

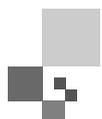
Stefan Manemann, Jochen Rengstorf

Automatisierungstechnik, Betriebstechnik, Mechatronik

Projekte für den Lernfeldunterricht
Lernfelder 7 bis 13

1. Auflage

Bestellnummer 44503



Bildungsverlag EINS

- Haben Sie Anregungen oder Kritikpunkte zu diesem Produkt?
■ Dann senden Sie eine E-Mail an 44503@bv-1.de.
Autoren und Verlag freuen sich auf Ihre Rückmeldung.

*Dem Buch liegt eine Demo DVD der Siemens AG bei. „**STEP 7 Professional, Edition 2006 SR5, Trial License**“ umfasst: STEP 7 V5.4 SP4, S7-GRAPH V5.3 SP6, S7-SCL V5.3 SP5, S7-PLCSIM V5.4 SP2 und ist 14 Tage zu Testzwecken nutzbar.*

*Dem Buch liegt eine Demo DVD der Siemens AG bei. „**SIMATIC WinCC flexible 2008, Trial Software**“ umfasst: SIMATIC WinCC flexible 2008 Advanced und ist 30 Tage zu Testzwecken nutzbar.*

Die Software ist nur unter Microsoft Windows Professional Edition SP2 oder Microsoft Windows Vista 32 Business oder Microsoft Windows Vista 32 Ultimate ablauffähig.

*Weitere Informationen erhalten Sie im Internet unter
«<http://www.siemens.de/sce/promotoren>»
«<http://www.siemens.de/sce/module>»
«<http://www.siemens.de/sce/tp>»*

Quellenverzeichnis

Den nachfolgend aufgeführten Firmen danken wir für die Überlassung von Informationsmaterial, Fotos, Videos, Vorlagen und für fachliche Beratung:

BEHA-AMPROBE GmbH, Glottertal
EPLAN Software & Service GmbH & Co. KG, Monheim
Festo AG, Esslingen
Fluke Deutschland GmbH, Kassel
Gossen-Metrawatt GmbH, Nürnberg
ifm electronic GmbH, Essen
Lenze AG, Aenzen
Megatech Software GmbH, Berlin
Moeller GmbH, Bonn
Phoenix Contact GmbH & Co. KG, Blomberg
Rittal GmbH & Co. KG, Herborn
Schaeffler KG, Schweinfurt
SEW-EURODRIVE GmbH & Co KG, Bruchsaal
Siemens AG, München
U.I. Lapp GmbH, Stuttgart
Volkswagen Coaching GmbH, Wolfsburg

Weiterhin danken wir den Studierenden im Praxisverbund für Ihre Unterstützung:

StiP05: Christian Amft, Anja Domeyer, Jonas Dorn, Thomas Fuchs, Kevin Igabor, Dirk Koriath, Thomas Lippert, Sören Mastmeier, Florian Newie, Marcus Reinhardt und Christoph Steiner
StiP06: Helmut Lippert, Torsten Machemehl, Alexander Meier, Jan-Niklas Meier, Judith Metzner, Alexander Neumann, Tobias Rüger, Sebastian Schäfer, Dominik Täubert und Christian Zink

www.bildungsverlag1.de

Bildungsverlag EINS GmbH
Sieglarer Straße 2, 53842 Troisdorf

ISBN 978-3-427-**44503-6**

© Copyright 2009: Bildungsverlag EINS GmbH, Troisdorf

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Nutzung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlages.

Hinweis zu § 52a UrhG: Weder das Werk noch seine Teile dürfen ohne eine solche Einwilligung eingescannt und in ein Netzwerk eingestellt werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen.

Projekt 7	Neue Funktionen programmieren und realisieren	7
Projektablaufplan		8
Auftrag 7.1	Programmierung der Ablaufsteuerung	9
Aufgabe 7.1.1	Einstieg in die Schrittkettenprogrammierung	12
Aufgabe 7.1.2	Automatikbetrieb der Sortieranlage als Schrittkette	17
Aufgabe 7.1.3	Bewertung Programmvarianten	20
Auftrag 7.2	Erweiterung der Anlage um ein Handbedienfeld	21
Aufgabe 7.2.1	Entscheidungsfindung Feldbussystem	29
Aufgabe 7.2.2	Ankopplung des Bedienfelds an das E/A-Modul	30
Auftrag 7.3	Erfassung der Temperatur am Antrieb	41
Aufgabe 7.3.1	Theoretische Grundlagen zur Analogwertverarbeitung	41
Aufgabe 7.3.2	Praktische Grundlagen zur Analogwertverarbeitung	44
Aufgabe 7.3.3	Grundlagen Temperatursensoren	50
Aufgabe 7.3.4	Programmierung der Temperaturüberwachung	56
Auftrag 7.4	Projektende	62
Projekt 8	Antriebssysteme auswählen und integrieren	63
Projektablaufplan		64
Auftrag 8.1	Antriebsmotor auswählen	66
Aufgabe 8.1.1	Grundlagen Asynchronmotor	67
Aufgabe 8.1.2	Anpassung des Motors an die Arbeitsmaschine	71
Aufgabe 8.1.3	Auswahl des Getriebemotors	72
Aufgabe 8.1.4	Leistungsschild	74
Aufgabe 8.1.5	Motorberechnung	76
Auftrag 8.2	Antriebsmotor mit Frequenzumrichter betreiben	77
Aufgabe 8.2.1	Wechselstromgleichrichtung	80
Aufgabe 8.2.2	Drehstromgleichrichtung M3U	81
Aufgabe 8.2.3	Drehstromgleichrichtung B6U	82
Aufgabe 8.2.4	FU – Ausgangskreis	87
Aufgabe 8.2.5	Grundlagen EMV	89
Aufgabe 8.2.6	Fragen zum Thema EMV	93
Aufgabe 8.2.7	EMV-gerechter Schaltschrank	94
Aufgabe 8.2.8	Arbeitsplanung FU-Einbau	96
Aufgabe 8.2.9	Schaltplanänderungen	97
Auftrag 8.3	Parametrieren und in Betrieb nehmen des FU Sinamics G120 mit Operator-Panel (OP)	98
Aufgabe 8.3.1	Inbetriebnahme des Frequenzumrichters mit dem BOP	99
Aufgabe 8.3.2	Parameter	103
Aufgabe 8.3.3	Parametrieren des FU Sinamics G120	107
Aufgabe 8.3.4	Installations-Checkliste Funktionsprüfung	110
Auftrag 8.4	Parametrieren, in Betrieb nehmen und Betreiben des FU Sinamics G120 mit der Software „starter“	111
Aufgabe 8.4.1	Inbetriebnahmetool „starter“	112

Auftrag 8.5	Energiemanagement	121
Aufgabe 8.5.1	Lebenszykluskosten-Amortisationszeit	124
Aufgabe 8.5.2	„Power Factor“ – Englisch	125
Aufgabe 8.5.3	Energieeinsparung – Englisch	127
Aufgabe 8.5.4	Energieeinsparpotenzial	128
Aufgabe 8.5.5	Energiebilanz mit SinaSave	130
Auftrag 8.6	Projektende	131
Aufgabe 8.6.1	Zusammenfassung	131
Aufgabe 8.6.2	Reflexion	131
<hr/>		
Projekt 9	Die Sortieranlage in Steuerungs- und Kommunikationssysteme integrieren ..	133
<hr/>		
Projektablaufplan		135
<hr/>		
Auftrag 9.1	Visualisierung der Sortieranlage	136
Aufgabe 9.1.1	Planen der Visualisierung	137
Aufgabe 9.1.2	Auswahl des Visualisierungsgerätes	138
Aufgabe 9.1.3	Auswahl der Schnittstelle zur Steuerung	139
Aufgabe 9.1.4	Aufbau der Visualisierung planen	140
Aufgabe 9.1.5	Abgabe einer Kostenabschätzung	142
Aufgabe 9.1.6	Visualisierung der Grundfunktionen	143
Aufgabe 9.1.7	Datenaustausch zwischen Visualisierung und SPS	144
Aufgabe 9.1.8	Visualisierung des Zustands von Sensorik und Aktorik	147
Aufgabe 9.1.9	Visualisierung auf der Zielplattform testen	148
Aufgabe 9.1.10	Zählen der geförderten Werkstücke	150
Aufgabe 9.1.11	Projektierungsoptionen	152
Aufgabe 9.1.12	Animation „Sichtbarkeit“	153
Auftrag 9.2	Vernetzung mit einer zweiten Steuerung	155
Aufgabe 9.2.1	Vernetzung der Steuerungen	156
Aufgabe 9.2.2	Optionen eines Managed Switch	158
Aufgabe 9.2.3	Datenaustausch der SPSn über Ethernet	159
Auftrag 9.3	Grafische Darstellung der Qualität der angelieferten Werkstücke	163
Auftrag 9.4	Projektabschluss	165
<hr/>		
Projekt 10	Automatisierungssysteme in Betrieb nehmen und übergeben	167
<hr/>		
Projektablaufplan		168
<hr/>		
Projekt 10.1	Frequenzumrichter mit der SPS betreiben	169
<hr/>		
Auftrag 10.1.1	Frequenzumrichter mit der SPS in Betrieb nehmen	169
Aufgabe 10.1.1.1	Analyse eines SPS-Programms für einen Motor mit zwei Drehzahlen	169
Aufgabe 10.1.1.2	Inbetriebnahme eines Motors mit 2 Drehzahlen	171
Aufgabe 10.1.1.3	Anpassen des Programms der Sortieranlage	171
Auftrag 10.1.2	Frequenzumrichter mit der SPS über PROFIBUS betreiben	172
Aufgabe 10.1.2.1	Netzwerkanalyse	172
Aufgabe 10.1.2.2	PROFIBUS-DP-Vernetzung	174
Aufgabe 10.1.2.3	Inbetriebnahme der Sortieranlage mit PROFIBUS und Frequenzumrichter	180
Auftrag 10.1.3	Frequenzumrichter mit der SPS über PROFINET betreiben	180
Aufgabe 10.1.3.1	Sortieranlage mit PROFINET und Frequenzumrichter	180
Aufgabe 10.1.3.2	Inbetriebnahme der Sortieranlage mit PROFINET und Frequenzumrichter	184

