

Materialien

Industriemechaniker

Industriemechanikerin

Fortgeschrittenenprojekt

Analyse steuerungstechnischer Systeme in der CVT-Räderfertigung

Modellversuch

Geschäfts- und arbeitsprozessbezogene,
dual-kooperative Ausbildung
in ausgewählten Industrierufen
mit optionaler Fachhochschulreife (GAB)

Stand: September 2003

Herausgeber: Niedersächsisches Kultusministerium
Schiffgraben 12, 30159 Hannover
Postfach 1 61, 30001 Hannover

Hannover, September 2003
Nachdruck zulässig

Bezugsadresse: <http://www.bbs.nibis.de>

Materialien sind unverbindliche Beispiele als Angebot für die Unterrichtsgestaltung der Lehrkräfte nach den Vorgaben der Richtlinien und Rahmenrichtlinien.

Autoren dieser Materialien:

Horst Tröller

Koordination und Redaktion:

Henning Gerlach, Bernd Schlake

Niedersächsisches Landesinstitut für Schulentwicklung und Bildung (NLI)

Keßlerstraße 52

31134 Hildesheim

Fachbereich 1, –Ständige Arbeitsgruppe für die Entwicklung und Erprobung beruflicher Curricula und Materialien (STAG für CUM)–

Vorwort zu den Unterrichtsmaterialien

Die vorliegenden Materialien sind ein Ergebnis aus dem BLK-Modellversuch „Geschäfts- und arbeitsprozessbezogene dual-kooperative Ausbildung in ausgewählten Industrieberufen mit optionaler Fachhochschulreife“ (GAB). In diesem Modellversuch wurden neue Konzepte der industriellen Berufsausbildung erprobt, die dadurch gekennzeichnet sind, dass ...

- die Trennlinien zwischen den einzelnen Berufen durch einen deutlichen Bezug der Ausbildung auf die Arbeits- und Geschäftsprozesse überschritten wird,
- neue Kooperationsbeziehungen zwischen schulischer und betrieblicher Ausbildung aufgebaut werden und
- sich die Curricula der Berufsausbildung am Entwicklungsprozess der Jugendlichen orientieren.

Dieser Modellversuch wurde in der Zeit vom 01.02.1999 bis zum 31.01.2003 durchgeführt und vom Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie den beteiligten Bundesländern finanziert. Die Projektleitung für den schulischen Teil lag beim Niedersächsischen Landesinstitut für Schulentwicklung und Bildung (NLI), die wissenschaftliche Begleitung erfolgte durch das Institut Technik und Bildung (ITB) der Universität Bremen.

Parallel dazu wurde auf der betrieblichen Seite ein gleichnamiger BiBB-Modellversuch an allen Standorten der Volkswagen Coaching GmbH durchgeführt.

Die im Modellversuch untersuchten Berufe sind zwischenzeitlich z. T. neu geordnet worden. Diese Materialien beziehen sich auf die zum Zeitpunkt der Modellversuchsdurchführung gültigen Berufe (z. B. „Automobilmechaniker“ statt „Kraftfahrzeugmechatroniker“ bzw. „Industrieelektroniker“ statt „Elektroniker für Automatisierungstechnik“). Sie beschreiben aber Entwicklungen, die wesentliche Teile dieser Neuordnung vorwegnahmen.

Für die Berufe

- Automobilmechaniker/Automobilmechanikerin,
- Industrieelektroniker/Industrieelektronikerin,
- Industriemechaniker/Industriemechanikerin,
- Mechatroniker/Mechatronikerin und
- Werkzeugmechaniker/Werkzeugmechanikerin

sowie für vier kaufmännische Industrieberufe wurden sogenannte „Beruflicher Arbeitsaufgaben“ (BAG) durch Befragung von Facharbeitern empirisch erhoben. Auf dieser Basis wurden Kompetenzen und Inhalte der Berufsausbildung bestimmt, entwicklungslogisch nach Lernbereichen gegliedert und in lernortübergreifenden Berufsbildungsplänen curricular verankert.

- Lernbereich 1: Berufsorientierende Arbeitsaufgaben – Orientierungs- und Überblickswissen
- Lernbereich 2: Systemische Arbeitsaufgaben – Berufliches Zusammenhangswissen
- Lernbereich 3: Problembehaftete spezielle Arbeitsaufgaben – Detail- und Funktionswissen
- Lernbereich 4: Nicht vorhersehbare Arbeitsaufgaben – Erfahrungsgeleitetes und fachsystematisches Vertiefungswissen

In den vorliegenden Materialien wird auf die Lernfelder dieser Berufsbildungspläne und z. T. auf ebenfalls im Modellversuch entwickelte lernfeldstrukturierte Lehrpläne gemäß KMK-Vorgaben Bezug genommen.

Die für die ausgewählten Berufe vorliegenden Materialien stellen Momentaufnahmen aus dem Modellversuch dar und sollen exemplarisch die Umsetzung des Modellversuchsansatzes in konkreten Unterricht aufzeigen. Dabei wird jeweils von einer betrieblichen Aufgabe als Konkretisierung einer beruflichen Arbeitsaufgabe ausgegangen. Die betriebliche Aufgabe und ihre Einbindung in die Arbeits- und Geschäftsprozesse wird beschrieben. Die Lernhaltigkeit wird lernortübergreifend im Hinblick auf betriebliche und schulische Bildungs- und Qualifizierungsziele analysiert. Die anschließende dual-kooperative Ausbildungsplanung mündet für die schulische Seite in der Beschreibung von Lernsituationen.

Die Materialien stellen ein Angebot dar, das Ausgangspunkt für den konkreten Unterricht sein kann. Durch entsprechende Modifikationen lassen sich daraus bei Bedarf Vorlagen für Flipcharts, Plakate, Mindmaps, Tafelbilder u. a. entwickeln, um die methodische Variationsbreite des Unterrichts zu ermöglichen.

Für die Berufsgruppen Automobilmechaniker/Automobilmechanikerin, Industrieelektroniker/Industrieelektronikerin, Industriemechaniker/Industriemechanikerin und Werkzeugmechaniker/Werkzeugmechanikerin liegen Materialien in gedruckter Form und auch als Word- bzw. PDF-Dateien unter der Internetadresse www.bbs.nibis.de vor.

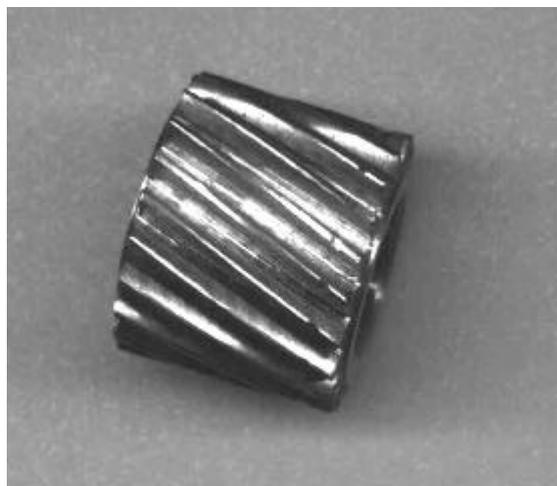
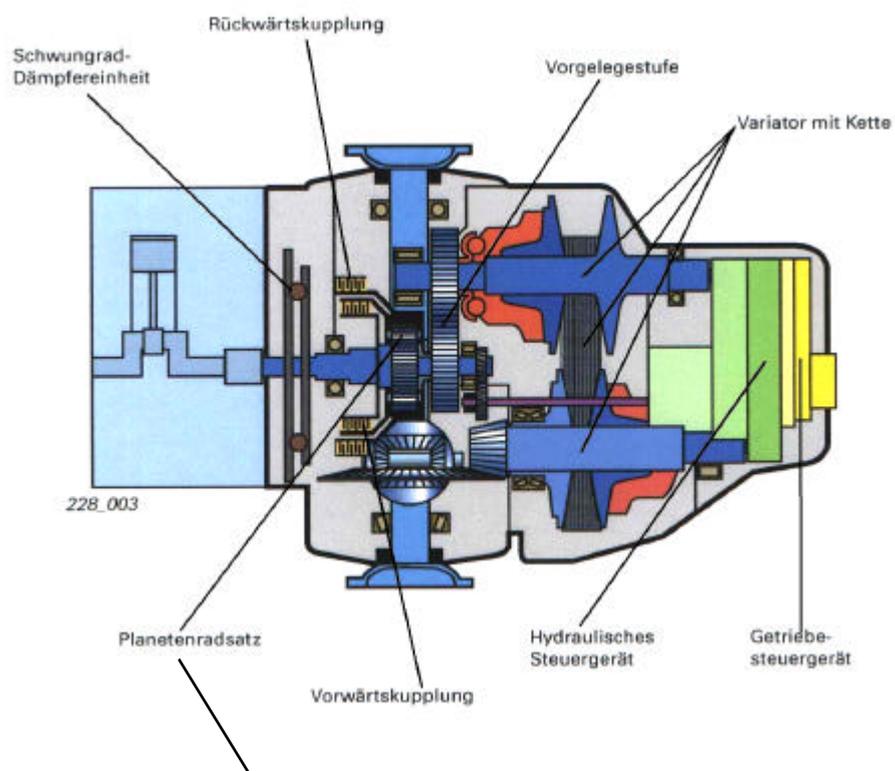
Die Projektleitung beim NLI möchte sich bei allen Autoren für das Engagement und die geleistete Arbeit im Modellversuch und bei der Erstellung der Unterrichtsmaterialien bedanken. Besonderer Dank gilt auch den Mitarbeitern der Volkswagen Coaching GmbH und des Instituts Technik und Bildung in Bremen, ohne deren tatkräftige Unterstützung diese Materialien nicht erstellt worden wären.

Inhaltsverzeichnis

1	Beschreibung der betrieblichen Aufgabe	II – 3
1.1	Art und Umfang der Arbeiten	II – 4
1.2	Einbindung in die Geschäfts- und Arbeitsprozesse	II – 4
1.3	Ressourcen	II – 5
2	Einordnung in das GAB-Curriculum	II – 6
2.1	Bezug der betrieblichen Aufgabe zum Lernbereich	II – 6
2.2	Bestimmung der Bildungs- und Qualifizierungsziele für die betriebliche Aufgabe	II – 7
2.3	Abgleich mit den Zielen im Lernfeld und Berufsbildungsplan	II – 7
2.3.1	Betriebliche Bildungs- und Qualifizierungsziele	II – 7
2.3.2	Schulische Bildungs- und Qualifizierungsziele	II – 8
2.4	Schnittstellen zu anderen Lernfeldern	II – 8
2.5	Gestaltungspotenzial der betrieblichen Aufgabe	II – 9
3	Dual-kooperative Ausbildungsplanung	II – 9
3.1	Inhalte von Arbeiten und Lernen in der betrieblichen Aufgabe	II – 9
3.1.1	Arbeitsgegenstände	II – 9
3.1.2	Werkzeuge, Methoden und Organisation	II – 9
3.1.3	Anforderungen an Facharbeit und Technik	II – 9
3.2	Struktur der Aufgabenbearbeitung	II – 10
3.3	Planung und Abstimmung der Ausbildungsorte und -zeiten	II – 10
4	Betriebliche Ausbildungselemente	II – 12
5	Schulische Lernsituationen	II – 14
5.1	Übersicht der Unterrichtsplanung	II – 15
5.2	Beschreibung der Lernsituationen	II – 15
5.2.1	Betriebserkundung (Analyse steuerungstechnischer Aspekte der Planetenränderfertigung)	II – 16
5.2.2	Darstellung, Entwicklung und Inbetriebnahme von Folgesteuerungen	II – 16
5.2.3	Steuerungen in unterschiedlichen Betriebsarten fahren	II – 17
5.2.4	Arbeiten mit Diagnosesystemen an Steuerungen	II – 17
5.2.5	Funktion von Sensoren untersuchen und sicherstellen	II – 18
5.2.6	Sicherheitsvorschriften an automatisierten Anlagen	II – 19
Anhang		
	Schulische Aufgabenstellungen	II – A1

1 Beschreibung der betrieblichen Aufgabe

Im Volkswagenwerk Kassel ist in der CVT-Getriebefertigung ein Ausbildungsstützpunkt eingerichtet, in dem Auszubildende des dritten Ausbildungsjahres eingesetzt werden. Die Einsatzgebiete der Auszubildenden liegen in der Planetenrädertfertigung, der Pumpenrädertfertigung, der Zerlegerlinie für defekte CVT-Getriebe und einer Instandhaltungsabteilung der CVT-Getriebefertigung. Für die exemplarische Bearbeitung im Lernbereich 3 wurde die Planetenrädertfertigung („Grüne Linie“ – Bearbeitung in ungehärtetem Zustand) ausgewählt, da hier wesentliche Ziele des Lernfeldes 9 umgesetzt werden können. Darüber hinaus würde eine vollständige Bearbeitung aller Geschäfts- und Arbeitsprozesse der CVT-Getriebefertigung den Rahmen der Beschreibung eines Fortgeschrittenen-Projekts überschreiten.



