



SIEMENS



Lern-/Lehrunterlage

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

PA Modul P01-01
SIMATIC PCS 7 – Prozessbeschreibung

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

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	Klassifizierung prozesstechnischer Anlagen	5
2	Anlagenbeschreibung.....	6
3	Rohrleitungs- und Instrumentendiagramm	7
4	Verriegelung und Schutzfunktionen	10
5	Rezept	11
6	Literatur	11
7	Weiterführende Information	12

Prozessbeschreibung

1 Klassifizierung prozesstechnischer Anlagen

Zur effektiven Automatisierung prozesstechnischer Anlagen sind sowohl eine Strukturierung der Anlage als auch eine Beschreibung der vorgesehenen Nutzung nötig. Hilfreich ist dabei die Unterteilung in Klassen prozesstechnischer Anlagen, die sich im Hinblick auf die grundlegenden Anforderungen an die Automatisierungstechnik ähneln. Nach [1] kann zur Klassifizierung die Anzahl der grundlegend verschiedenen Produkte und die physische Struktur der Anlage herangezogen werden.

Wird in einer Anlage immer das prinzipiell gleiche Produkt hergestellt, wird diese als **Einproduktanlage** bezeichnet. Bei veränderten Umgebungsbedingungen oder schwankenden Zusammensetzungen der Edukte sollen in diesen Anlagen lediglich Parameter des Verfahrensablaufs oder Einstellungen variiert werden, um stets das gleiche Produkt zu erhalten. Eine **Mehrproduktanlage** stellt hingegen verschiedene Produkte entweder nach unterschiedlichen Verfahren oder nach dem gleichen Verfahren, aber mit deutlich unterschiedlichen Parametern her.

Die **Einstranganlage** stellt aus Sicht der Automatisierung die einfachste physikalische Struktur einer Anlage dar. Die Teilanlagen durchlaufen in einer festen Reihenfolge die Zwischenstufen des Produkts. Eine **Mehrstranganlage** besteht aus mehreren parallelen Einzelsträngen, zwischen denen jedoch kein Produkttransfer vorgesehen ist. Lediglich Einsatzstoffquellen und Fertigproduktlager werden von den Einzelsträngen gemeinsam benutzt. Eine **Mehrstrang-Mehrweganlage** setzt sich ebenfalls aus Einzelsträngen zusammen, im Gegensatz zur einfachen Mehrstranganlage ist jedoch ein Produktaustausch zwischen den Strängen möglich. Dabei können die Wege entweder fest, dynamisch mit fester Verbindung oder dynamisch mit flexibler Verbindung sein.

2 Anlagenbeschreibung

In diesem Lehrmodul wird die in der nebenstehenden Abbildung 1 dargestellte Laboranlage automatisiert.

Das Herzstück der Anlage bilden zwei Reaktoren, die mit verschiedenen Edukten beschickt werden. Die Reaktoren können gleichzeitig verschiedene Produkte erzeugen. Die Anlage lässt sich deshalb als **Mehrproduktanlage** und **Mehrstrang-Mehrweganlage** klassifizieren. Sie besteht aus mehreren Teilanlagen, die fest miteinander verbunden sind. Es besteht die Möglichkeit, die Wege zwischen den Teilanlagen je nach Produktionsprozess dynamisch zu verschalten. Dies erfordert eine komplexe Automatisierung. In den nächsten Kapiteln dieses Moduls fällt jedoch auf, dass bei der Berücksichtigung einiger einfacher Prinzipien und Regeln das komplexe Automatisierungssystem durch die Kombination von existierenden Bausteinen des Prozessleitsystems **PCS 7** sehr effektiv und effizient zusammengestellt werden kann.



Abbildung 1: Mehrprodukt- und Mehrstrang-Mehrweg-Laboranlage der TU Dresden als Übungsfeld für moderne Prozessleittechnik

Die erste Teilanlage stellt die Edukte für die Reaktoren zur Verfügung. Sie besteht aus drei Eduktbehältern. Diese sind identisch instrumentiert: Um zu erkennen, ob der Behälter leer oder voll ist, wird der Füllstand mit zwei Sensoren überwacht. Über ein Ventil am Abfluss und eine Pumpe kann das Edukt in die zweite Teilanlage dosiert werden. Zudem wird am Zufluss das Edukt über ein Ventil nachgefüllt.