Projekt 10.2	Druckregelung	185
Auftrag 10.2.1	Regelungstechnik	185
Aufgabe 10.2.1.1	Blockschaltbild	187
Aufgabe 10.2.1.2	Vergleich der Reglertypen	192
Auftrag 10.2.2	Lageregelung mit FluidSIM	193
Aufgabe 10.2.2.1	Steuerung mit FluidSIM	193
Aufgabe 10.2.2.2	Lageregelung mit FluidSIM	194
Aufgabe 10.2.2.3	Lageregelung (PID) mit FluidSIM	195
Aufgabe 10.2.2.4	Optimierung der Lageregelung mit FluidSIM	196
Auftrag 10.2.3	Druckregelung	197
Aufgabe 10.2.3.1	Funktionsbeschreibung	198
Aufgabe 10.2.3.2	Adernfarben	198
Aufgabe 10.2.3.3	Größen der Regelungstechnik	199
Aufgabe 10.2.3.4	Produktionseinsatz Englisch	201
Aufgabe 10.2.3.6	Konfigurationstabelle	204
Aufgabe 10.2.3.5	Funktionsanalyse	203
Aufgabe 10.2.3.7	SPS-Programm Druckregelung	205
Aufgabe 10.2.3.8	Inbetriebnahme der Druckregelung Einpressautomat	210
Aufgabe 10.2.3.9	Änderung der Parameter der Regelung	210
Projekt 10.3	Projektende	211
Aufgabe 10.3.1	Zusammenfassung Moderation	211
<hr/>		
Projekt 11	Die Sortieranlage in Stand halten und optimieren	217
Projekttablaufplan		218
Auftrag 11.1	Ursachenanalyse für Anlagenstillstände	219
Aufgabe 11.1.1	Probleme in der Anlage identifizieren	219
Aufgabe 11.1.2	Nennung möglicher Fehlerquellen	220
Aufgabe 11.1.3	Ursache-Wirkungs-Diagramm	212
Auftrag 11.2	Maßnahmen gegen Anlagenstillstände	223
Aufgabe 11.2.1	Wartungcheckliste	223
Aufgabe 11.2.2	Störungsbeseitigung	224
Auftrag 11.3	Checkliste zur Fehlerbeseitigung	227
Aufgabe 11.3.1	Auswertung der Störungsmeldungen	228
Aufgabe 11.3.2	Methoden und Begriffe des Qualitätsmanagements	229
Aufgabe 11.3.3	Eine FMEA durchführen	230
Auftrag 11.4	Fehleranalyse mit der SPS	232
Aufgabe 11.4.1	Auswertung des Diagnosepuffers	233
Aufgabe 11.4.2	Fehlersuche über den Diagnosepuffer	234
Aufgabe 11.4.3	Die Anwendung von Organisationsbausteinen	234
Aufgabe 11.4.4	Einsatz der Variablen-tabelle	236
Aufgabe 11.4.5	Variablen forcen	237
Aufgabe 11.4.6	Weitere Diagnoseoptionen testen	237
Auftrag 11.5	Die Verfügbarkeit und Produktivität erhöhen	238
Aufgabe 11.5.1	Drehzahlkontrolle des Antriebs	238
Aufgabe 11.5.2	Die Maßhaltigkeit der Werkstücke überwachen	240
Auftrag 11.6	Fernwartung und Ferndiagnose	245
Auftrag 11.7	Weitere Optimierungspotenziale finden	246

Projekt 12	Einen Handlingsautomaten planen und realisieren	247
Projektablaufplan		248
Auftrag 12.1	Auftragsanalyse	248
Aufgabe 12.1.1	Auftragsanalyse	250
Aufgabe 12.1.2	Benötigte Informationen	251
Aufgabe 12.1.3	Lösungsvarianten bestimmen	252
Aufgabe 12.1.4	Zeitabschätzung durchführen	256
Aufgabe 12.1.5	Angebot erstellen	257
Auftrag 12.2	Auftragsplanung	258
Aufgabe 12.2.1	Auftragsabläufe planen	258
Aufgabe 12.2.2	Schaltplan um Handlingsautomaten erweitern	259
Aufgabe 12.2.3	Pneumatikplan erstellen	260
Aufgabe 12.2.4	Die elektrischen Schaltplanseiten bearbeiten	263
Aufgabe 12.2.5	Werkzeug- und Prüfmittelliste erstellen	264
Auftrag 12.3	Auftragsdurchführung	265
Aufgabe 12.3.1	Programmierung des Handlingsautomaten	265
Aufgabe 12.3.2	Konfiguration des PROFIBUS-Teilnehmers	268
Auftrag 12.4	Kontrolle der durchgeführten Arbeiten	270
Aufgabe 12.4.1	Sichtprüfung	270
Aufgabe 12.4.2	Messprotokoll	271
Aufgabe 12.4.3	Inbetriebnahme/Funktionskontrolle	277
Auftrag 12.5	Erstellen des Gesamtdokuments	278
Aufgabe 12.5.1	Betriebsanweisung schreiben	279
Aufgabe 12.5.2	Prüfen der Dokumentation auf Vollständigkeit	280
Auftrag 12.6	Audit zu dem durchgeführten Projekt	281
Projekt Safety Eine Sicherheitstür integrieren		283
Projektablaufplan		284
Auftrag S.1	Auftragsanalyse	285
Aufgabe S.1.1	Auftragsanalyse	286
Aufgabe S.1.2	Auswirkungen der Abschaltung der Aktorversorgung	287
Auftrag S.2	Analyse der Sicherheitslösung	288
Aufgabe S.2.1	Risikoanalyse	288
Aufgabe S.2.2	Analyse der Installation der Sicherheitslösung	291
Aufgabe S.2.3	Analyse der Programmierung der Sicherheitslösung	293
Auftrag S.3	Bewertung integrierter Sicherheitslösungen	295
Anlage A	Anlagendokumentation (Schaltplan)	297
Anlage D	DVD Projektbuch	315
Anlage P	Konfiguration der PG/PC-Schnittstelle und Festlegung der IP-Adresse der SPS	321
Anlage S	SIMIT SCE Simulationsmodelle	327
Anlage Y	Symboltabelle der Sortieranlage	333
Sachwortverzeichnis		337

Projekt 7:

Neue Funktionen in der Sortieranlage programmieren und realisieren

PROFIBUS
PROCESS FIELD BUS
BUS

PROFINET
INDUSTRIAL ETHERNET
NET

ASI

Transitionsname (optional) → (1) — B1 ← Transitionsbedingung
Schritt → [] → M1 ← Aktion
Schrittnummer → 2
Wirkverbindung → []

$$R_{\vartheta} = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta \vartheta)$$

Projekttablaufplan

In dem Projekt 7 erhalten Sie von der Produktionsabteilung drei wichtige Aufträge, die Sie programmieren und realisieren sollen.

Im ersten Auftrag geht es um die Programmierung einer Ablaufsteuerung für die Sortieranlage, um zu prüfen, ob sich mit dieser der Produktionsprozess besser steuern lässt.

Im zweiten Auftrag sollten Sie im Team Lösungsvarianten zur Ansteuerung der Sortieranlage über ein Handbedienfeld entwickeln und dazu geeignete Lösungen sowie Baugruppen, Bussysteme, Sensoren und Aktoren auswählen.

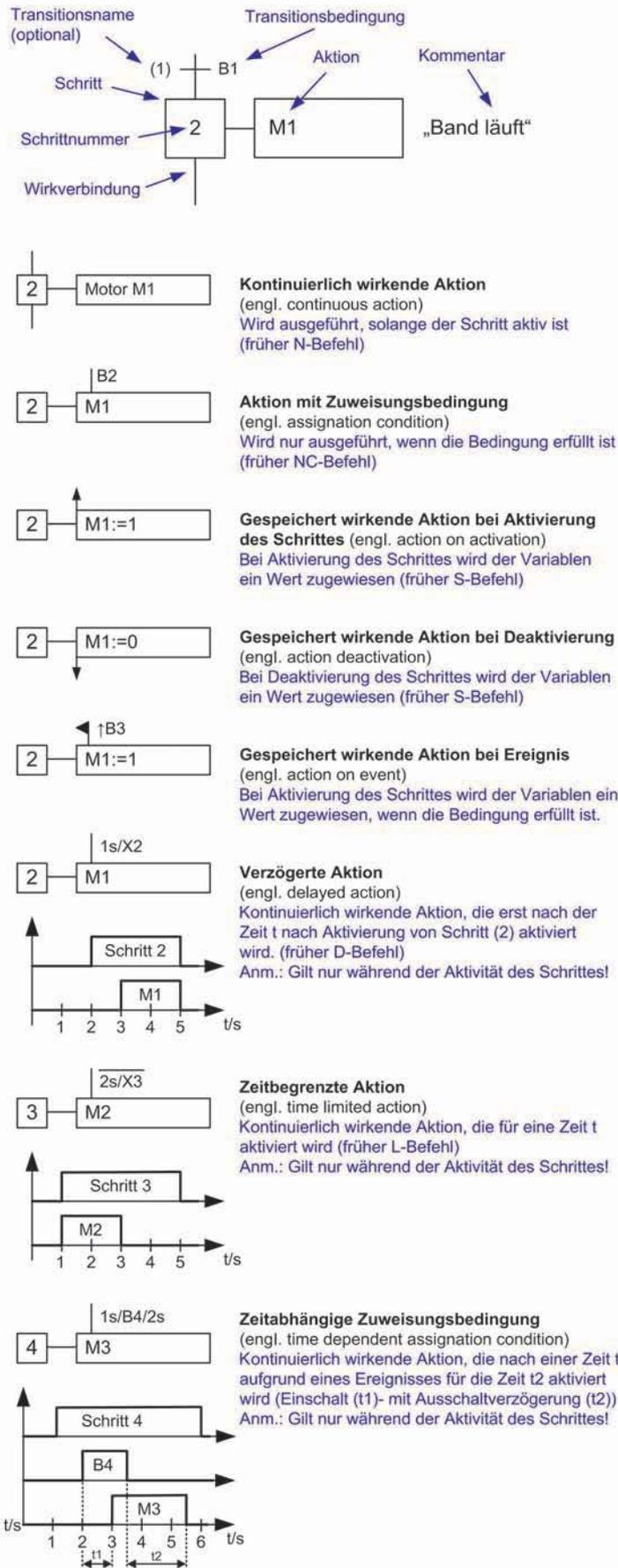
Im letzten Auftrag programmieren Sie eine Temperaturerfassung über einen bibliotheksfähigen Baustein.

Die Details dieser Aufträge werden später im Einzelnen beschrieben.

Projekttablaufplan	
7	Projektstart <ul style="list-style-type: none"> Vorstellung des Projektes und des Projektablaufs
7.1	Programmierung der Ablaufsteuerung
	Einstieg Schrittkettenprogrammierung <ul style="list-style-type: none"> GRAFSET, Aktionen, Wirkverbindungen, ... Ablaufsteuerung einer Presse
	Automatikbetrieb als Schrittkette <ul style="list-style-type: none"> Erstellen des GRAFCETs zum Automatikbetrieb der Sortieranlage
	Bewertung der Programmvarianten <ul style="list-style-type: none"> Gegenüberstellung von Ablaufsteuerung und Verknüpfungssteuerung
7.2	Erweiterung der Anlage um ein Handbedienfeld
	Einführung Feldbussysteme <ul style="list-style-type: none"> Was sind Feldbussysteme? Wesentliche Merkmale von Feldbussystemen Feldbussysteme Profibus, Profinet, Interbus, ...
	Inbetriebnahme eines E/A-Moduls <ul style="list-style-type: none"> Konfiguration, GSD-Dateien, Anschluss
	Ankopplung Bedienfeld <ul style="list-style-type: none"> Erweiterung des SPS-Programms Erweiterung des Schaltplans Inbetriebnahme
7.3	Erfassung der Temperatur am Antrieb
	Theoretische Grundlagen Analogwertverarbeitung <ul style="list-style-type: none"> Normierung von Messsignalen AD-Umwandlung Digitale Darstellung von Analogwerten
	Praktische Grundlagen Analogwertverarbeitung <ul style="list-style-type: none"> Erfassen eines analogen Spannungssignals mit der SPS
	Erfassen der Temperatur mit einem PT100-Sensor <ul style="list-style-type: none"> Auswerten eines PT100-Signals mit der SPS
7.4	Projektende <ul style="list-style-type: none"> Projekttablauf auswerten