1.1 Art und Umfang der Arbeiten

Eine Baugruppe des CVT-Getriebes (CVT = Continuously Variable Transmission) besteht aus einem Planetengetriebe. Die CVT-Planetenräderfertigung für ungehärtete Zahnräder (Grüne Linie) besteht aus den Fertigungsprozessen Wälzfräsen, Entgraten und Schaben der Zahnradrohlinge. Die Bearbeitung erfolgt an drei CNC-Maschinen für die jeweiligen Fertigungsverfahren. Die Bearbeitungsmaschinen sind untereinander verkettet. Nach der Bearbeitung in der Grünen Linie und anschließendem Waschen erfolgt das Carbonitrieren der Zahnräder und die anschließende Weiterbearbeitung innerhalb der Abteilung (Honen, Schleifen). Die Auszubildenden haben die Aufgabe, die von einer Fremdfirma angelieferten Zahnradrohlinge in ein Werkstückmagazin zu füllen und den folgenden Produktionsprozess zu überwachen. Die Qualitätssicherung erfolgt durch das Prüfen festgelegter Parameter nach jedem Fertigungsprozess in bestimmten Stückzahlen und Zeitabständen. Die Prüfergebnisse werden in Prozessregelkarten eingetragen. Weisen die Prüfergebnisse auf eine systematische Abweichung hin d. h. gerät der Prozessverlauf in die Nähe der Eingriffsgrenzen, müssen die Auszubildenden durch Eingabe von Korrekturwerten an den CC-Bearbeitungs-Maschinen den Fertigungsprozess nachregeln.

Ist die Standzeit eines Werkzeugs überschritten oder der Fertigungsprozess nicht mehr nachregelbar, müssen die jeweiligen Anlagen abgefahren und die Werkzeuge gewechselt werden. Der Werkzeugwechsel wird von den Auszubildenden durchgeführt. Nachdem neue Werkzeuge in die entsprechenden Maschinen eingebaut sind, werden die Werkzeugdaten in die CNC-Programme übernommen und die Anlage in der Betriebsart „Einzelschritt“ angefahren. Das so gefertigte erste Werkstück wird der Maschine entnommen und im Messraum überprüft. Entspricht die Fertigungsqualität den Anforderungen, kann der Produktionsprozess wieder aufgenommen werden. Die Auszubildenden müssen die Anlage zur jeweiligen Fertigung von linkssteigenden oder rechtssteigenden schrägverzahnten Zahnrädern umrüsten und sie müssen auftretende Störungen, speziell in der Handhabung der Zahnräder innerhalb der Verkettung, schnell lokalisieren und beheben. Um diese Arbeit leisten zu können, müssen sie die Betriebsarten der Steuerung beherrschen und die Diagnosesysteme der Steuerung kennen und einsetzen. Dieser steuerungstechnische Aspekt der Arbeiten innerhalb des Ausbildungsstützpunkts steht im Mittelpunkt der weiteren Betrachtungen.

1.2 Einbindung in die Geschäfts- und Arbeitsprozesse

Die Planetenräderfertigung ist Kunde einer Fremdfirma, die die Zahnradrohlinge als Drehteile in der geforderten Qualität anliefert. Ziel der Zahnradfertigung ist nicht die Qualität der Produkte nach dem Fertigungsprozess nachzuprüfen, sondern schon innerhalb des Prozesses Qualität zu produzieren, um eine maximale Nutzung der Ressourcen zu erzielen (Prinzip der Fehlervermeidung). Dauerhafte Qualitätsmängel in dem beschriebenen Fertigungsabschnitt der Planetenräder würden enorme Folgekosten nach sich ziehen, denn diese Mängel werden erst nach dem Carbonitrieren (Randschichthärten) und anschließenden Honen feststellbar. Das hieße also, dass eine ganze Charge von fehlerhaften Planetenrädern den Durchstoßofen der Härtereier für die Schrottkiste durchlaufen hätte und der Kunde im nachgelagerten Fertigungsprozess „Hartbearbeitung der Planetenräder“ über keinen Nachschub verfügen würde. Der Auszubildende muss also innerhalb dieses Prozesses seine ganze Aufmerksamkeit sowie seine ganzen Kenntnisse und Fertig-

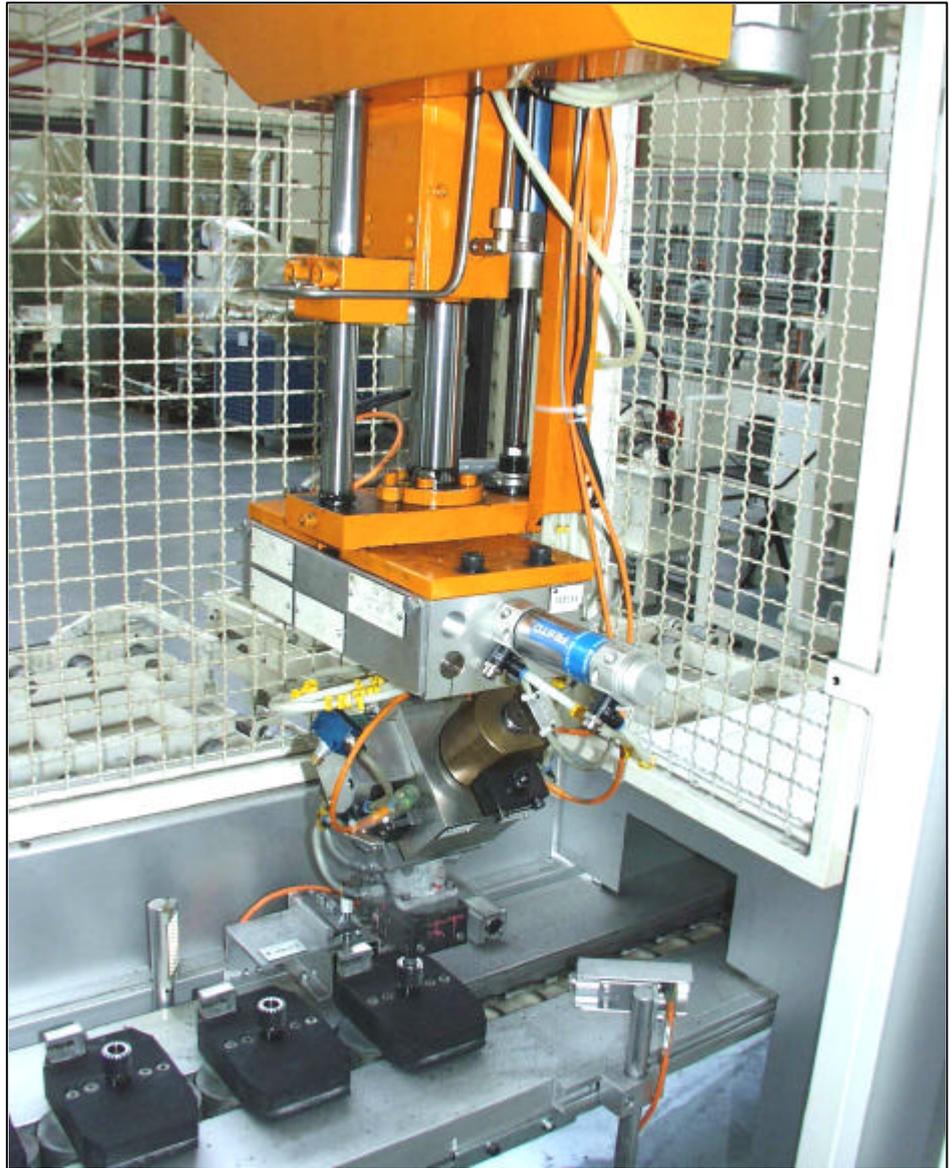
keiten darauf ausrichten, den Fertigungsablauf in der geforderten Qualität zu gewährleisten, um somit die Prozessfähigkeit zu erhalten und die Bereitstellung der geforderten Stückzahlen für den Kunden sicherzustellen. Er muss auftretende Störungen erkennen und möglichst schnell beheben. Zur Störungsbehebung sind Kenntnisse über die unterschiedlichen Betriebsarten der Steuerungen und deren Diagnosemöglichkeiten sowie über die eingesetzte Aktorik und Sensorik erforderlich.



Start der Verkettung "Grüne Linie" (Bild: Kley, Tröller)

1.3 Ressourcen

In der Abteilung „CVT-Getriebe“ befinden sich in der Regel 8 Auszubildende der Fachstufe zwei mit einem achtwöchigen Versetzungszeitraum, allerdings verteilt auf die oben beschriebenen Stationen. Die Auszubildenden in der Planetenrädertfertigung werden von einem Ausbildungsbeauftragten betreut. Nahezu alle Auszubildenden einer Klasse durchlaufen diese Abteilung innerhalb eines Jahres. Pro Versetzungszeitraum sind aber lediglich zwei bis drei Auszubildende einer Berufsschulklasse in die Station Planetenräder versetzt.



Handhabungssystem zur Versorgung der Schabmaschine (Bild: Kley, Tröller)

2 Einordnung in das GAB-Curriculum

2.1 Bezug der betrieblichen Aufgabe zum Lernbereich

Der Einsatzbereich der Auszubildenden in der Planetenräderfertigung ist nicht eindeutig einem beruflichen Lernbereich und einem Lernfeld des Berufsbildungsplans des ITB zuzuordnen. Die Auszubildenden fahren hier eine Anlage im Normalbetrieb, sie fahren die Anlage zum Umrüsten oder zur Störungsbeseitigung ab und anschließend wieder an und sie überwachen die Anlage beim Anfahren nach einem Stillstand (Lernfeld 3/Lernbereich 1, Lernfeld 9/Lernbereich 3 und Lernfeld 13/Lernbereich 4). Die betriebliche Arbeitsaufgabe erfordert sowohl Detail- und Funktionswissen als auch fachsystematisches Vertiefungswissen. Für die Bearbeitung dieser Arbeitsaufgabe ist ein fundiertes Fachwissen erforderlich. Allerdings werden die Auszubildenden auch mit nicht alltäglichen Problemen konfrontiert, die den Erfahrungsschatz eines kompetenten Facharbeiters ausmachen. Der Fokus für

die weitere Betrachtung liegt im Lernbereich 3. Der Auszubildende soll durch situationspezifische Arbeitsaufgaben Detailkenntnisse der Facharbeit erwerben.

2.2 Bestimmung der Bildungs- und Qualifizierungsziele für die betriebliche Aufgabe

Wie oben aufgeführt erfordert die betriebliche Arbeitsaufgabe sowohl Detail- und Funktionswissen als auch fachsystematisches Vertiefungswissen. Darüber hinaus liegen wesentliche Qualifikationsziele in der Übernahme von Verantwortung und der Entwicklung von Problembewusstsein innerhalb des Arbeitsprozesses. „Bei der Aufgabenbearbeitung erfüllt der angehende Industriemechaniker die an eine professionelle Facharbeit gestellten Ansprüche und entwickelt eine Verantwortung für sein Arbeitsergebnis. ... Der Auszubildende hat ... sein Problembewusstsein für Aufgaben der Facharbeit entwickelt und erkennt eigenständig Handlungsbedarf, beispielsweise bei Störungen an technischen Systemen“ (Rauner, Kleiner, Meyer: Berufsbildungsplan für den Industriemechaniker, ITB-Arbeitspapiere 32, Bremen 2001, S 12f)

2.3 Abgleich mit den Zielen im Lernfeld und Berufsbildungsplan

2.3.1 Betriebliche Bildungs- und Qualifizierungsziele

Nach dem Berufsbildungsplan führen die Auszubildenden im Lernfeld 9 das Ab- und Anfahren einer Produktionsanlage nach einer Umrüstung oder einer Störung gemeinsam mit dem Anlagenführer aus, um die Prozessfähigkeit der Anlage zu erhalten. Im Lernfeld 13 wird als oberstes Ziel die Betriebssicherheit der Produktionsanlage und die Qualität der gefertigten Werkstücke gefordert. Auch hier erfolgt (wie oben) eine Konzentration der weiteren Beschreibung auf die Ziele aus Lernfeld 9.