Die zweite Teilanlage umfasst zwei Reaktoren, welche die gleichen Abmessungen wie die Eduktbehälter haben aber mit anderen Automatisierungsmitteln ausgestattet sind. Jeder Reaktor ist mit einem Rührer und einer Heizung ausgestattet. Durch einen Ultraschallsensor wird kontinuierlich der Füllstand und durch ein PT100-Element die Temperatur gemessen. Über die drei Ventile am Zufluss können die Edukte in den Reaktor abgefüllt werden. Über eine Pumpe am Abfluss ist es möglich, das Reaktionsprodukt entweder in den jeweils anderen Reaktor um- oder in den Produktbehälter der dritten Teilanlage abzufüllen bzw. das Spülwasser in den Spülbehälter zurückzuführen. Ein weiteres Ventil am Zufluss ermöglicht die Zuführung von Spülwasser aus der vierten Teilanlage zur Reinigung des Reaktors.

Die dritte Teilanlage enthält die fertigen Produkte und besteht aus zwei Behältern mit zwei Sensoren, die den minimalen und den maximalen Füllstand anzeigen. Während die Reaktoren von allen Eduktbehältern beschickt werden können, sind die Produktbehälter genau einem Reaktor zugeordnet. Über ein Ventil am Zufluss des Produktbehälters wird der Weg vom Reaktor zum Produktbehälter freigeschaltet. Je ein Ventil am Abfluss der Produktbehälter dient der Entnahme des fertigen Produkts aus der Anlage.

Die vierte Teilanlage besteht aus dem Spülwasserbehälter, der ebenfalls mit zwei Sensoren für den minimalen und den maximalen Füllstand ausgerüstet ist. Über ein Ventil und eine Pumpe am Abfluss kann das Spülwasser in die Reaktoren der zweiten Teilanlage und über die Ventile am Zufluss wieder von den Reaktoren zurück zum Spülwasserbehälter transportiert werden.

3 Rohrleitungs- und Instrumentendiagramm

Die textuelle Beschreibung einer Anlage kann zwar wesentliche Zusammenhänge erklären, ist jedoch aufgrund der Anfälligkeit für Missverständnisse schon bei kleinen Anlagen als Kommunikationsmittel für die gemeinsamen Aufgaben der Verfahrens- und Prozesstechnik, der Elektrotechnik und der Automatisierungstechnik denkbar ungeeignet. Dies gilt insbesondere für große Anlagen mit hunderten von Apparaten und mehreren zehntausend Messstellen

Im Laufe der Zeit hat sich deshalb das **Rohrleitungs- und Instrumentendiagramm** (R&I-Diagramm, englisch: Piping & Instrumentation Diagramm, P&ID) zu einem zentralen Planungsdokument entwickelt. Das R&I-Diagramm dokumentiert Struktur und Funktion der Prozessanlage für die Verfahrens- und Automatisierungstechnik gleichermaßen. In Abbildung 2 ist das R&I-Diagramm der in diesem Lehrmodul zu automatisierender Versuchsanlage visualisiert.

Behälter, Ventile und Pumpen, aber auch die prozessleittechnischen Funktionsanforderungen sind darin durch standardisierte Symbole dargestellt. Die Rohrleitungen zwischen den Elementen sind als durchgezogene Striche, die Informationsflüsse als gestrichelte Linien gekennzeichnet. Der Übersichtlichkeit halber sind in Abbildung 2 alle Teilanlagen in einem R&I-Diagramm dargestellt.

Die Zugehörigkeit eines Behälters oder einer PLT-Funktion zu einer bestimmten Teilanlage kann aus dem Kennzeichnungssystem abgelesen werden. Dieses Kennzeichnungssystem sorgt für Eindeutigkeit bei Menschen und Rechner. Solange Menschen eng zusammenarbeiten, können sie aufgrund des Kontextes leicht zwischen dem Eduktbehälter B001 und dem Produkttank B001 unterscheiden. Schwieriger wird das, wenn die Kommunikation über verschiedene Abteilungen geht, Mitarbeiter gleichzeitig viele Projekte bearbeiten und Rechner involviert sind. Die vollständige Bezeichnung des ersten Eduktbehälter B001 lautet deshalb **=SCE.A1.T1-B001**. Damit kann der Tank **B001** im Werk **SCE**, in der Anlage **A1**, der Teilanlage **T1** eindeutig von gleichartigen Anlagen oder einer anderen Teilanlage unterschieden werden.

