

# Steuerungstechnik

## 5. Projektierung von Steuerungsprogrammen



V4.1

Prof. (FH) DI Dr. Franz Auinger

1

### Übersicht

- 5      Projektierung von Steuerungsprogrammen**
- 5.1     Gliederung oder Strukturierung (Teilfunktionen)
- 5.2     Prozeßbeschreibung und Prozeßfunktionen
- 5.3     Sicherheitsanforderungen
- 5.4     Bedieneinrichtungen
- 5.5     Konfiguration des Steuerungssystems

## 5 Projektierung von Steuerungssystemen

Um eine Steuerungsaufgabe erfolgreich zu lösen, sind Beschreibungen oder Darstellungen des Prozesses notwendig, weiters sind Festlegungen über Einrichtungen, Geräte, Schnittstellen usw. in allen Ebenen des Steuerungssystems zu treffen. Schließlich ist bereits beim Entwurf das Verständnis des Prozessablaufs und die Kenntnis der einzelnen Funktion unbedingt erforderlich. Häufig lassen sich Prozesse untergliedern, sodaß man Teilprozesse herauslösen kann, die in ihrer Darstellung und im Funktionsumfang meist wesentlich einfacher werden und daher leichter zu verstehen oder zu überblicken sind.

Moderne Programmierseinrichtungen für Steuerungssysteme bieten die Möglichkeit, ein nach Teilaufgaben strukturiertes Projekt zu verwalten. Teifunktionen des Prozesses werden programmtechnisch in angepassten Bausteinen abgewickelt, die entsprechend der gestellten Steuerungsaufgabe zusammenwirken. Daraus ergeben sich Vorteile wie einfachere Programmierung, raschere Tests und Inbetriebnahmen, Verwaltung wiederkehrender Funktionen in Bibliotheken, simultane Bearbeitung durch mehrere Teams usw.

### Grundlegende Schritte beim Entwurf des Steuerungssystems

1.	Untergliederung des Prozesses in einzelne Aufgaben (Teilprozesse)	◊	Ergebnis: Prozeßübersicht und Darstellung als Blockschaltbild, Liste .... mit Zuordnung aller Aufgaben oder Bereiche
2.	Beschreibung aller Aufgaben (Teilprozesse) und Bereiche	◊	Ergebnis: Beschreibung der einzelnen Aufgaben oder Bereiche mit ihren Eigenschaften und Schnittstellen zu anderen Aufgaben
3.	Entwurf und Beschreibung der Sicherheitsanforderungen	◊	Ergebnis: Spezifikation der Sicherheitsanforderungen
4.	Definition und Beschreibung der Bedieneinrichtungen	◊	Ergebnis: Funktionen und Anordnung der Bedieneinrichtungen
5.	Konfiguration des Steuerungssystems (der Automatisierungsgeräte)	◊	Ergebnis: Anzahl und Art der Ein- und Ausgangsbaugruppen (abhängig von verwendeter Sensorik und Aktorik), Schnittstellen für Kommunikation, CPU, Stromversorgung

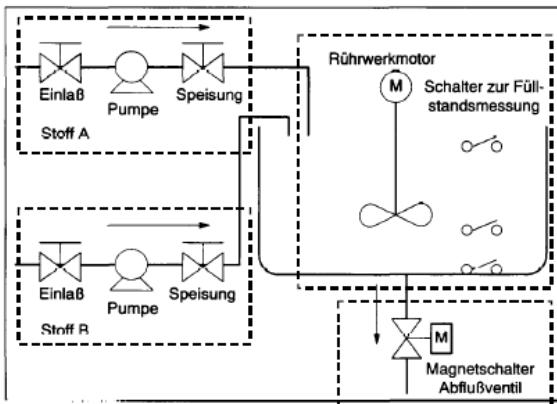
## Dokumente bei der Realisierung einer Steuerung