Von der VW CG wurden folgende „Groblernziele“ (VW CG-interner Ausdruck), die für den Arbeitsauftrag „Planetenräderfertigung“ relevant sind, formuliert:

Groblernziele

Überwachen und steuern des Fertigungsprozesses beim Planetenrad

Den Fertigungsprozess des Planetenrades kennen

Planetenrad unter Einhaltung der Prozessvorgaben fertigen können

Lerninhalte

- Fertigungsanlage an- und abfahren können
- Prüfanweisungen kennen lernen und umsetzen
- SPR (Statistische Prozessregelung) und QRK (Qualitätsregelkreis) kennen lernen und umsetzen
- Mess- und Prüfdaten in SPR-Karten dokumentieren und ggf. Einstellkorrekturen vornehmen
- Werkzeugwechsel unter Beachtung der Wechselintervalle durchführen
- Fertigungsanlage auf unterschiedliches Produktionsteil umrüsten

2.3.2 Schulische Bildungs- und Qualifizierungsziele

In diesem Abschnitt wird auf die Darstellung der im Berufsbildungsplan des ITB formulierten Bildungs- und Qualifizierungsziele in den Lernfeldern verzichtet, da die von der berufsbezogenen Projektgruppe Industriemechaniker entwickelten Lernfelder 9 und 13 den Geschäfts- und Arbeitsprozess in der CVT-Planetenscheibenfertigung deutlicher widerspiegeln.

Das genannte Lernfeld 9 enthält folgende Zielformulierungen:

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen Prüfanweisungen für die ersten gefertigten Teile bzw. Werkstücke nach dem Anfahren der Anlage. Mögliche Qualitätsmängel werden hinsichtlich ihrer Ursachen untersucht und notwendige Korrekturmaßnahmen bestimmt (z.B. Einarbeitung von Maßkorrekturen in CNC-Programmen).

Das genannte Lernfeld 13 enthält folgende Zielformulierungen:

„Die Schülerinnen und Schüler beschreiben den Materialfluss und das Zusammenwirken von Komponenten in automatisierten Produktionsanlagen. Sie werten die Daten der Produktions- und Werkzeugüberwachung aus und beurteilen die gewonnenen Ergebnisse mit dem Ziel die Prozessfähigkeit zu erhalten. Sie analysieren die Prozessdaten mit Hilfe von statistischen Methoden und begründen die Notwendigkeit von Korrekturen.

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen an Fertigungsanlagen den Einsatz von Werkzeugen. Sie analysieren das Auftreten unterschiedlicher Verschleißarten in der Praxis und beurteilen die Folgen des Verschleißes für die Maßnahmen und Kosten der Qualitätssicherung. Sie dokumentieren ihre Arbeitsergebnisse.

Die Schülerinnen und Schüler planen den Einsatz von Werkzeugen einschließlich der notwendigen Werkzeugvoreinstellungen. Sie untersuchen oder entwerfen Prüfvorrichtungen für die Qualitätssicherung und konstruieren Hilfswerkzeuge und Vorrichtungen für den Fertigungsprozess. Sie untersuchen und protokollieren Fehlerquellen, die auf die Qualität der Fertigung Einfluss haben und entwickeln Vorschläge zur Sicherung bzw. Steigerung der Qualität. Sie begründen die Notwendigkeit der Einbeziehung aller Mitarbeiter in das Qualitätsmanagement.“

2.4 Schnittstellen zu anderen Lernfeldern

Wie bereits weiter oben formuliert, besteht eine deutliche Affinität zwischen Lernfeld 9 und Lernfeld 13. Es scheint daher sinnvoll die schulische Bearbeitung der betrieblichen Arbeitsaufgabe in zwei Bereiche zu gliedern. Während in einem ersten Unterrichtsschwerpunkt die steuerungstechnischen Komponenten und Probleme an automatisierten Fertigungssystemen thematisiert werden, soll in einem zweiten Schwerpunkt die Analyse der Komponenten automatisierter Produktionsanlagen im Vordergrund stehen.

Die weiteren Ausführungen konzentrieren sich auf den zuerst genannten Schwerpunkt bezüglich des Lernfelds 9. Der wesentliche Aspekt liegt hier in dem An- und Abfahren von Produktionsanlagen unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Betriebsarten von Steuerungen.

2.5 Gestaltungspotenzial der betrieblichen Aufgabe

Das Gestaltungspotenzial bei der Durchführung dieser betrieblichen Aufgabe ist niedrig, es muss aber ein verantwortungsvoller Umgang der Auszubildenden mit dieser beruflichen Arbeitsaufgabe vorausgesetzt werden. Die Auszubildenden fahren die Anlage selbstständig, müssen Störungen beheben, sind für die statistische Prozessregelung verantwortlich und führen (nach einer Anleitung) eigenverantwortlich einen Werkzeugwechsel aus oder rüsten die Anlage um. Hierbei muss ein erheblicher planerischer Aufwand zwar nicht selbst erbracht werden, aber gedanklich durchdrungen und nachvollzogen werden. Das Fahren der Anlage lässt ausreichende Zeiträume zu, um sich mit den peripheren Prozessen wie z.B. Werkzeu- voreinstellung oder der automatisierten akustischen Endkontrolle der Planetenräder zu beschäftigen.

3 Dual-kooperative Ausbildungsplanung

3.1 Inhalte von Arbeiten und Lernen in der betrieblichen Aufgabe

3.1.1 Arbeitsgegenstände

Die Arbeitsgegenstände beim An- und Abfahren oder Überwachen einer Produktionsanlage sind die entsprechenden Anlagen und deren Komponenten bezüglich des Materialflusses und der Steuerung, die entsprechenden Maßnahmen für die Fertigung des ersten oder neuen Werkstücks sowie die ständige Funktionskontrolle bzw. Überwachung der Anlage, die Umrüstung der Anlage und die Qualitätsprüfung der Fertigung. Die für die weitere Ausarbeitung wesentlichen Arbeitsgegenstände liegen in der Lokalisierung von Störungen und der Störungsbehebung.

3.1.2 Werkzeuge, Methoden und Organisation

Zu den betrieblichen Werkzeugen zur Bewältigung des Arbeitsprozesses zählen Betriebsanleitungen, Arbeitsanweisungen, Steuerungs- und Bedienelemente, CNC, SPS, Diagnosesysteme, Prüfvorrichtungen und Prüfmittel, Schaltpläne und Diagramme. Zu den betrieblichen Methoden zur Sicherstellung der Prozessfähigkeit gehören die Handhabung der Betriebsarten der Steuerungen, alle Maßnahmen zur Qualitätskontrolle und die Dokumentation von Betriebsstörungen. Probleme der Arbeitsplatzgestaltung und Arbeitsorganisation werden im Betrieb thematisiert und gelöst.

In der Schule werden Folgesteuerungen incl. unterschiedlicher Betriebsarten in SPS-Technik analysiert und modellhaft nachvollzogen. Unterschiedliche Darstellungsarten von Steuerungen, wie Funktionsdiagramme, Funktionspläne und SPS-Programme werden untersucht. Es werden SPC-Programme zur Auswertung für die Qualitätssicherung eingesetzt. Die wesentlichen Elemente automatisierter technischer Systeme werden analysiert und die Verfahren der Produktionsüberwachung untersucht.

3.1.3 Anforderungen an Facharbeit und Technik

Die betrieblichen Anforderungen bestehen in dem fachgerechten An- und Abfahren der Anlage, der Sicherstellung der Funktionsfähigkeit der Anlage, der Quali-

tätssicherung der Produkte der Fertigung und in der Beachtung der sicherheitstechnischen und umweltschutzbedingten Anforderungen an die Produktionsanlage.

Die schulischen Anforderungen liegen im Bereich der Beschaffung und Auswertung technischer Informationen und in der Systematisierung des Detailwissens. Für die Beschaffung, Auswahl und Analyse von Informationen sollen effektive Methoden vorgestellt und trainiert werden. Durch selbstständiges und problemorientiertes Arbeiten in Gruppen soll die Entwicklung der Persönlichkeit der Auszubildenden gefördert werden. Die Kritikfähigkeit der Auszubildenden soll durch die Problematisierung der Automatisierung gestärkt werden.

3.2 Struktur der Aufgabenbearbeitung

Nach dem GAB-Konzept sollten lernhaltige betriebliche Arbeitsaufträge zunehmend gestaltungsoffen sein und ein selbstständiges Arbeiten der Auszubildenden in Gruppenarbeit ermöglichen. Nach dem Konzept der vollständigen Handlung sollten die Auszubildenden die Auftragsbearbeitung selbstständig planen, den Arbeitsauftrag selbstständig durchführen und das Arbeitsergebnis einer Qualitätskontrolle unterziehen.

(Zur weiteren Einschätzung der Struktur siehe Punkt 2.5)

3.3 Planung und Abstimmung der Ausbildungsorte und –zeiten

Die betrieblichen Aufgaben „An- und Abfahren von Produktionsanlagen“ und „Überwachen von Produktionsanlagen“ sind Bezugspunkte für die geplanten Ausbildungselemente und Lernsituationen. Für die Bearbeitung dieser Aufgabe stimmen sich die Lernorte Betrieb und Schule hinsichtlich der schwerpunktmäßigen Vermittlung der Inhalte aus dem vorstehenden Lernfeld des Berufsbildungsplanes ab. Die Aufteilung der Inhalte von Arbeit und Lernen ist bewusst nicht curricular festgelegt, sondern soll von beiden Lernorten für jedes Projekt bzw. jede betriebliche Aufgabe neu abgestimmt werden.

Für die „CVT-Planetenräderfertigung“ ist die nachstehende Schwerpunktaufteilung in Bezug auf Lernfeld 9 vereinbart worden (Zielformulierung Lernfeld 9: siehe Seite 6).

Betrieb

- Fahren und Überwachen der Anlage
- Störungsbehebung

- SPR
- Werkzeugwechsel
- Werkzeugvoreinstellung
- Ab- und Anfahren der Anlage

Schule

- Aktorik und Sensorik automatisierter Anlagen (Handhabungssysteme)
- Betriebsarten von Steuerungen und ihre Funktion
- Strategien zur Fehlersuche
- Diagnosemöglichkeiten zur Störungsanalyse

Die schulische Bearbeitung des Arbeitsauftrags erfolgte in ersten Hälfte des Schuljahres 2002/2003. Eine zeitliche Abstimmung für die Vermittlung der Inhalte ist unzweckmäßig, da jeweils nur sehr wenige Auszubildende der Berufsschulklasse in diese Abteilung versetzt sind. Die schulische Bezugnahme auf den Arbeitsauftrag sollte erst erfolgen, wenn ca. 6 bis 8 Schülerinnen/Schüler den betrieblichen Instandhaltungsbereich durchlaufen haben. Für die praktische Durchführung einer statistischen Qualitätskontrolle in der Schule werden Getriebewellen aus einem anderen VW-Getriebe verwendet, da hierfür in der Berufsschule die entsprechenden Werkstücke und Prüfvorrichtungen zur Verfügung stehen. (So kann z. B. in der Schule nicht der Teilkreisdurchmesser – diametrales Zweikugelmaß – geprüft werden.)

Zwischen Ausbilderinnen/ Ausbildern und Lehrerinnen/Lehrern wurde die folgende Abstimmung der Inhalte (für die gesamte SPL) vereinbart:

Protokollauszug:

- Durchsicht der Materialsammlung zur CVT-SPL
- Ergänzungsvorschläge/Wünsche an den Betrieb
(Prüfanweisungen, Zeichnungsausschnitte, Fotos)

Schulische Inhalte für CVT (Schwerpunkt LF 9 und LF 13)

- Analyse des Getriebes
- Analyse der Montage/Demontage des Getriebes
- Qualitätssicherung (SPR)
- Prüfmerkmale
- Prüfpläne
- Prüfvorrichtungen
- Rechnergestützte Qualitätssicherung

- Zusammenwirkung der Komponenten automatisierter Anlagen
- Werkstücktransport
- Werkzeugvoreinstellung
- Werkzeug- und Werkstückspannvorrichtungen
- Werkzeugüberwachung
- Werkzeugwerkstoffe
- Kühlschmierung
- Werkzeugverschleiß

- Zusammenwirkung von Pneumatik, Hydraulik, CNC, SPS
- Verkettung der Anlage
- Parameter der Anlagen
- Betriebsarten der Steuerung
- Freifahren der Anlage
- Rüstzeiten
- Störungsanalyse

4 Betriebliche Ausbildungselemente

Von der Volkswagen CG wurden für den Bereich Planetenräderfertigung folgende Lern- und Arbeitsaufgaben zugeordnet sowie die unten aufgeführten Lernziele formuliert.