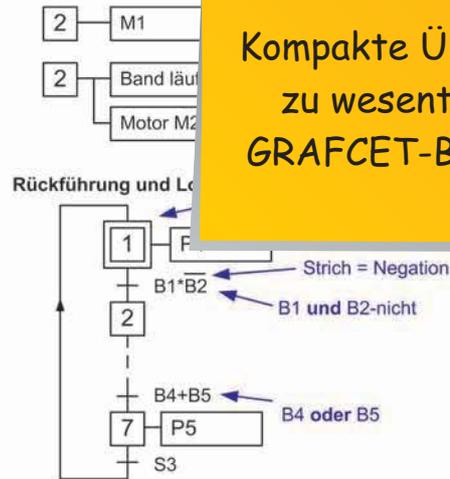
Projekttablaufplan
zu jedem Projekt

Übersicht Ablaufsteuerungen Grafcet



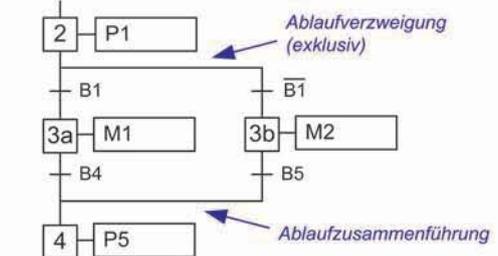
© S. Manemann, 2008

Verschiedene Darstell

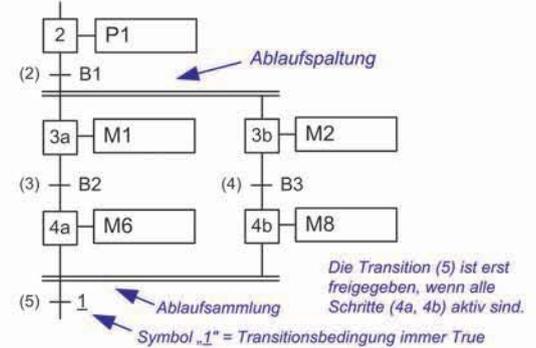


Kompakte Übersicht zu wesentlichen GRAFCET-Befehlen

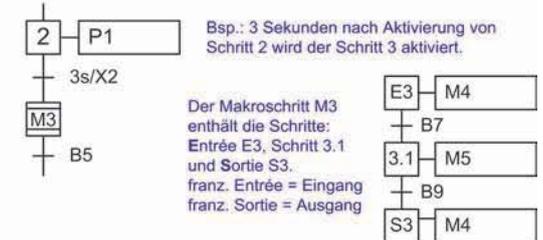
Ablaufauswahl



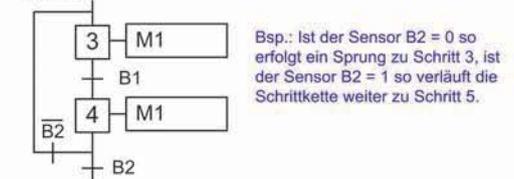
Synchronisierung (Parallele Ablaufkette)



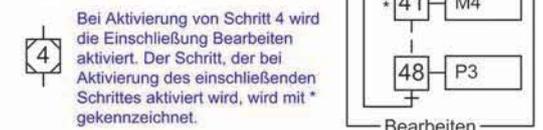
Weiterschalten nach festgelegter Zeit / Makroschritt



Sprung



Einschließender Schritt

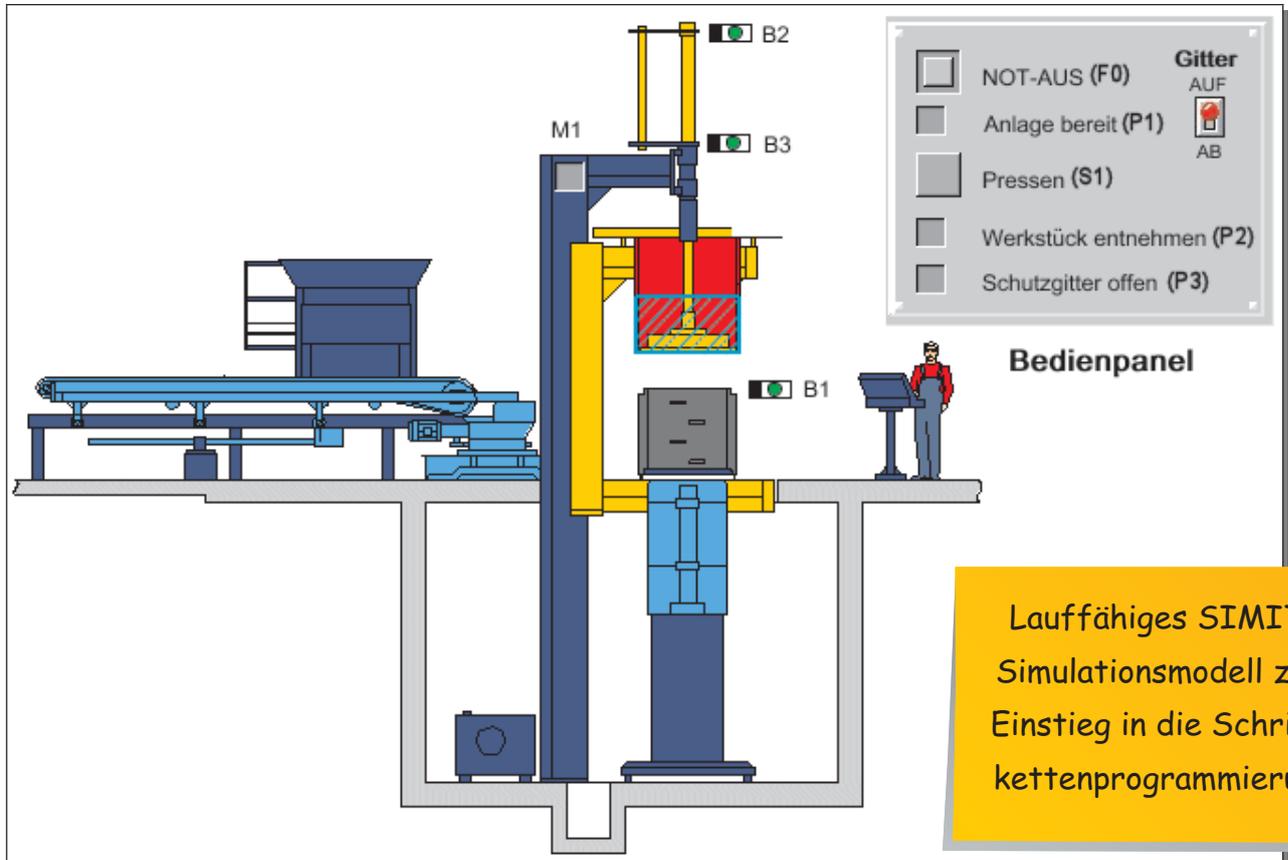




Aufgabe 7.1.1

Einstieg in die Schrittkettenprogrammierung

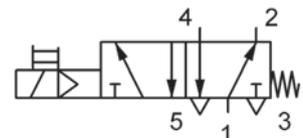
Damit Sie nicht direkt in die Programmierung der Schrittkette für die Sortieranlage einsteigen müssen, beginnen Sie mit der Schrittkette für eine Presse, die auf wenige Aktoren und Sensoren reduziert wurde.



Symboltabelle der Presse

Symbol	Adresse	Typ	Beschreibung
M1	A4.0	BOOL	Ventil zum Zylinder „Presse nach unten fahren“
P1	A4.1	BOOL	Leuchtmelder, weiß, "Anlage bereit"
P2	A4.2	BOOL	Leuchtmelder, weiß, "Werkstück entnehmen"
P3	A4.3	BOOL	Leuchtmelder, weiß, "Schutzgitter offen"
F0	E0.0	BOOL	Not-Aus-Relais F0 freigegeben
S1	E0.1	BOOL	Taster "Pressen" (S)
B1	E0.2	BOOL	Sensor Schutzgitter geschlossen (S)
B2	E0.3	BOOL	Sensor Presse oben (S)
B3	E0.4	BOOL	Sensor Presse unten (S)

Ventil der Presse



Funktionsbeschreibung der Presse

Die Presse geht in den Zustand „Anlage bereit“, wenn der Not-Aus quittiert wurde (F0=1), der Zylinder M1 oben (B2=1) und das Schutzgitter geschlossen ist (B1=1).

Anschließend wird der Taster S1 „Pressen“ betätigt. Die Presse wird über ein federrückgestelltes 5/2-Wegeventil angesteuert, so dass die Kolbenstange solange ausgefahren wird, wie der Ausgang A4.0 angesteuert wird.

Wenn die Presse die untere Stellung (B3=1) erreicht, so soll die Presse für 1 Sekunde in dieser Position verbleiben.

Die Presse fährt dann automatisch nach oben und der Leuchtmelder P2 „Werkstück entnehmen“ leuchtet.

Wurde das Schutzgitter (B1=0) geöffnet, so erlischt anschließend der Leuchtmelder „Werkstück entnehmen“ und die Anlage kann über das Schließen des Schutzgitters wieder in den Zustand „Anlage bereit“ gelangen.

Das Öffnen des Schutzgitters oder die Betätigung des Not-Aus während des Programmablaufs setzt die Schrittkette und somit die Aktorik zurück!

Auftrag 7.2

Erweiterung der Anlage um ein Handbedienfeld



Die Produktion wünscht eine Bedienmöglichkeit der Anlage direkt am Band und nicht über die Taster im Schaltschrank.

Es gibt noch keine Entscheidung, wie das Bedienfeld an die SPS angeschlossen werden soll. Die Ein- und Ausgänge an der SPS sind alle belegt, so dass das Bedienfeld nicht ohne weiteres angeschlossen werden kann.

Die Erweiterung der Ein- und Ausgänge ist theoretisch auf unterschiedliche Art und Weise möglich:

- über eine weitere SPS-Karte mit Ein- und Ausgängen oder
- über ein Feldbusmodul (Bussystem INTERBUS, PROFIBUS, AS-Interface oder ...)

Es sollen kleine Teams (3 bis 4 Personen) gebildet werden, die sich mit den möglichen Vor- und Nachteilen auseinandersetzen.

**Einstieg in die
Feldbustechnologie mit
zusätzlichen Präsentationen
auf der DVD**

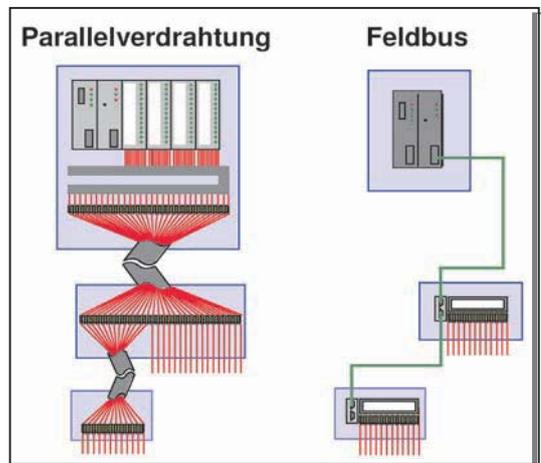
Als Einstieg in die Technologie der Feldbussysteme dienen die folgende Beschreibung sowie die Präsentationen im Projektverzeichnis.



Als Sie die Arbeit mit der Speicherprogrammieren Steuerung (SPS) begannen, haben Sie wahrscheinlich eine SPS mit einer oder mehreren Ein- und Ausgangskarten verwendet. Diese Ein- und Ausgangskarten werden direkt an die SPS gesteckt, wie es in der Abbildung unter dem Begriff „Parallelverdrahtung“ dargestellt ist.

Bei der Parallelverdrahtung geht man von den SPS-Anschlussklemmen meistens mit einzelnen Adern (rot dargestellt) auf eine weitere Klemmschiene im Schaltschrank. Von dieser Klemmschiene im Schaltschrank geht es dann häufig weiter auf Unterverteiler und von dort auf die Sensorik und Aktorik oder auf weitere Unterverteiler.