Dokument	Ersteller	Inhalt
Lastenheft	Auftraggeber	Beschreibung der Ziele / Funktionen Was soll erreicht werden
Anforderungsliste	Auftraggeber und Ausführende	Präzise Formulierung der Eigenschaften der zu erreichenden Ziele in Form einer Checkliste Basis für den Abnahmetest
Pflichtenheft	Ausführende	Wie wird das Ziel erreicht Beschreibung der Eigenschaften, Methoden und Verfahren
Spezifikation	Ausführende	Zerlegen in Module - Prozesstechnik / Mechanik - Elektrotechnik (Steuerstrecke, Aktuatoren) - Steuerungstechnik (Steuerungseinrichtung) Beschreiben der Module - Steuerungstechnik: - Auswahl der Methode - Erstellen der funktionalen Spezifikation
Umsetzung	Ausführende	Steuerungstechnik: - Programmieren der Module - Integration in die Maschine / Anlage - Test der Module - Test des Gesamtsystems
Abnahme	Auftraggeber und Ausführende	Allgemein: - Test nach Anforderungsliste - Funktion - Erfüllungsgrad Steuerungstechnik: - Test des Gesamtsystems

## 5.1 Gliederung oder Strukturierung

Ein Automatisierungsprozeß besteht in der Regel aus einzelnen Aufgaben. Selbst der komplizierteste Prozeß kann definiert und überschaubar gemacht werden, wenn zusammenhängende Aufgabenbereiche innerhalb des Prozesses bestimmt und diese in kleinere Teilaufgaben zerlegt werden.

Im folgenden Beispiel wird anhand eines industriellen Mischprozesses gezeigt, wie ein Prozeß in Funktionsbereiche und einzelne Aufgaben strukturiert werden kann.



## Unterteilung in Teilaufgaben

---

Die Unterteilung des Prozesses in Teilbereiche ist im vorstehenden Bild strichiert dargestellt. Es ergeben sich vier nicht sehr komplizierte Teilaufgaben, wobei die beiden Bereiche Stoff A und Stoff B offenbar identisch sind:

Funktionsbereich	Zugehörige Geräte
Stoff A	Speisepumpe für Stoff A Einlaßventil für Stoff A Speiseventil für Stoff A
Stoff B	Speisepumpe für Stoff B Einlaßventil für Stoff B Speiseventil für Stoff B
Mischbehälter	Rührwerkmotor Schalter zur Füllstandsmessung
Abflußventil	Magnetventil

## Prozeßbeschreibung und Prozeßfunktionen

---

Wenn Sie jeden Bereich und jede Aufgabe in Ihrem Prozeß beschreiben, dann definieren Sie nicht nur die Funktionsweise jedes Bereichs, sondern auch die verschiedenen Elemente, die diesen Bereich steuern. Diese umfassen:

- Elektrische, mechanische und logische Eingänge und Ausgänge für jede Aufgabe
- Verriegelungen und Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Aufgaben

In dem Beispiel des industriellen Mischprozesses werden Pumpen, Motoren und Ventile eingesetzt. Diese müssen genau beschrieben werden, um die Betriebsmerkmale und die Art der Verriegelungen festzulegen, die während des Betriebs erforderlich sind. nachstehend finden Sie Beispiele für die Beschreibung der Geräte, die in dem industriellen Mischprozeß eingesetzt werden.

Diese Beschreibung können Sie auch für die Beschaffung der benötigten Geräte verwenden.

## Beispiel: Speisepumpenmotor

Beschreibung des Speisepumpenmotors für Stoff A

Stoff A: Speisepumpenmotor
1. Die Speisepumpe für Stoff A fördert Stoff A in den Mischbehälter. <ul style="list-style-type: none"><li>- Durchflußleistung: 400 l pro Minute</li><li>- Leistung: 100 PS bei 1200 UPM</li></ul>
2. Die Pumpe wird von einer Operator-Station gesteuert (Starten/Stoppen), die sich in der Nähe des Mischbehälters befindet.
3. Es gelten die folgenden Freigabebedingungen: <ul style="list-style-type: none"><li>- Das Einlaßventil für Stoff A ist geöffnet.</li><li>- Das Speiseventil für Stoff A ist geöffnet.</li><li>- Der Mischbehälter ist nicht voll.</li><li>- Das Abflußventil des Mischbehälters ist geschlossen.</li><li>- Der Pumpenmotor arbeitet fehlerfrei (der Hilfskontakt ist nicht angezogen).</li><li>- NOT-AUS ist nicht aktiviert.</li></ul>