Ausbildungsabschnitt: SPL – CVT Fertigung Station III und IV (Planetenräder)

Lern- und Arbeitsaufgaben:

- Durchführung von Wartungs- und Inspektionsarbeiten an vorhandenen Betriebseinrichtung des betrieblichen Fertigungsbereichs
- Sicherstellung und Überwachung der Ver- und Entsorgung von Produktionsmaterial sowie die Überwachung des Fertigungsablaufes.
- Vorbeugende Instandhaltung an Produktionsanlagen, Maschinen, Betriebsmitteln in dem Fertigungsbereich
- Einrichten und Umrüstung von betrieblichen und in der VW CG vorhandenen Anlagen, Maschinen und Betriebsmitteln
- An- und Abfahren von Maschinen, Systemen u. Produktionsanlagen unter Beachtung betriebspezifischer Vorschriften und Sicherheitsaspekten
- Schwachstellenanalyse an Maschinen, Produktionsanlagen und Betriebsmitteln
- Störungs- und Fehlerdiagnose an Maschinen, Anlagen und Betriebsmitteln
- Optimieren von betrieblichen Anlagen, Maschinen und Produktionseinheiten
- Überwachen der Abläufe an Maschinen, Produktionsanlagen und technischen Systemen



Bedienung und Überwachung der Schabmaschine (Bild: Kley, Tröller)

Lerninhalte laut Lernzielbeschreibung (VW CG-interne Formulierung)

1. Segmente der Gruppenarbeit bei der Organisation der Arbeitsabläufe anwenden
2. Den anlagenbezogenen Fertigungsablauf kennen, planen und organisieren können
3. Qualität der angelieferten Rohteile nach Sichtprüfung beurteilen und ggf. Qualitätsmängel anmelden können
4. Selbstständig Räder und Wellen ohne Sollmengenvorgabe fertigen können
5. Funktionsstörungen der Anlage erkennen und ggf. beheben können
6. Qualität überprüfen, beurteilen und bei Abweichungen Korrekturen vornehmen
7. Werkzeuge wechseln und einstellen können
8. Qualitätsanforderungen und Überprüfung der Messgeräte und Vorrichtungen nach ISO 9000 anwenden
9. Vorgeschriebene Wartungsarbeiten durchführen und Instandhaltungsarbeiten einleiten können
10. Kennen und beachten der ausbildungsplatzbezogenen Arbeitssicherheitsvorschriften sowie der allg. Unfallverhütungsvorschriften
11. Einhalten und beachten der Unfallverhütungsvorschriften
12. Kennen und erkennen arbeitsplatzbezogener Umwelteinflüsse
13. Anfallende Abfälle / Gase des Ausbildungsbereiches umweltgerecht filtern, trennen, lagern und entsorgen, z.B. Kühlschmierstoffe, Öl, Lösemittel, Anreißfarbe, Schrott, Späne, Kunststoff, Maschinenpflegemittel

5 Schulische Lernsituationen

(Lernfeldbeschreibung der berufsbezogenen Projektgruppe Industriemechaniker. Die fettgedruckten Abschnitte sind für die weitere Beschreibung relevant.)

Zielformulierung aus Lernfeld 9

Die Schülerinnen und Schüler entwickeln Strategien zur Analyse von steuerungstechnischen Systemen. Sie lesen und erstellen Dokumente der Funktions- und Bewegungsgruppen von Anlagen und untersuchen Betriebsarten von Steuerungen. Die Schülerinnen und Schüler planen und begründen typische Schritte zum An- und Abfahren von Anlagen unter Berücksichtigung der Betriebs-, Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften.

Sie grenzen steuerungstechnische Störungen beim An- und Abfahren von Anlagen ein und dokumentieren diese.

Inhalte aus Lernfeld 9

- Steuerungstechnische Funktionseinheiten von (flexiblen) Fertigungssystemen
- Betriebsanleitungen, Betriebsvorschriften
- Grundlagen SPS
- Betriebsarten von Steuerungen
- Sensoren, Aktoren
- Störungsanalyse
- CNC-Programme
- Qualitätskontrolle, Qualitätssicherung
- Arbeitssicherheits- und Umweltvorschriften

Inhalte aus Lernfeld 13

Zusammenwirken der Komponenten automatisierter Produktionsanlagen

- Robotertechnik
- Werkstück- und Werkzeugtransport
- Werkzeuge – Werkzeugvoreinstellung
- Werkzeugspannvorrichtungen
- Werkzeugüberwachungssysteme
- Prozessvisualisierung
- Qualitätssicherung/statistische Qualitätskontrolle(Regelung)/Prozessparameter
- Prüfmerkmale (variable/ attributive)
- Prüfpläne
- Prüfvorrichtung
- Werkzeugwerkstoffe
- Qualitätsmanagement/Qualitätskosten
- Arbeitssicherheit- und Umweltschutzvorschriften

5.1 Übersicht der Unterrichtsplanung

Bereich Lernfeld 9

1. Analyse steuerungstechnischer Funktionseinheiten von Fertigungssystemen
2. Darstellung von Folgesteuern – SPS Schrittketten
3. Betriebsarten von Steuerungen
4. Störungsdiagnose und Störungsanalyse
5. Betriebsanleitungen zum An- und Abfahren der Anlage
6. Arbeitssicherheits- und Umweltschutzvorschriften

Bereich Lernfeld 13

1. Der (Alp-) Traum von der vollautomatisierten Produktion (CIM)
2. Von CNC zu Flexiblen Fertigungssystemen (FFS)
3. Gegenüberstellung FFS und Transferstraßen
4. Werkzeugverwaltung
 - 4.1 Werkzeugaustausch, Werkzeugwechsel, Werkzeugmagazine
 - 4.2 Moderne Dreh- und Fräswerkzeuge (Schneidstoffe)
 - 4.3 Werkzeugvoreinstellung und Werkzeugspannsysteme
 - 4.4 Werkzeugüberwachungssysteme
5. Werkstückverwaltung
 - 5.1 Werkstücktransportsysteme
 - 5.2 Werkstückwechselsysteme
 - 5.3 Werkstückspannvorrichtungen
6. Handhabungsgeräte
7. Analyse der CVT-Planetenräderfertigung (Punkte 3 bis 5)
8. Der Fertigungsprozess der CVT-Planetenräderfertigung (Grüne Linie: Fräsen, Entgraten und Schaben)
9. Qualitätssicherung in der Planetenräderfertigung (Prüfanweisungen, Zeichnungen, Prüfvorrichtungen, SPR/SPC)

5.2 Beschreibung der Lernsituationen

Für die Planung des Fortgeschrittenenprojekts wurde das Curriculum für Lernfeld 9 herangezogen.

Die Schüler haben an einem fachsystematischen SPS-Grundlehrgang im Betrieb und in der Schule teilgenommen und besitzen Kenntnisse über Standardfunktionen speicherprogrammierbarer Steuerungen (logische Operationen, Speicheroperationen, Zeiten und Zähler). In dem Lernfeld 9 sollen funktionale Notwendigkeiten realer Steuerungen nachvollzogen werden und Strategien zur Störungsanalyse und -behebung entwickelt werden. Die einschlägigen Sicherheitsvorschriften müssen bekannt sein.

5.2.1 Betriebserkundung (Analyse steuerungstechnischer Aspekte der Planetenräderfertigung)

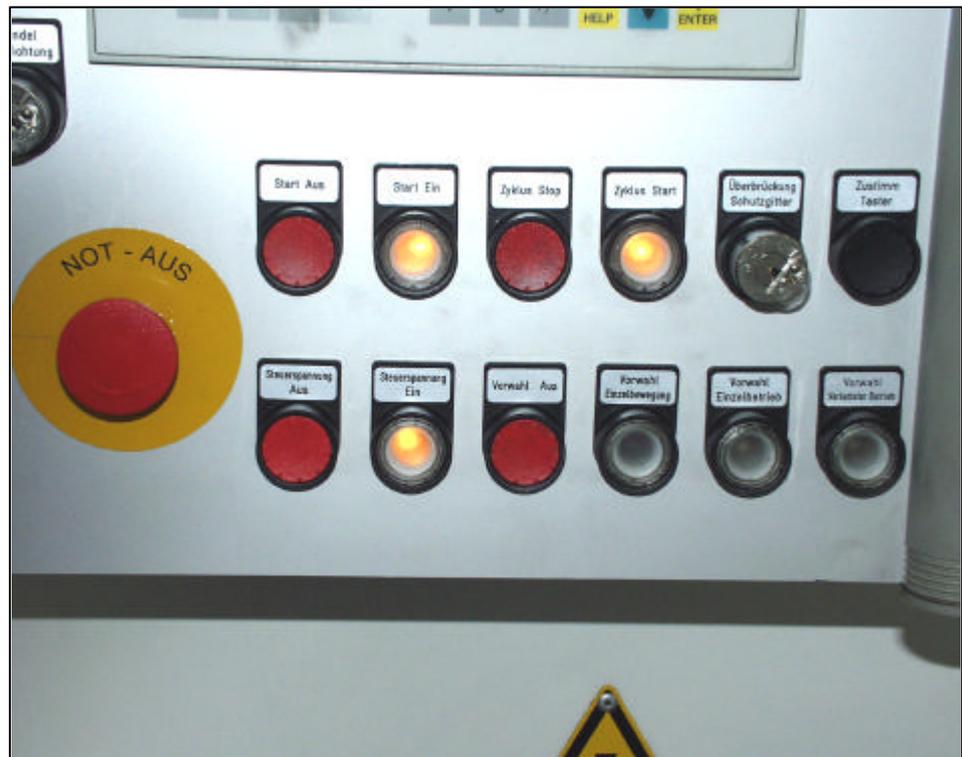
Arbeitsauftrag

Die Schülerinnen/Schüler beschreiben den Ablauf der Planetenräderfertigung (Grüne Linie) incl. der beteiligten Komponenten und Funktionseinheiten. Ein Schwerpunkt der Erkundung liegt in folgenden Fragestellungen:

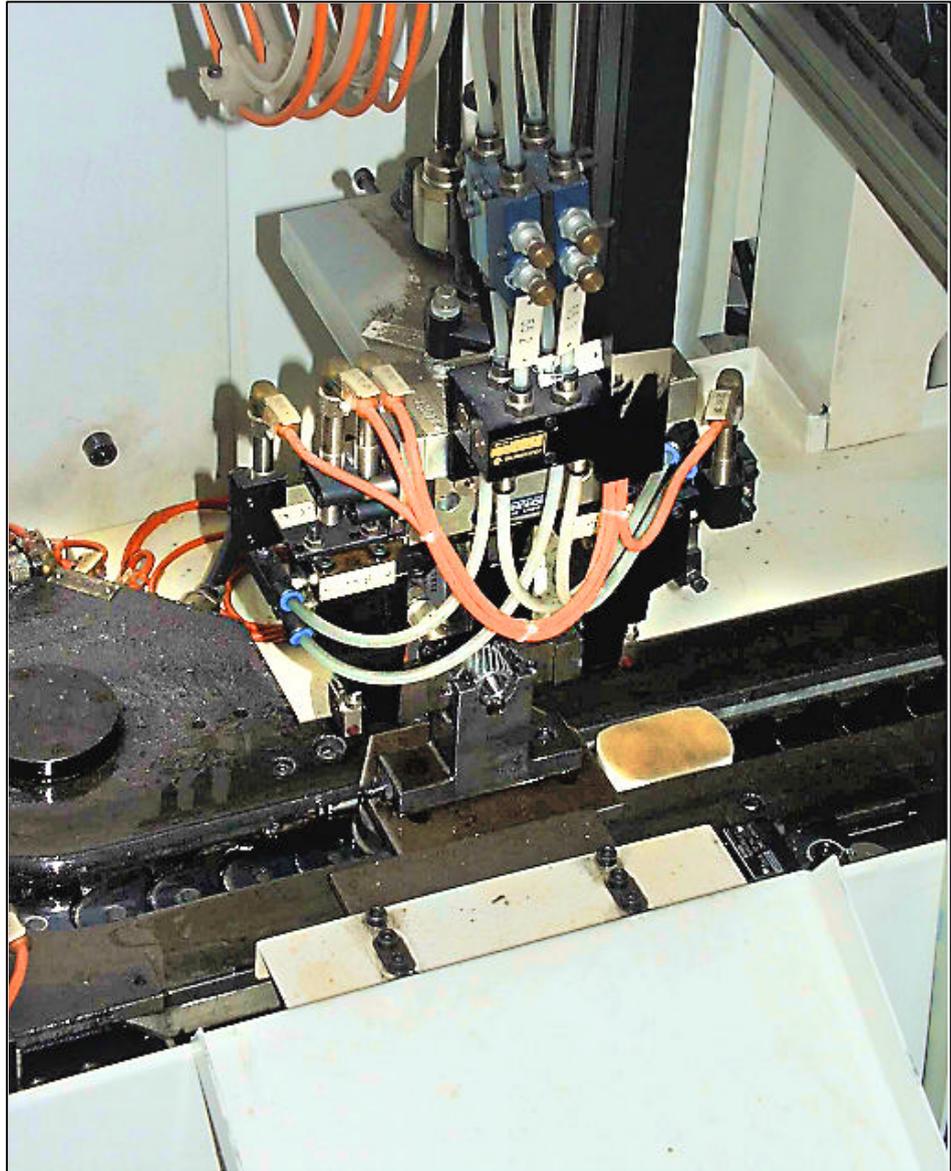
- Wo tauchen Folgesteuerungen für die Handhabung der Werkstücke auf?
(Schwerpunkt Handhabungssystem zum Be- und Entladen der Schabmaschine)
- Welche Komponenten sind eingesetzt (Aktorik, Sensorik)?
- Welche Betriebsarten hat die Steuerung?
- Welche Störungen an der Anlage treten auf?
- Welche Diagnosemöglichkeiten zur Störungsanalyse gibt es?
- Welche Strategien gibt es, um Störungen schnell zu beheben?
- Welches Fachwissen oder Erfahrungswissen ist notwendig, um Störungen schnell zu beheben?

5.2.2 Darstellung, Entwicklung und Inbetriebnahme von Folgesteuerungen

Die Schüler erhalten unterschiedliche Darstellungen von Folgesteuerungen und interpretieren sie mit Hilfe des Tabellenbuchs. Sie können einfache Funktionspläne (DIN 40 719) entwickeln. Die Schülerinnen/Schüler entwickeln mit der/dem Lehrerin/Lehrer eine einfache Folgesteuerung (ohne Betriebsarten). Durch den Test der Steuerung incl. Fehlersuche werden Mängel und Änderungswünsche entwickelt (siehe unten).



Ausschnitt der Bedientafel mit Betriebsarten (Bild: Kley, Tröller)



Werkstückentnahme aus der Verkettung und Transport zur Schabmaschine (Bild: Kley, Tröller)

5.2.3 Steuerungen in unterschiedlichen Betriebsarten fahren

Die Schüler entwickeln Betriebsarten von Steuerungen und interpretieren ihre Wirkungsweise und Bedeutung (Sicherheitsvorschriften). Die Erfahrungen aus der Betriebserkundung werden eingebracht.

Eine Steuerung mit Betriebsarten wird modellhaft nachgebildet und aufgebaut und es wird eine Fehlersuche an der Steuerung (Bereich Sensorik) durchgeführt.

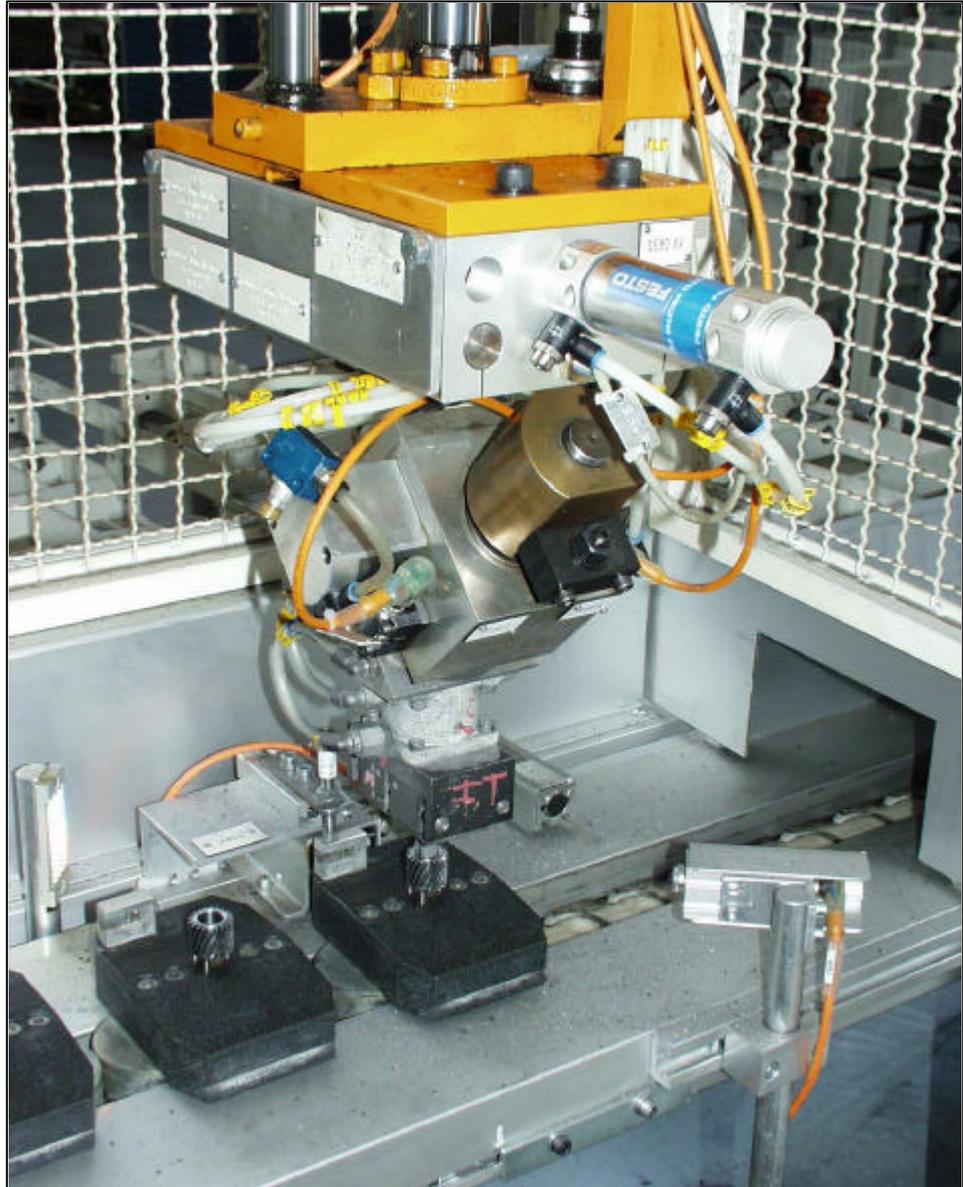
5.2.4 Arbeiten mit Diagnosesystemen an Steuerungen

Aus den Erfahrungen mit der Fehlersuche werden Möglichkeiten zur Optimierung der Fehlersuche entwickelt.

Durch die modellhafte Nachbildung der Diagnosemöglichkeiten wird die Optimierung der Fehlersuche überprüft.

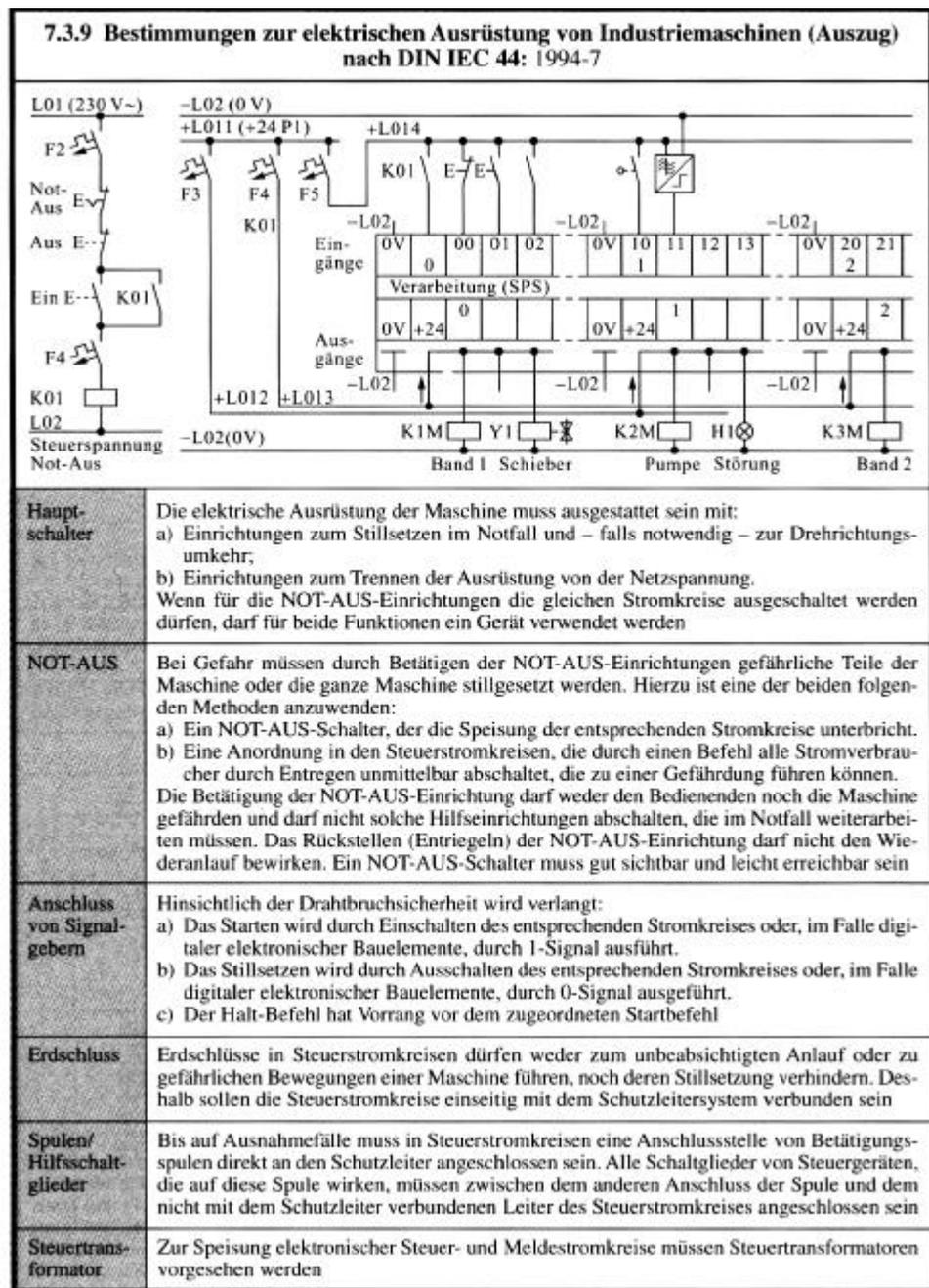
5.2.5 Funktion von Sensoren untersuchen und sicherstellen

Die an der Anlage vorhandenen Endschalter und Sensoren werden hinsichtlich ihrer Wirkungsweise untersucht. Typische Sensorfehler aus der betrieblichen Praxis werden vorgestellt und analysiert.



