor prozessbedingten Fehlzuständen schützen (zum Beispiel dem Trockenlauf einer Pumpe). Da diese von den verfahrens- und anlagentechnischen Begebenheiten abhängig sind (zum Beispiel führt das Unterschreiten eines minimalen Füllstands eines Tanks zum besagten Trockenlauf der Pumpe). Dementsprechend müssen Anlagen durch die Implementierung geeigneter prozessbedingter Verriegelungen sicher gemacht werden. Diese nutzen und erweitern häufig die Verriegelungsmechanismen der Einzelsteuerfunktionen (siehe Kapitel ‚Einzelsteuerfunktionen‘). Dabei sind sämtliche Arten des bestimmungsgemäßen Betriebs der Anlagen zu berücksichtigen.

Als bestimmungsgemäßer Betrieb wird derjenige bezeichnet, für den die Anlage nach ihrem technischen Zweck bestimmt und ausgelegt ist [2]. Dies umfasst üblicherweise die folgenden Betriebsarten:

- Normalbetrieb
- An- und Abfahrbetrieb
- Inbetriebnahme und Außerbetriebnahme
- Probetrieb
- Inspektions-, Wartungs- und Instandsetzungsvorgänge

Dafür wird in einer interdisziplinären Arbeitsgruppe zunächst ein Schutzkonzept für die Anlage entwickelt. Die Arbeitsgruppe identifiziert systematisch Gefährdungspotentiale und Fehler, die zu Gefährdungen führen können. Dazu werden anerkannte Methoden zur Gefährdungsanalyse, zum Beispiel das PAAG-Verfahren, angewandt [3].

Anschließend müssen die Risiken bewertet werden, die aus den erkannten Gefährdungen resultieren. Hierfür stehen verschiedene Methoden für die abgestufte Bewertung des abzudeckenden Risikos zur Verfügung, zum Beispiel die ALARP-Methode, die LOPA-Methode oder die in [2] spezifizierte Methode des Risikographen. Ist das Ausgangsrisiko einer Gefährdung größer als das festgelegte Grenzkrisiko, so müssen Schutzmaßnahmen getroffen werden, die das Risiko entsprechend reduzieren.

4.4 Anlagensicherung mit den Mitteln der Prozessleittechnik

Grundsätzlich sind zur Anlagensicherung vorzugsweise Schutzeinrichtungen zu nutzen, die nicht auf Mitteln der Prozessleittechnik basieren. Häufig ist dies jedoch aufgrund der Größe oder Komplexität der Anlage nicht ausreichend oder erst gar nicht möglich. Zudem kann die entsprechende Lösung unter wirtschaftlichen Aspekten nicht sinnvoll umsetzbar sein. In diesem Fall werden Schutzfunktionen mit den Mitteln der Prozessleittechnik realisiert. Es wird aus diesem Grunde zwischen zwei Arten von PLT-Einrichtungen unterschieden:

PLT-Betriebs- und Überwachungseinrichtungen (Basic Process Control System - BPCS) realisieren die zur Produktion erforderlichen Automatisierungsfunktionen und dienen damit dem bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage in ihrem Gutbereich [2]. PLT-Überwachungseinrichtungen reagieren, wenn eine oder mehrere Prozessgrößen den Gutbereich verlassen. Sie melden zulässige Fehlzustände oder ergreifen automatisch Maßnahmen, um die Prozessgrößen in den Gutbereich zurückzuführen. Aus Sicht der Anlagensicherung werden an PLT-Betriebs- und Überwachungseinrichtungen keine Anforderungen gestellt.

PLT-Schutzeinrichtung (Safety Instrumented Systems - SIS) dienen der Risikoreduzierung bei erkannten Gefahrenpotentialen. Sie können entweder ereignisverhindernd oder aber schadensbegrenzend wirken. Das Ziel von PLT-Schutzeinrichtungen ist es zu verhindern, dass in der Anlage überhaupt ein unzulässiger Fehlzustand eintritt. Sie reduzieren die Eintrittshäufigkeit eines unerwünschten Ereignisses und reduzieren somit das mit diesem Ereignis verbundene Risiko. Schadensbegrenzende PLT-Schutzeinrichtungen hingegen haben das Ziel, bei einem bereits eingetretenen unerwünschten Ereignis das Ausmaß des resultierenden Schadens zu verringern und damit das verbundene Risiko zu vermindern. Solche Schutzeinrichtungen kommen nur sehr selten zum Einsatz.

Abbildung 1 zeigt die prinzipielle Wirkungsweise von PLT-Einrichtungen im Rahmen der Anlagensicherung. Der Kurvenverlauf 1 zeigt eine Prozessgröße, die verfahrensbedingt den unzulässigen Fehlbereich nicht erreichen kann. Daher ist eine PLT-Überwachungseinrichtung hier ausreichend. In Kurvenverlauf 2 hingegen ist eine Überschreitung der Grenze zum unzulässigen Fehlbereich möglich. Da jedoch eine Nicht-PLT-Schutzeinrichtung vorhanden ist, genügt auch in diesem Fall eine PLT-Überwachungseinrichtung. In Kurvenverlauf 3 fehlt eine solche Sicherung der Anlage. Deshalb wird eine PLT-Schutzeinrichtung eingesetzt, um zu verhindern, dass die Prozessgröße den unzulässigen Fehlbereich erreicht.

Für die prozessleittechnischen Systeme einer Anlage muss klar definiert sein, ob sie eine Betriebs- und Überwachungsfunktion oder aber eine Schutzfunktion realisieren. Diese Unterscheidung erleichtert die Planung, Errichtung und den Betrieb, aber auch die spätere Änderung von PLT-Einrichtungen.

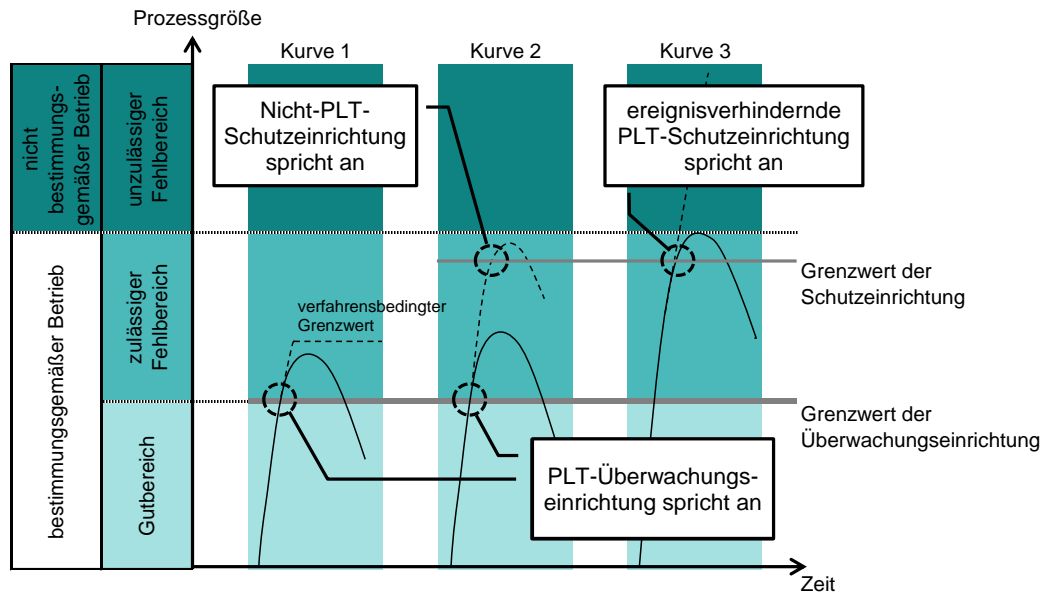


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Wirkungsweise von PLT-Einrichtungen nach [2]

Da Funktionen von PLT-Schutzeinrichtungen nur sehr selten angefordert werden, ist es möglich aus wirtschaftlichen Gründen mitunter Komponenten von Schutzeinrichtungen durch die Betriebseinrichtungen zu nutzen. In diesem Fall müssen Signale zur Auslösung der Schutzfunktion in jedem Fall Vorrang vor den Signalen der Betriebs- und Überwachungseinrichtungen haben.

Zur Umsetzung von Schutzfunktionen gilt es möglichst einfache, überschaubare und unmittelbar wirkende Maßnahmen zu ergreifen. Die verwendeten Prozessgrößen sollten direkt mit einfachen und erprobten Mitteln erfasst werden können. Daraus folgt, dass der Steuerungsentwurf selbst durch eine relativ niedrige Komplexität gekennzeichnet ist.

4.5 Standardbeschaltungen für die Anlagensicherung

Schutzeinrichtungen mit den Mitteln der Prozessleittechnik haben zumeist das Ziel, bestimmte Kombinationen, Abfolgen, Zeitverläufe oder Prioritäten von Signalen derart zu steuern, dass unzulässige Prozesszustände verhindert werden. Der Nutzer realisiert diese Funktionen mit immer wiederkehrenden Standardbeschaltungen. Es folgt die Vorstellung der wichtigsten Standardbeschaltungen.

Kombinationsschaltungen

In vielen Fällen sind bestimmte Steuersignale nur zulässig, wenn sich der Prozess in einem bestimmten Zustand befindet. Dieser Zustand lässt sich als Kombination der entsprechenden Prozesssignale beschreiben. Zur Verknüpfung einzelner Signale zu einer Schaltbedingung bieten sich einfache Kombinationsschaltungen (auch Schaltnetze genannt) an. Diese bieten die Möglichkeit, den Zustand eines Ausgangssignals jederzeit durch den Zustand einer Menge von Eingangssignalen zu bestimmen. Dazu werden die Eingangssignale durch die logischen Verknüpfungen UND, ODER und NICHT miteinander verknüpft. Die Kombinationsschaltungen selbst sind zustandslos, sie besitzen also kein Speicherverhalten.

Der Zusammenhang zwischen den Eingangs- und Ausgangssignalen kann mit einer Funktionstabelle vollständig beschrieben werden. Die entsprechende Verknüpfungsfunktion wird stets in (mindestens) zwei normierten Formen dargestellt.

Disjunktive Normalform (DNF): Bei dieser Darstellung bestimmt der Nutzer zunächst alle Kombinationen der Eingänge, für die das Ausgangssignal gesetzt werden soll (alle Zeilen der Funktionstabelle, für die $A = 1$ ist). Diese Kombinationen werden als UND-Verknüpfungen der Eingangssignale dargestellt. Die Ausgänge dieser UND-Verknüpfungen verbindet man anschließend über eine ODER-Verknüpfung miteinander. Dadurch wird der Ausgang gesetzt, sobald eine der gefundenen Kombinationen auftritt.

Konjunktive Normalform (KNF): Bei dieser Darstellung bestimmt der Nutzer zunächst alle Kombinationen der Eingänge, für die das Ausgangssignal nicht gesetzt werden soll (d. h. alle Zeilen der Funktionstabelle, für die $A = 0$ ist). Diese Kombinationen werden invertiert und als ODER-Verknüpfungen der Eingangssignale dargestellt. Der Nutzer verbindet die Ausgänge dieser ODER-Verknüpfungen anschließend über eine UND-Verknüpfung miteinander. Die Invertierung der gefundenen Kombinationen bewirkt, dass der Ausgang nur gesetzt wird, wenn keine dieser Kombinationen auftritt.

Abbildung 2 zeigt beispielhaft eine Funktionstabelle mit drei Eingangssignalen und die entsprechenden Kombinationsschaltungen in disjunktiver und in konjunktiver Normalform.

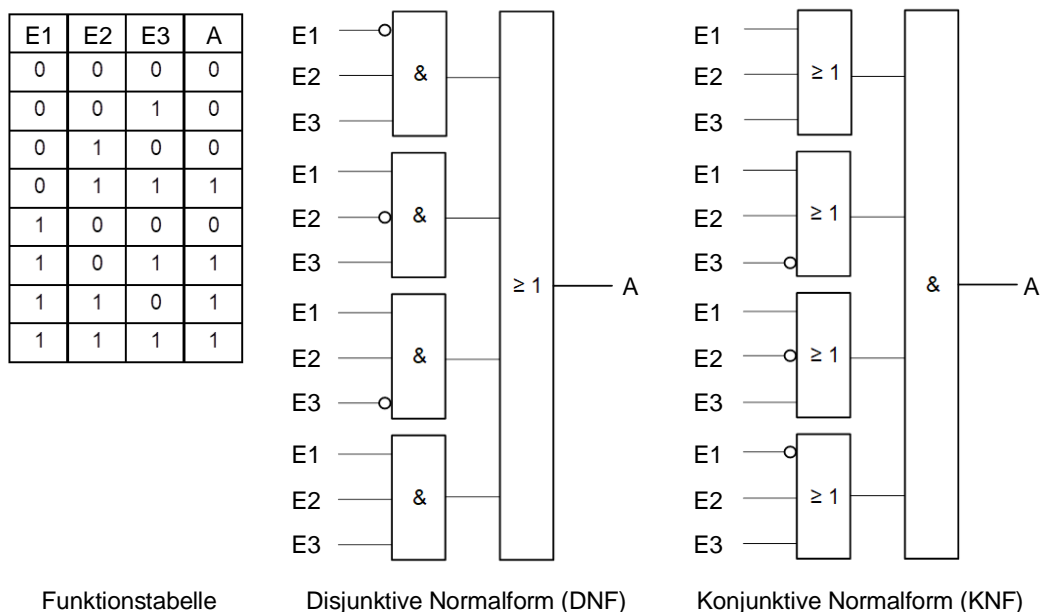


Abbildung 2: Struktur grundlegender Kombinationsschaltungen

Priorisierungsschaltungen

Schutzfunktionen müssen stets Vorrang vor Betriebs- und Überwachungsfunktionen haben. Hierbei steuern mehrere Steuersignale das Verhalten eines Stellsignals. Daher müssen die Steuersignale entsprechend priorisiert werden. Die Priorisierung ist in den überwiegenden Fällen statisch und wird mit Hilfe eines Schaltnetzes realisiert.

Speichernde Schaltungen

Nicht immer lassen sich die Bedingungen für einen Ausgangszustand allein durch den aktuellen Zustand der Eingänge darstellen. Soll das Ausgangssignal A zum Beispiel durch ein Eingangssignal E1 gesetzt und durch ein anderes Eingangssignal E2 gelöscht werden, so ist dies kombinatorisch nicht mehr darstellbar. A muss auch gesetzt bleiben, wenn E1 gelöscht wird. Erst wenn E2 gesetzt wird, soll A gelöscht werden. Damit ist die Wirkung von E2 abhängig davon, ob zuvor E1 gesetzt wurde, also vom aktuellen Zustand Out des Systems. Dieser Zustand muss in der Schaltung gespeichert werden. Diese speichernden Schaltungen heißen auch Schaltwerke. Die Speicherung eines Zustands Out kann mit Hilfe eines Rücksetz-Setz-Speicherglieds (R-S-Speicherglied) realisiert werden.

Wie in Abbildung 3 dargestellt, besitzt eine solche Schaltung zwei Eingänge, jeweils einen Eingang zum Setzen (S) und einen Eingang zum Rücksetzen (R) des Ausgangs. Dabei ist es wichtig zu definieren, wie der Ausgang geschaltet werden soll, wenn beide Eingänge gesetzt sind. Abhängig von der Realisierung des R-S-Speichergliedes ist entweder das Setzen oder das Rücksetzen dominant (siehe Abbildung 3).

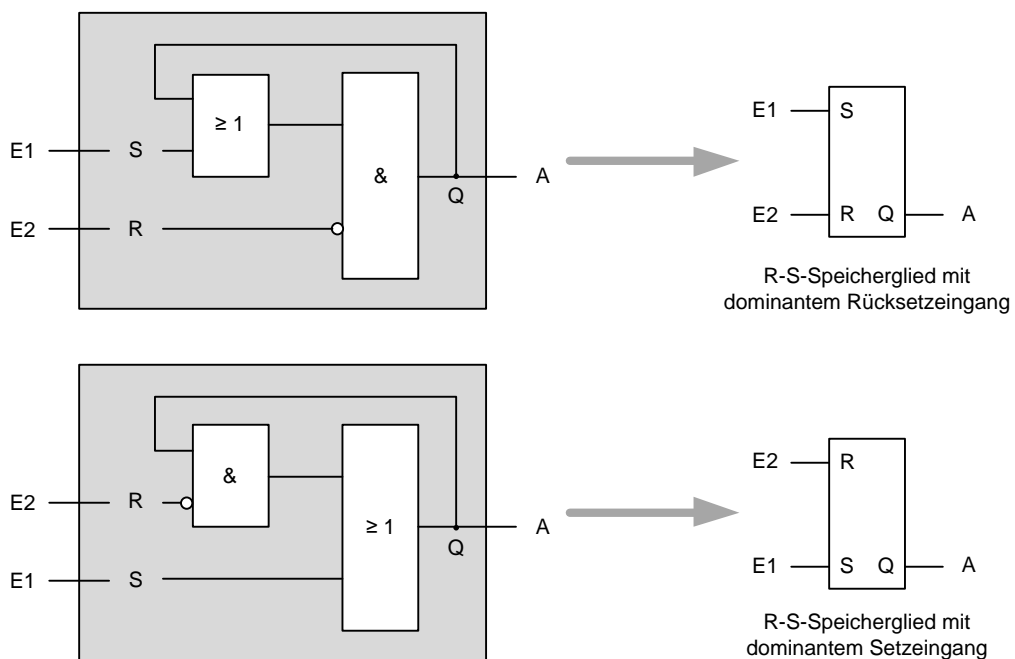


Abbildung 3: Aufbau und Funktionssymbole von R-S-Speichergliedern

Verriegelungsschaltungen

Häufig gilt es zu beachten, bestimmte Steuersignale nicht gleichzeitig zu setzen. So darf zum Beispiel ein Elektromotor mit zwei Drehrichtungen nicht gleichzeitig in den Vorwärts- und den Rückwärtslauf geschaltet werden. Die beiden Signale V (Vorwärts) und R (Rückwärts) müssen sich gegenseitig verriegeln.

Mit Hilfe von zwei miteinander gekoppelten R-S-Speichergliedern wird eine Verriegelung realisiert. Dabei bestehen zwei Möglichkeiten der Verschaltung. Entweder erfolgt die Verriegelung über die Setz-Eingänge, oder über die Rücksetz-Eingänge. Beide Varianten sind in Abbildung 4 dargestellt. Es ist zu beachten, dass die Verriegelung über den Rücksetz-Eingang nur bei dominantem Rücksetz-Eingang funktioniert.

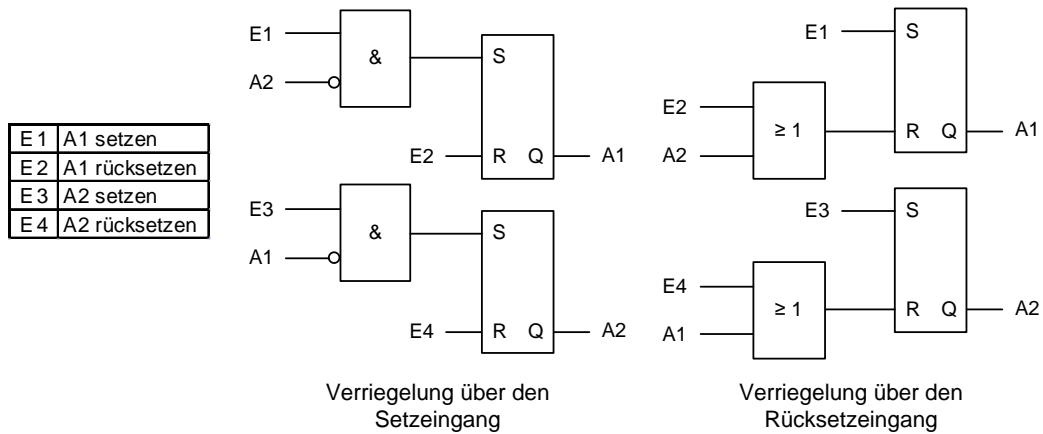


Abbildung 4: Gegenseitige Verriegelung zweier Ausgangssignale

In einigen Fällen muss man darüber hinaus festlegen, in welcher Reihenfolge bestimmte Steuersignale gesetzt werden können. In diesem Fall wird eine Reihenfolgenverriegelung realisiert. Auch das kann durch eine Aneinanderreihung von Speichergliedern erfolgen. Dabei werden so viele R-S-Speicherglieder benötigt, wie Schritte koordiniert werden sollen. Abbildung 5 zeigt eine Reihenfolgenverriegelung für zwei Signale.