## Beispiel Rührwerkmotor

Beschreibung des Rührwerkmotors

Rührwerkmotor
1. Mit dem Rührwerkmotor werden die Stoffe A und B im Mischbehälter gemischt. <ul style="list-style-type: none"><li>- Leistung: 100 PS @ 1200 UPM</li></ul>
2. Der Rührwerkmotor wird von einer Operator-Station gesteuert (Starten/Stoppen), die sich in der Nähe des Mischbehälters befindet.
3. Es gelten die folgenden Freigabebedingungen: <ul style="list-style-type: none"><li>- Der Mischbehälter ist nicht leer.</li><li>- Das Abflußventil des Mischbehälters ist geschlossen.</li><li>- Der Rührwerkmotor arbeitet fehlerfrei (der Hilfskontakt ist nicht angezogen).</li><li>- NOT-AUS ist nicht aktiviert.</li></ul>

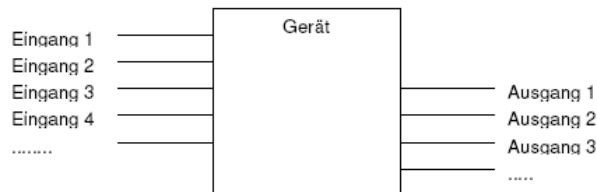
## Beispiel: Abflußventil

### Beschreibung des Abflußventils

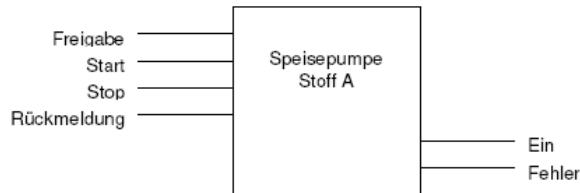
Abflußventil
1. Durch Fallspeisung gelangt das Gemisch durch das Abflußventil zum nächsten Prozeßschritt. Das Ventil ist mit einem Magnetschalter mit Federrückhol-einrichtung versehen. <ul style="list-style-type: none"><li>- Wenn der Magnetschalter aktiviert ist, ist das Abflußventil geöffnet.</li><li>- Wenn der Magnetschalter deaktiviert ist, ist das Abflußventil geschlossen.</li></ul>
2. Das Abflußventil wird von einer manuellen Operator-Station gesteuert (Öffnen/Schließen), die sich in der Nähe des Mischbehälters befindet.
3. Das Abflußventil kann unter folgenden Bedingungen geöffnet werden: <ul style="list-style-type: none"><li>- Der Rührwerkmotor ist abgeschaltet.</li><li>- NOT-AUS ist nicht aktiviert.</li></ul>

## Darstellung der Strukturelemente des Steuerungsprogramms

Die zu erstellenden Bausteine mit dem Code für das Steuerungsprogramm können allgemein grafisch dargestellt werden:



In dem Beispiel für den industriellen Mischprozeß werden zwei Speisepumpen eingesetzt. Jede Pumpe benötigt vier Eingänge: einen Startschalter, einen Stoppschalter, eine Freigabe der Verriegelung, damit die Pumpe anlaufen kann, und einen Rückmeldeeingang zum Abschalten der Pumpe, wenn ein Fehler auftritt. Dieser Codebaustein muß außerdem zwei Ausgänge liefern: einen Ausgang zum Einschalten des Motors und einen Ausgang, der meldet, daß die Pumpe nicht arbeitet.

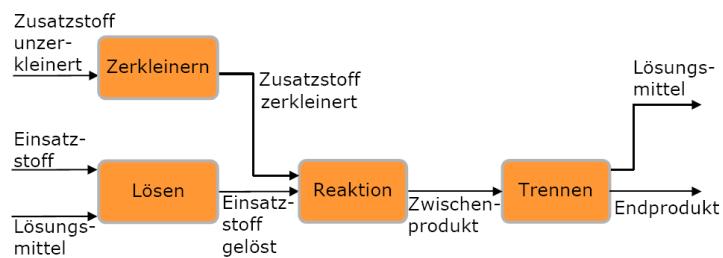


## Grafische Darstellung kontinuierlicher technischer Prozesse

### Fließbild

- Ähnlich den Blockbildern der Regelungstechnik
- Verfahren bzw. Verfahrensabschnitte sind Rechtecke
- Linien mit Pfeil stellen den Informations- oder Stofffluss
- Bündel von Verbindungen als Doppel-Linie mit Pfeil