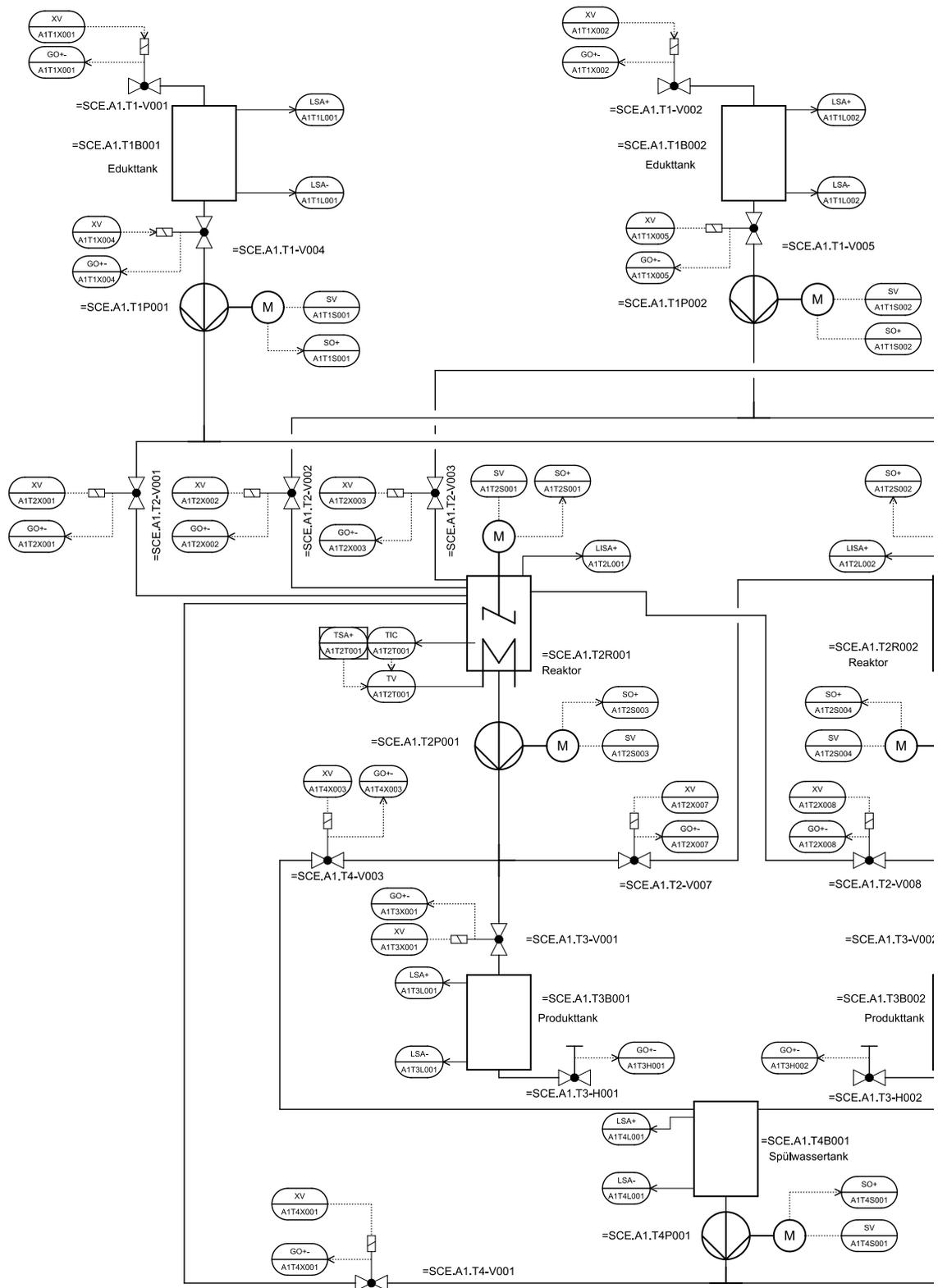


Abbildung 2: Projektierte Anlage (Teil 1)