Der Nachteil dieser Lösung ist der hohe Verdrahtungsaufwand mit vielen Klemm-punkten, die zum einen Kosten verursachen und bei der Installation zu Fehlern führen können. Im Störfall kann eine Fehlersuche dann schwierig werden.



Um diese Nachteile aufzuheben, wurden „**Feldbussysteme**“ entwickelt, die die Ein- und Ausgangskarten weg von der SPS direkt vor Ort an die Sensorik und Aktorik gebracht haben. Diese Feldbusmodule gibt es in unterschiedlichster Ausführung, z. B. in verschiedenen Schutzarten, so dass diese im Schaltkasten oder direkt an der Maschine vor Ort montiert und angeschlossen werden können. Rechts ist eine Applikation der Fa. Phoenix Contact dargestellt, bei der die Sensorik über M8-Steckverbinder an das grüne Feldbusmodul angeschlossen wird.



Mit der Feldbustechnik muss man nicht mehr mit vielen Drähten parallel in die Anlage hinein verdrahten. Mit einer Feldbusleitung können die Signale zwischen den einzelnen Ein- und Ausgangsmodulen und der SPS übertragen werden.



Vergleichen kann man diese Technologie mit der Tastatur am PC. Bei der Tastatur ist nicht jede einzelne Taste mit dem PC verbunden. Es werden die Signale in der Tastatur von einem kleinen Microcontroller erfasst und an den PC wird über die Leitung die Tastennummer der betätigten Taste gesendet.

Da viele Hersteller an der Feldbustechnologie zum Teil unabhängig von-einander gearbeitet haben, entstanden unterschiedliche Feldbussysteme.



Im industriellen Umfeld in Maschinen und Anlagen finden Sie unter anderem die Feldbussysteme PROFIBUS, INTERBUS, AS-Interface, CANopen, DeviceNet ...

In der Gebäudeautomatisierung sind z. B. LON und EIB anzutreffen.

Die verschiedenen Feldbussysteme setzen auf unterschiedlichen Technologien bei der Datenübertragung auf. So unterscheiden sich die eingesetzten Leitungen, die Geschwindigkeit bei der Datenübertragung, die Steckverbinder zu den Geräten,

Um einen Überblick über die technologischen Grundbegriffe zu erhalten, sollten Sie sich die Präsentation „Einführung Feldbussysteme.ppt“ im Projektverzeichnis ansehen.





Zeitplanung und Regeln für die Besprechung



Zeitplanung der Sitzung zur Erweiterung der Sortieranlage

0. – 5. Minute: (5 Minuten)	Begrüßung und Einleitung + Einteilung in die Teams
5. – 35. Minute: (30 Minuten)	Zusammenstellen der benötigten Informationen in den Teams
35. – 50. Minute: (15 Minuten)	Erstellen der Präsentationen
50. – 80. Minute: (30 Minuten)	Präsentationen durch die Teams
80. – 90. Minute: (10 Minuten)	Diskussion u. Bewerten der Ergebnisse in der Abteilung

Besprechungsregeln

1. Der Moderator leitet die Besprechung.
2. Mobiltelefone sind ausgeschaltet.
3. Wir beginnen pünktlich zur angegebenen Zeit.
4. Jeder kommt vorbereitet in die Besprechung.
5. Wir konzentrieren uns auf das Thema.
6. Wir lassen andere ausreden.
7. Jeder spricht für sich und nicht für andere.
8. Wir bleiben fair (kein Mobbing).
9. Jeder ist für das Ergebnis mitverantwortlich.
10. Privatgespräche finden in den Pausen statt.



Bei Besprechungen (Meetings) kommen zum Teil viele Mitarbeiter zusammen, um über verschiedene Themen zu beraten, um Entscheidungen zu treffen oder um sich abzustimmen. Dadurch stellen Besprechungen einen nicht zu vernachlässigenden Kostenfaktor für ein Unternehmen dar.

Daher sollten Besprechungen gut geplant und vorbereitet sein, diszipliniert ablaufen und zu konkreten Ergebnissen und Entscheidungen führen.

Zu jeder Besprechung sollte ein Protokoll erstellt werden, welches die Ergebnisse, Verantwortlichkeiten und Zeiten zur Umsetzung der einzelnen Aufgabenpakete festhält.

Zur Durchführung Ihrer Besprechungen stehen Ihnen auf der DVD folgende Dokumente zur Verfügung:

Zeitplanung Besprechung.doc und Besprechungsregeln.doc

Ggf. macht es Sinn, die Zeitplanung und die Besprechungsregeln groß ausgedruckt für jede/jeden im Raum aufzuhängen.

PowerPoint-Präsentationsvorlage

Die Präsentationsvorlage liegt im Projektverzeichnis unter dem Namen „Präsentationsvorlage.ppt“. Arbeiten Sie in diese Präsentationsvorlage Ihre Ergebnisse ein, wenn mit PowerPoint gearbeitet wird.



Bewertung des Feldbussystems:

Bitte ergänzen (PROFIBUS ...)!

Team: Bitte Namen ergänzen

Eignung der Technologie

1. Eignung der Technologie:

- Kriterium 1
- Kriterium 2
-

Kosten der Lösung

2. Benötigte Komponenten/Aufwände mit Preis:

- Position 1
- Position 2
- Position 3
-

3. Gesamtkosten:

Weitere Kriterien

4. Weitere Kriterien für/gegen diese Lösung

- Position 1
- Position 2
- Position 3
-

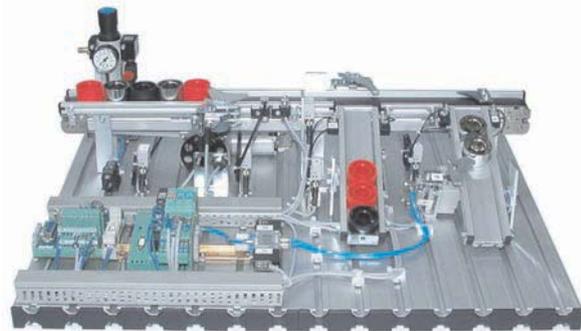
Unterstützendes Material wie Zeitplanung, Präsentationsvorlagen ... auf der DVD

Projekt 8:

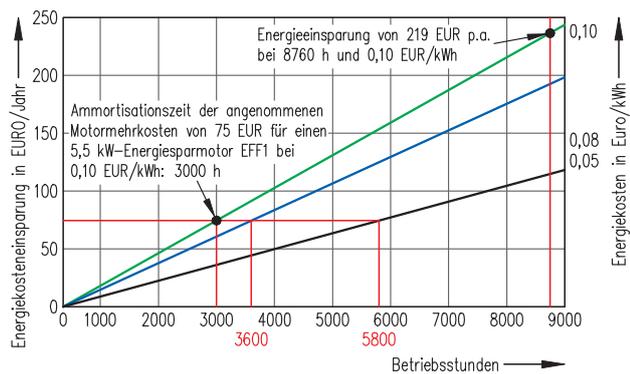
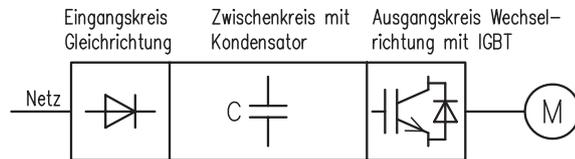
Antriebssysteme auswählen und integrieren



$$M_n = \frac{P_{ab} \cdot 9549}{n_n}$$



1	SEW-EURODRIVE	
2 Typ	WAF10DT56M4/TF	
3 3~ Mot.	4 Nr.:	
5 Y 400 V	6 0,28	
7 0,09 kW	8 S1	9 cos φ 0,68
10 1300/79 1/min	11 50 Hz	
12 Isol.-Kl. F	13 IP	14 4,5 kg
15	DIN VDE 0530	



Auftrag 8.5

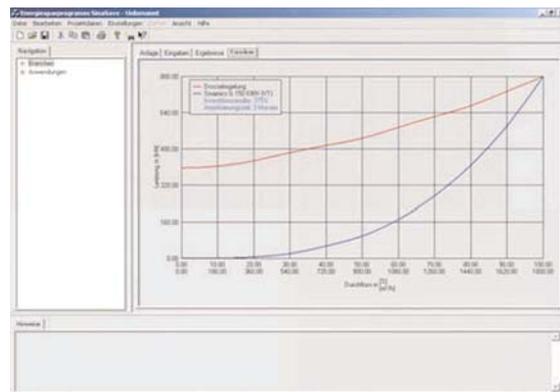
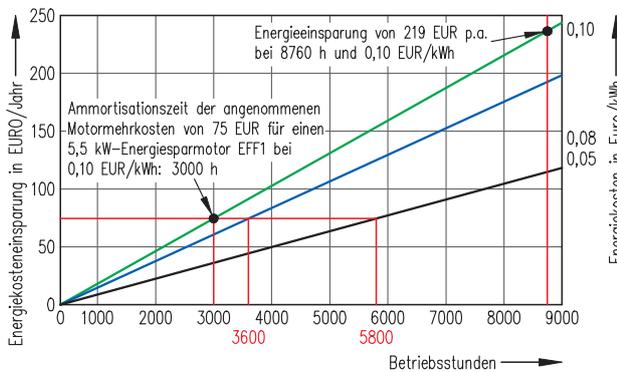
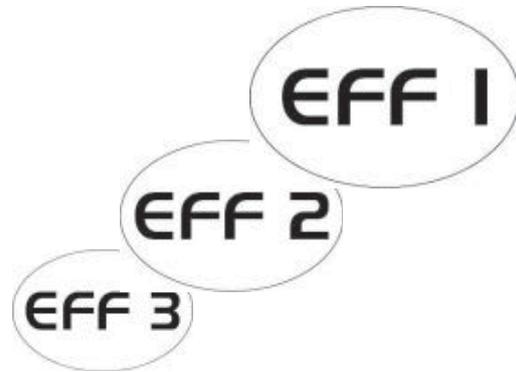
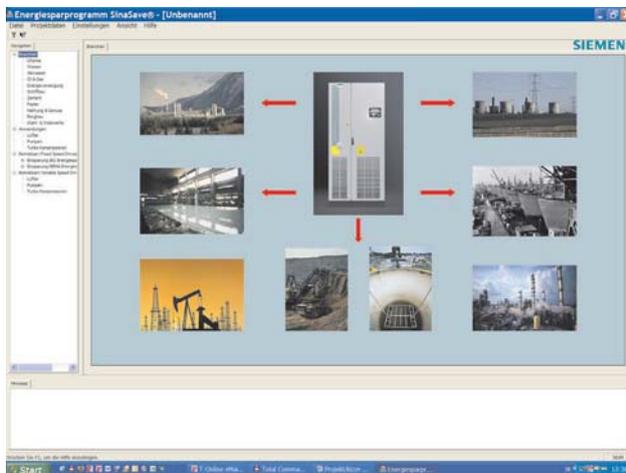
Energiemanagement



- Energieeinsparung in der Antriebstechnik
- EU/CEMEP Klassifizierung
- Energiekostenermittlung
- Berechnen der Energieeinsparung mit SinaSave

In der industriellen Antriebstechnik wird es zunehmend wichtiger, Motoren einzusetzen, die bei gleicher Leistungsstärke weniger Energie benötigen.