Beispiel:

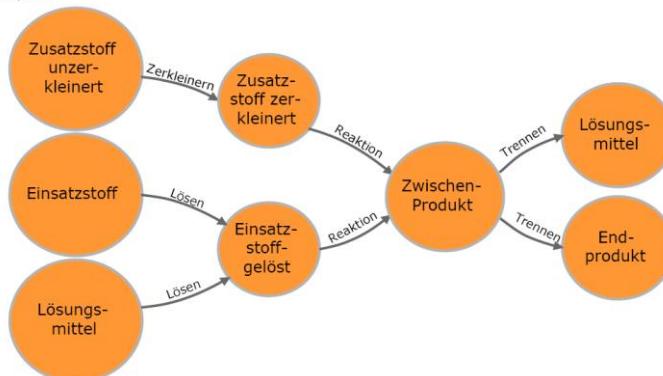


## Grafische Darstellung kontinuierlicher technischer Prozesse

### Informations-/stofforientierte Darstellung

- Informationen/Stoffe als Kreise
- Verfahren/Funktionen werden an den Verbindungslinien angegeben

Beispiel:

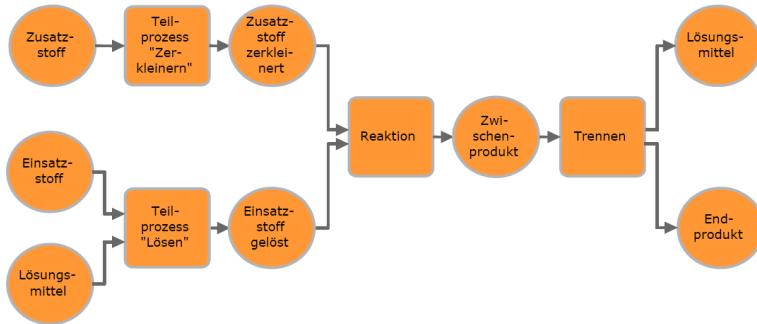


## Grafische Darstellung kontinuierlicher technischer Prozesse

### Phasenmodelldarstellung

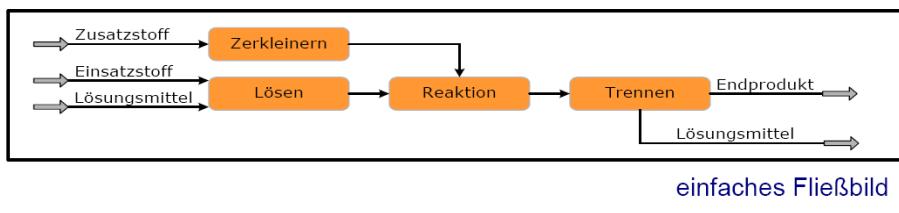
- Mischung von Fließbild und informations-/stofforientierter Darstellung

Beispiel:

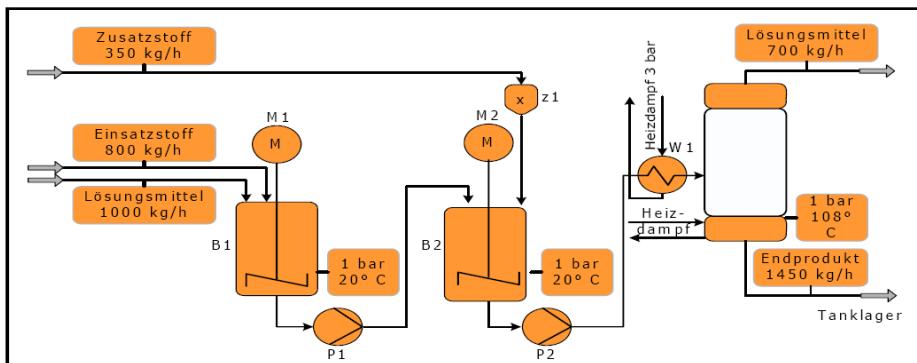


## Beispiele

### Beispiele von Fließbilddarstellungen (1)



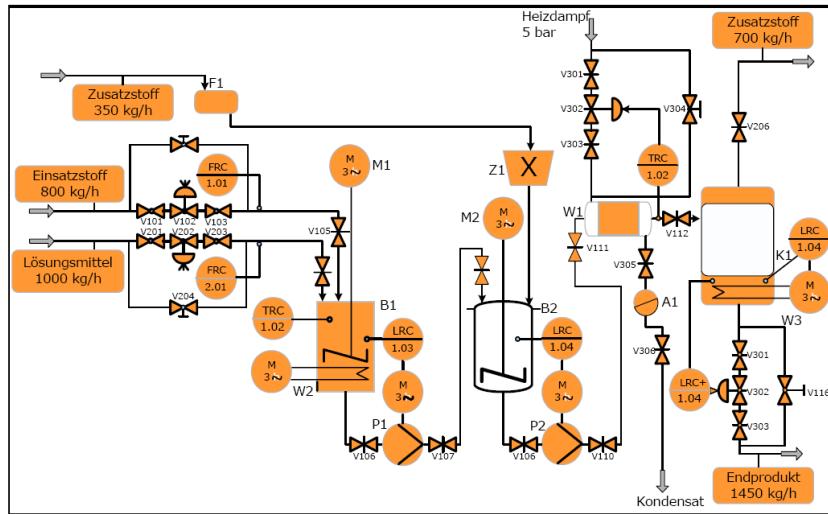
einfaches Fließbild



Verfahrensfließbild

## Beispiele

## Beispiele von Fließbilddarstellungen (1)



Rohrleitungs- und Instrumenten-Fließbild

© Dr. Franz Auinger / FH-OÖ / Wels

Seite 17

17

## 5.4 Bedieneinrichtungen

Jeder Prozeß benötigt Einrichtungen zum Bedienen und Beobachten, damit menschliches Eingreifen in den Prozeß ermöglicht wird. Als Teil der Entwurfsbeschreibung wird auch die Ausführung solcher Bediener-Einrichtungen beschrieben.

Als Bedienelemente stehen Schalter als Taster oder rastend (Knebel-, Kipp-, Wahlschalter ...), Folientastaturen u.a. zur Verfügung. Zum Beobachten werden Leuchtmelder, Textanzeigen, Bildschirme eingesetzt.

#### **Grundsätzliche Anforderungen an Bedieneinrichtungen:**

- Anordnung, Montage (Zugänglichkeit, Beschädigung, unbeabsichtigte Betätigung, ...)
  - Schutz gegen Einflüsse (Schutzart, mechanische Belastungen, ...)

### 5.4.1 Drucktaster

Kennzeichnung durch **Symbole**:

START EIN	STOP AUS	START und STOP kombiniert	TIPPEN
	○		○ T

Tippen: bei Betätigung des Drucktasters erfolgt die Bewegung, beim Loslassen wird Bewegung gestoppt

### 5.4.1 Drucktaster - Farbkennzeichnungen

**Farbkennzeichnung für Drucktaster-Bedienteile und ihre Bedeutung**

Farbe	Bedeutung	Erklärung	Anwendungsbeispiele
ROT	Notfall	bei gefährlichem Zustand oder im Notfall betätigen	NOT-AUS Einleitung von NOT-AUS-Funktionen
GELB	Anormal	bei anomalem Zustand betätigen	Eingriff, um anomalen Zustand zu unterdrücken Eingriff, um unterbrochenen automatischen Ablauf wieder zu starten
GRÜN	Sicher	bei sicherer Bedingung betätigen oder um normalen Zustand vorzubereiten	Einschalten
BLAU	Zwingend	bei Zustand betätigen, der eine zwingende Handlung erfordert	Rückstellfunktionen
WEISS	keine spezielle Bedeutung zugeordnet	für allgemeine Einleitung von Funktionen außer NOT-AUS (siehe auch Anmerkung)	STAR/EIN (bevorzugt) STOP/AUS
GRAU			START/EIN STOP/AUS
SCHWARZ			START/EIN STOP/AUS (bevorzugt)

Anmerkung: Wird eine zusätzliche Maßnahme der Kennzeichnung (z.B. Struktur, Form, Lage) zum Kennzeichnen von Drucktaster-Bedienteilen verwendet, dürfen dieselben Farben WEISS, GRAU oder SCHWARZ für verschiedene Funktionen verwendet werden, z.B. WEISS für START/EIN- und STOP/AUS-Bedienteile.