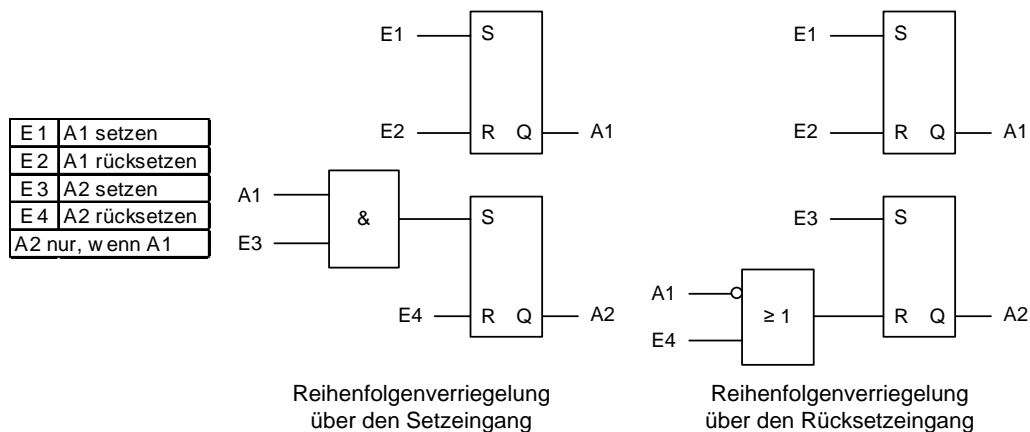


Abbildung 5: Reihenfolgenverriegelung zweier Ausgangssignale

Hierbei ist zu beachten, dass mit diesen Schaltungen nur Aktivierungsreihenfolgen und keine Abfolgen realisiert werden. Das Setzen von A2 führt nicht zum Rücksetzen von A1. Bei einer Verriegelung über den Rücksetz-Eingang wird beim Rücksetzen von A1 automatisch auch A2 zurückgesetzt.

Schaltungen mit Zeitverhalten

Schaltungen mit Zeitverhalten berücksichtigen auch die Zeit seit dem Eintreten eines oder mehrerer Ereignisse. Das Prinzip wird im Folgenden am Beispiel der **Zweihandverriegelung** erklärt. Diese soll verhindern, dass sich Arbeiter bei der Bedienung einer Maschine, zum Beispiel einer Presse, verletzen können. Um zu verhindern, dass der Arbeiter noch eine Hand im Gefahrenbereich der Maschine hat, kann diese nur durch gleichzeitige Betätigung von zwei Tastern ausgelöst werden. Es besteht die Möglichkeit, diese Aufgabe mit Hilfe einer Kombinationsschaltung zu lösen. Um jedoch zu verhindern, dass ein Taster zum Beispiel mit Klebeband dauerhaft festgestellt wird, muss zusätzlich sichergestellt werden, dass beide Taster innerhalb einer festen Zeitspanne gedrückt werden. Dazu werden Impulsglieder verwendet, die unabhängig von der zeitlichen Länge des gesetzten Eingangssignals das Ausgangssignal für eine festgelegte Dauer setzen und anschließend automatisch rücksetzen. Nur ein Zustandswechsel des Eingangs (von Rücksetzen auf Setzen) erzeugt ein erneutes Setzen des Ausgangssignals. Abbildung 6 zeigt das Funktionssymbol und das Schaltverhalten eines Impulsgliedes.

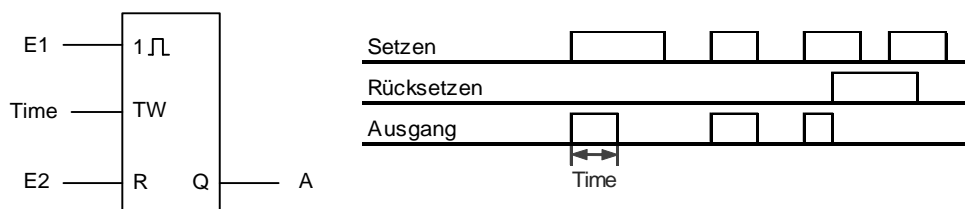


Abbildung 6: Funktionssymbol und Schaltverhalten eines Impulsgliedes

Die entsprechende Schaltung für eine Zweihandverriegelung ist in Abbildung 7 dargestellt. Wird einer der Taster betätigt, so wird der Ausgang Out des Impulsgliedes für die Zeitdauer T gesetzt. Wird anschließend der zweite Taster betätigt, solange Out gesetzt ist, so sind sämtliche Bedingungen des UND-Glieds erfüllt und der Ausgang A wird gesetzt. Danach wird das Impulsglied durch die ODER-Verknüpfung mit dem Ausgang A überbrückt.

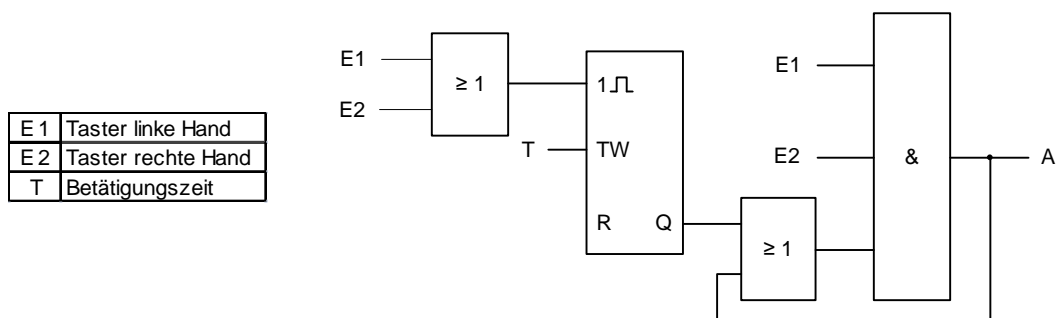


Abbildung 7: Zweihandverriegelung mit Nutzung eines Impulsglieds

Zeitglieder werden noch für eine Vielzahl weiterer Schutzfunktionen verwendet, zum Beispiel für Schutztorsteuerungen, bei denen geöffnete Tore nach einer festgelegten Zeit automatisch schließen, oder für Motoranlaufsteuerungen, bei denen nach einem vergeblichen Startversuch eine Ruhepause zum Erholen des Antriebs erzwungen wird.

4.6 Literatur

- [1] Strohrmann, G. (1983): Anlagensicherung mit Mitteln der MSR-Technik, Oldenbourg Verlag
- [2] VDI 2180 (Ausgabe 2018-02): Funktionale Sicherheit in der Prozessindustrie – Planung, Errichtung und Betrieb von PLT-Sicherheitseinrichtungen
- [3] DIN EN 61511 (Ausgabe 2019-02): Funktionale Sicherheit – PLT-Sicherheitseinrichtungen für die Prozessindustrie.

5 Aufgabenstellung

Entsprechend den Vorgaben aus dem Kapitel ‚Prozessbeschreibung‘ sollen die CFC-Pläne aus dem Kapitel ‚Einzelsteuerfunktionen‘ um die Handbetätigung für den Pumpenmotor =SCE.A1.T2-P001 ergänzt werden. Dabei sind die folgenden Verriegelungsbedingungen zu beachten:

- Der Pumpenmotor darf nur eingeschaltet werden, wenn der Hauptschalter der Anlage eingeschaltet und der NOTAUS-Schalter entriegelt ist.
- Die Pumpe darf keine Luft ansaugen. Der minimale Füllstand (hier: 50 ml) im Reaktor =SCE.A1.T2-R002 ist numerisch bekannt und wird über den gemessenen Füllstand ausgewertet.
- Die Pumpe darf keine Flüssigkeit gegen ein geschlossenes Ventil drücken. Es muss, wenn die Pumpe eingeschaltet ist, also immer entweder Ventil =SCE.A1.T3-V001, Ventil =SCE.A1.T2-V007 oder Ventil =SCE.A1.T4-V003 geöffnet sein.

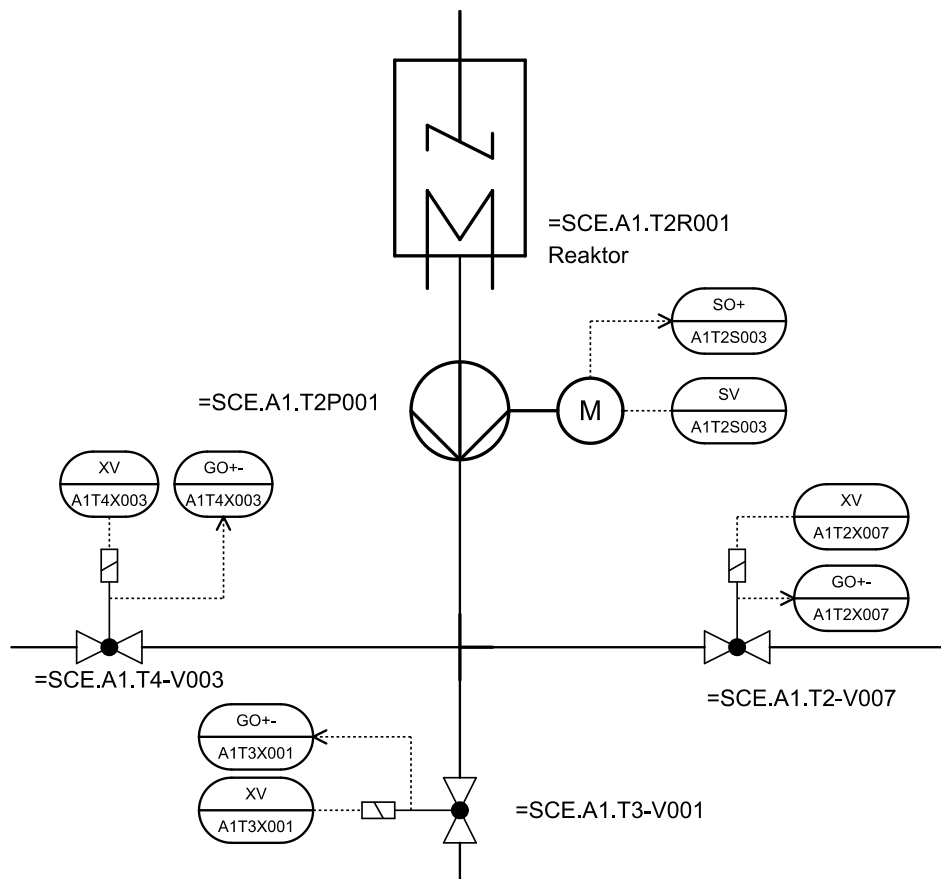


Abbildung 8: Teil des R&I-Fließbilds von der Reaktor-Pumpe mit ihren Verbindungen

Hinweis:

- Für den Lösungsansatz beachten Sie bitte die Details zu speichernden Schaltungen im Theorieteil.

6 Planung

Die Handsteuerung A1T2H011 (siehe Abbildung 10) zum Entleeren des Reaktors R001 besteht aus drei Teilen:

- Ein digitaler Eingang für den Befehl Starten: ‚A1.T2.A1T2H011.HS+.START‘ / E7.2
- Ein digitaler Eingang für den Befehl Stoppen: ‚A1.T2.A1T2H011.HS-.STOP‘ / E7.3
- Ein digitaler Ausgang für die Status-Rückmeldung : ‚A1.T2.A1T2H011.HO+-.0+‘ / A4.2

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

Die Handsteuerung beeinflusst sowohl die Pumpe A1T2S003 als auch das Ventil A1T3X001 (siehe auch Abbildung 9), die entsprechend erweitert werden müssen.

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

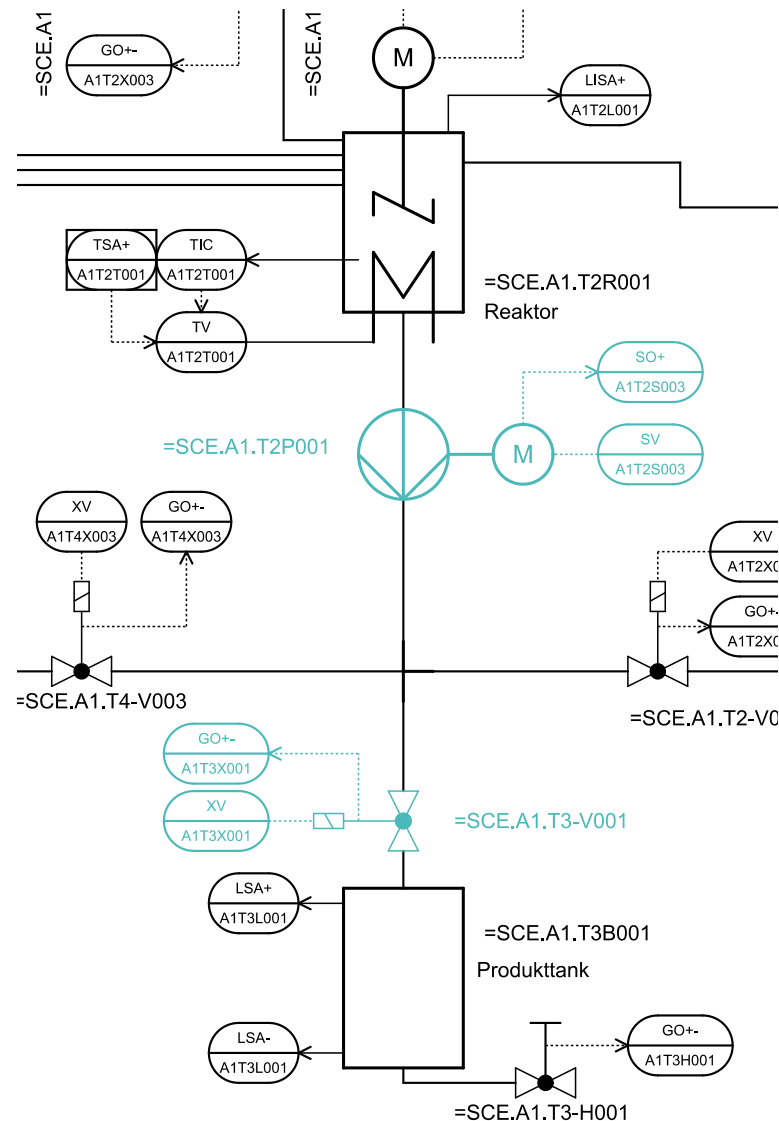


Abbildung 9: Zu bearbeitender Teil des R&I-Fließbilds

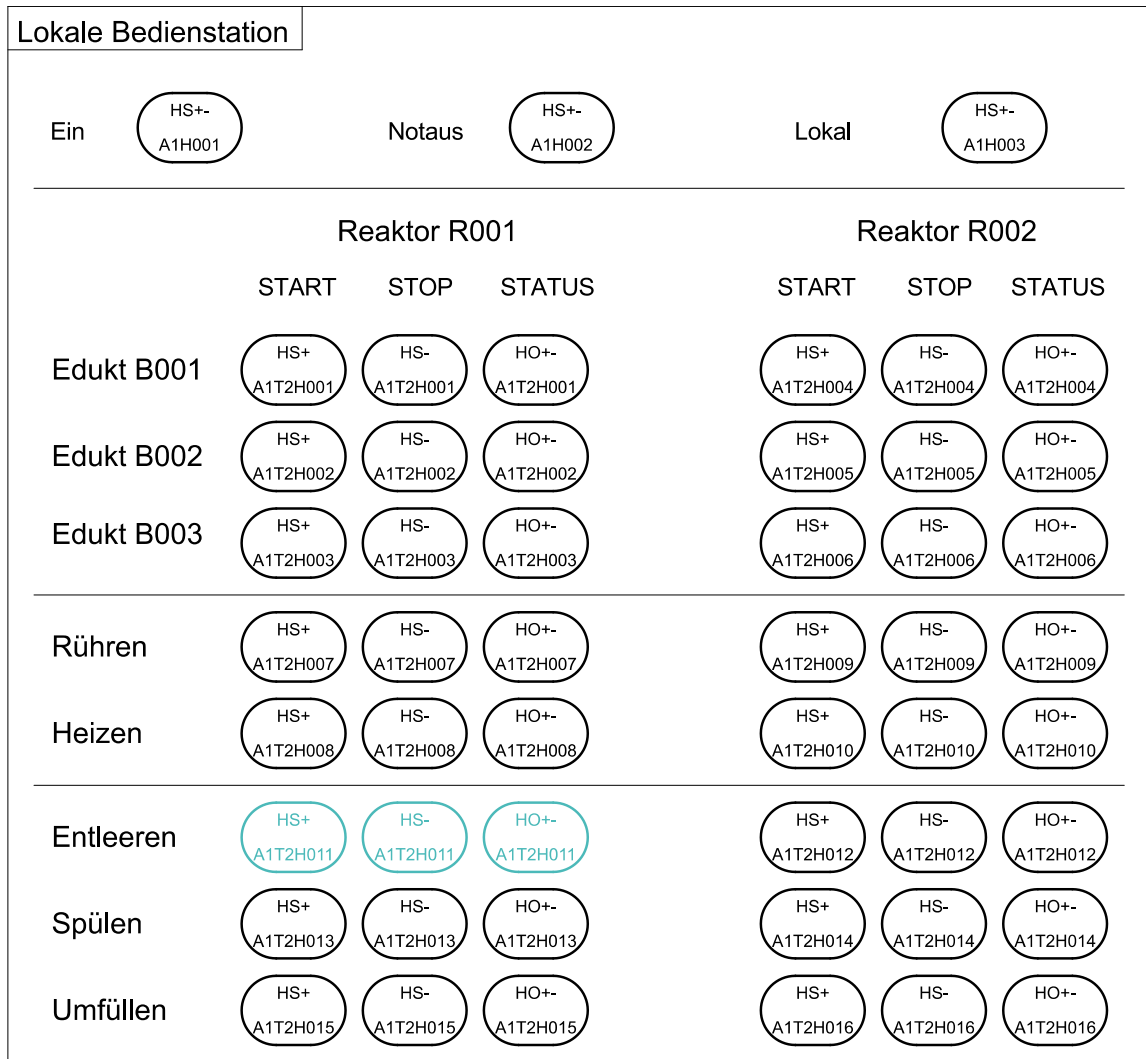


Abbildung 10: Lokale Bedienstation

7 Lernziel

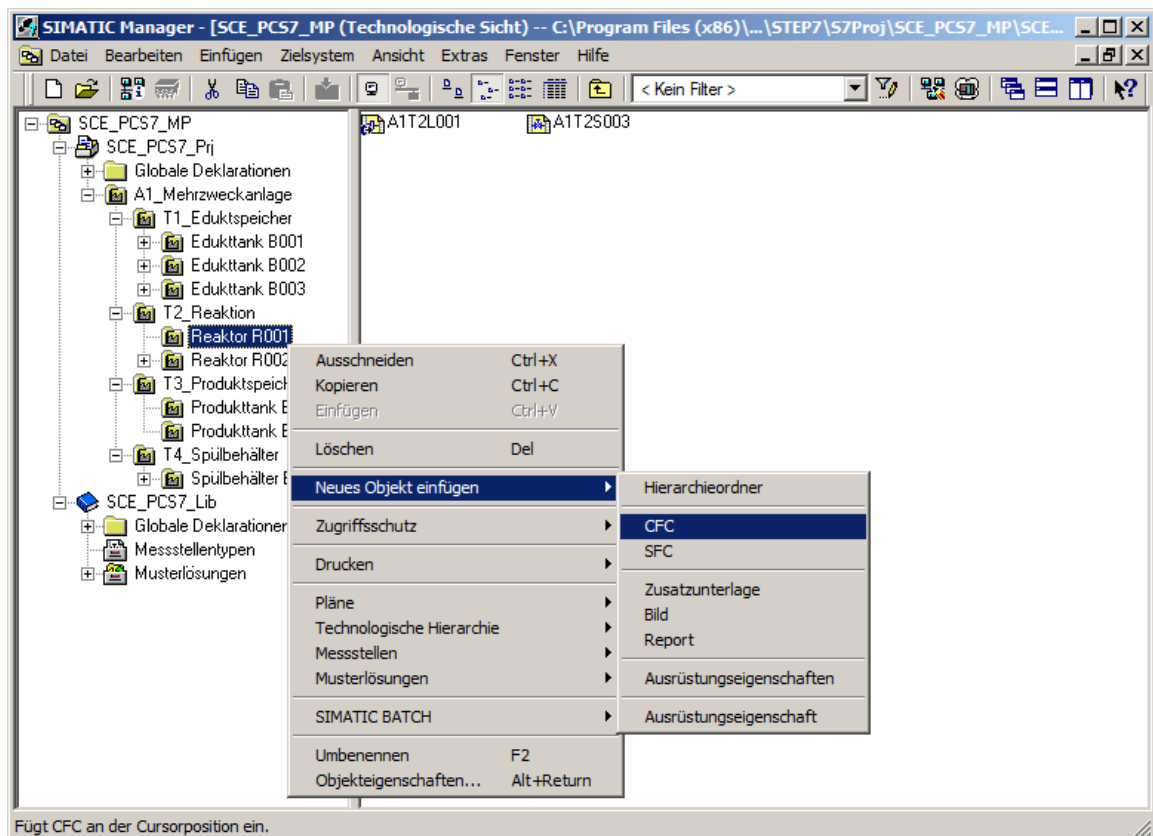
In diesem Kapitel lernen die Studierenden:

- Die Realisierung von erweiterten Randbedingungen und der Handbetätigung
- Die Verschaltungen zwischen CFC-Plänen anzulegen
- Weitere Möglichkeiten zum Programmieren mit CFC
- Die Nutzung weiterer Blätter in den CFC-Plänen
- Das Testen des Programms mit Hilfe der Steuerfunktionen im CFC

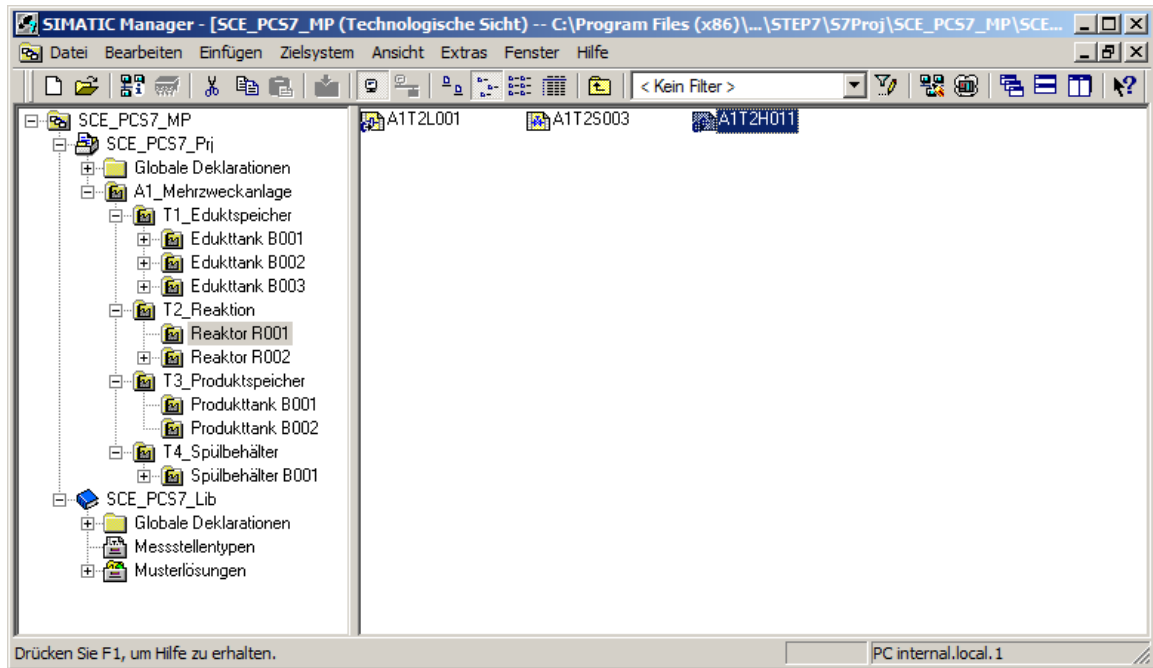
8 Strukturierte Schritt-für-Schritt-Anleitung

8.1 Anlegen der Handbedienung A1T2H011

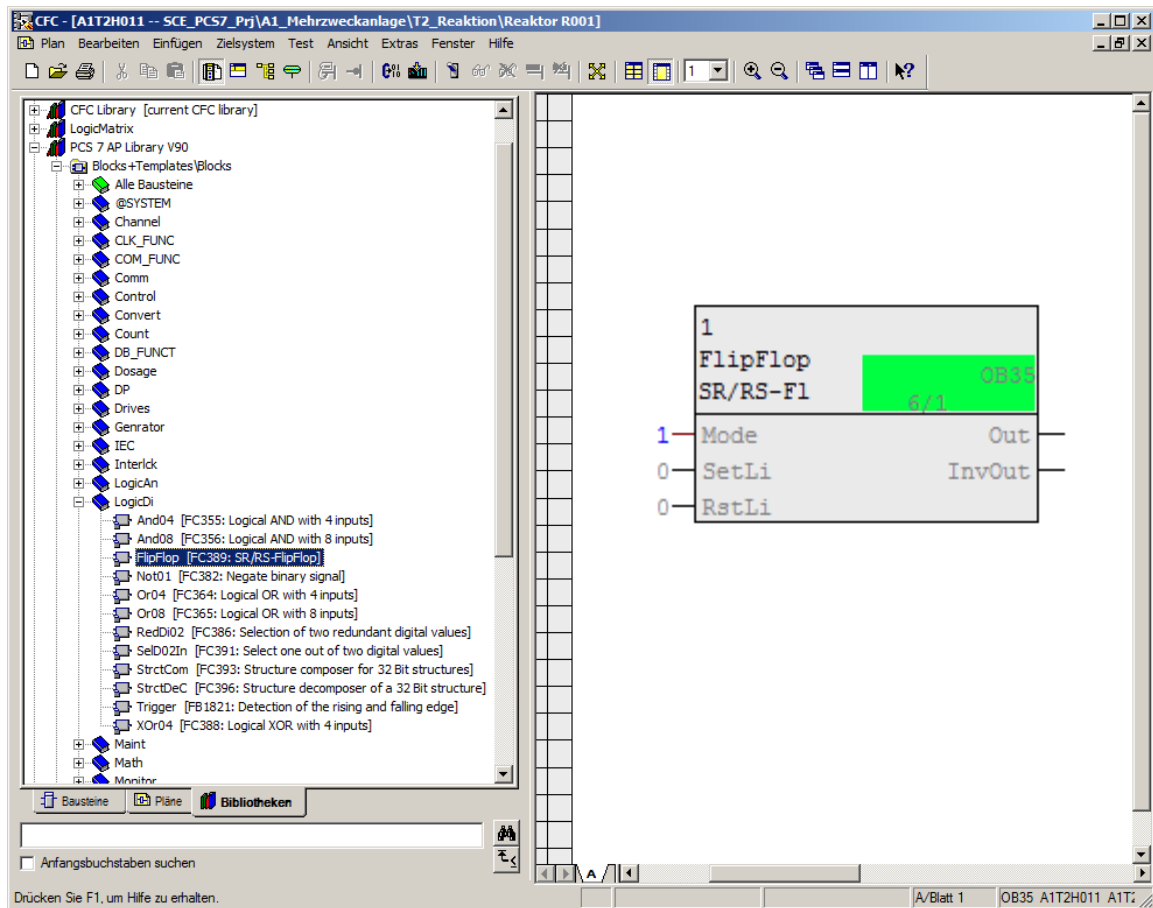
- Der Plan wird anschließend umbenannt in ‚A1T2H011‘ und mit einem Doppelklick geöffnet. (→ A1T2H011) Um die Handbetätigung zum Leeren des Reaktors R001 zu programmieren, legen Sie im SIMATIC Manager in der Technologischen Hierarchie im Ordner Reaktor R001 der Teilanlage T2_Reaktion einen neuen CFC-Plan an. (→ SIMATIC Manager → Ansicht → Technologische Sicht → Reaktor R001 → Neues Objekt einfügen → CFC)



2. Der Plan wird anschließend umbenannt in ‚A1T2H011‘ und mit einem Doppelklick geöffnet.
(→ A1T2H011)



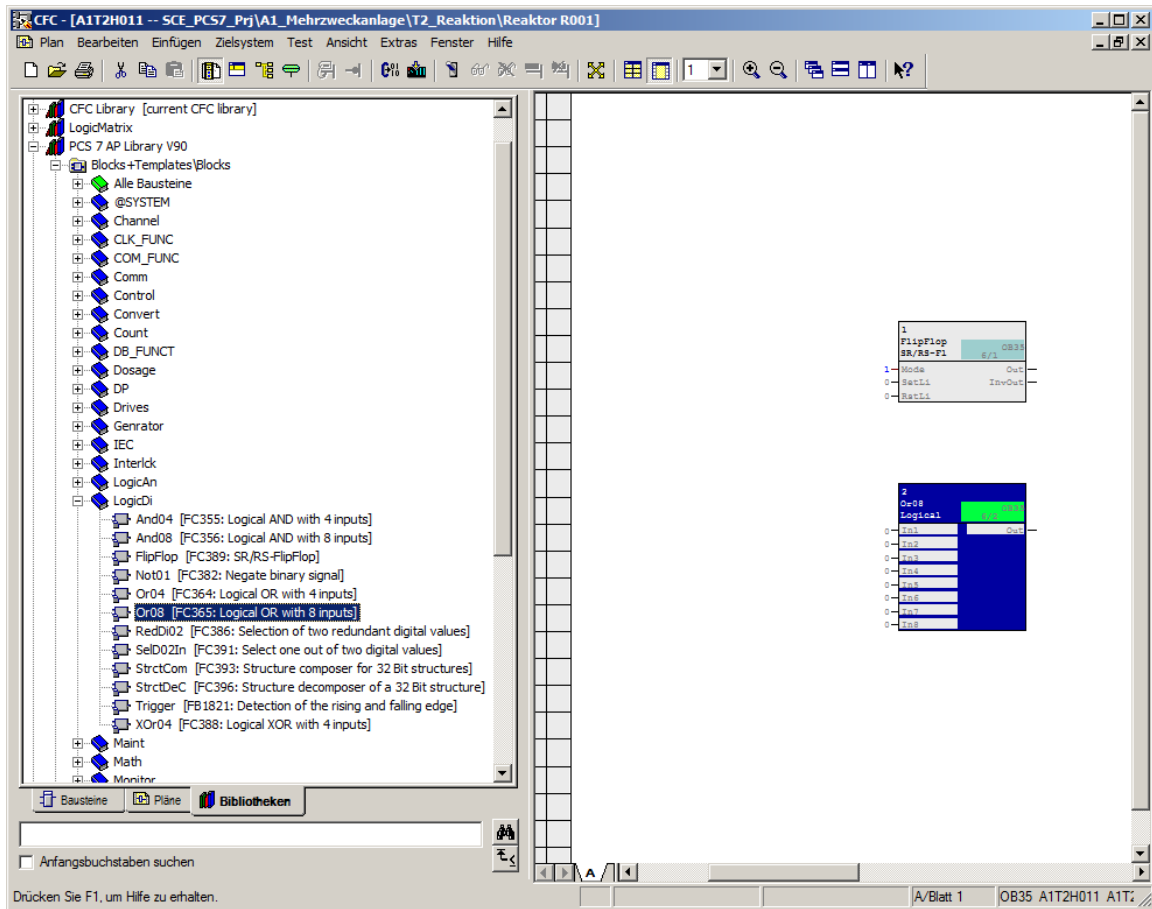
3. Im CFC-Editor ziehen Sie jetzt aus dem Ordner ‚LogicDI‘ im Katalog ‚Bausteine‘ den Baustein ‚FlipFlop‘ in das erste Blatt des Plans. So haben Sie ein Speicherelement. Damit das Rücksetzen bzw. Ausschalten dominant ist, müssen Sie den Mode auf ‚1‘ setzen. (→ Bibliotheken → PCS 7 AP Library V90 → Blocks+Templates\Blocks → LogicDI → FlipFlop → Mode → Wert: 1)



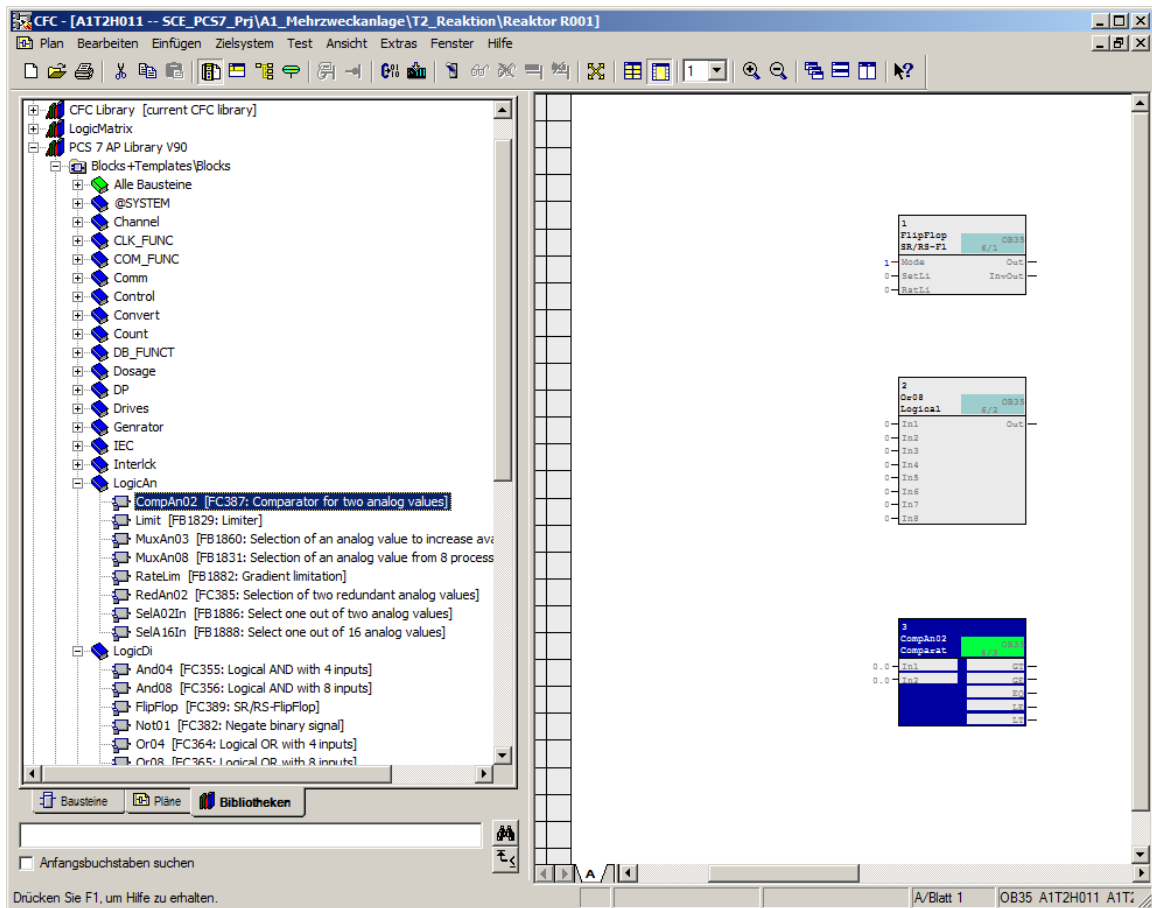
Hinweis:

- Weitere Informationen zu den eingesetzten Bausteinen erhalten Sie in der ausführlichen Online-Hilfe. Markieren Sie hierzu den entsprechenden Baustein und drücken Sie ‚F1‘ auf der Tastatur.

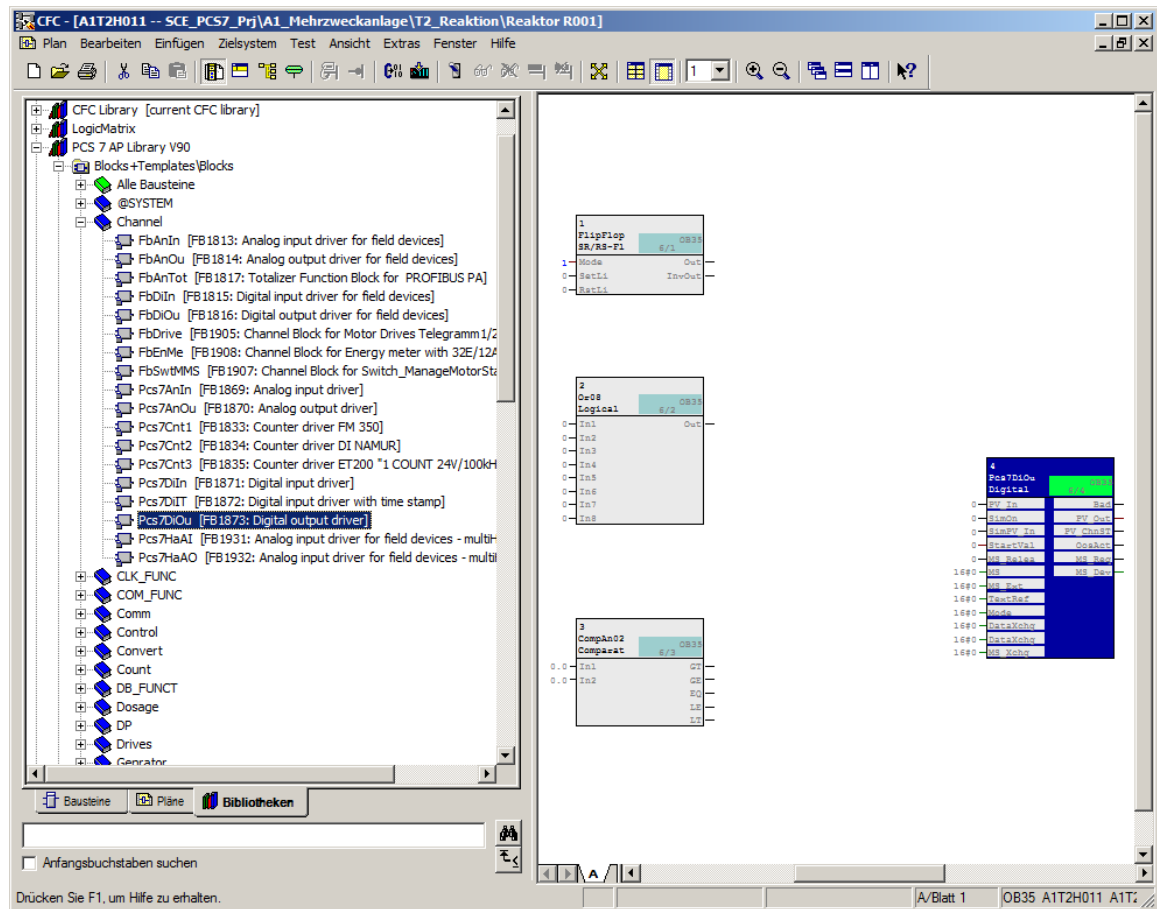
- Als Nächstes ziehen Sie aus dem Ordner ‚LogicDI‘ den Baustein ‚Or08‘ in den Plan.
(→ Bibliotheken → PCS 7 AP Library V90 → Blocks+Templates\Blocks → LogicDI → Or08)



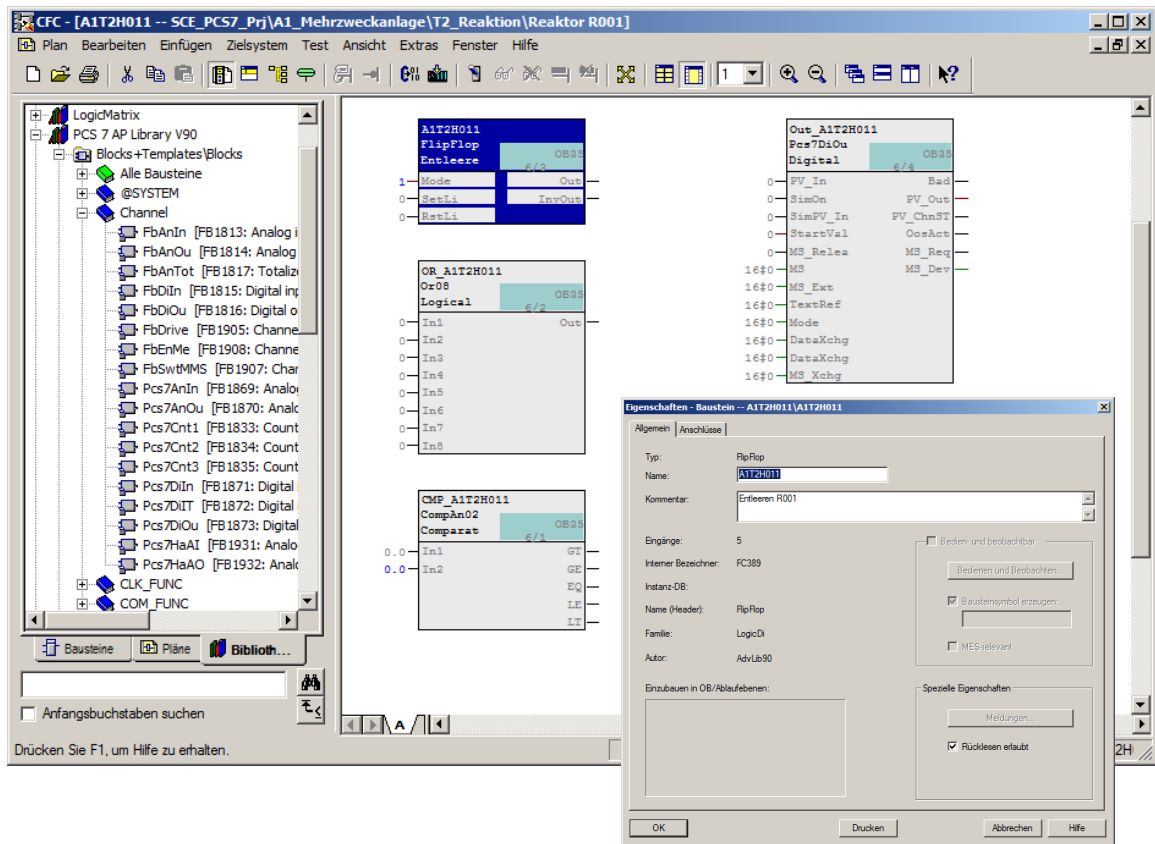
5. Nachfolgend ziehen Sie aus dem Ordner ‚LogicAn‘ der PCS 7 AP Library V90 im Katalog ‚Bibliotheken‘ den Baustein ‚CompAn02‘ in den Plan. Diesen benötigen Sie, um den als Zahlenwert vorliegenden Füllstand des Reaktors R001 bei der Verriegelung zu berücksichtigen. (→ Bibliotheken → PCS 7 AP Library V90 → Blocks+Templates\Blocks → LogicAn → CompAn02)