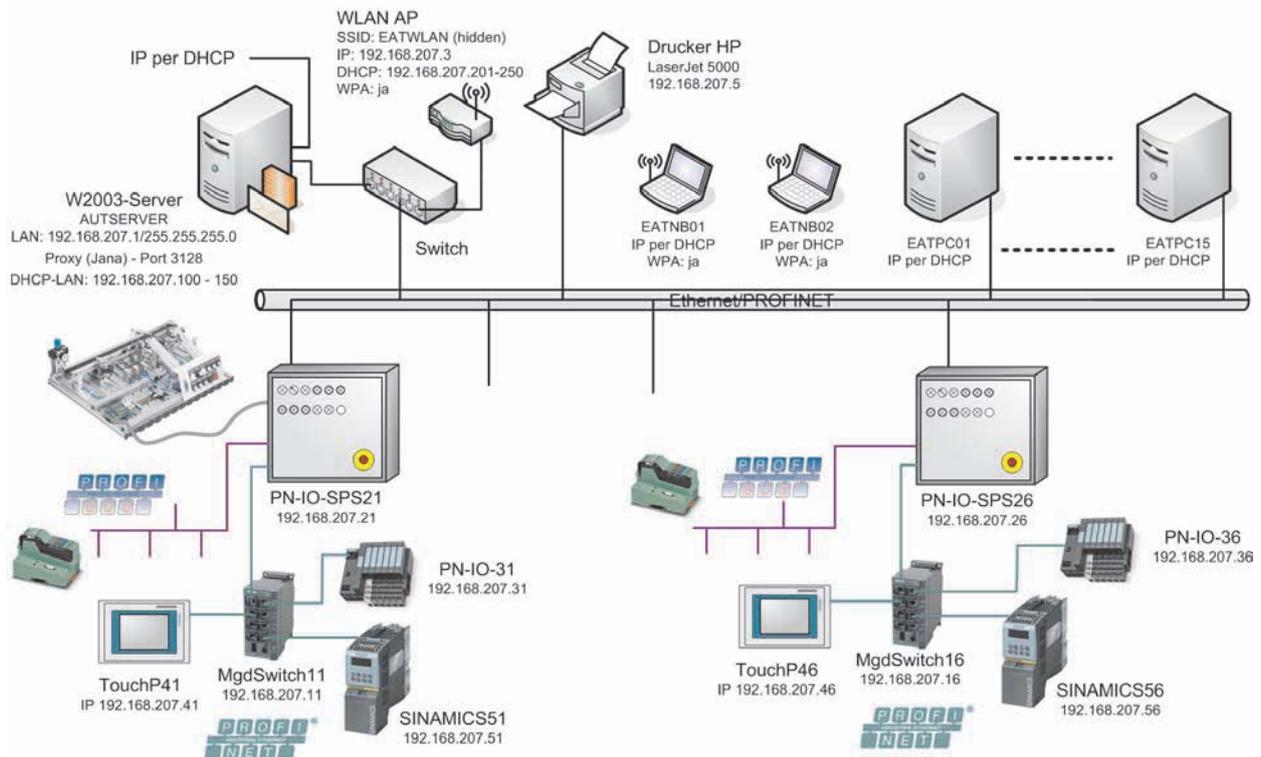
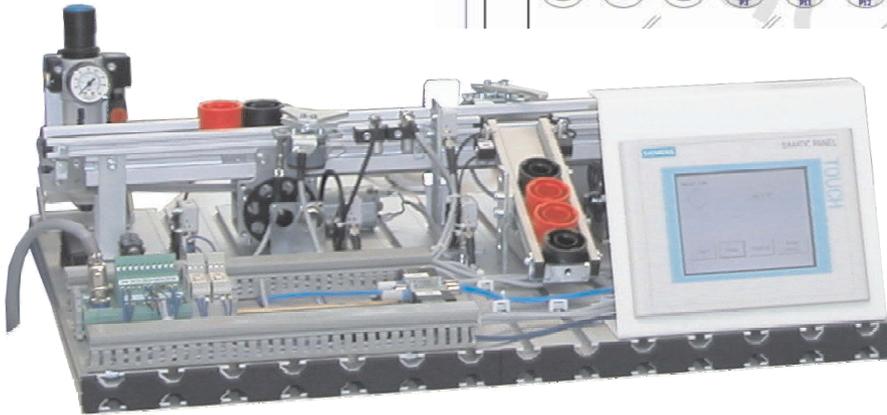
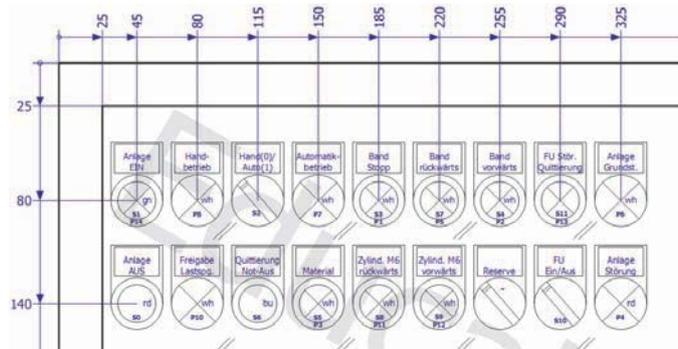
In diesem Auftrag geht es um die Potenziale der Energieeinsparung in Antriebssystemen. Sie begründen, warum die Energieeinsparung auch in der Antriebstechnik ein wichtiges Thema ist. Dabei lernen Sie das Motorenwirkungsgrad-Klassifizierungsschema der EU kennen und vergleichen Lebenszykluskosten und Amortisationszeiten. Sie übersetzen Texte ins Englische. Sie berechnen Energieeinsparungen mit der Software SinaSave und stellen die Ergebnisse in einer Präsentation dar.



Aufgreifen wichtiger Forderungen wie der Energieeffizienz

Projekt 9:

Die Sortieranlage in Steuerungs- und Kommunikationssysteme integrieren

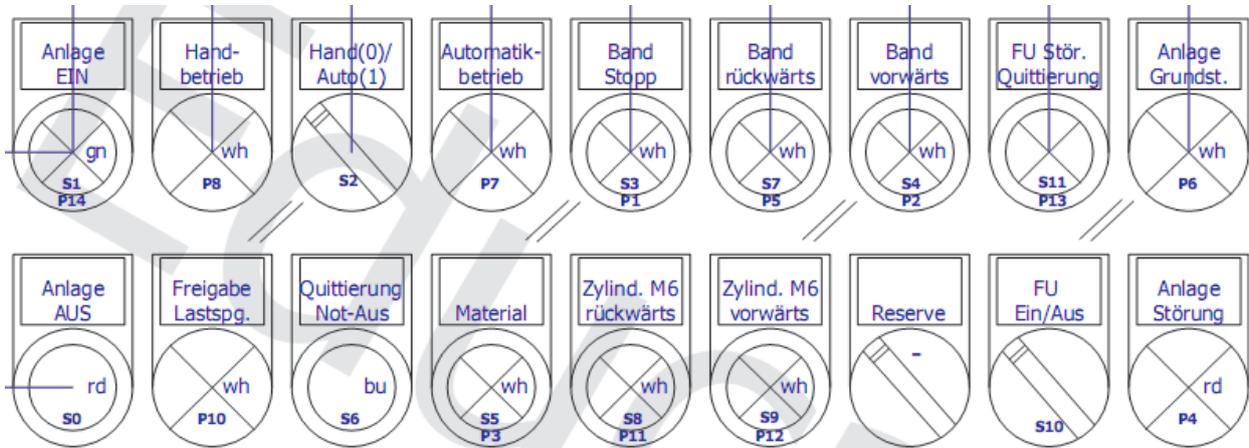


Aufgabe 9.1.1

Planen der Visualisierung



Sie beginnen mit einer Auftragsanalyse. Geben Sie an, welche weiteren Informationen Sie benötigen, um den Auftrag umsetzen zu können. Weiterhin sollen Sie kurz beschreiben, wie Sie die Vorgehensweise zur Umsetzung des Auftrags planen.



Benötigte Informationen:

Planung der Vorgehensweise zur Umsetzung der Aufgabenstellung durch die Auszubildenen

Geplante Vorgehensweise:

Im Lehrerbuch ist an den leeren Stellen eine Beispiellösung dargestellt.

WinCC flexible Quick Start

Schritt 1: Legen Sie fest, welche Funktionen über die Visualisierung bedient werden sollen.

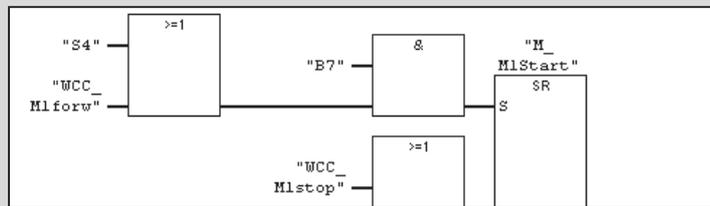
Sollen z. B. die aktuellen Taster des Bedienfelds auch über die Visualisierung abgedeckt werden, so bietet es sich ggf. an, die Variablen in der Visualisierung analog der Reihenfolge der Symbolik in STEP7 umzusetzen. Bitte belegen Sie das Merkerbyte 30 zum Datenaustausch mit WinCC flexible.

Symbol	Adresse	Datentyp	Kommentar
S2	E 0.1	BOOL	Wahlschalter Hand(0)/Automatik(1)-betrieb Bedienfeld
S3	E 0.2	BOOL	Leuchttaster "Stopp" (Ö)
S4	E 0.3	BOOL	Leuchttaster "Band M1 vorwärts" (S)
S5	E 0.4	BOOL	Leuchttaster "Mat...
S7	E 0.5	BOOL	Leuchttaster "Ban...
S8	E 0.6	BOOL	Leuchttaster "Zylind...
S9	E 0.7	BOOL	Leuchttaster "Zylind...

Variable	Adresse	Datentyp	Kommentar
WCC_M1stop	M 30.2	BOOL	Anlage
WCC_M1forw	M 30.3	BOOL	Band v
WCC_Mat	M 30.4	BOOL	Materi
WCC_M1back	M 30.5	BOOL	Band r
WCC_M6back	M 30.6	BOOL	Zylinder M6 zurück über WinCC
WCC_M6forw	M 30.7	BOOL	Zylinder M6 vor über WinCC

Leitfäden zum schnellen Einstieg in neue Technologien

Da auf die Eingänge der SPS von der Visualisierung aus nicht schreibend zugegriffen werden kann, kann zu diesem Zweck in Merker oder Datenbausteine geschrieben werden.



Schritt 2: Bedienung über die Visualisierung im SPS-Programm einfügen.

Soll die Bedienung über die Visualisierung, den gleichen Rang wie die Bedienung über Taster haben, so kann dies ggf. über eine ODER-Funktion realisiert werden.

Schritt 3: Bediengerät in der Visualisierung festlegen.

In der Visualisierungssoftware muss festgelegt werden, auf welcher Hardware die Visualisierung laufen soll. Durch die Festlegung des Bediengerätes werden auch mögliche Visualisierungsoptionen freigeschaltet. So können nur auf einem Bediengerät mit Farbdisplay auch farbige Leuchtmelder projiziert werden, Bediengerät zum Beispiel Siemens TP177B color PN/DP.

Schritt 4: Verbindung zwischen Bediengerät und Steuerung projektieren (Projektfenster -> Bediengerät -> Kommunikation -> Verbindungen)

Sie müssen in der Visualisierungssoftware die Verbindung zwischen Bediengerät und SPS projektieren. Mögliche Verbindungen können zum Beispiel über die MPI, PROFIBUS-DP oder Ethernetschnittstelle laufen. Die Verbindung kann jedoch auch später noch angepasst werden. Legen Sie bitte die Parameter der Verbindung fest, z. B. dass sich die SPS auf dem Steckplatz 2 befindet.