Handhabungssystem für die Planetenräder/Schabmaschine (Bild: Kley, Tröller)

5.2.6 Sicherheitsvorschriften an automatisierten Anlagen



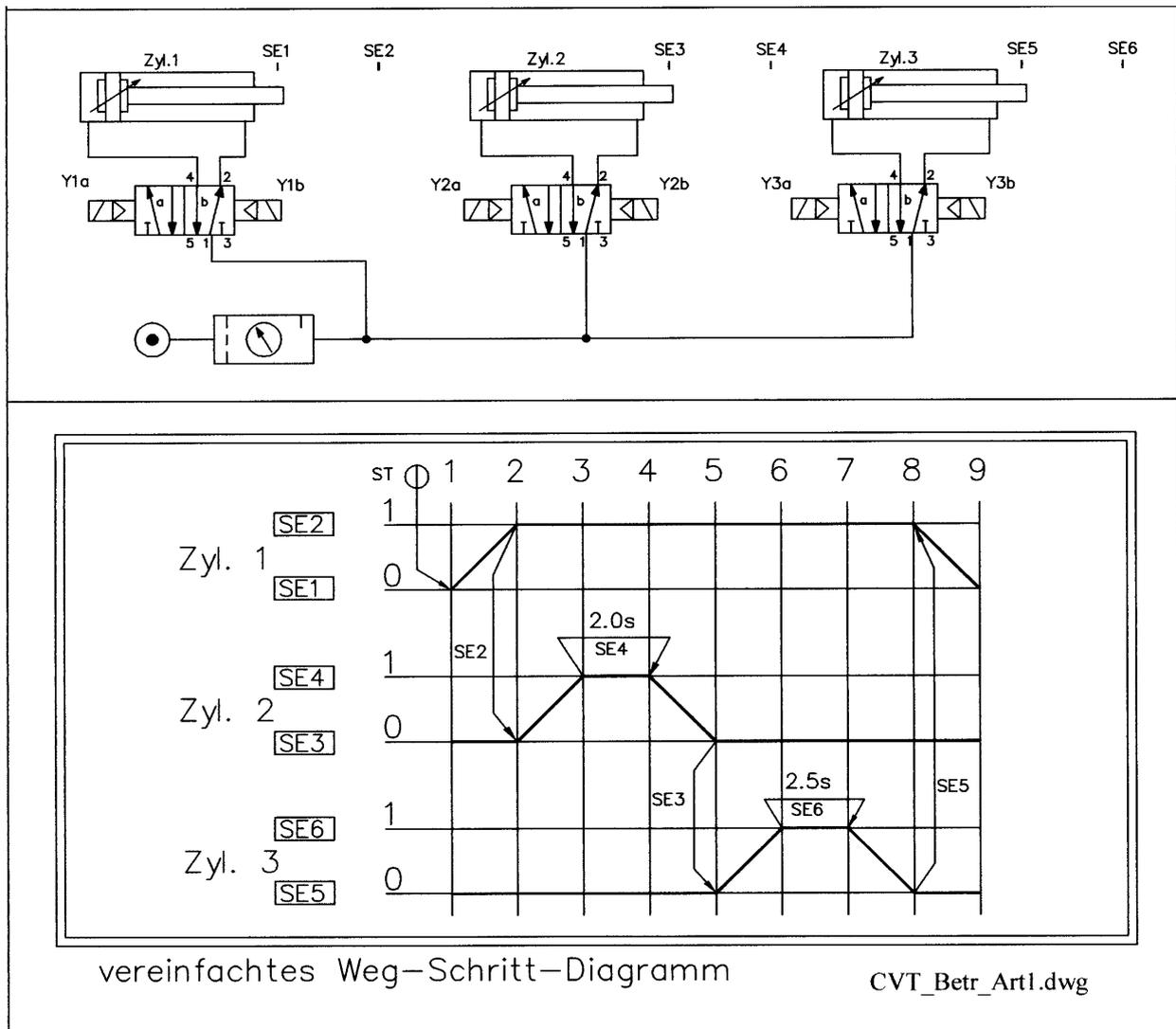
Quelle: Friedrich, Tabellenbuch Elektronik Elektrotechnik, Bonn 1998

Die aufgeführten Sicherheitsvorschriften werden analysiert und ihre Forderungen werden in die Konzeption der geplanten Folgesteuerungen einbezogen.

Die Schüler, die in der SPL-Räderfertigung eingesetzt sind, erhalten den Auftrag die wesentlichen Sicherheitsbestimmungen für das Fahren der Anlagen und die Störungsanalyse und Störungsbehebung im Betrieb zu ermitteln und im Unterricht vorzustellen.

Anhang

Schulische Aufgabenstellungen



Aufgaben:

1. Das Weg-Schritt-Diagramm (Zustandsdiagramm) ist zu erläutern. Aus dem vorliegenden Weg-Schritt-Diagramm soll ein Funktionsplan nach DIN 40719 entwickelt werden.

2. Aus dem Funktionsplan ist eine SPS-Folgesteuerung zu entwickeln. Folgende symbolische und formale Operanden werden verwendet:

Formal-operand	Symbolik-operand	1.1 Kommentar
E 0.0	HS	Hauptschalter
E 0.5	ST	Start/Tippen
E 1.1	SE1	Endschalter Zylinder 1 hintere Endlage
E 1.2	SE2	Endschalter Zylinder 1 vordere Endlage
E 1.3	SE3	Endschalter Zylinder 2 hintere Endlage
E 1.4	SE4	Endschalter Zylinder 2 vordere Endlage
E 1.5	SE5	Endschalter Zylinder 3 hintere Endlage
E 1.6	SE6	Endschalter Zylinder 3 vordere Endlage
A 2.0	Y1A	Magnetventil Zylinder 1 vor
A 2.1	Y1B	Magnetventil Zylinder 1 zurück
A 2.2	Y2A	Magnetventil Zylinder 2 vor
A 2.3	Y2B	Magnetventil Zylinder 2 zurück
A 2.4	Y3A	Magnetventil Zylinder 3 vor
A 2.5	Y3B	Magnetventil Zylinder 3 zurück

3. vom Lehrer zur Verfügung gestellt und in die Steuerung übertragen.

4. An der Steuerung sind folgende Problemstellungen zu untersuchen:

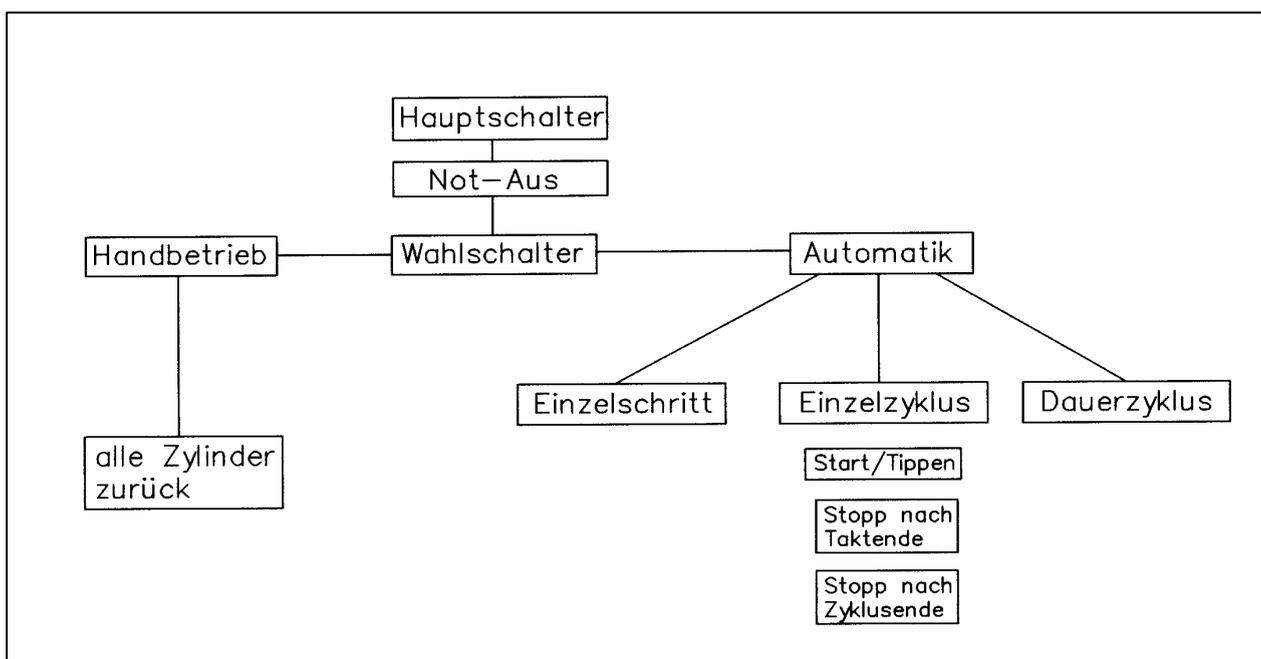
(Nach dem Start der Folgesteuerung)

- Was geschieht, wenn der Hauptschalter aus- und angeschaltet wird?
- Was geschieht nach einem Stromausfall?
- Was sollte nach einem Stromausfall geschehen?
- Wie kann man den Ablauf der Folge stoppen?
- Was sollte nach einer Not-Aus-Betätigung geschehen?
- Welche zwingenden Vorschriften gibt es für Not-Aus?

- Was muss nach der Betätigung von Not-Aus bezüglich der Folgesteuerung geschehen?
 - Welche Steuerungsfunktionen könnten für das Einrichten und Testen der Folgesteuerung sinnvoll sein?
5. Die Schülerinnen/Schüler führen eine Fehlersuche an der Steuerung durch („Sensorfehler“ werden vom Lehrer eingebaut). Die Schüler beurteilen ihren Erfolg bei der Fehlersuche. Anschließend werden folgende Fragestellungen untersucht:
- Welche Bestimmungen gibt es für die Not-Aus-Funktion?
 - Welche Steuerungsfunktionen könnten für die Behebung von Störungen oder für das Abfahren der „Anlage“ sinnvoll sein?
 - Gibt es Möglichkeiten zum Anzeigen von Störungen?
 - Wie könnte der Zustand der Steuerung angezeigt werden?

Auf der Grundlage des „Forderungskatalogs“ der Schüler und Anregungen des Lehrers werden die Bedingungen für die Betriebsarten und Diagnosemöglichkeiten der Steuerung konkretisiert. Das SPS-Programm wird von der Lehrerin/vom Lehrer entwickelt und mit den Schülern untersucht.

Exemplarische Betriebsarten



Symbolikliste mit Betriebsarten und Zustandsanzeigen

Formal-operand	Symbolik-operand	1.2 Kommentar
E 0.0	HS	Hauptschalter (hier auch als Not-Aus)
E 0.1	WA	Wahlschalter Automatikbetrieb
E 0.2	ES	Wahlschalter Einzelschritt
E 0.3	EZ	Wahlschalter Einzelzyklus
E 0.4	DZ	Wahlschalter Dauerzyklus
E 0.5	ST	Start/Tippen
E 0.6	STE	Stopp nach Taktende
E 0.7	SZE	Stopp nach Zyklusende
E 1.0	WH	Wahlschalter Handbetrieb
E 1.1	SE1	Endschalter Zylinder 1 hintere Endlage
E 1.2	SE2	Endschalter Zylinder 1 vordere Endlage
E 1.3	SE3	Endschalter Zylinder 2 hintere Endlage
E 1.4	SE4	Endschalter Zylinder 2 vordere Endlage
E 1.5	SE5	Endschalter Zylinder 3 hintere Endlage
E 1.6	SE6	Endschalter Zylinder 3 vordere Endlage
E 1.7	S1	Handbetrieb Zylinder zurück
A 2.0	Y1A	Magnetventil Zylinder 1 vor
A 2.1	Y1B	Magnetventil Zylinder 1 zurück
A 2.2	Y2A	Magnetventil Zylinder 2 vor
A 2.3	Y2B	Magnetventil Zylinder 2 zurück
A 2.4	Y3A	Magnetventil Zylinder 3 vor
A 2.5	Y3B	Magnetventil Zylinder 3 zurück
A 2.6	AB	Anzeige Taktzyklus aktiv
A 2.7	GS	Anzeige Grundstellung
A 3.0	TS1	Anzeige Taktschritt 1
A 3.1	TS2	Anzeige Taktschritt 2
A 3.2	TS3	Anzeige Taktschritt 3
A 3.3	TS4	Anzeige Taktschritt 4
A 3.4	TS5	Anzeige Taktschritt 5
A 3.5	TS6	Anzeige Taktschritt 6
A 3.6	WL	Warnleuchte Störung (Taktzeit überschritten)