## 5.4.2 Anzeigeleuchten

haben grundsätzlich 2 Funktionen:

- **Anzeige** (Aufforderung zu bestimmter Handlung, z.B. Start der Maschine)
- **Bestätigung** (eines Befehls, Zustandes, z.B. nach Einschalten der Maschine)

**Farben von Anzeigeleuchten und ihre Bedeutung in bezug auf den Zustand der Maschine**

Farbe	Bedeutung	Erklärung	Handlung durch Bediener	Anwendungsbeispiele
ROT	Notfall	gefährlicher Zustand	sofortige Handlung (z.B. NOT-AUS)	Druck/Temp außerhalb sicherer Grenzen Spannungsabfall Überfahren einer Stop-Position
GELB	Anormal	anomaler Zustand; bevorstehender kritischer Zustand	Überwachen und/oder Eingreifen (z.B. durch Wiederherstellen der beabsichtigten Funktion)	Druck/Temp übersteigt normale Bereiche Auslösen einer Schutzeinrichtung
GRÜN	Normal	normaler Zustand	Optional	Druck/Temp innerhalb normaler Bereiche Ermächtigung, fortzufahren
BLAU	Zwingend	Anzeig eines Zustandes, der eine zwingende Handlung erfordert	zwingende Handlung	Anweisung, vorgegebene Werte einzugeben
WEISS	keine spezielle	andere Zustände	Überwachen	allgemeine Informationen

© Dr. Franz Auinger / FH-OÖ / Wels

Seite 33

33

## 5.4.2 Anzeigeleuchten

**Blinksignale** z.B. um

- Aufmerksamkeit zu bewirken
- sofortiges Handeln zu veranlassen
- Unterschied zwischen Soll- und Istzustand anzudeuten
- Änderung eines Zustandes anzudeuten

Wichtigkeit der Information (Priorität) kann durch Blinkfrequenz zugeordnet werden (schnelles Blinken = hohe Priorität)

© Dr. Franz Auinger / FH-OÖ / Wels

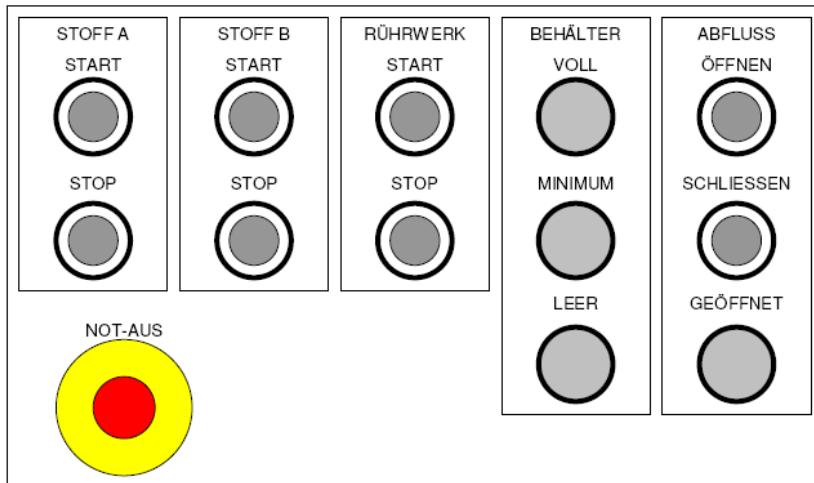
Seite 34

34

## Leuchtdrucktaster

**Leuchtdrucktaster:** Kombination von Drucktaster und Anzeigeleuchte, Farbzuordnung muß eingehalten werden

Beim industriellen Mischprozeß in unserem Beispiel wird jedes Element über einen Schalter, der sich auf der Operator-Station befindet, gestartet bzw. gestoppt. Diese Operator-Station ist mit Anzeigen versehen, die über den Betriebszustand informieren. Hier befindet sich auch der NOT-AUS-Schalter, mit dem der Prozeß sofort angehalten werden kann.