Name	Kommunikationstreiber	Online	Kommentar
Verbindung_1	SIMATIC S7 300/400	Ein	Verbindung zw. TP 177B und SPS

Parameter Bereichszeiger

TP 177B color PN/DP Schnittstelle IF1 B Station

Bediengerät		Netzwerk		Steuerung	
Type	Baudrate	Profil	Höchste Stationsadr.	Adresse	Steckplatz
<input type="radio"/> TTY	187500	MPI	31	2	2
<input type="radio"/> RS232	Adresse		Anzahl der Master	Baugruppenträger	
<input type="radio"/> RS422	1		1	0	
<input type="radio"/> RS485	Zugangspunkt				
<input type="radio"/> Simatic	57ONLINE				
	<input checked="" type="checkbox"/> Einziger Master am Bus			<input checked="" type="checkbox"/> Zyklischer Betrieb	

Hinweis: Soll die SPS über PLCSIM in Zusammenspiel mit der Visualisierung simuliert werden, so kann nicht mit der Schnittstelle Ethernet gearbeitet werden.

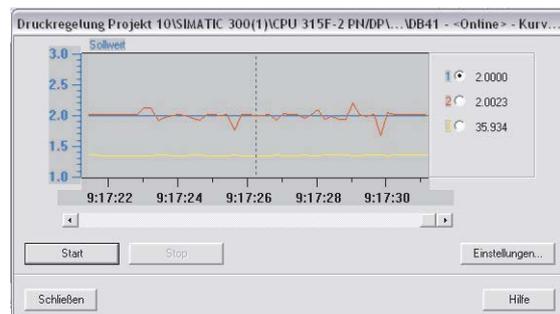
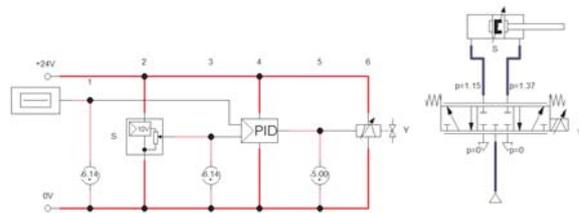
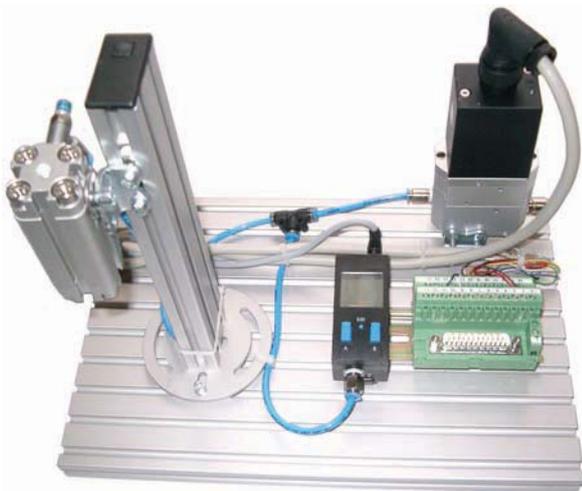
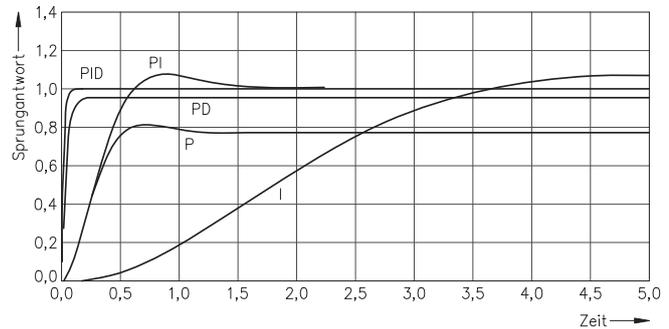
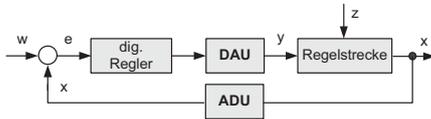
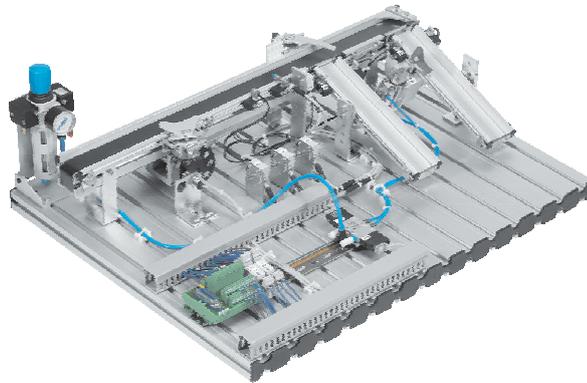
Schritt 5: Die Variablen definieren (Projektfenster -> Bediengerät -> Kommunikation -> Variablen)

Damit die Visualisierung auf die SPS zugreifen kann, müssen Variablen unter WinCC flexible definiert werden. Dies kann zum Beispiel der Merker M30.3 sein, der das Band starten soll.

Name	Verbindung	Datentyp	Adresse	Array...	Erfass...	Kommentar
M1_forw	Verbindung_1	Bool	M 30.3	1	1 s	Motor M1 starten

Projekt 10:

Automatisierungssysteme in Betrieb nehmen und übergeben



Projekt 10

Auftrag 10.0

Projektstart



- Vorstellung des Projektes

Dieses Projekt besteht aus zwei Teilprojekten:

Im **Teilprojekt 10.1** analysieren Sie STEP7 Programme und passen diese an veränderte Betriebsbedingungen an. Sie betreiben die Sortieranlage mit unterschiedlichen Drehzahlen, die über den Frequenzumrichter Sinamics G120 realisiert werden. Der Frequenzumrichter wird dabei von der SPS wahlweise direkt über den PROFIBUS wie auch über PROFINET betrieben.

Im **Teilprojekt 10.2** befassen Sie sich mit der Druckregelung eines Einpressautomaten. Hierbei arbeiten Sie sich in die Grundlagen der Regelungstechnik ein und festigen Ihr Wissen durch verschiedene Aufgabenstellungen. Sie führen eine softwaremäßige Lageregelung mit der Software FluidSIM der Firma Festo durch. Danach realisieren Sie eine softwaregesteuerte Druckregelung mit der SPS und dem S7 Tool PID-Control. Zum Projektabschluss dokumentieren Sie alle erarbeiteten Unterlagen.

Projektauftrag 10.1 Frequenzumrichter mit der SPS betreiben

Auftrag 10.1.1

Frequenzumrichter mit der SPS in Betrieb nehmen



- Analyse eines SPS-Programms
- Inbetriebnahme der Sortieranlage

Aufgabe 10.1.1.1

Analyse eines SPS-Programms für einen Motor mit zwei Drehzahlen



- Analysieren Sie das Programm zur Steuerung des Bandmotors mit zwei Drehzahlen.
- Gegeben sind die Netzwerke des Programms.
- Fügen Sie Kommentare für die einzelnen Netzwerke ein. Erstellen Sie eine Funktionsbeschreibung.

Ergebnis: Netzwerk 1	Kommentar
	<div style="background-color: yellow; padding: 10px; border: 1px solid gray; text-align: center;"> <p>Theoretische und praktische Aufgaben zur Programmierung</p> </div>

Die Steuerung ist nach DIN 19226 ein Vorgang in einem System, bei dem eine oder mehrere Eingangsgrößen eine oder mehrere Ausgangsgrößen aufgrund der dem System eigentümlichen Gesetzmäßigkeiten beeinflussen.

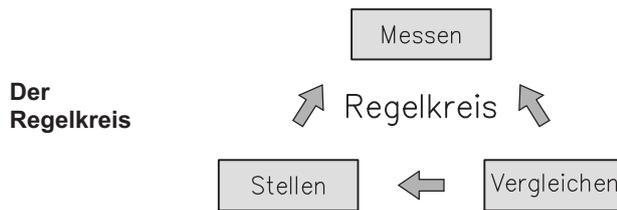
Regelung

Bei einer Regelung ist der Wirkungsablauf geschlossen, Störungen werden ausgeregelt.

Bei einem geregelten Gleichstrommotor bedeutet dies, dass bei Laständerung und damit einhergehender Drehzahländerung, die Drehzahl über einen Regelkreis konstant gehalten werden kann. Dazu wird eine Rückkopplung benötigt, um die Spannung so zu verstellen, dass die Drehzahl konstant bleibt. Die Rückkopplung ist das Kennzeichen einer Regelung.

Die Regelung ist nach DIN 19226 ein Vorgang in einem System, bei dem die zu regelnde Größe (Regelgröße) fortlaufend erfasst, mit einer anderen Größe (Führungsgröße) verglichen und abhängig vom Resultat dieses Vergleiches an die Führungsgröße angepasst wird.

Bei einer Regelung wird eine Änderung der Ausgangsgröße ständig überwacht und entsprechend korrigiert.



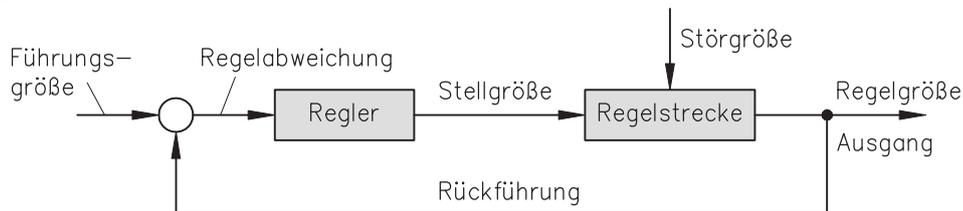
Übersichtliche Darstellung wichtiger Grundbegriffe

Messen: Die Regelgröße wird direkt oder von Sensoren gemessen.

Vergleichen: Der Wert der Regelgröße wird mit dem Sollwert verglichen. Die Differenz ist die Regelabweichung.

Stellen: Aus der Regelabweichung wird unter Berücksichtigung der dynamischen Eigenschaften der Regelstrecke die Stellgröße bestimmt.

Ein vereinfachtes Blockschaltbild eines Regelkreises, wie es oft in der Regelungstechnik verwendet wird, ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt. Ein Regelkreis besteht entsprechend der Abbildung aus den Hauptteilen Regler und Regelstrecke.



Regler: Ist der Teil des Regelkreises, der unter Berücksichtigung der dynamischen Eigenschaften der Regelstrecke aus der Regelabweichung die Korrekturmaßnahmen zum Ausregeln ergreift.

Regelstrecke: Ist der Teil des Regelkreises, der vom Regler ausgeregelt werden soll.

Führungsgröße (Sollwert) w : Vorgegebener Wert, auf dem die Regelgröße durch die Regelung gehalten werden soll. Sie ist eine von der Regelung nicht beeinflusste Größe und wird von außen zugeführt.

Regelgröße (Istwert) x : Ist die Ausgangsgröße der Regelstrecke, die zum Zweck des Regelns erfasst und zum Vergleich rückgeführt wird. In vielen Fällen ist in der Rückführung noch eine Messeinrichtung (Sensor) gezeichnet, die den Istwert erfasst, hier der Einfachheit halber weggelassen.