- Daraufhin ziehen Sie den Treiberbaustein für ein digitales Ausgangssignal ‚Pcs7DiOu‘ in den Plan. (→ Bibliotheken → PCS 7 AP Library V90 → Blocks+Templates\Blocks → Channel → Pcs7DiOu)

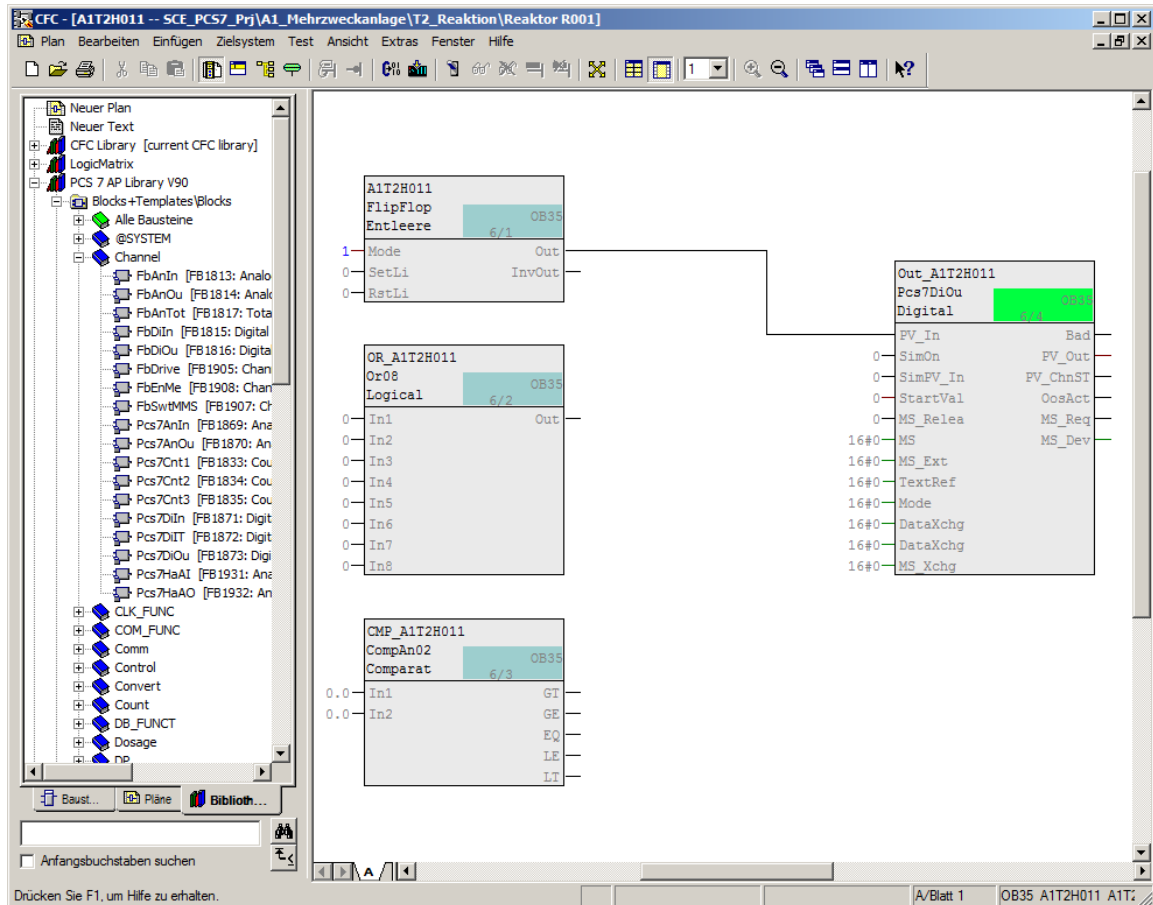


7. Benennen Sie die Bausteine wie dargestellt. (→ Baustein → Objekteigenschaften → Name ändern → OK)

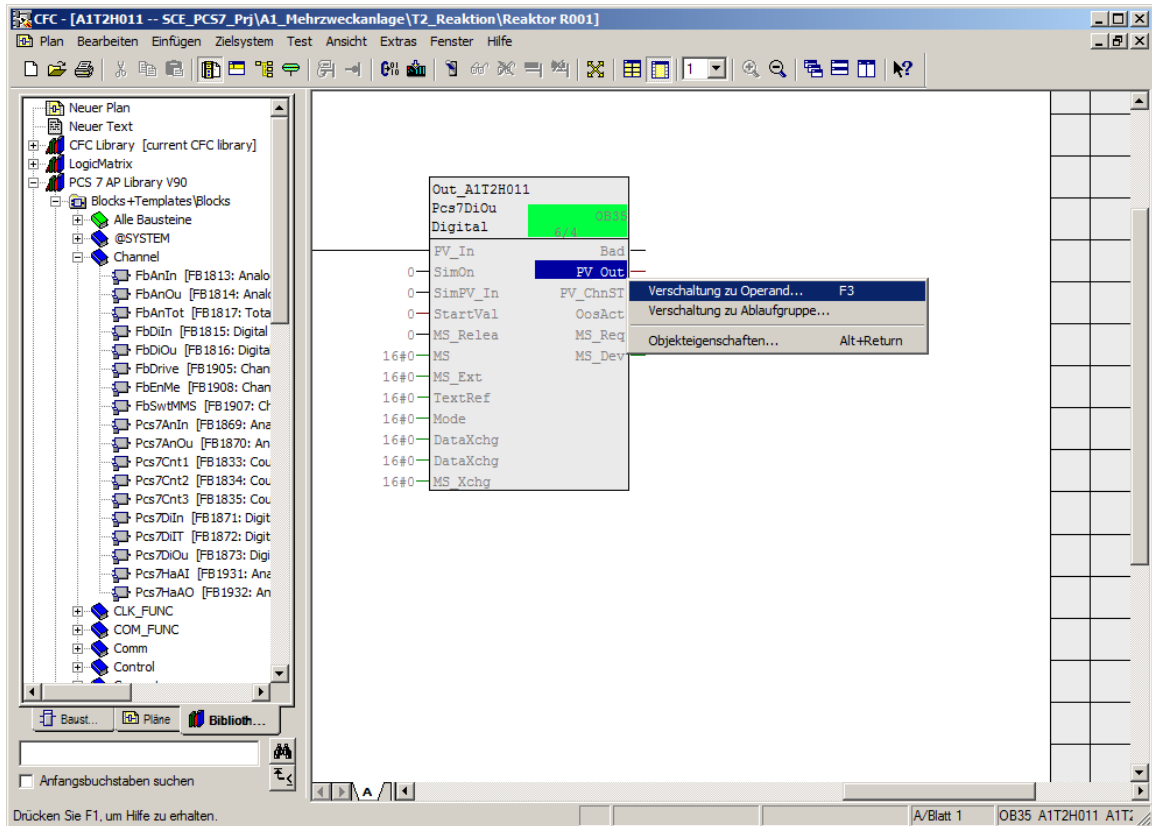


Baustein	Name
FlipFlop	A1T2H011
Or08	OR_A1T2H011
CompAn02	CMP_A1T2H011
Pcs7DiOu	Out_A1T2H011

8. Jetzt erfolgt die erste Verschaltung der Bausteine untereinander. Hierzu wird der ‚Out‘ des Bausteins ‚FlipFlop‘ und anschließend der Eingang ‚PV_In‘ des Bausteines ‚Pcs7DiOu‘ angeklickt. Die Linienführung, die diese Verschaltung zeigt, erfolgt automatisch und kann im CFC-Editor nicht verändert werden. (→ FlipFlop → Out → Pcs7DiOu → PV_In)



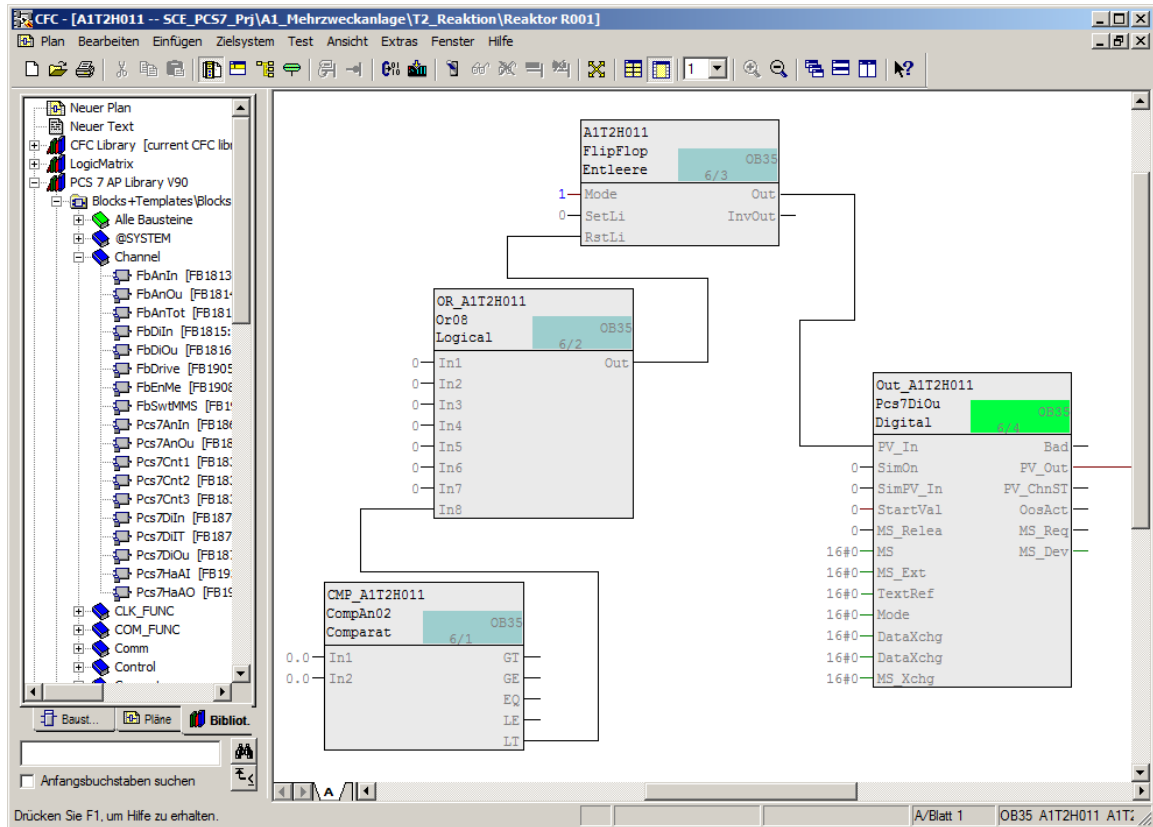
9. Um den Status der Bedienanforderung anzeigen zu können, wollen Sie anschließend den Ausgang ‚PV_Out‘ vom Baustein ‚Pcs7DiOu‘ mit dem entsprechenden Operanden aus der Symboltabelle verschalten. (→ Pcs7DiOu → PV_Out → Verschaltung zu Operanden)



10. Aus der eingblendeten Symboltabelle wählen Sie anschließend den Ausgang A.4.2 „A1.T2.A1T2H011.HO+-.O+“ zur Statusanzeige der Bedienanforderung. (→ A1.T2.A1T2H011.HO+-.O+)

"A1.T2.A1T2H011.HO+-.O+"				
	A1.T2.A1T2H009.HO+-.O+	BOOL	A 5.0	Reaktor R002 Rühren Statuswert
	A1.T2.A1T2H009.HS+.START	BOOL	E 4.6	Reaktor R002 Rühren beginnen
	A1.T2.A1T2H009.HS-.STOP	BOOL	E 4.7	Reaktor R002 Rühren Stoppen
	A1.T2.A1T2H010.HO+-.O+	BOOL	A 5.1	Reaktor R002 Heizen Statuswert
	A1.T2.A1T2H010.HS+.START	BOOL	E 5.0	Reaktor R002 Heizen Beginnen
	A1.T2.A1T2H010.HS-.STOP	BOOL	E 5.1	Reaktor R002 Heizen Stoppen
	A1.T2.A1T2H011.HO+-.O+	BOOL	A 4.2	Reaktor R001 Leeren Statuswert
	A1.T2.A1T2H011.HS+.START	BOOL	E 7.2	Reaktor R001 Leeren Beginnen
	A1.T2.A1T2H011.HS-.STOP	BOOL	E 7.3	Reaktor R001 Leeren Stoppen
	A1.T2.A1T2H012.HO+-.O+	BOOL	A 5.2	Reaktor R002 Leeren Statuswert
	A1.T2.A1T2H012.HS+.START	BOOL	E 5.2	Reaktor R002 Leeren Beginnen
	A1.T2.A1T2H012.HS-.STOP	BOOL	E 5.3	Reaktor R002 Leeren Stoppen
	A1.T2.A1T2H013.HO+-.O+	BOOL	A 4.3	Reaktor R001 Spülen Statuswert
	A1.T2.A1T2H013.HS+.START	BOOL	E 7.4	Reaktor R001 Spülen Beginnen
	A1.T2.A1T2H013.HS-.STOP	BOOL	E 7.5	Reaktor R001 Spülen Stoppen
	A1.T2.A1T2H014.HO+-.O+	BOOL	A 5.3	Reaktor R002 Spülen Statuswert

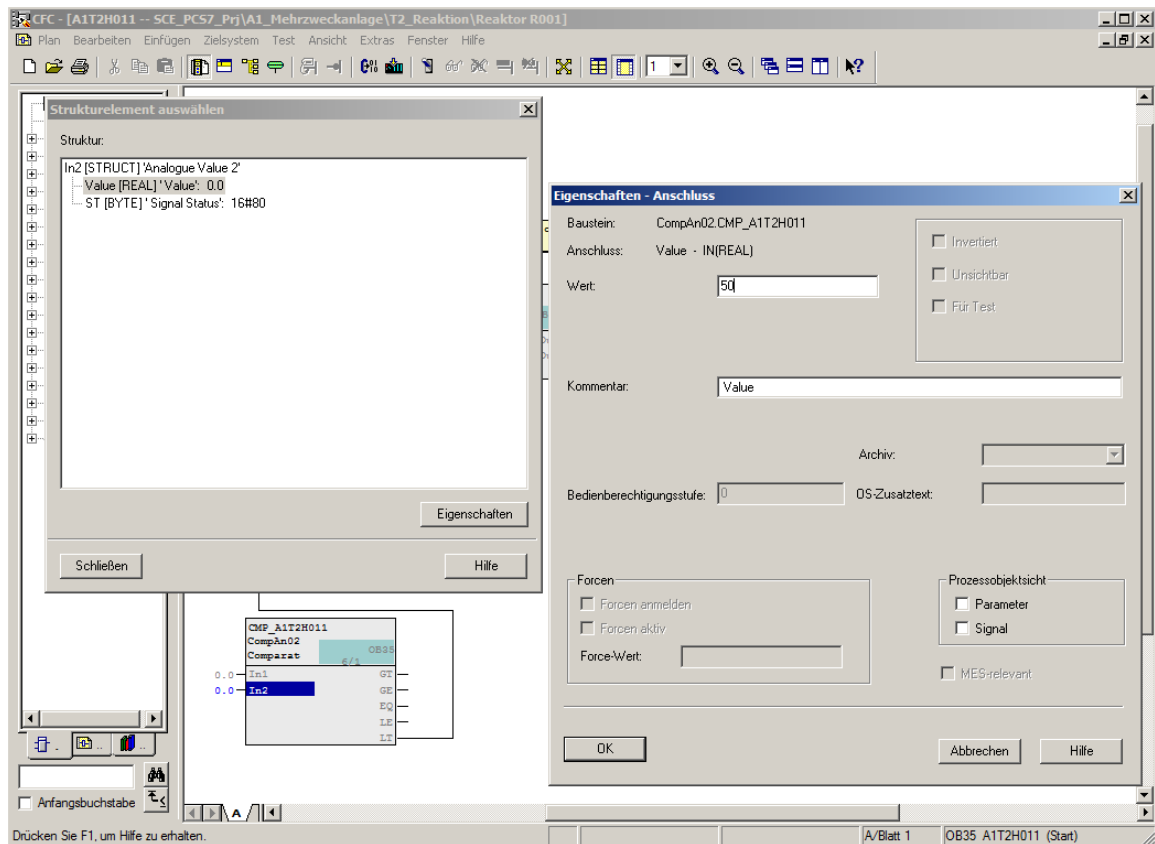
11. Daraufhin erfolgt die weitere Verschaltung der Bausteine untereinander. Verbinden Sie den Ausgang des ‚Or08‘-Bausteins mit dem Eingang ‚RstLi‘ des ‚FlipFlop‘-Bausteins. Anschließend wird noch der Ausgang ‚LT‘ des Bausteins ‚CompAn02‘ mit einem Eingang des ‚Or08‘- Bausteins verbunden. (→ Or08.Out → FlipFlop.RstLi → CompAn02.LT → Or08.In8)



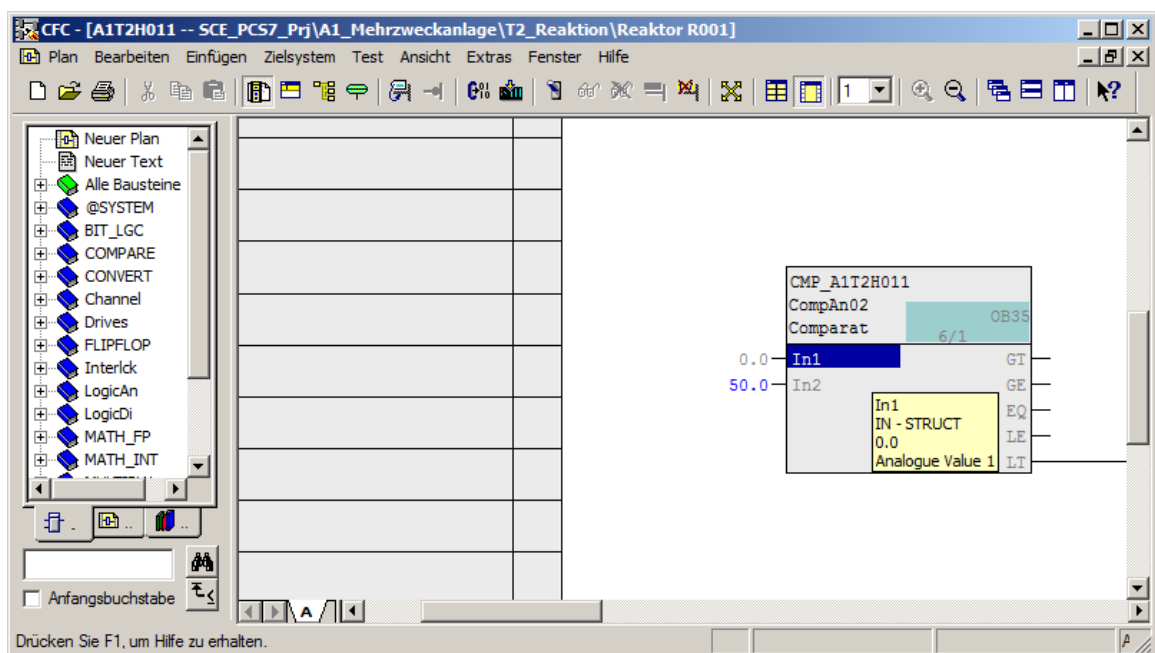
Hinweis:

- Der Ausgang ‚LT‘ des Bausteins ‚CompAn02‘ hat den Zustand 1 wenn ‚In1‘ kleiner als ‚In2‘ ist.