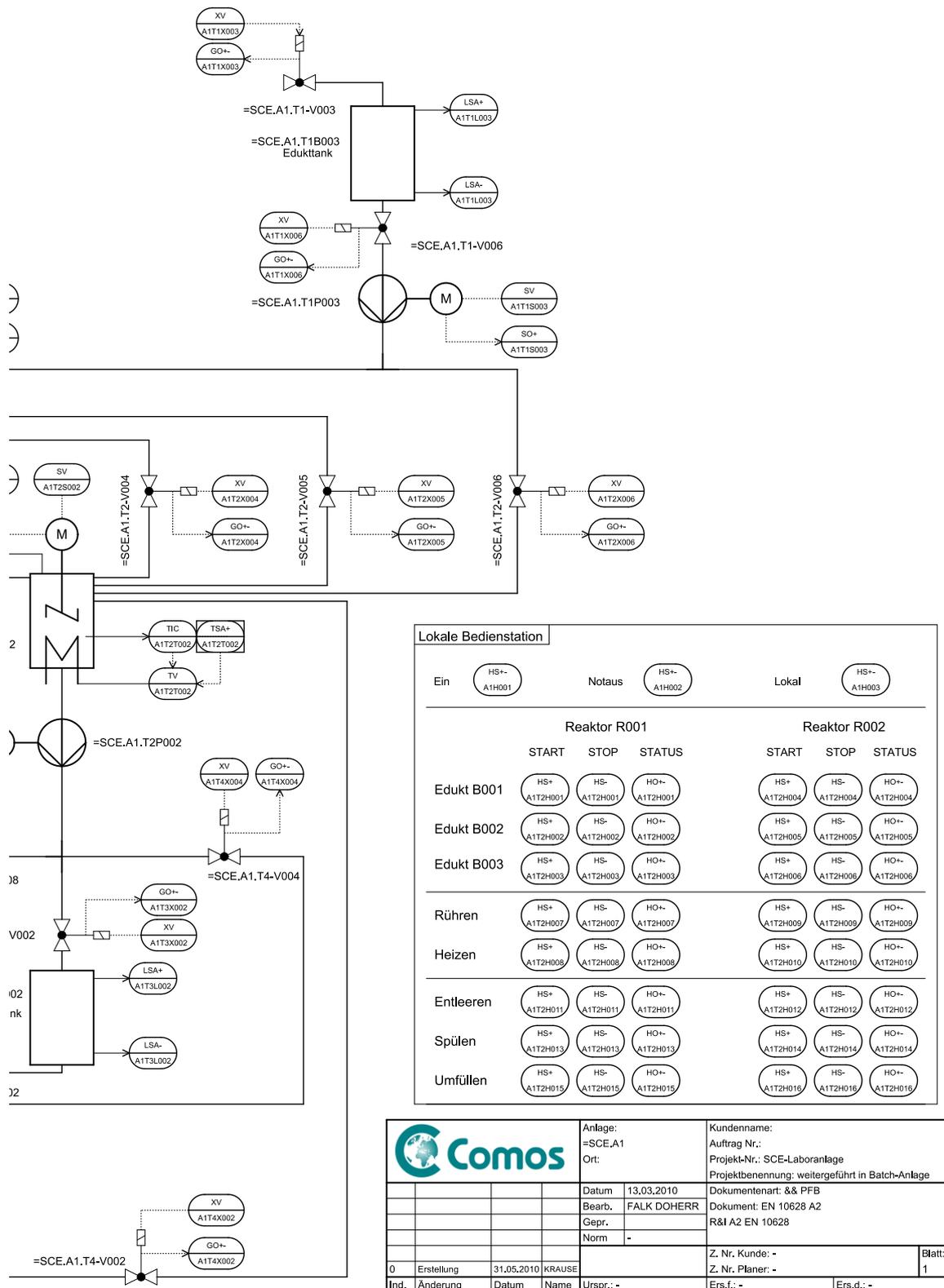


Abbildung 2: Projektierte Anlage (Teil 2)