© Dr. Franz Auinger / FH-OÖ / Wels

Seite 35

35

## 5.5 Konfiguration des Steuerungssystems

Nachdem Sie die Entwurfsanforderungen dokumentiert haben, bestimmen Sie die Steuergeräte, die für dieses Projekt erforderlich sind. Hierzu müssen Sie die Art der Ein- und Ausgabebaugruppen und die Anzahl der Ein- und Ausgänge bestimmen.

Nachdem Sie die Betriebsanforderungen bestimmt haben, können Sie das Automatisierungssystem für Ihr Projekt konfigurieren. Anhand Ihrer Beschreibung legen Sie folgendes fest:

- Anzahl und Art der Ein- und Ausgabebaugruppen
- Konfiguration der physikalischen Ein- und Ausgänge
- Auswahl der SPS-CPU und Stromversorgung

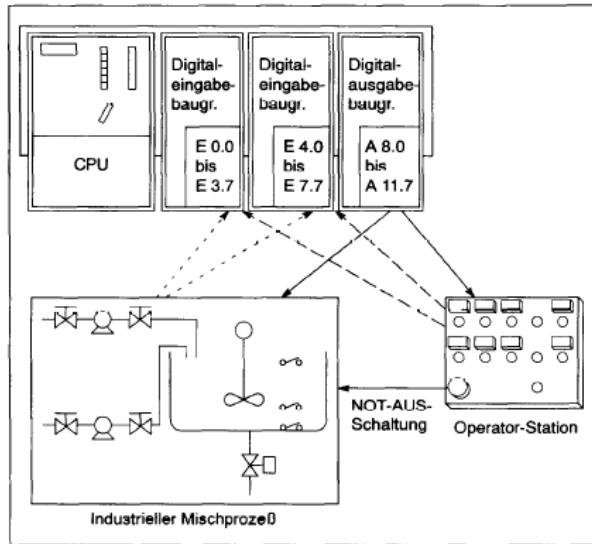
© Dr. Franz Auinger / FH-OÖ / Wels

Seite 36

36

## 5.5 Konfiguration des Steuerungssystems

Nachstehendes Bild zeigt die E/A-Konfiguration für den industriellen Mischprozeß in unserem Beispiel.

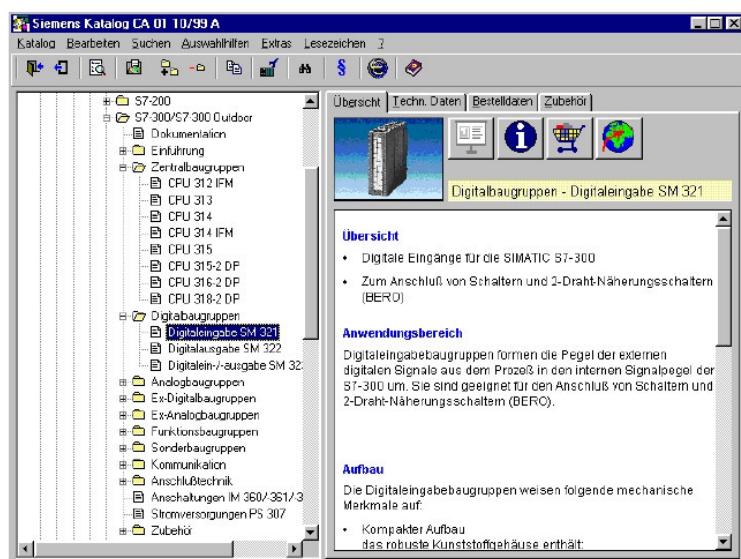


© Dr. Franz Auinger / FH-OÖ / Wels

Seite 37

## 5.5 Konfiguration des Steuerungssystems

Aus dem Katalog werden sodann die erforderlichen Komponenten ausgewählt.



© Dr. Franz Auinger / FH-OÖ / Wels

Seite 38