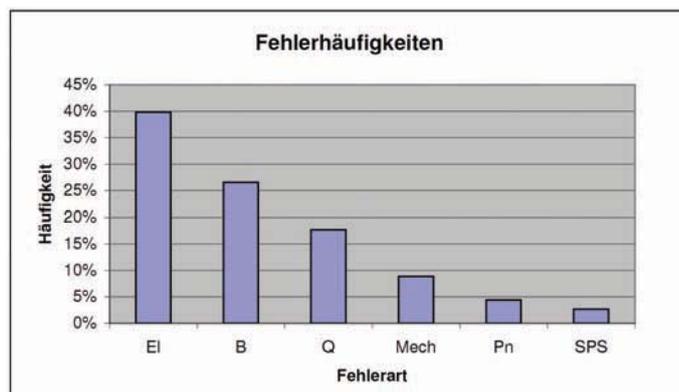
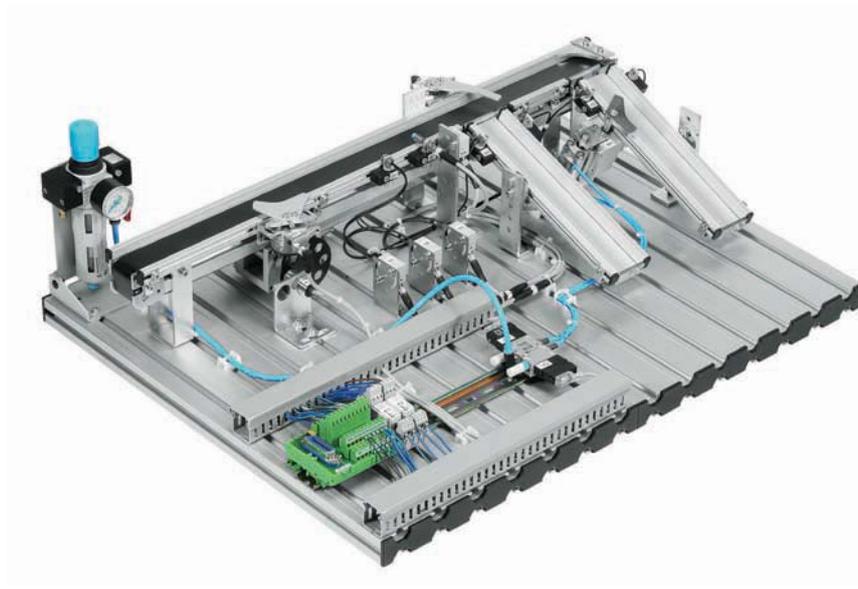
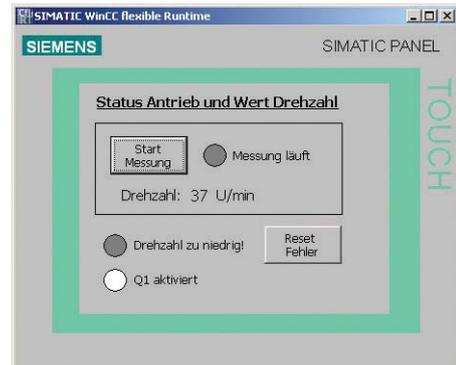
Regelabweichung e : Die Differenz zwischen Führungsgröße und Regelgröße $e = w - x$, bildet die eigentliche Eingangsgröße des Reglers.

Stellgröße y : Ausgangsgröße der Regeleinrichtung und zugleich Eingangsgröße der Strecke. Sie überträgt die steuernde Wirkung des Reglers auf die Strecke.

Störgröße z : Eine von außen wirkende Größe, die eine Änderung des Istwertes der Regelgröße bewirkt und einen Regelvorgang auslöst.

Projekt 11:

Die Sortieranlage in Stand halten und optimieren



Aufgabe 11.1.3

Ursache-Wirkungs-Diagramm

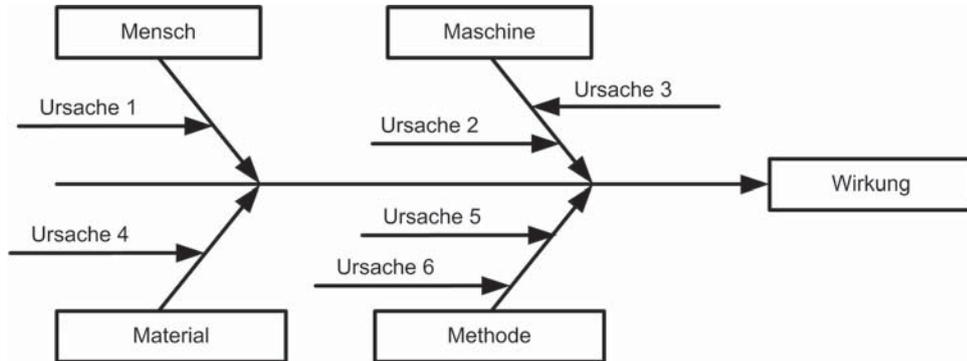


Für die Analyse von Ursachen für ein unerwünschtes Verhalten gibt es verschiedene Methoden, mit denen man systematisch nach Ursachen forschen kann.

Eine Methode ist das Ursache-Wirkungs-Diagramm, welches auch unter dem Namen Fischgrätendiagramm, Fishbone-Analyse oder Ishikawa-Diagramm geführt wird.



Die Methode verdankt Ihren anschaulichen Namen „Fischgrätendiagramm“ der grafischen Anordnung der einzelnen Elemente.



Bei der Ursache-Wirkungs-Analyse wird davon ausgegangen, dass jede Wirkung bestimmte Ursachen haben kann. So kann in dem Fall „Band stoppt“ die Ursache darin liegen, dass z. B. der Antrieb defekt ist oder der Mensch die Anlage falsch bedient hat. Beide Ursachen kommen aus verschiedenen Feldern, in einen Fall ist die Maschine die Ursache und im anderen Fall der Mensch.

Das Ursache-Wirkungs-Diagramm bietet einige Vorteile:

- Strukturierte Vorgehensweise zur Analyse von Problemen
- Anschauliche Darstellung der Ursachen für Probleme
- Abhängigkeiten zwischen unterschiedlichen Ursachen können leichter erkannt werden
- Bewährtes Instrument für die Problemanalyse in Teams
- Gute Möglichkeit zur Zusammenführung von Mitarbeitern aus unterschiedlichen Abteilungen

Einführung von neuen Methoden an einfachen Beispielen

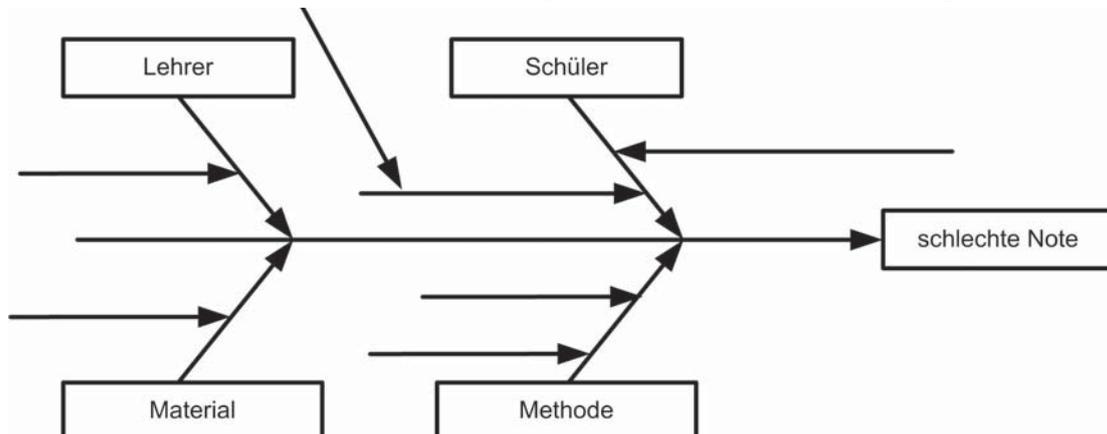
Die Vorgehensweise bei der Ursache-Wirkungs-Analyse ist wie folgt:

1. Problem eindeutig beschreiben! (Wirkung)
2. Festlegung der Hauptursachen, die näher untersucht werden sollen.
Zum Beispiel die 5 M: Mensch, Maschine, Material, Methode, Management
3. Nebenursachen im Team zusammentragen und den Hauptursachen zuordnen.
4. Diskussion und Bewertung des erstellten Diagramms.

Zur Veranschaulichung soll ein Beispiel aus Ihrem direkten Umfeld genommen werden: schlechte Note. Eine schlechte Note kann unterschiedliche Hauptursachen haben: Lehrer, Schüler, Material oder Methode.

Aufgabe:

Finden Sie Ursachen für eine schlechte Note und tragen Sie diese in das Ursache-Wirkungs-Diagramm ein.



Hinweis: Auf der DVD im Projektverzeichnis liegt die Vorlage als MS-Visio-Datei „U-W-Diagramm.VSD“.



Auftrag 11.2

Maßnahmen gegen Anlagenstillstände



Um die Anlagenstillstände zu minimieren, erfolgte im ersten Schritt die Identifikation der Probleme und ihrer Ursachen. Kennt man die Ursachen, so können Maßnahmen getroffen werden, die zukünftige Anlagenstillstände verhindern bzw. reduzieren können.

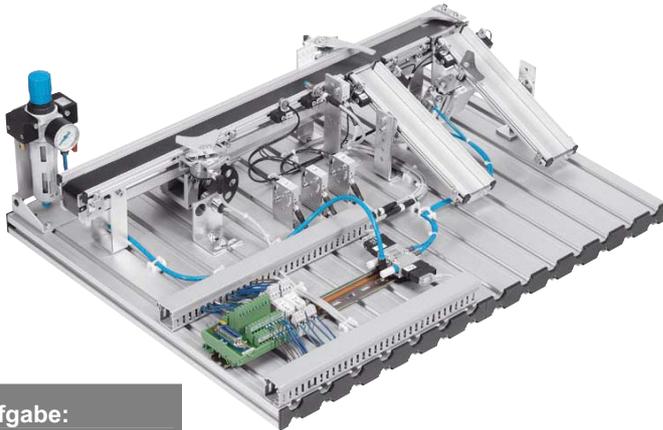
Aufgabe 11.2.1

Wartungsscheckliste



Eine Maßnahme zur Reduzierung von ungewollten Produktionsstillständen ist die regelmäßige Wartung der Maschine.

Welche Bauteile würden Sie in der Sortieranlage regelmäßig überprüfen und wie sehen die Prüfkriterien zur Überprüfung aus?



Aufgabe:

Vervollständigen Sie die nachfolgende Wartungsscheckliste.