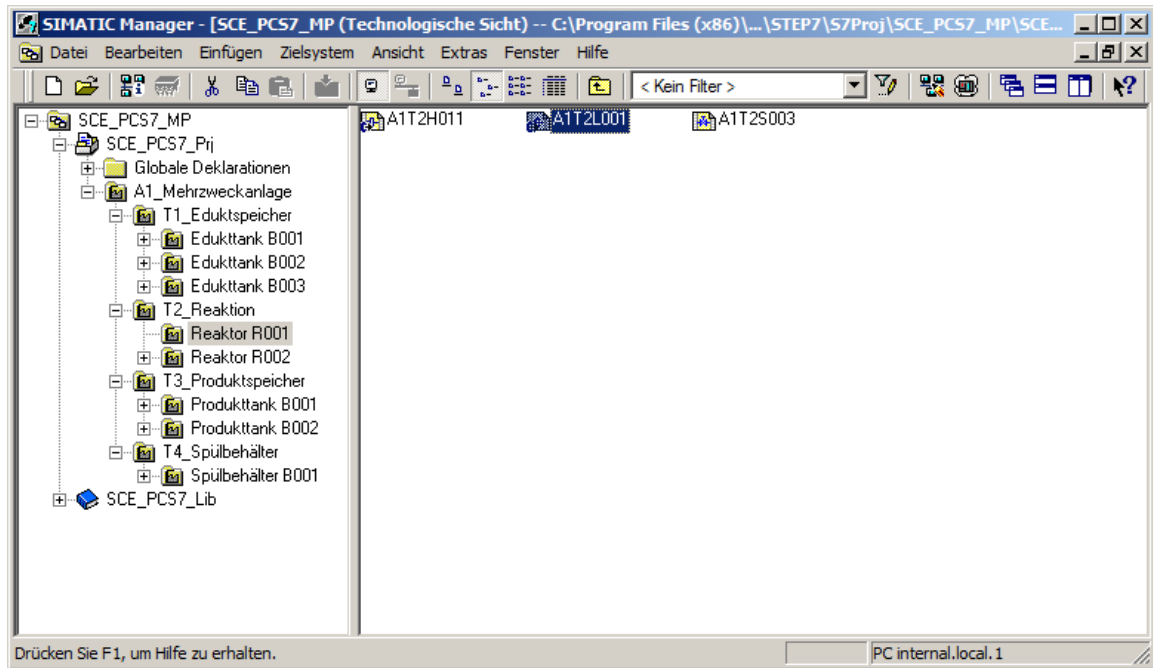
12. Der Vergleichswert wird am Eingang ,In2' eingestellt, indem hier die Eigenschaften mit einem Doppelklick geöffnet werden. Tragen Sie als Wert 50.0 ein und übernehmen diese Änderung mit OK. (→ CompAn02 → In2 → Value → Wert: 50.0 → OK → Schließen)



13. Anschließend soll eine planübergreifende Verschaltung von Eingang ,In1' mit dem gemessenen Füllstand des Reaktors =SCE.A1.T2.R001 erfolgen. Dazu markieren Sie ,In1' am Baustein ,CompAn02'. (→ CompAn02 → In1)

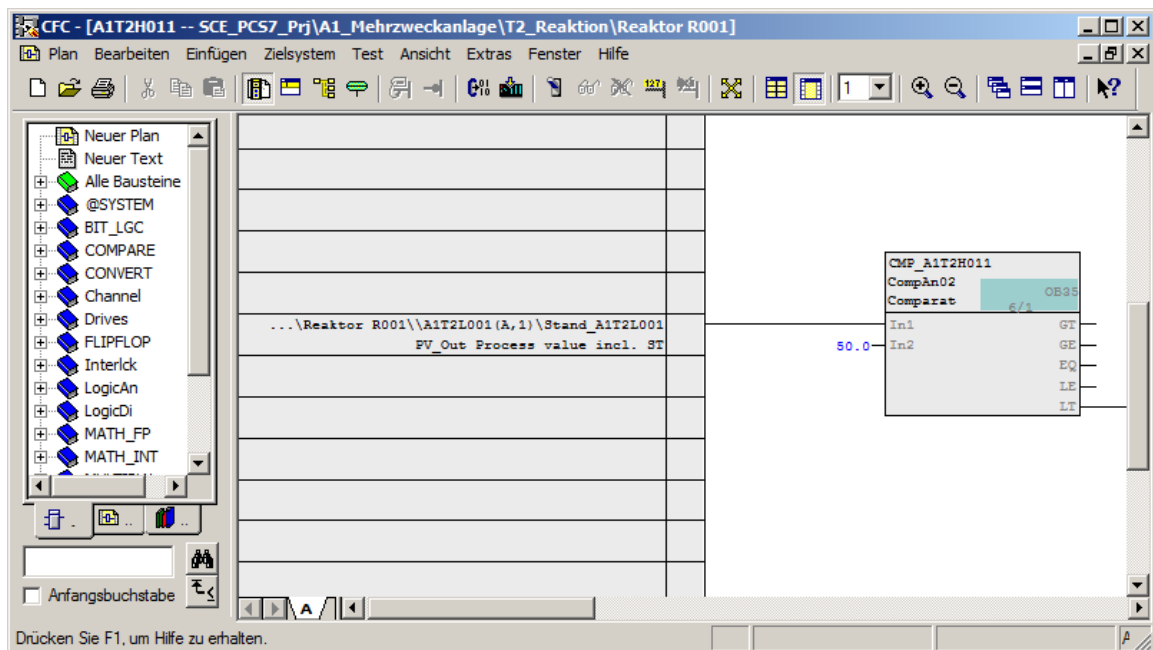
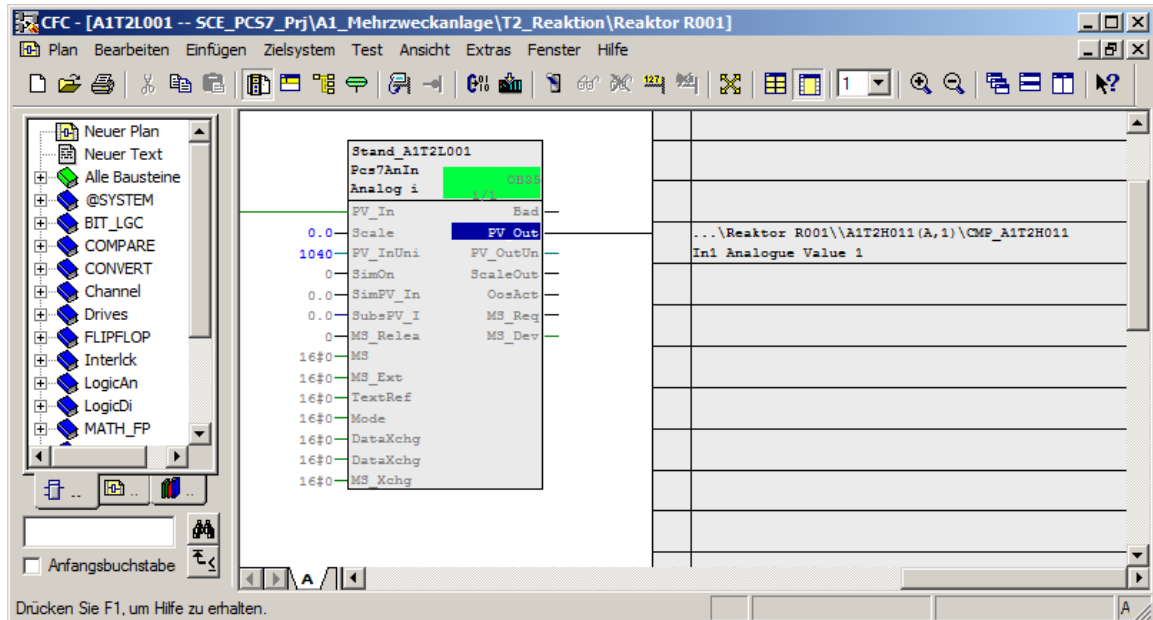


14. In der Technologischen Hierarchie öffnen Sie danach den CFC-Plan ‚A1T2L001‘ mit einem Doppelklick. (→ SIMATIC Manager → Technologische Sicht → A1T2L001)

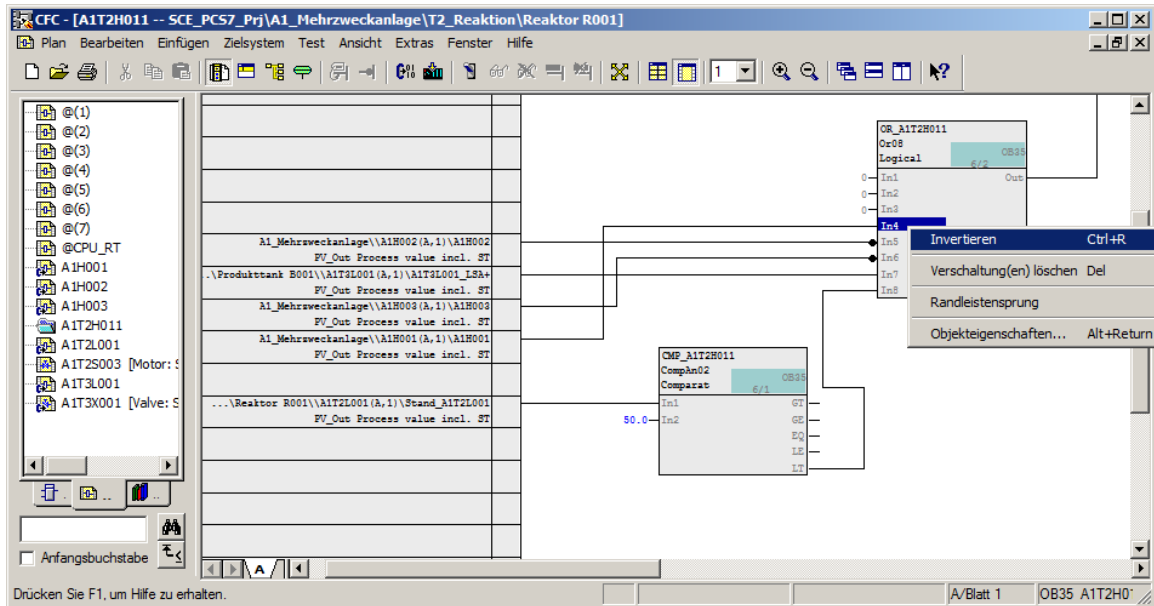


15. In dem geöffneten Plan ‚A1T2L001‘ klicken Sie daraufhin bei dem Baustein ‚Pcs7AnIn‘ auf den Ausgang ‚PV_Out‘. Die planübergreifende Verknüpfung wird angelegt und bei beiden Plänen an der Randleiste angezeigt. Bei dem Plan ‚A1T2L001‘ wird rechts das Ziel der Verschaltung dargestellt. Bei dem Plan ‚A1T2H011‘ wird links die Quelle der Verschaltung angezeigt.

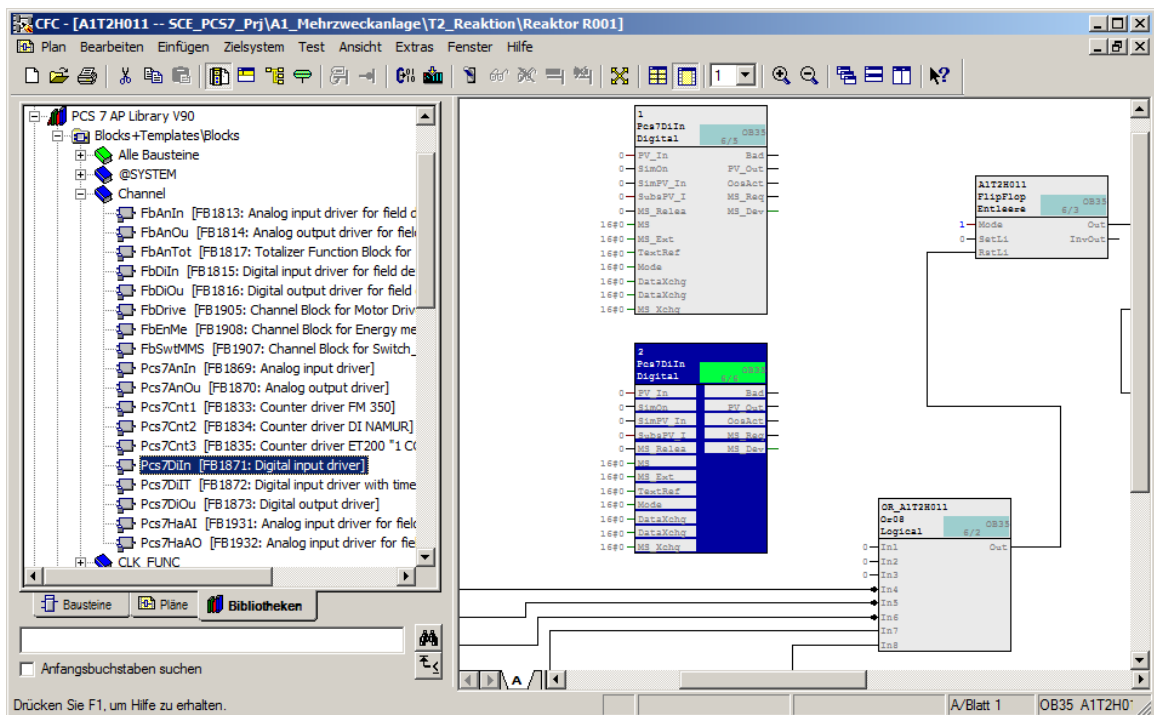
(→ A1T2L001 → Pcs7AnIn → PV_Out)



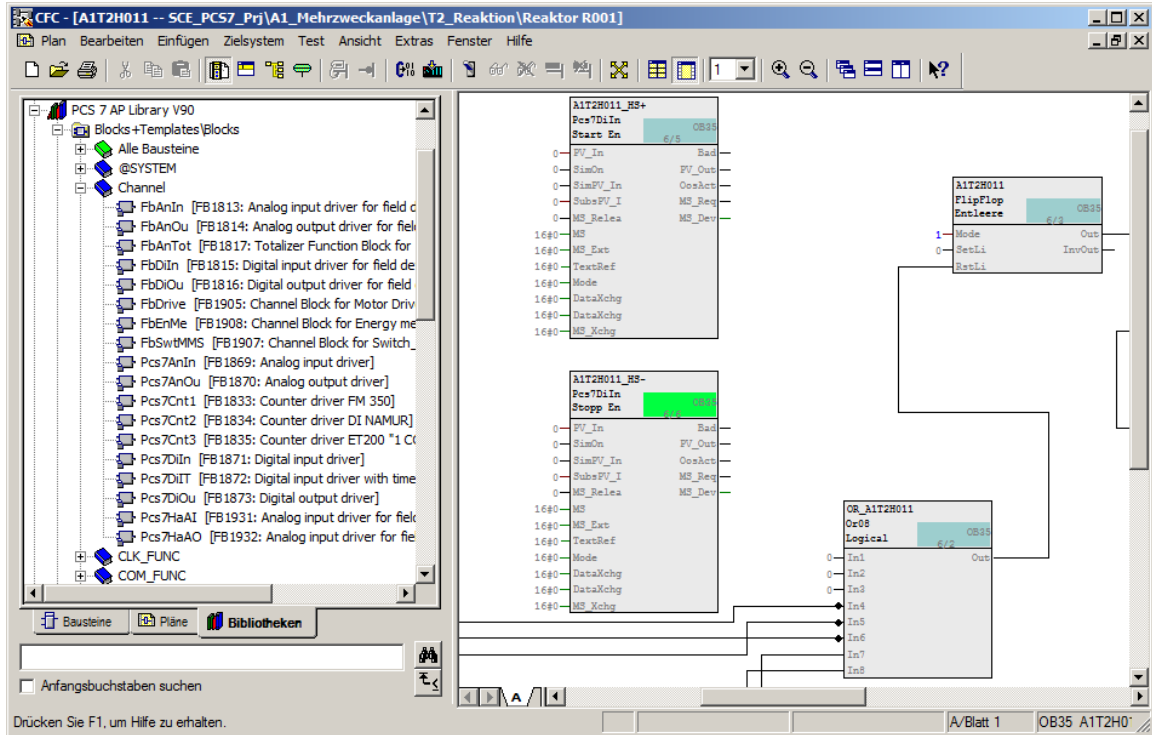
16. Daraufhin gilt es die Signale an den Baustein ,Or08' anzuschließen, die das Rücksetzen erfordern. Diese Signale sind nachfolgend dargestellt und auch in Tabelle 1 am Ende dieses Abschnitts aufgeführt. Bitte beachten Sie, dass einige Signale invertiert angeschlossen werden. Dafür wird per Rechtsklick auf den Anschluss das Kontextmenü aufgerufen und Invertieren ausgewählt.



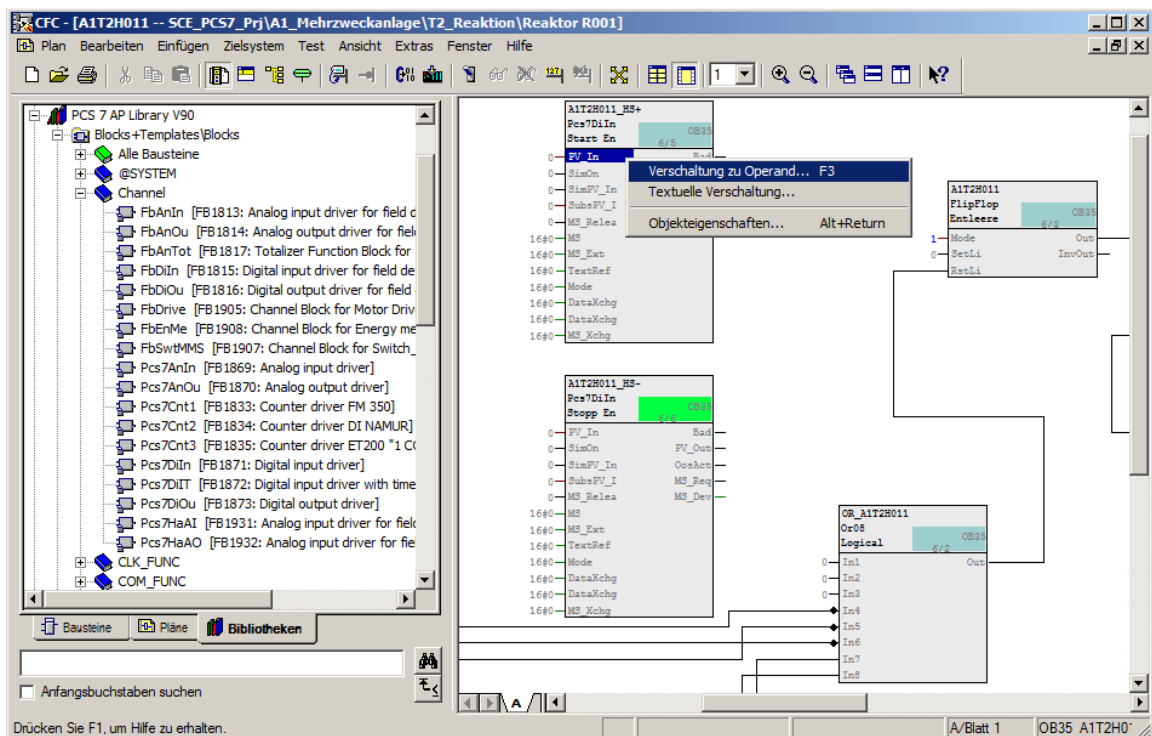
17. Um den Plan zu vervollständigen werden die beiden Signale, welche die Handbedienung A1T2H011 Starten und Stoppen, benötigt. Um diese einzulesen fügen Sie zwei Treiberbausteine für ein digitales Eingangssignal ein. (→ Bibliotheken → PCS 7 AP Library V90 → Blocks + Templates\Blocks → Channel → Pcs7DiIn → Pcs7DiIn)