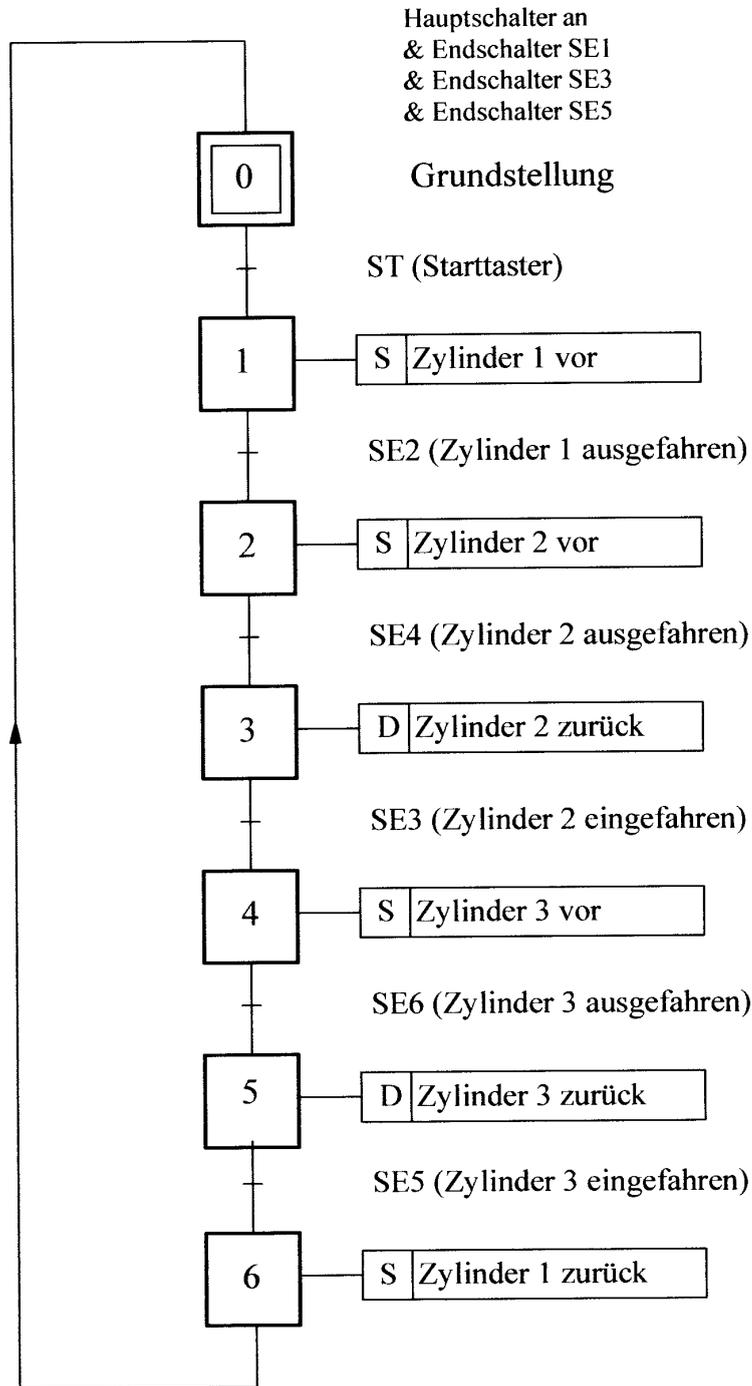
6. An dem vollständigen Steuerungsprogramm ist eine erneute Fehlersuche durchzuführen. Die Erfolge sind zu beurteilen!

An der Steuerung werden mögliche Fehler simuliert:

- Endschalter in falscher Position
- Strom aus
- SPS nicht auf RUN
- nicht auf ES, EZ oder DZ geschaltet
- kein Druck an oder Druck zu gering
- keine Masse angeschlossen oder unterbrochen
- Ventil defekt
- Ventilanschluss nicht IO
- Drosselrückschlagventil zu
- Kabelbruch Endschalter
- Kabelbruch Ventil
- Stopp nach Taktende geschaltet

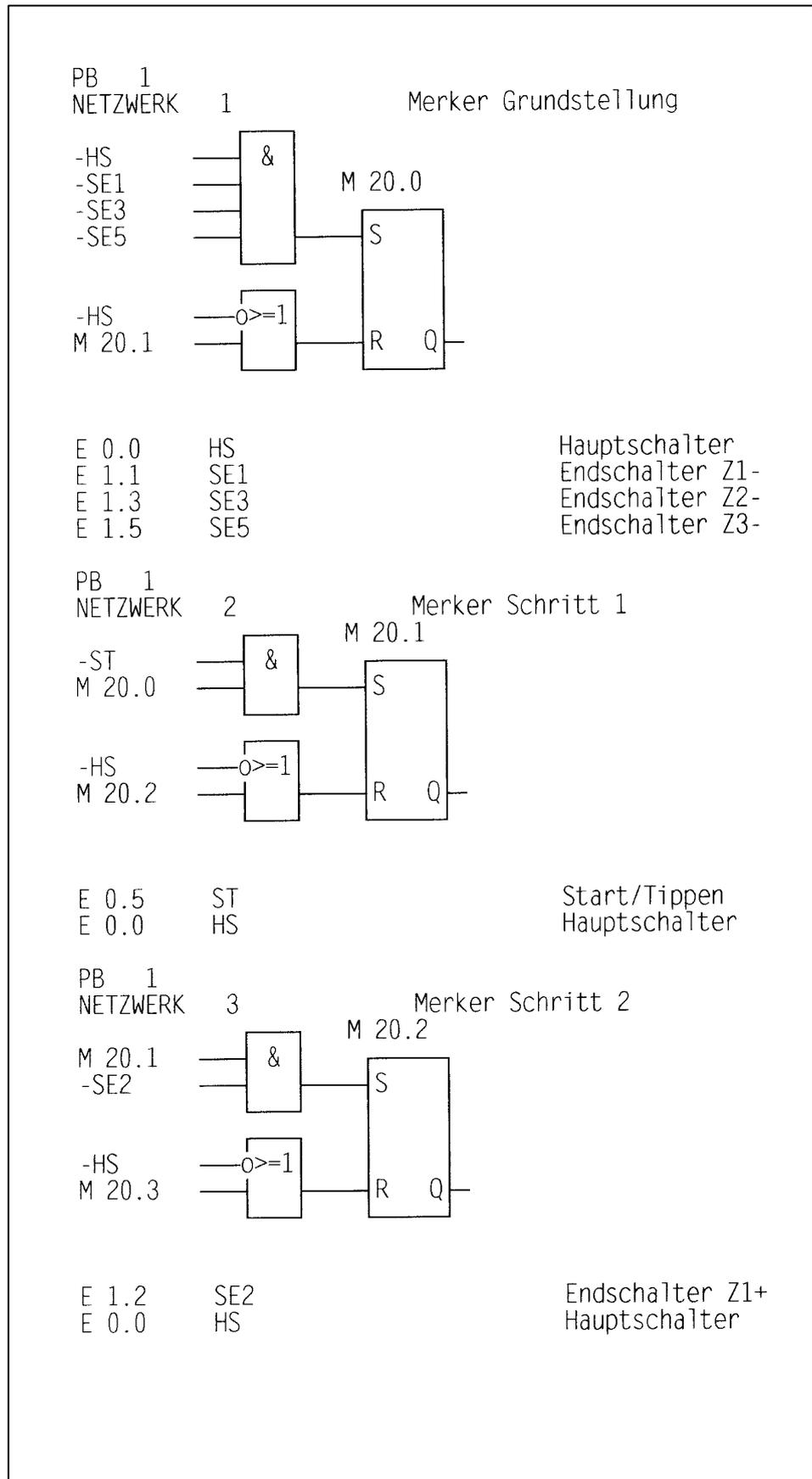
Während der Fehlersuche erhalten die Schülerinnen/Schüler den Auftrag, systematische Vorgehensweisen bei der Störungsanalyse zu entwickeln. (Wo beginnt eine systematische Fehlersuche und wie werden Fehler eingegrenzt?)

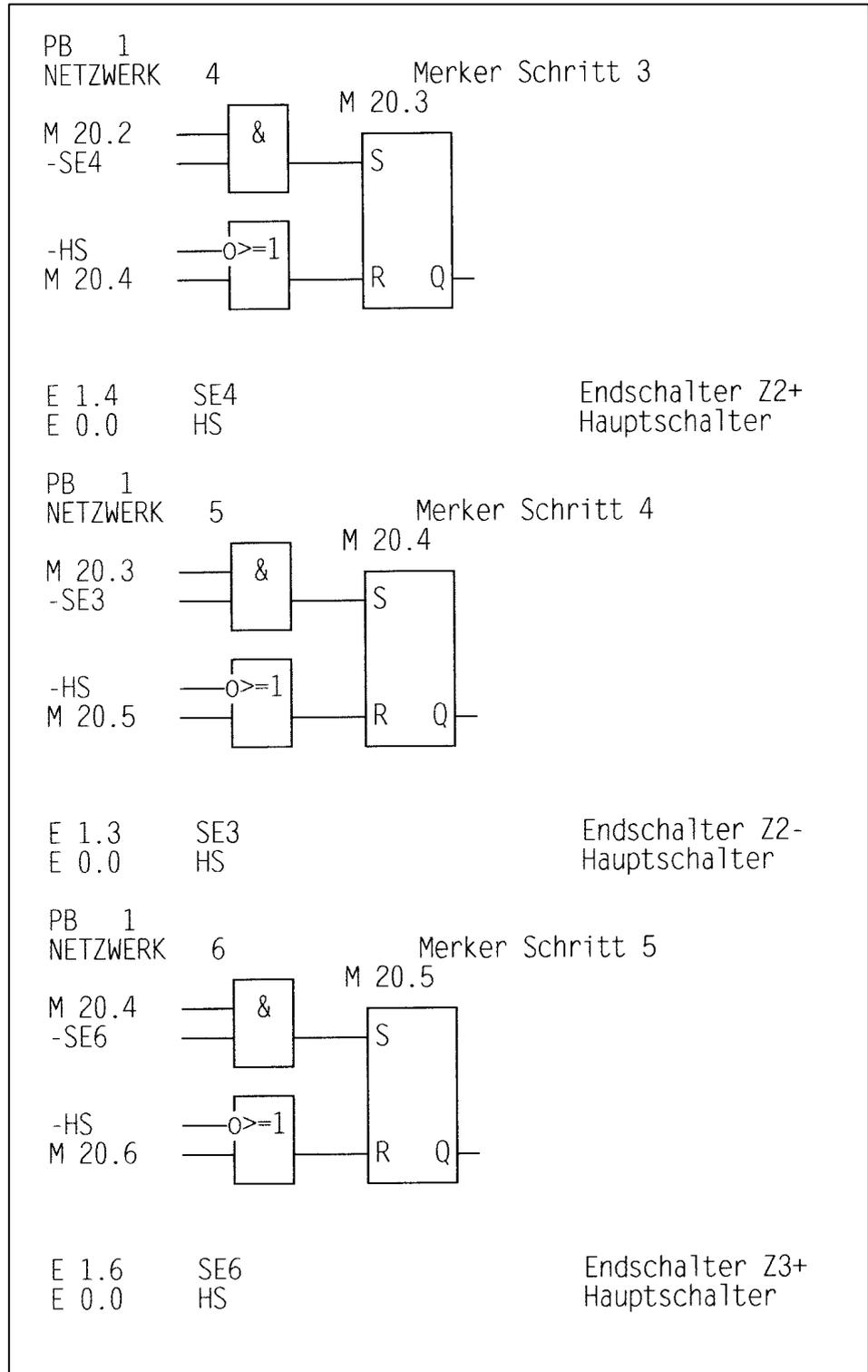
Folgesteuerung (vereinfachter Funktionsplan nach DIN 40719)



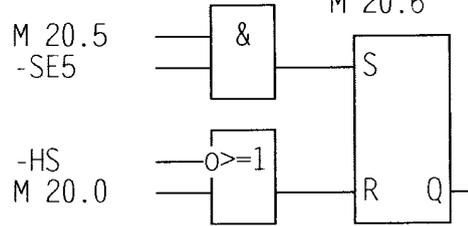
	Datum	Name	Herwig-Blankertz-Schule Wolfhagen
Gez.		Tröller	
Geprüft			
Maßst.	CVT_Betr_Art2		Blatt Nr.
—			Klasse

SPS-Programm (ohne Betriebsarten)