Nr.	Bauteil	Kriterium zur Überprüfung
1	Förderband	Beschädigungen, Verschleiß, Verschmutzung
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

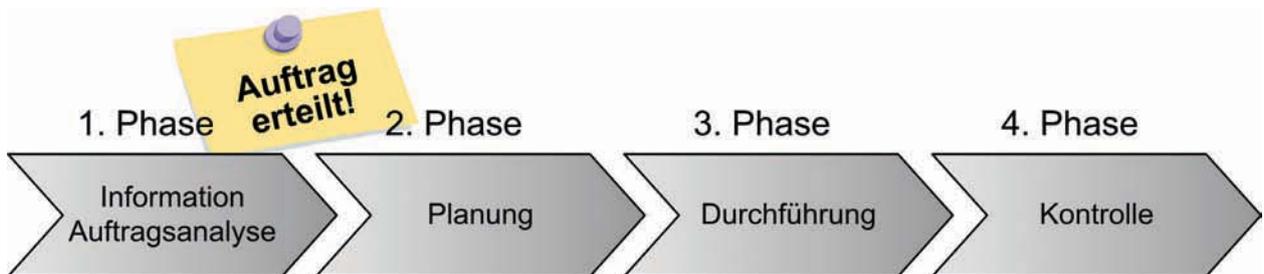
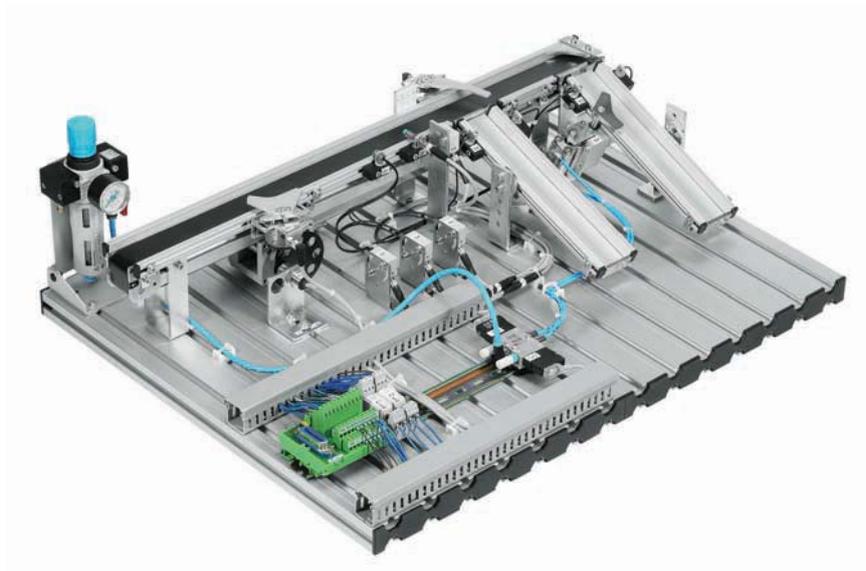
Checklisten zur direkten Bearbeitung im Projektbuch

Projekt 12:

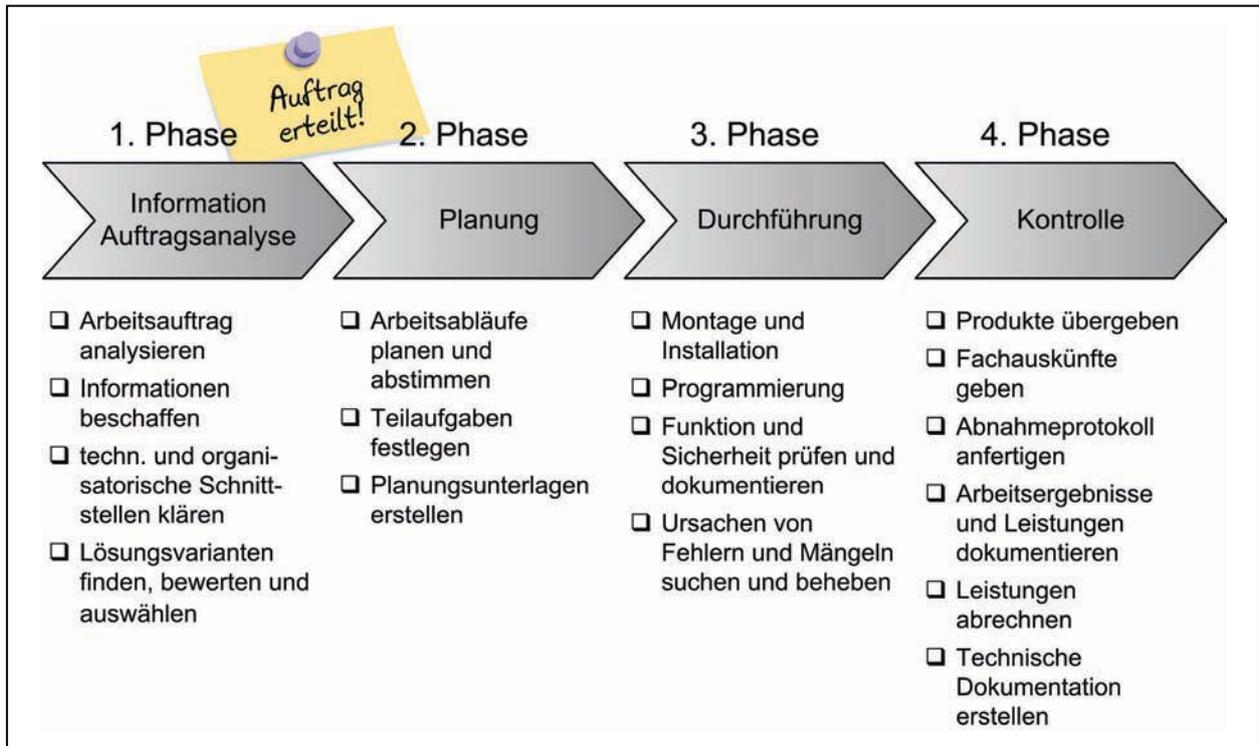
Einen Handlingsautomaten planen und realisieren



Projekt zur Vorbereitung auf den betrieblichen Auftrag



Das Projekt unterteilt sich in vier Projektphasen, die ebenfalls beim betrieblichen Arbeitsauftrag im Rahmen der IHK-Abschlussprüfung im Teil 2 durchlaufen werden. Daher bietet Ihnen dieses Projekt eine sehr gute Vorbereitung auf Ihre geplante Qualifizierung.



Aufgabe 12.1.1

Auftragsanalyse

Sie beginnen in der Informationsphase mit einer Auftragsanalyse. Geben an, welche Informationen Sie benötigen und welche Tätigkeiten aus Ihrer Sicht anfallen.

Ergebnis:

Projektdurchlauf in allen vier Phasen der vollständigen Handlung



Aufgabe 12.2.5

Werkzeug- und Prüfmittelliste erstellen

Um Ihren Auftrag durchzuführen, benötigen Sie unterschiedliche Werkzeuge und Prüfmittel.

Um vor Ort alle benötigten Werkzeuge zur Verfügung zu haben, sollte im Vorfeld eine Werkzeug- und Prüfmittelliste erstellt werden. Damit kann die Wahrscheinlichkeit, dass benötigtes Werkzeug bei der Auftragsdurchführung fehlt und es zu unnötigen Fahrten oder Fußwegen kommt, reduziert werden.

Da ein Kollege aus Spanien zu Gast ist, sollen Sie ihm die dargestellten Werkzeuge in die englische Sprache übersetzen. Schreiben Sie unter die abgebildeten Werkzeuge die englischen Fachbegriffe.



Abisolierzange



Kabelmesser



Crimpzange



Englischsprachige
Aufgabenstellungen



Kombizange



Schieblehre



Seitenschneider



Spitzzange



Inbusschlüssel



Spannungsprüfer



Schraubendreher



Wasserpumpenzange



Schraubenschlüssel



Maßband



Mikroseitenschneider



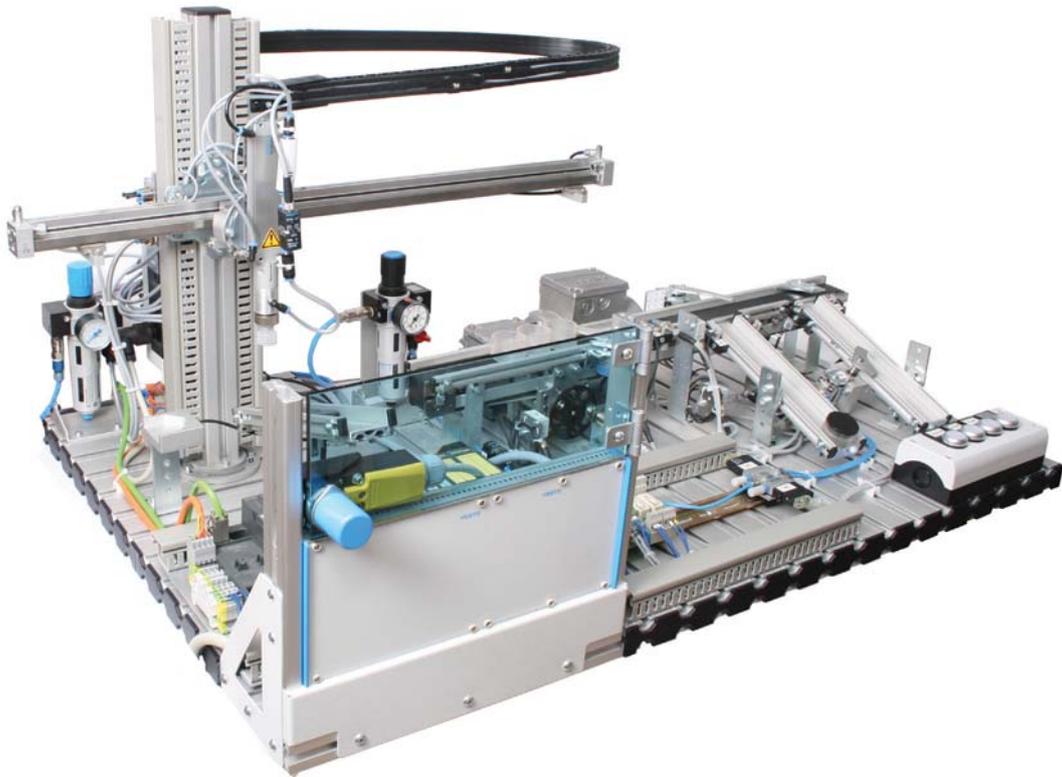
Multimeter



Aufgabe:

1. Erklären Sie Ihrer Kollegin bzw. Ihrem Kollegen auf Englisch, wozu die Werkzeuge verwendet werden. Nutzen Sie bei der Erklärung das Passiv, z. B. „A hammer is used for hitting nails.“.
2. Erstellen Sie eine Liste mit den für den Auftrag benötigten Werkzeugen und Prüfmitteln in deutscher und englischer Sprache.

Hinweis: Unter Prüfmitteln versteht man Multimeter, Installationstester, Schieblehre, ...



Projekt zur
Sicherheitstechnik mit
PROFIsafe-Technologie



Projekt Safety: Eine Sicherheitstür integrieren

In dem Projekt Safety soll eine Schutztür in die Handlingsstation integriert werden. Wird die Schutztür geöffnet, so soll der Handlingsvorgang sicherheitsgerichtet gestoppt werden.

Die Anforderungen, die Ihr Abteilungsleiter an die Anlagenerweiterung stellt, sind in dem Lastenheft auf der folgenden Seite zusammengefasst.

Der Projektablauf sieht wie folgt aus und konzentriert sich auf die Analyse einer Umsetzung mit der PROFIsafe-Technologie.

Projektablaufplan		
S	Projektstart	<ul style="list-style-type: none"> Vorstellung des Projektes und des Projektablaufs
S.1	Auftragsanalyse	
	Auftragsanalyse	<ul style="list-style-type: none"> Analyse des Lastenheftes Analyse des Technologieschemas und des Schaltplans
	Analyse der Aktorversorgung	<ul style="list-style-type: none"> Auswirkungen der Abschaltung und gefährliche Anlagenzustände
S.2	Analyse der Sicherheitslösung	
	Risikoanalyse	<ul style="list-style-type: none"> Risikograph nach ISO 13849-1 Sicherheitsanalyse nach IEC 62061
	Analyse der Installation	<ul style="list-style-type: none"> Installation der fehlersicheren Module
	Analyse der ET 200S	<ul style="list-style-type: none"> Aufbau einer PROFIsafe Station
	Analyse der Programmierung	<ul style="list-style-type: none"> Konfiguration der fehlersicheren Module Programmierung des fehlersicheren Prgramms
S.3	Projektende	<ul style="list-style-type: none"> Bewertung der Sicherheitslösung