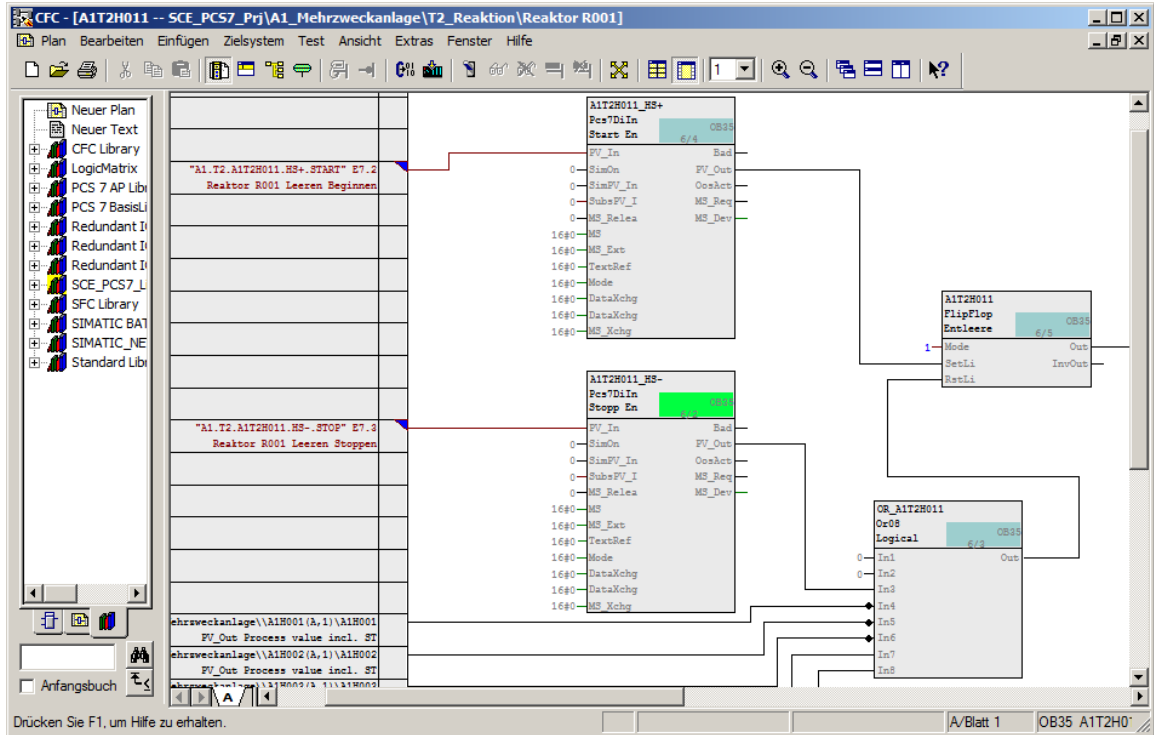
18. Zur Unterscheidung der Bausteine ändern Sie jetzt den Namen und fügen einen Kommentar hinzu. Im Ergebnis können die Bausteine leicht auseinandergehalten werden. (→ Pcs7DiIn → Objekteigenschaften → Name: A1T2H011_HS+ → Kommentar: Start Entleeren → Name: A1T2H011_HS- → Kommentar: Stopp Entleeren)



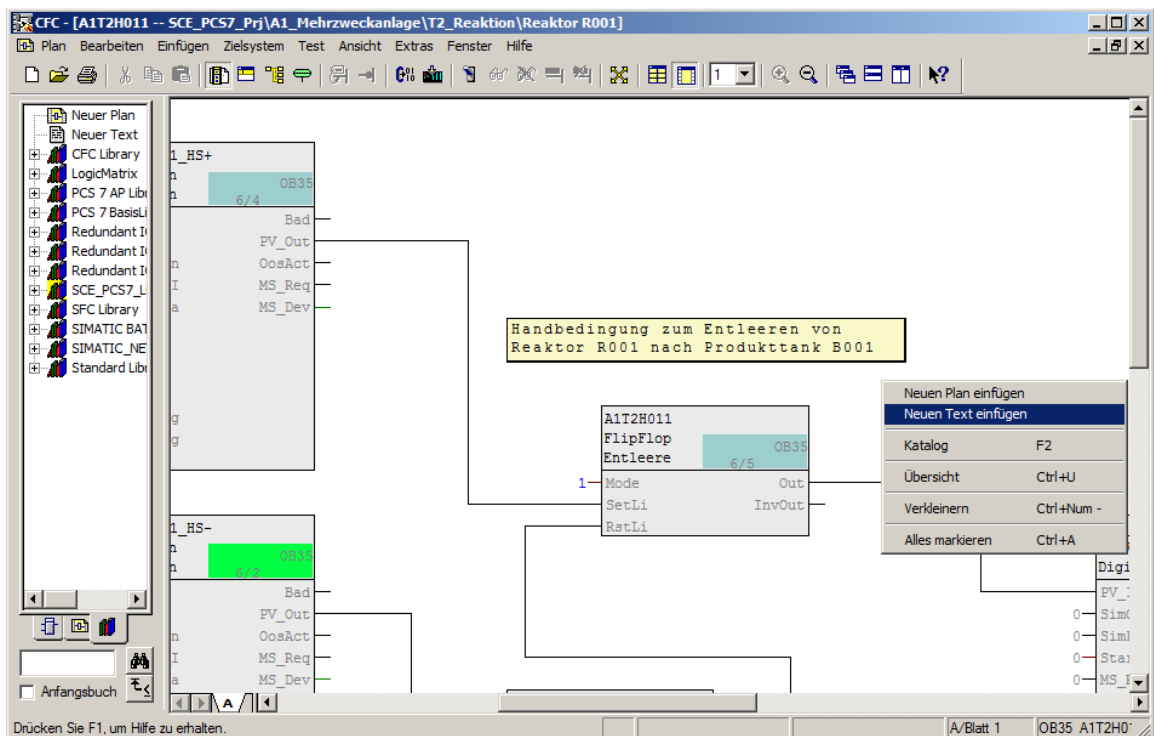
19. Anschließend werden beide Treiberbausteine mit dem jeweiligen Signal verschaltet. (→ Pcs7DiIn → PV_In → Verschaltung zu Operand → A1.T2.A1T2H011.HS+.START / E7.2 und A1.T2.A1T2H011.HS-.STOP / E7.3)



20. Schließlich muss der Ausgang ‚PV_Out‘ des Bausteins zum Starten mit dem Eingang ‚SetLi‘ des Flip-Flops und der Ausgang ‚PV_Out‘ des Bausteins zum Stoppen mit einem Eingang des Bausteins ‚Or08‘ verbunden werden. (→ Pcs7Diln (A1T2H011_HS+) → PV_Out → FlipFlop → SetLi → Pcs7Diln (A1T2H011_HS-) → PV_Out → Or08 → In3)



21. Als Letztes fügen Sie noch ein Textfeld zur Beschreibung ein. Das eingefügte Textfeld kann mit einem Doppelklick bearbeitet werden. (→ Rechtsklick → Neuen Text einfügen → „Handbedingung zum Entleeren von Reaktor R001 nach Produkttank B001“)



22. Kontrollieren Sie anhand der nachfolgenden Tabellen die gerade angelegten Verschaltungen für A1T2H011.

Hinweis:

- Die blattübergreifenden Verschaltungen sind alle gleich aufgebaut. In folgendem Beispiel wird deren Aufbau erläutert.

,A1T2L001(A,1) / Stand_A1T2L001 PV_out Process value incl. ST' steht für:

- Plan A1T2L001
- Teilplan A, Blatt 1
- Baustein Stand_A1T2L001
- Anschluss PV_out Process value incl. ST (STRUCT bestehend aus value und ST)

Eingang:	Verschaltung zu:	Invertiert
Pcs7DiIn.HS+.PV_In	„A1.T2.A1T2H011.HS+.START“ / E7.2 / Reaktor R001 Leeren Beginnen	nein
Pcs7DiIn.HS-.PV_In	„A1.T2.A1T2H011.HS-.STOP“ / E7.3 / Reaktor R001 Leeren 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
Or08.In7	A1T3L001(A,1) / A1T3L001_LSA+ PV_Out Process value incl. ST	nein
CompAn02.In1	A1T2L001(A,1) / Stand_A1T2L001 PV_Out Process value incl. ST	nein
CompAn02.In2	50.0	
FlipFlop.Mode	1	

Tabelle 1: Eingangsverschaltungen im Plan „A1T2H011/Blatt1“

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

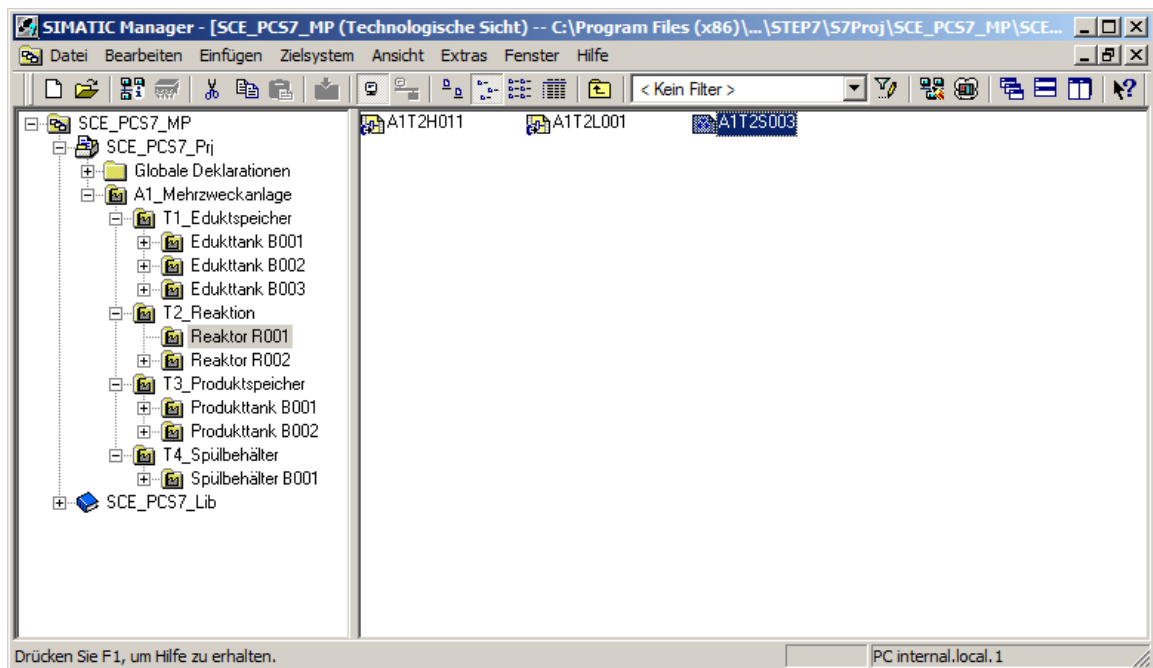
Tabelle 2: Bausteinverschaltungen im Plan ‚A1T2H011/Blatt1‘

Ausgang:	Verschaltung zu:	Invertiert
Pcs7DiOu.PV_Out	‚A1.T2.A1T2H011.HO+-.0+‘ / A4.2 / Reaktor R001 Leeren Statuswert	nein

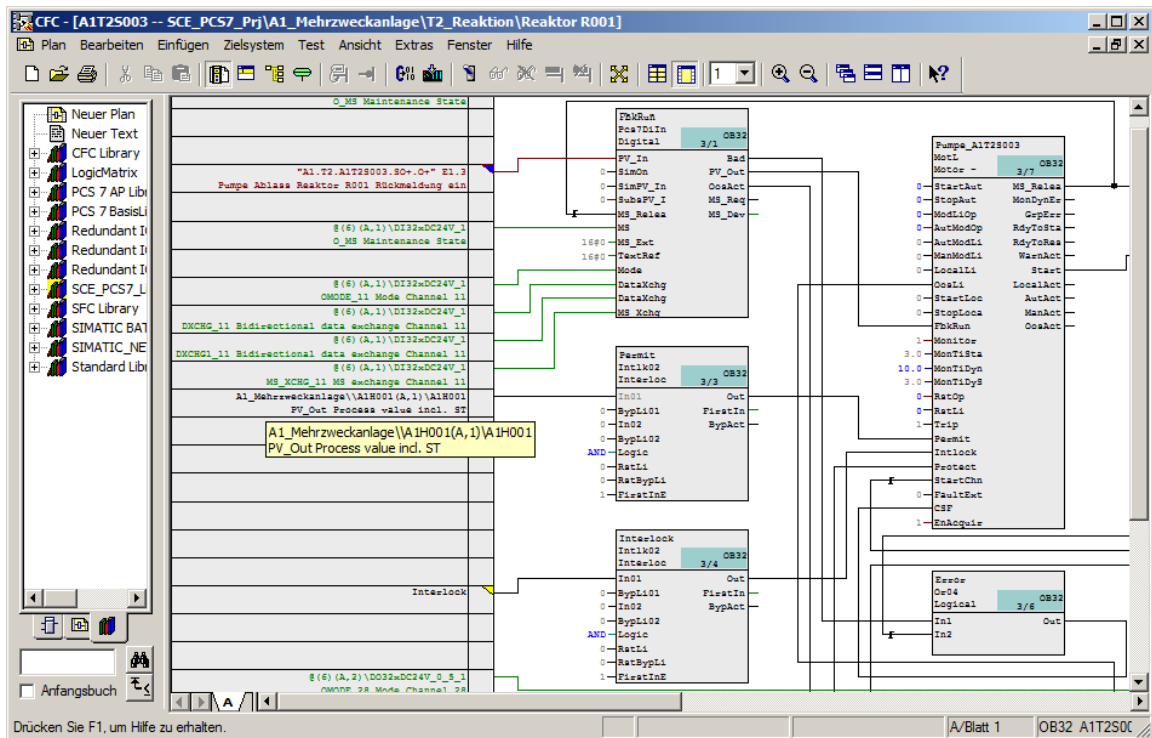
Tabelle 3: Ausgangsverschaltungen im Plan ‚A1T2H011/Blatt1‘

8.2 Verriegelungen der Pumpe A1T2S003

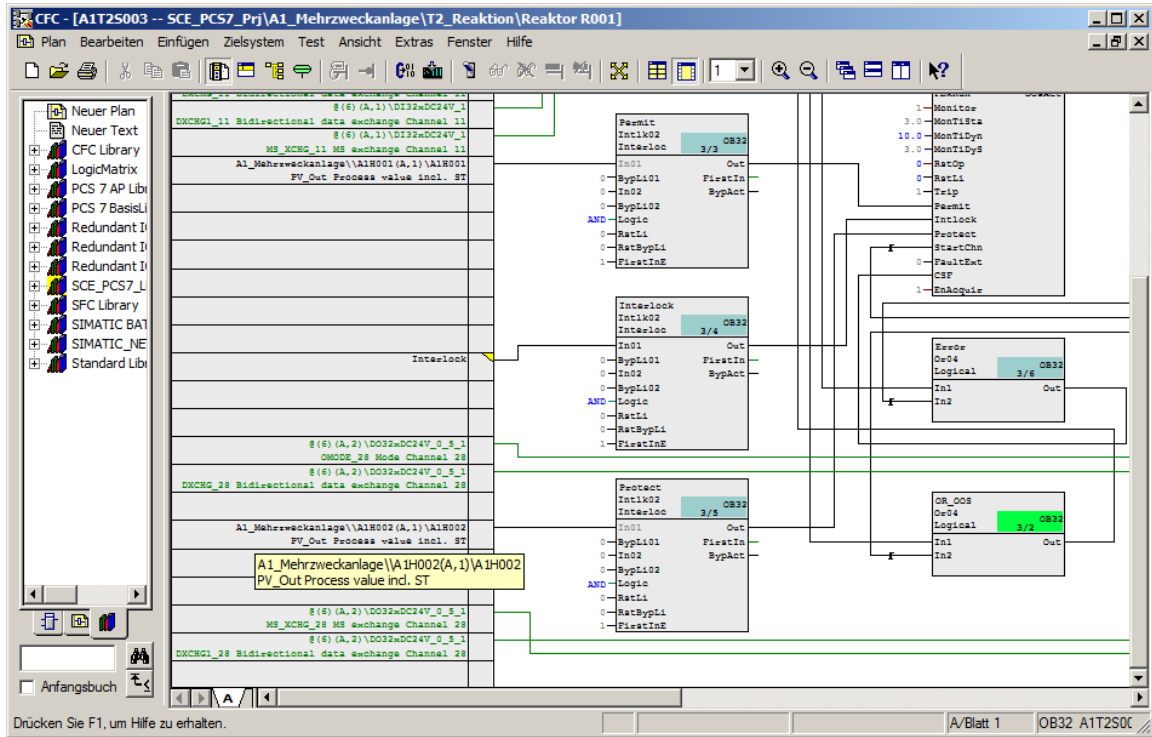
1. Als Erstes werden für die Pumpe ‚Ablass Reaktor R001‘ die Verriegelungsbedingungen erstellt. In der Technologischen Hierarchie öffnen Sie hierzu den CFC-Plan ‚A1T2S003‘ mit einem Doppelklick. (→ SIMATIC Manager → Technologische Sicht → A1T2S003)



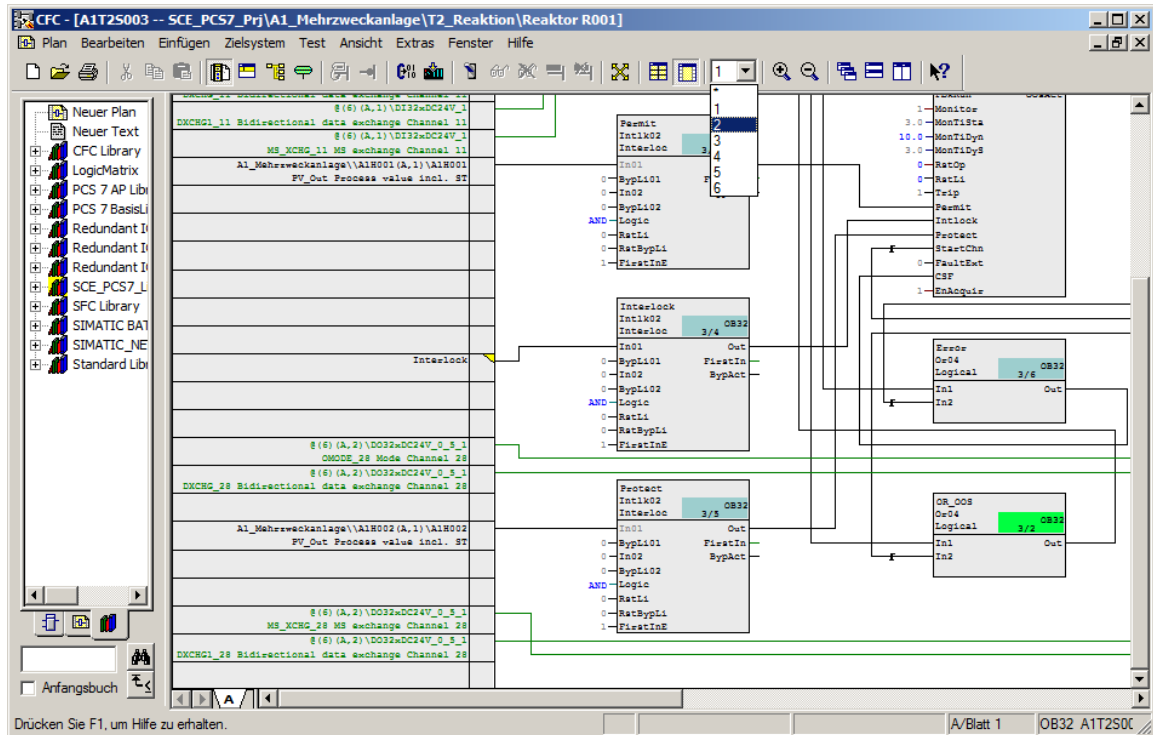
- Das Template Motor_Lean enthält neben der Einzelsteuerfunktion für den Motor ‚MotL‘ noch weitere Bausteine. Den Baustein ‚Intlk02‘ zur Verriegelung von ‚MotL‘ gibt es 3 mal. Der erste heißt ‚Permit‘ und erlaubt die Ansteuerung des Motors nur, wenn die Bedingungen erfüllt sind. Hier werden Sie das Signal des Hauptschalters der Anlage A1H001 anschließen. Dafür löschen Sie zuerst die Verbindung zu dem Platzhalter ‚Permit‘ am linken Seitenrand. Anschließend erstellen Sie eine planübergreifende Verbindung. Das Ergebnis ist hier und in Tabelle 4 am Ende des Abschnitts dargestellt.