4 Verriegelung und Schutzfunktionen

Das R&I-Diagramm reicht nicht aus, um alle Anforderungen an die Prozessleittechnik zu spezifizieren. Um den sicheren Betrieb einer Anlage zu gewährleisten, muss die Steuerung die Prozesseingriffe überwachen und gegebenenfalls eine Benutzereingabe unterdrücken, Aktoren an- bzw. ausschalten, Funktionen gegenseitig verriegeln und/oder die Anlage in einen sicheren Zustand bringen. Für die oben beschriebene Anlage, die gemäß Abbildung 2 mit Messinstrumenten ausgestattet ist, werden die folgenden Überwachungs- und Verriegelungsfunktionen gefordert und innerhalb der Lehrmodule schrittweise mit **PCS 7** implementiert:

- Ein Aktor darf nur geschaltet werden, wenn der Hauptschalter der Anlage eingeschaltet und der NOTAUS-Schalter entriegelt ist.
- Kein Behälter darf überlaufen. Das heißt es gibt entweder einen Sensor, der den Maximalfüllstand signalisiert oder der maximale Füllstand (hier: 1000 ml) ist numerisch bekannt und wird über den gemessenen Füllstand ausgewertet.
- Keine Pumpe darf Luft ansaugen. Das heißt es gibt entweder einen Sensor, der den Minimalfüllstand signalisiert oder der minimale Füllstand (hier: 50 ml) ist numerisch bekannt und wird über den gemessenen Füllstand ausgewertet.
- Eine Pumpe darf nicht versuchen, Flüssigkeit von einem geschlossenen Ventil anzusaugen oder Flüssigkeit gegen ein geschlossenes Ventil zu drücken.
- Die Temperaturen in den beiden Reaktoren dürfen 60 °C nicht übersteigen.
- Der Benutzer darf die Heizungen der beiden Reaktoren nur in Betrieb nehmen, wenn sie mit Flüssigkeit bedeckt sind (hier: minimal 200 ml im Reaktor).

Die Rührer der beiden Reaktoren sollten nur in Betrieb gesetzt werden, wenn sie mit Flüssigkeit in Berührung kommen (hier: minimal 300 ml im Reaktor).

5 Rezept

Nach [1] ist ein Rezept eine Vorschrift zur Herstellung eines Produktes nach einem Verfahren. Es beschreibt, was man zum Durchführen des Verfahrens benötigt und tun muss. Für die oben beschriebene Anlage gibt es folgendes Rezept, welches innerhalb dieses Lehrmoduls mit **PCS 7** umgesetzt wird:

1. Zuerst sollen 350 ml aus dem Edukttank =SCE.A1.T1-B003 in den Reaktor =SCE.A1.T2-R001 und gleichzeitig 200 ml aus dem Edukttank =SCE.A1.T1-B002 in den Reaktor =SCE.A1.T2-R002 abgelassen werden.
2. Ist das Füllen von dem Reaktor =SCE.A1.T2-R001 beendet, so ist die eingefüllte Flüssigkeit bei eingeschaltetem Rührer auf 25 °C zu erwärmen.
3. Ist das Füllen von dem Reaktor =SCE.A1.T2-R002 beendet, dosiert man 150 ml des Edukts A aus Edukttank =SCE.A1.T1-B001 in den Reaktor =SCE.A1.T2-R002 dazu. Ist dies abgeschlossen, so erfolgt 10 s später die Einschaltung der Rührer des Reaktors =SCE.A1.T2-R002.
4. Hat die Temperatur der Flüssigkeit im Reaktor =SCE.A1.T2-R001 25 °C erreicht, so wird das Gemisch aus dem Reaktor =SCE.A1.T2-R002 in den Reaktor =SCE.A1.T2-R001 gepumpt.
5. Das Gemisch im Reaktor =SCE.A1.T2-R001 soll nun auf 28°C erwärmt und anschließend in den Produkttank =SCE.A1.T3-B001 abgelassen werden.

6 Literatur

- [1] DIN EN 61512-1 (Ausgabe 2000-01): Chargenorientierte Fahrweise.

7 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)