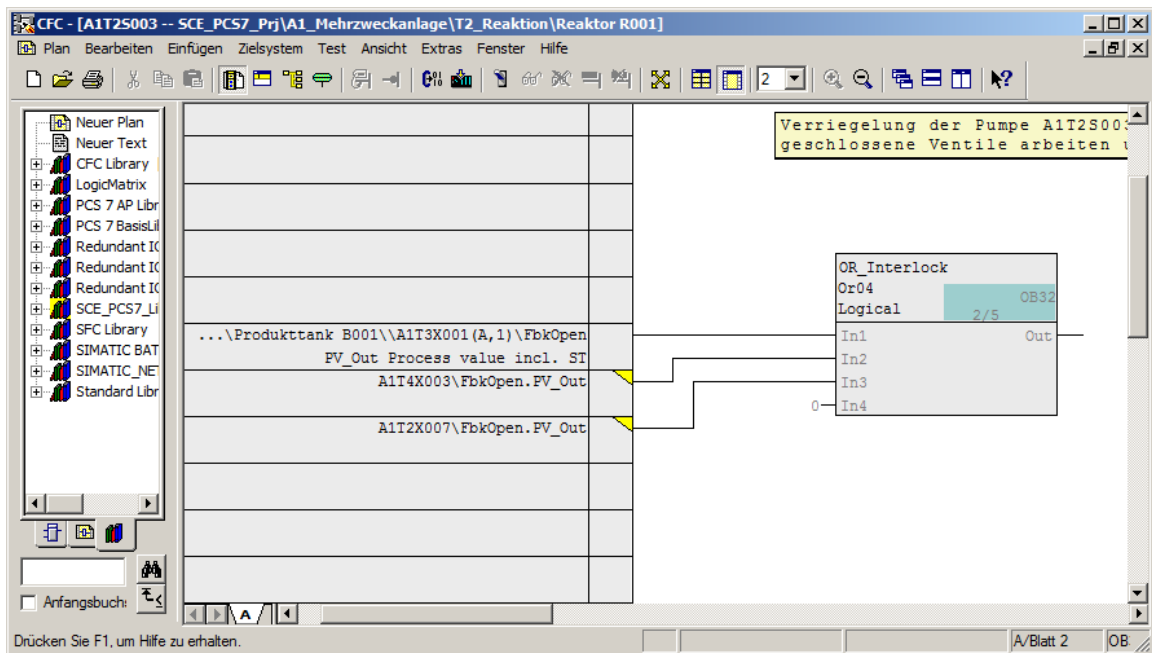
- Nachfolgend machen Sie dasselbe für den Baustein ‚Protect‘. Der Baustein ‚Protect‘ wird genutzt, um Verriegelungen anzuschließen, die eine Quittierung benötigen, damit der Motor wieder entriegelt wird. Hier schließen Sie NOTAUS an. Die Verbindung ist in Tabelle 4 am Ende des Abschnitts dargestellt.



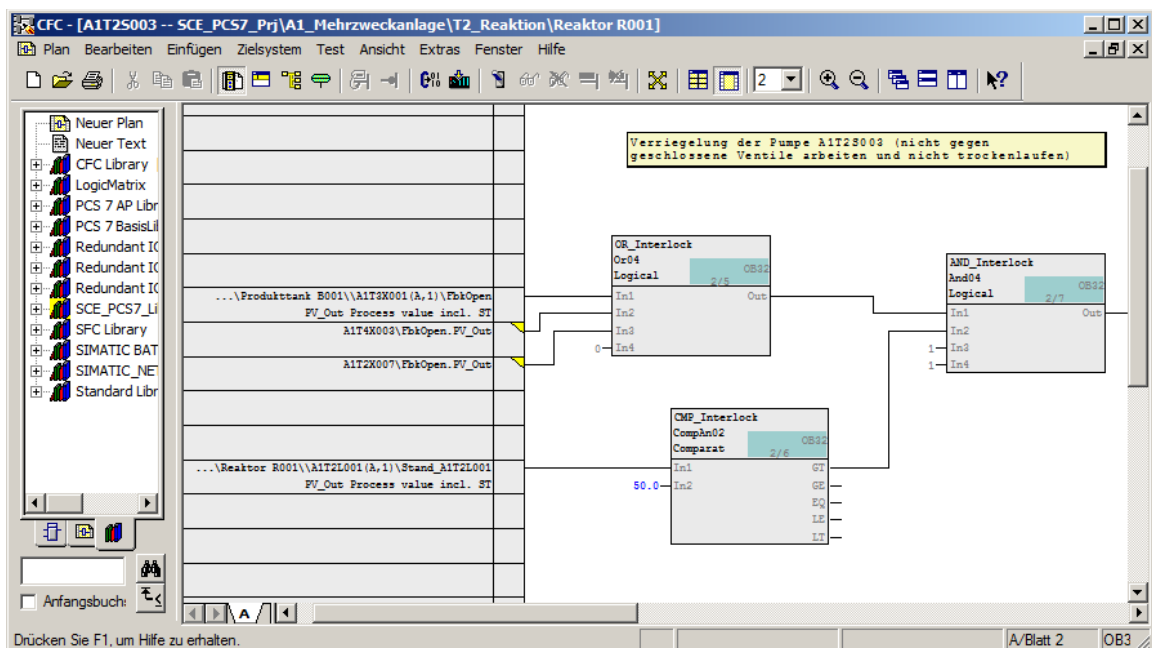
4. Der Baustein ‚Interlock‘ ist für allgemeine Verriegelungsbedingungen vorgesehen. Hier realisieren Sie die Bedingungen aus der Aufgabenstellung (z.B. mindestens ein Ventil offen). Da in diesem Beispiel mehr als zwei Bedingungen existieren, müssen Sie diese erst zusammenfassen, bevor sie verknüpft werden können. Dafür wechseln Sie zunächst auf Blatt 2 des CFCs.



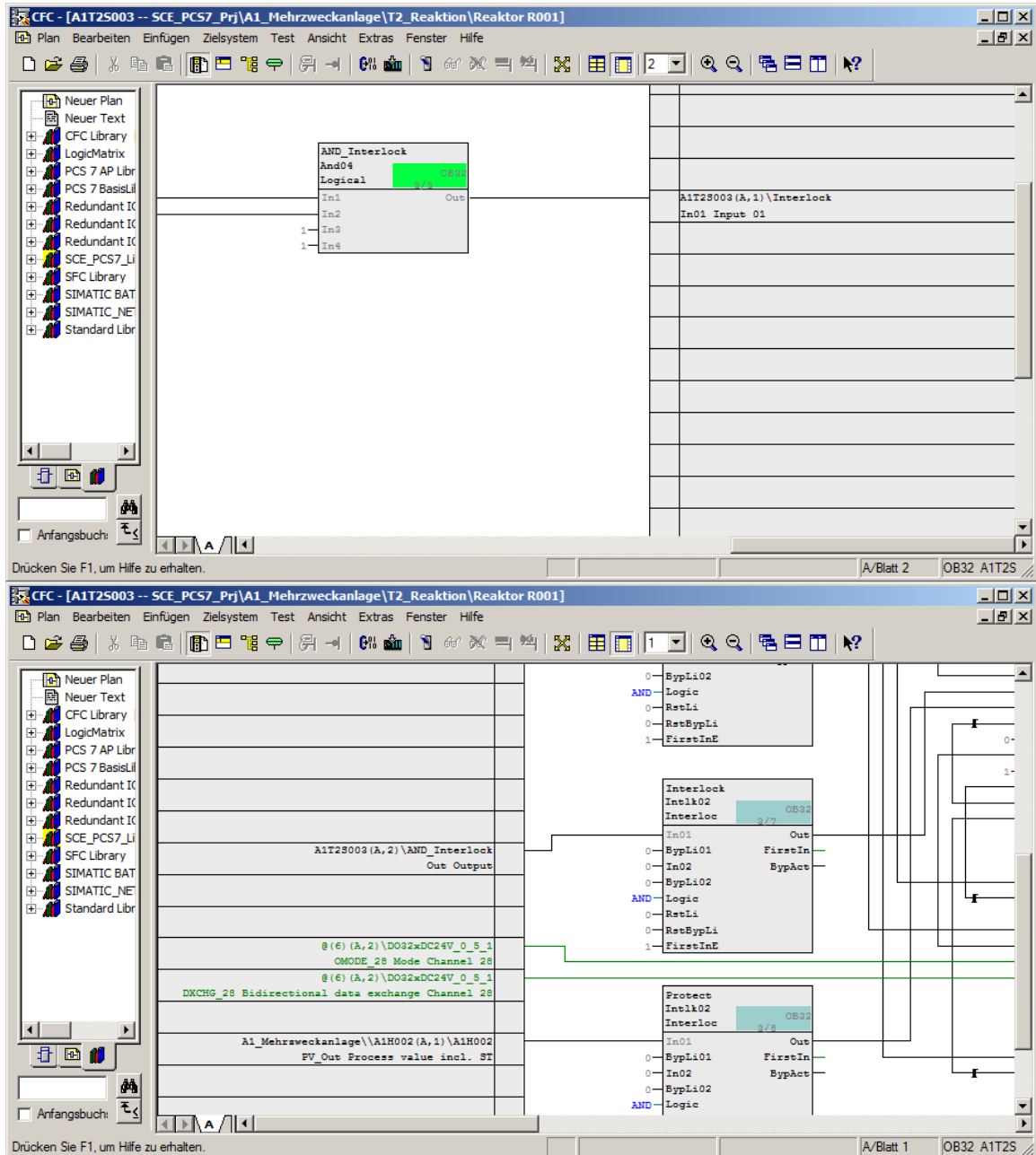
5. Auf dem neuen Blatt fügen Sie jetzt einen Baustein ‚Or04‘ aus der Bibliothek ein. An diesen Baustein müssen nun die Rückmeldungssignale (FbkOpen) der Ventile angeschlossen werden. Da zwei der drei Ventile noch nicht angelegt sind, können Sie über textuelle Verschaltungen Platzhalter für diese Signale anlegen. Beim Übersetzen ergeben diese Warnungen, aber das Programm funktioniert trotzdem. Ein Überblick über die hier anzulegenden Verbindungen befindet sich in Tabelle 5 und Tabelle 6 am Ende dieses Abschnitts.



6. Anschließend muss noch der Mindestfüllstand über den Baustein ‚CompAn02‘ abgefragt und die Bedingungen können mit einem ‚And04‘ verknüpft werden. Die Verbindungen sind in Tabelle 5, Tabelle 6, Tabelle 7 am Ende dieses Abschnitts dargestellt. Das Ergebnis sieht wie folgt aus.



7. Als Nächstes muss der Ausgang ‚Out‘ des Bausteins ‚And04‘ auf Blatt 2 noch mit dem Eingang ‚In01‘ des Bausteins ‚Interlock‘ auf Blatt 1 verbunden werden. Löschen Sie dazu vorher die Textuelle Verschaltung am Interlock-Baustein. Die neue Verschaltung ist in Tabelle 8 dargestellt.



8. Im Folgenden erhalten Sie noch einmal einen Überblick über alle neuen Verschaltungen im Plan ‚A1T2S003‘.

Eingang:	Verschaltung zu:	Invertiert
Permit.In01	A1H001(A,1) / A1H001 PV_Out Process value incl. ST	nein
Protect.In01	A1H002(A,1) / A1H002 PV_Out Process value incl. ST	nein

Tabelle 4: Eingangsverschaltungen im Plan ‚A1T2S003/Blatt1‘

Baustein:	Katalog/Ordner:
Or04 / Oder-Funktion mit 4 Eingängen	Bibliotheken/PCS7 APL V90/ Blocks+ Templates \Blocks/LogicDi
And04 / Und-Funktion mit 4 Eingängen	Bibliotheken/PCS7 APL V90/ Blocks+ Templates \Blocks/LogicDi
CompAn02 / Vergleich analoger Werte	Bausteine / LogicAn

Tabelle 5: Neue Bausteine im Plan ‚A1T2S003/Blatt2‘

Eingang:	Verschaltung zu:	Invertiert
Or04.In1	A1T3X001(A,1) / FbkOpen_A1T3X001 PV_Out Process value incl. ST	nein
Or04.In2	A1T4X003\FbkOpen.PV_Out (textuelle V.)	nein
Or04.In3	A1T2X007\FbkOpen.PV_Out (textuelle V.)	nein
CompAn02.In1	A1T2L001(A,1) / Stand_A1T2L001 PV_Out Process value incl. ST	
CompAn02.In2	Value: Wert=50.0 Kommentar=Mindestfüllstand	

Tabelle 6: Eingangsverschaltungen im Plan ‚A1T2S003/Blatt2‘

Eingang:	Ausgang:	Invertiert
And04.In1	Or04.Out	nein
And04.In2	CompAn02.GT	nein

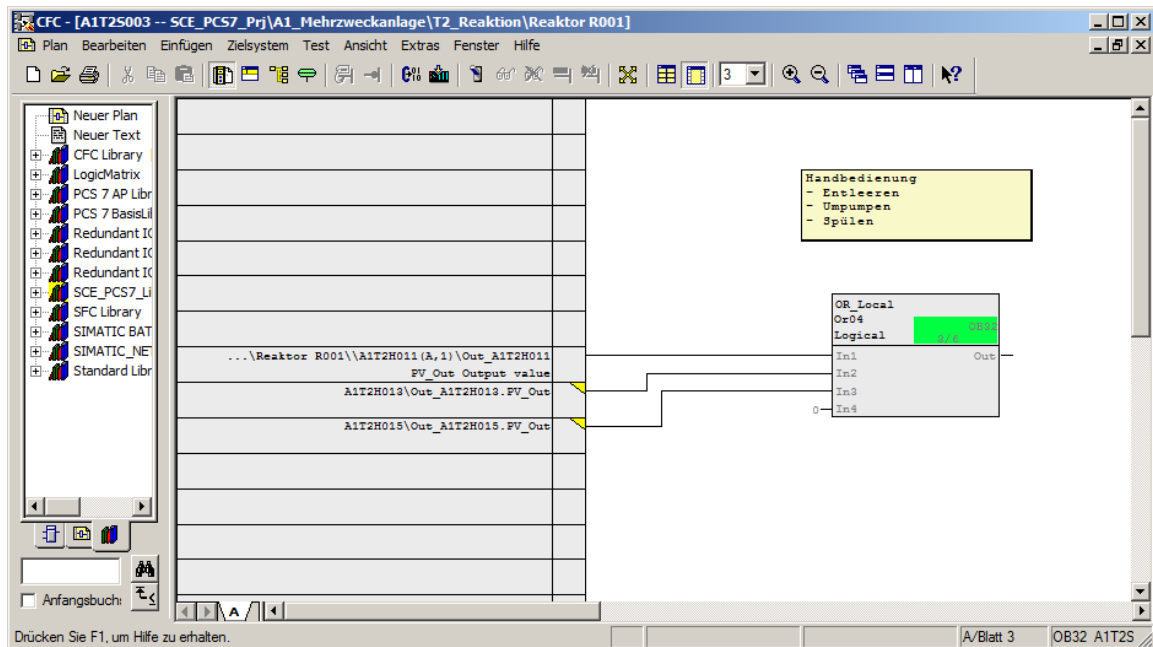
Tabelle 7: Bausteinverschaltungen im Plan ‚A1T2S003/Blatt2‘

Eingang:	Ausgang:	Invertiert
Interlock.In02	And04.Out	nein

Tabelle 8: Bausteinverschaltungen zwischen Plan ‚A1T2S003/Blatt1‘ und ‚A1T2S003/Blatt 2‘

8.3 Handbedienung von Pumpe A1T2S003 und Ventil A1T3X001

1. Im Blatt 1 von Plan ‚A1T2S003‘ werden im Anschluss Verschaltungen für die Handbedienung mit A1T2H011 (zum Entleeren von Reaktor R001) durchgeführt. Da auch noch weitere Handbedienungen auf die Pumpe zugreifen können, wird ein ‚Or04‘ auf Blatt3 angelegt.



Baustein:	Katalog/Ordner:
Or04 / Oder-Funktion mit 4 Eingängen	Bausteine/LogicDi

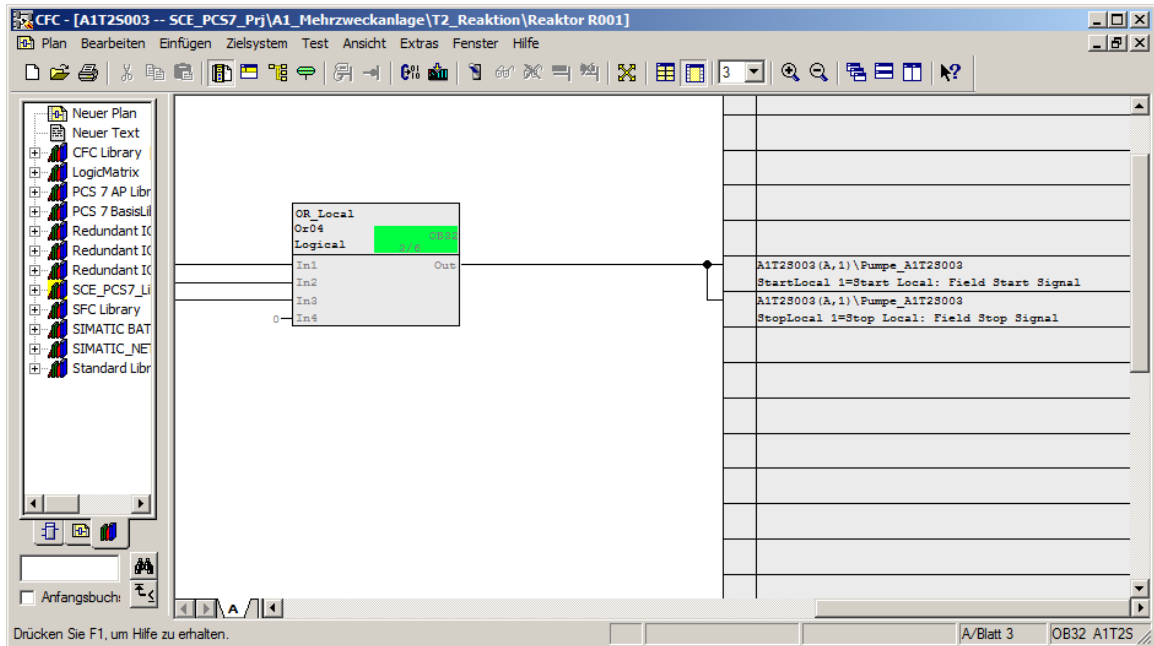
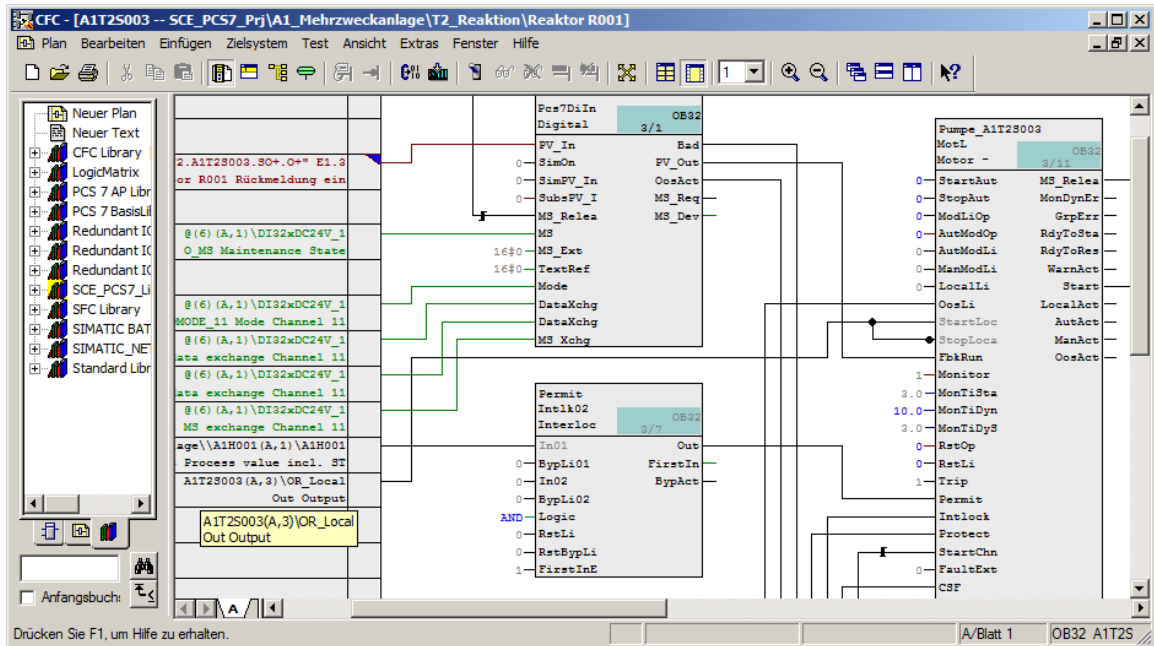
Tabelle 9: Neue Bausteine im Plan ‚A1T2S003/Blatt3‘

Eingang:	Verschaltung zu:	Invertiert
Or_Local.In1	A1T2H011(A,1) / Out_A1T2H011 PV_Out Output value	nein
Or_Local.In2	A1T2H013 \Out_A1T2H013.PV_Out (textuelle V.)	nein
Or_Local.In3	A1T2H015 \Out_A1T2H015.PV_Out (textuelle V.)	nein

Tabelle 10: Eingangsverschaltungen im Plan ‚A1T2S003/Blatt3‘

Eingang:	Ausgang:	Invertiert
MotL.Pumpe_A1T2S003.StartLocal	Or04.Or_Local.Out	nein
MotL.Pumpe_A1T2S003.StopLocal	Or04.Or_Local.Out	ja

Tabelle 11: Bausteinverschaltungen zwischen Plan ‚A1T2S003/Blatt1‘ und ‚A1T2S003/Blatt3‘



2. Damit der lokale Start und Stopp der Handbedienung überhaupt wirken kann, muss das Umschalten auf lokale Bedienung erfolgen.

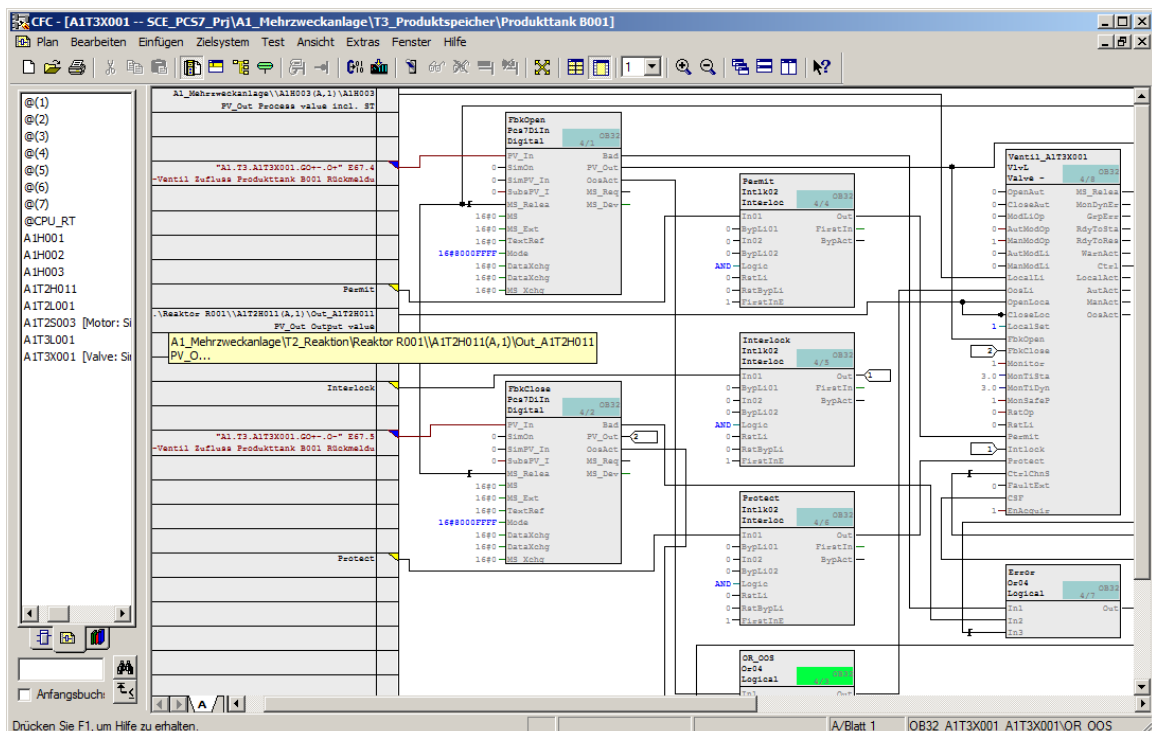
Eingang:	Verschaltung zu:	Invertiert
MotL.Pumpe_A1T2S003 .LocalLi	A1H003(A,1) / A1H003 PV_Out Process value incl. ST	Nein
MotL.Pumpe_A1T2S003 .LocalSetting	1 (→ Anschluss nicht sichtbar → Doppelklick auf Baustein und Anschlüsse öffnen → Wert ändern)	

Tabelle 12: Weitere Eingangverschaltungen im Plan ‚A1T2S003/Blatt1‘


3. Für die Handbetätigung A1T2H011 wird neben der Pumpe A1T2S003 auch das Ventil A1T3X001 benötigt, welches in der Übung des vorangegangenen Kapitels bereits implementiert wurde. Nachfolgend sind die für die Handbedienung im Plan A1T3X001 nun zusätzlich angelegten Verschaltungen dargestellt.

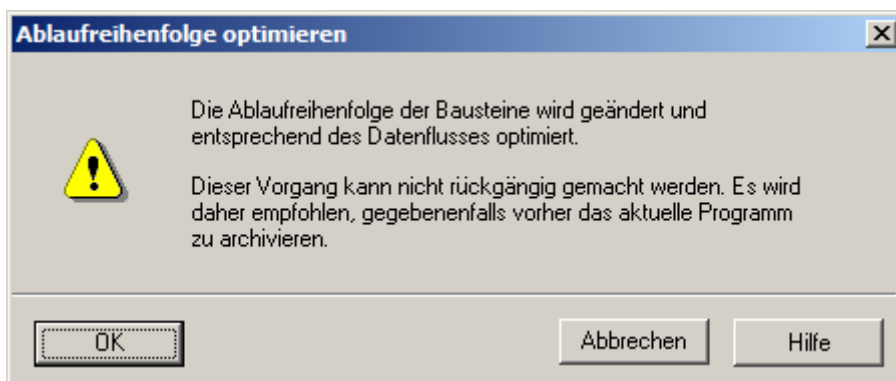
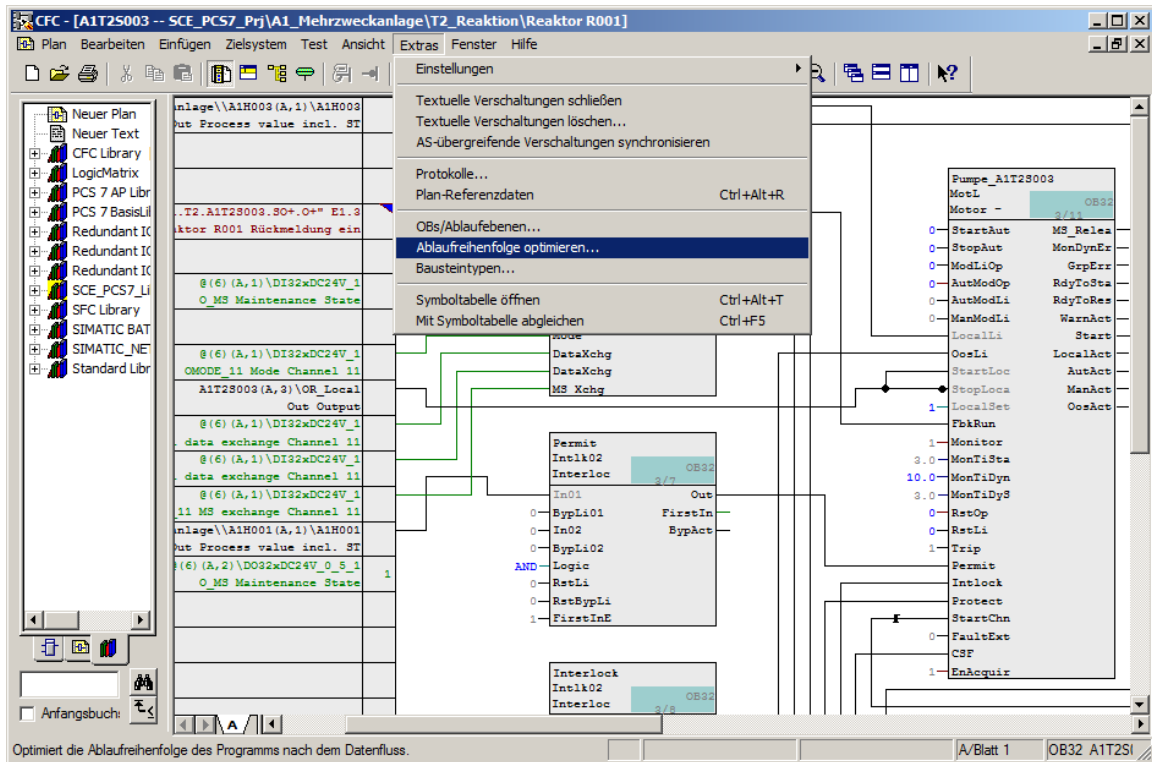
Eingang:	Verschaltung zu:	Invertiert
VlvL.Ventil_A1T3X001 .LocalLi	A1H003(A,1) / A1H003 PV_Out Process value incl. ST	nein
VlvL.Ventil_A1T3X001 .OpenLocal	A1T2H011(A,1) / Out_A1T2H011 PV_Out Process value incl. ST	nein
VlvL.Ventil_A1T3X001 .CloseLocal	A1T2H011(A,1) / Out_A1T2H011 PV_Out Process value incl. ST	ja
VlvL.Ventil_A1T3X001 .LocalSetting	1	

Tabelle 13: Eingangsverschaltungen im Plan ,A1T3X001/Blatt1'



8.4 Ablaufreihenfolge optimieren

Sämtliche in den Plänen verwendete Bausteine werden beim Einfügen in die Ablaufreihenfolge des gesamten Programms integriert. Mit einem Klick auf das Symbol  zeigt sich die Ablaufreihenfolge an. Um den Datenfluss innerhalb des Gesamtprogramms zu verbessern, wird empfohlen, die Ablaufreihenfolge nach dem Erstellen des Programms zu optimieren. Dazu wird im Menüpunkt „Extras“ des CFC-Editors „Ablaufreihenfolge optimieren“ ausgewählt. (unabhängig davon, in welcher Ansicht man sich befindet.) (→ Extras → Ablaufreihenfolge optimieren → OK)



8.5 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 A1T2H011 angelegt und vollständig verschaltet	
2	Verriegelungen im Motor A1T2S003 verknüpft	
3	Handsteuerung im Motor A1T2S003 verknüpft	
4	Handsteuerung im Ventil A1T3X001 verknüpft	
5	Ablaufreihenfolge optimiert	
6	Testen von Verriegelungen und Handsteuerung erfolgreich (optional)	
7	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 gilt es das schon vorhandene Multiprojekt aus der Schritt-für-Schritt-Anleitung (p01-05-project-r1905-de.zip) zu nutzen und erweitern. Der Download des Projekts ist beim jeweiligen Modul als Zip-file Projekte im SCE Internet hinterlegt.

In den folgenden Übungen können Sie selbstständig weitere Verriegelungen entwerfen und implementieren. Bedenken Sie, dass für die Ventilverriegelung lediglich der NOTAUS-Schalter, der Hauptschalter sowie der Füllstand des jeweiligen Behälters (oder die Füllstände der jeweiligen Behälter) benötigt werden.

9.1 Übungsaufgaben

Die folgenden Übungen orientieren sich an der Schritt-für-Schritt-Anleitung. Für jede Übungsaufgabe können die entsprechenden Schritte der Anleitung als Hilfestellung genutzt werden.

1. Vervollständigen Sie die Verriegelungen für das bereits existierende Ventil:
 - A1T3X001
2. Legen Sie den CFC-Plan für den Füllstand von Eduktbehälter B001 an:
 - A1T1L001
3. Legen Sie die CFC-Pläne folgender Ventile inklusive Verriegelungen an:
 - A1T1X004
 - A1T2X001
4. Legen Sie den CFC-Plan für folgende Pumpe inklusive Verriegelungen an:
 - A1T1S001
5. Legen Sie den CFC-Plan für die folgende Handbetätigung an:
 - A1T2H001
6. Testen Sie die Implementierung mit der Simulation! Sie müssten jetzt mit den Handsteuerungen vom Edukttank B001 in den Reaktor R001 und anschließend in den Produkttank B001 pumpen können.

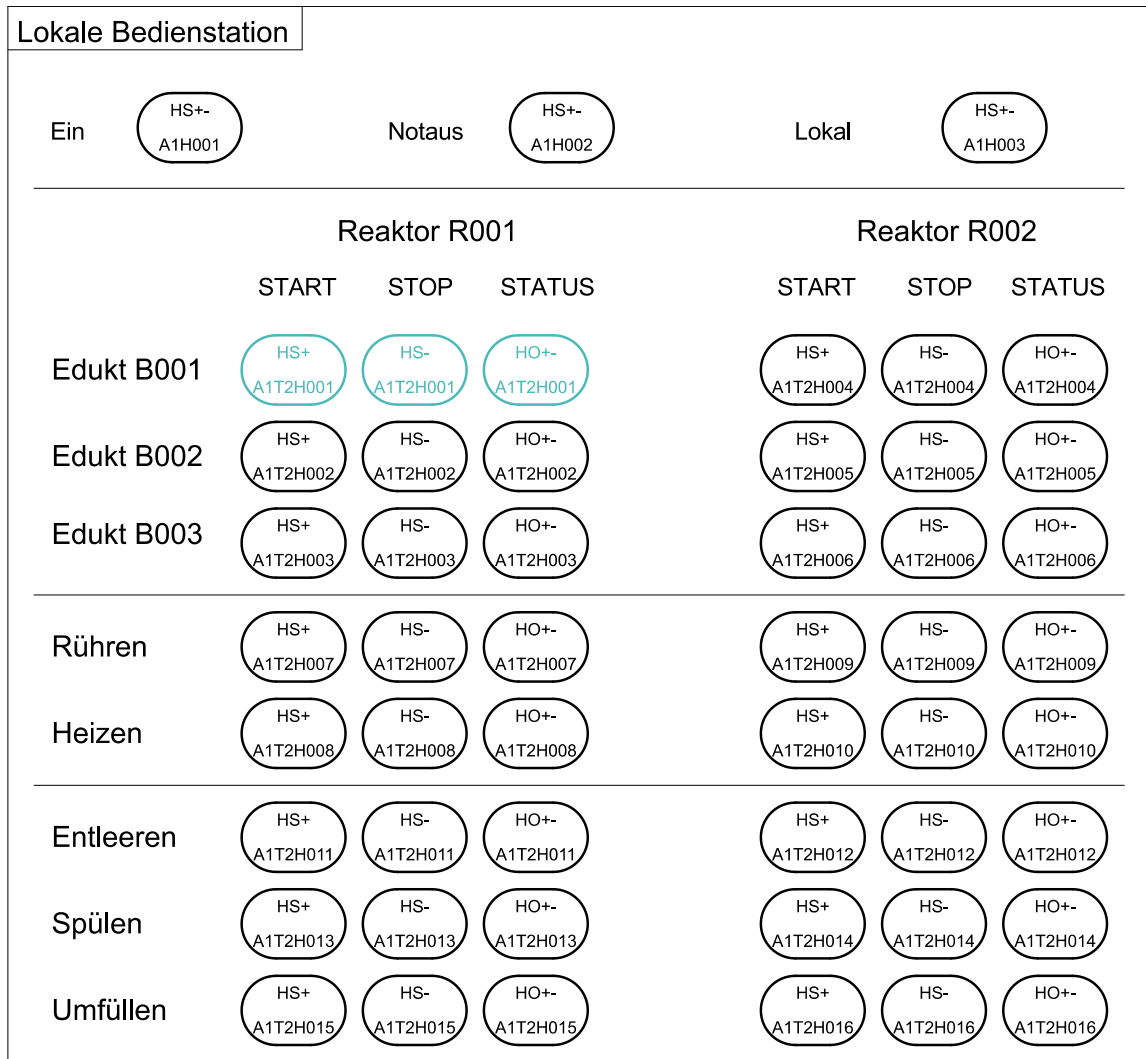


Abbildung 11: Ausschnitt aus der lokalen Bedienstation

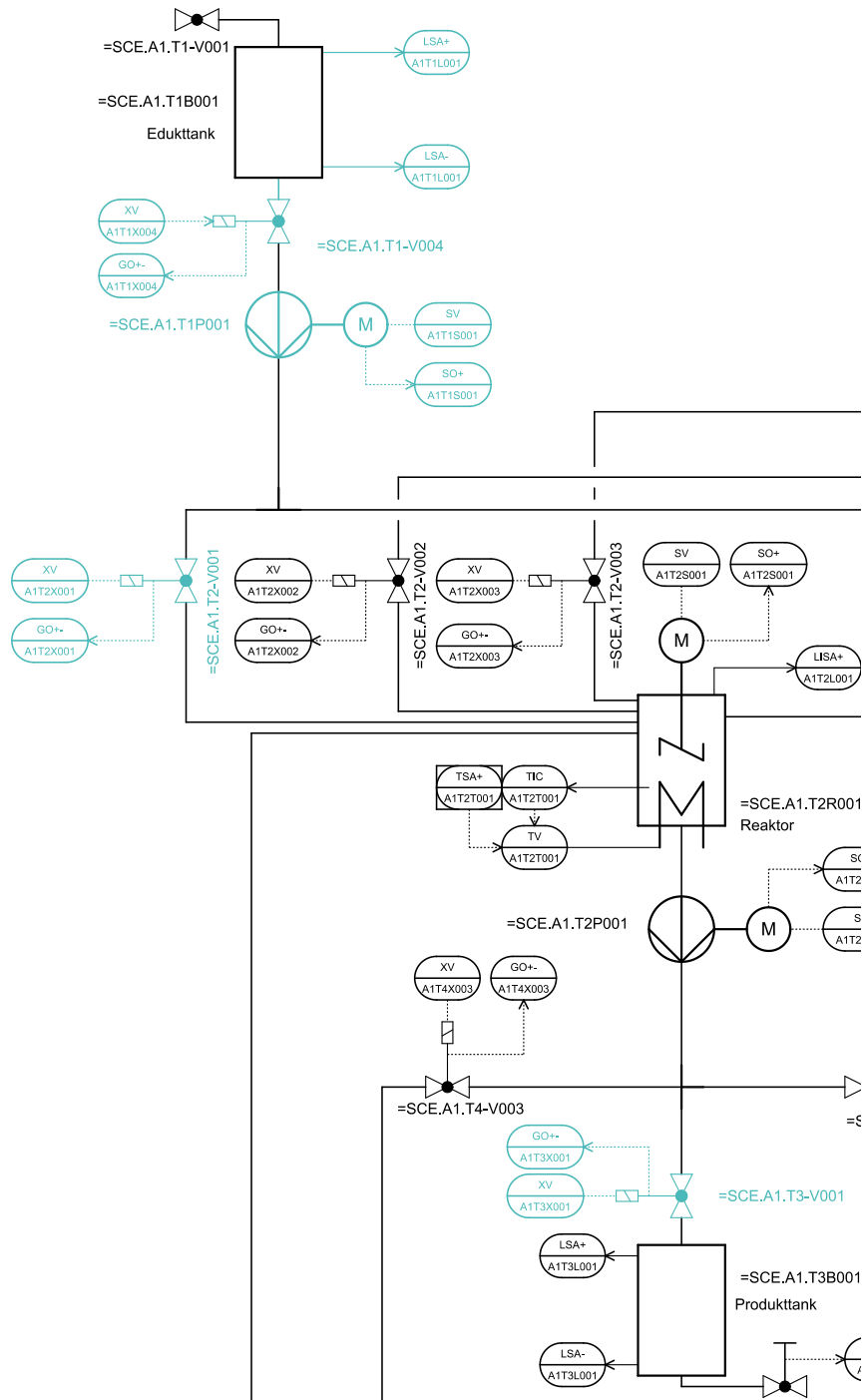


Abbildung 12: Ausschnitt aus dem R&I-Fließbild

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	Verriegelungen im Ventil A1T3X001 verknüpft	
2	Füllstand ‚Edukttank B001\A1T1L001‘ angelegt und konfiguriert	
3	Ventil ‚Edukttank B001\A1T1X004‘ angelegt, konfiguriert und verriegelt	
4	Ventil ‚Reaktor R001\A1T2X001‘ angelegt, konfiguriert und verriegelt	
5	Pumpe ‚Edukttank B001\A1T1S001‘ angelegt, konfiguriert und verriegelt	
6	Handsteuerung ‚Reaktor R001\A1T2H001‘ angelegt und konfiguriert	
7	Handsteuerung A1T2H001 mit Pumpe A1T1S001 und Ventil A1T2X001 verknüpft	
8	Testen der neuen Elemente erfolgreich (optional)	
9	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)

Voransicht „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)