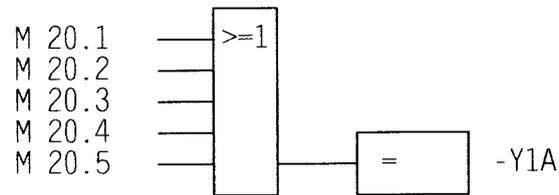


PB 1
NETZWERK 7
Merker Schritt 6



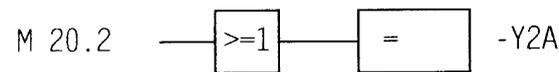
E 1.5 SE5
E 0.0 HS
Endschalter Z3-
Hauptschalter

PB 1
NETZWERK 8
Zylinder 1 vor



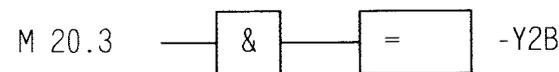
A 2.0 Y1A
Zylinder 1 vor

PB 1
NETZWERK 9
Zylinder 2 vor



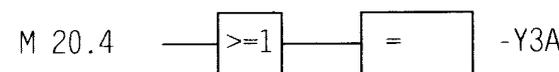
A 2.2 Y2A
Zylinder 2 vor

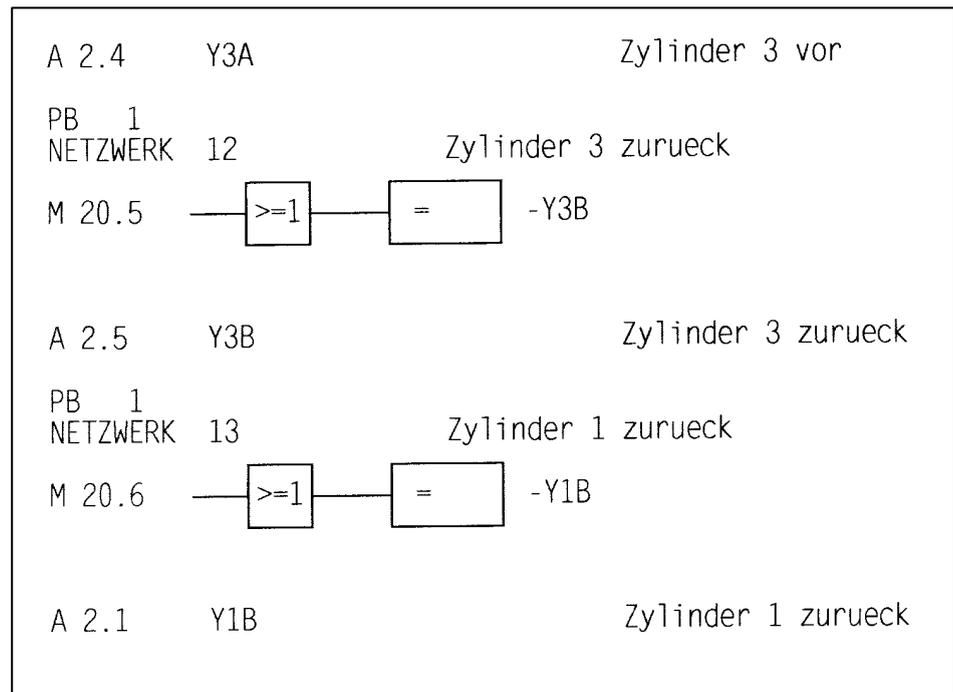
PB 1
NETZWERK 10
Zylinder 2 zurueck



A 2.3 Y2B
Zylinder 2 zurueck

PB 1
NETZWERK 11
Zylinder 3 vor



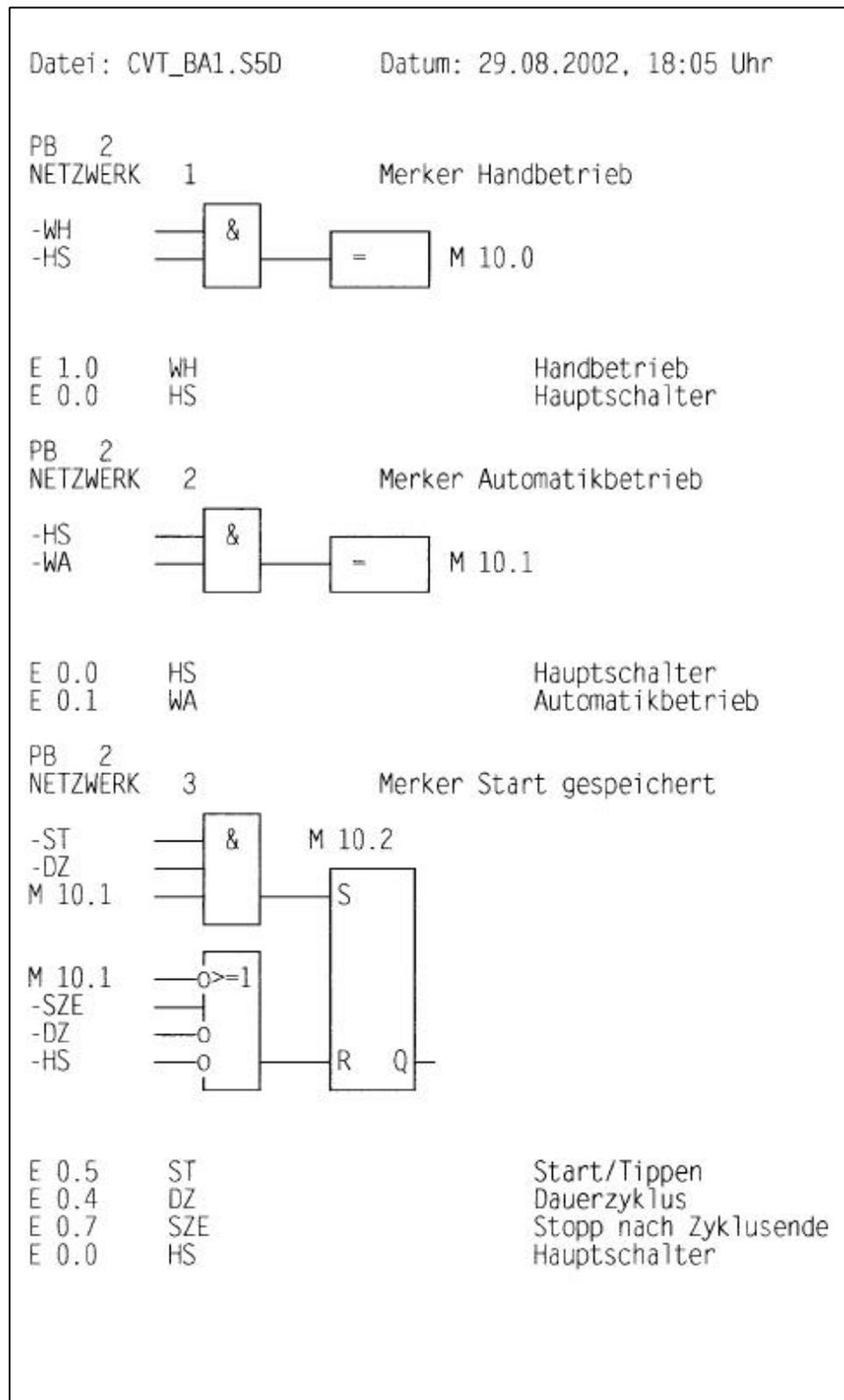


Erläuterung zur Steuerung

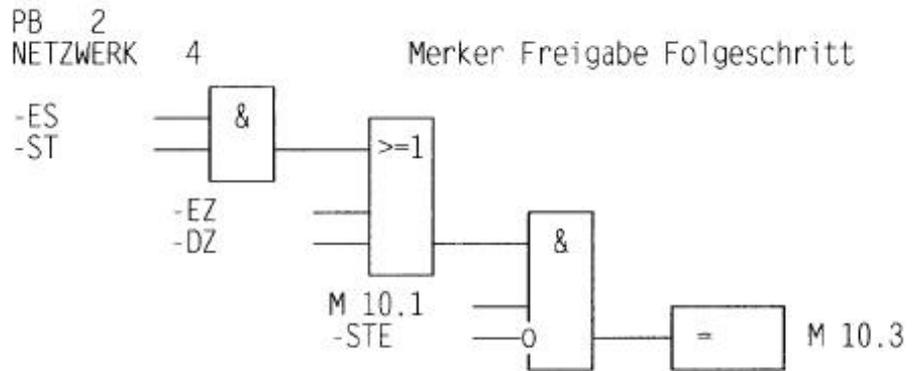
Die dargestellte Folgesteuerung entspricht den entsprechenden Standardlösungen aus der Lehrmittel-Literatur. Sie ist nicht geeignet den realen Anforderungen von Steuerungen an Produktionsanlagen gerecht zu werden. Diesem Problem soll allerdings nicht programmiertechnisch nachgegangen werden sondern es sollen die Anforderungen an komplexe Steuerungen von den Schülern problematisiert und prinzipiell nachvollzogen werden können.

Die „Nachbildung“ von steuerungstechnischen Problemen muss sich an den beschränkten schulischen Gegebenheiten orientieren. Diese modellhaften Steuerungen müssen den Schülern Gelegenheit geben, selbstständig systematische Strategien zur Störungsanalyse zu entwickeln.

SPS-Programm mit Betriebsarten und Diagnosefunktionen

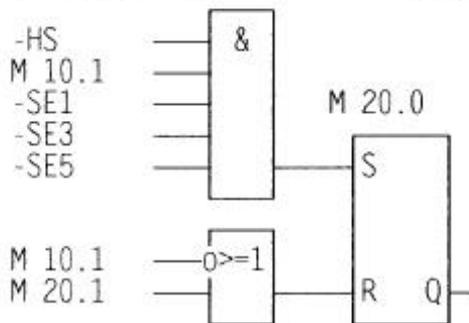


Datei: CVT_BA1.S5D Datum: 29.08.2002, 18:05 Uhr



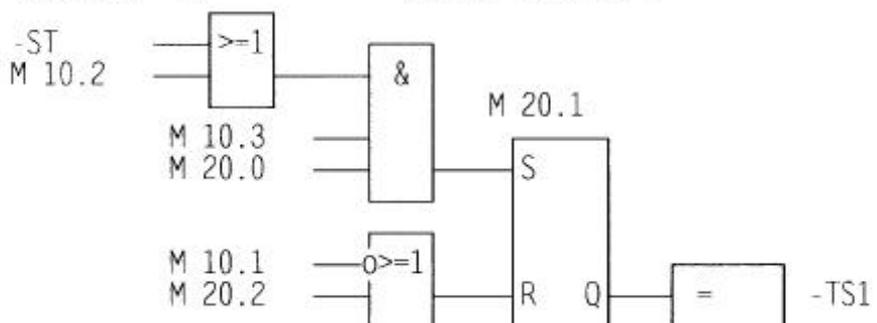
E 0.2	ES	Einzelschritt
E 0.5	ST	Start/Tippen
E 0.3	EZ	Einzelzyklus
E 0.4	DZ	Dauerzyklus
E 0.6	STE	Stopp nach Taktende

PB 2
NETZWERK 5 Merker Grundstellung



E 0.0	HS	Hauptschalter
E 1.1	SE1	Endschalter Z1-
E 1.3	SE3	Endschalter Z2-
E 1.5	SE5	Endschalter Z3-

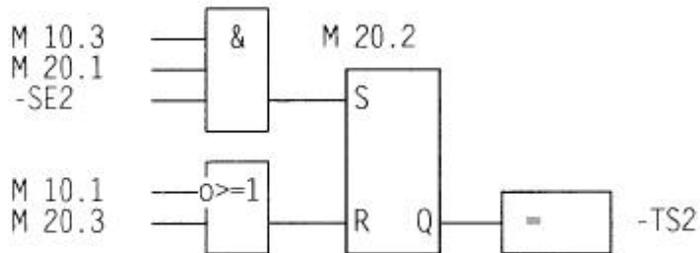
PB 2
NETZWERK 6 Merker Schritt 1



Datei: CVT_BA1.S5D Datum: 29.08.2002, 18:05 Uhr

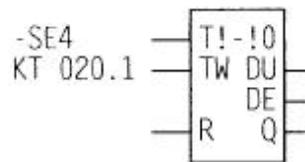
A 3.0 TS1 Anzeige Taktschritt 1
E 0.5 ST Start/Tippen

PB 2 NETZWERK 7 Merker Schritt 2



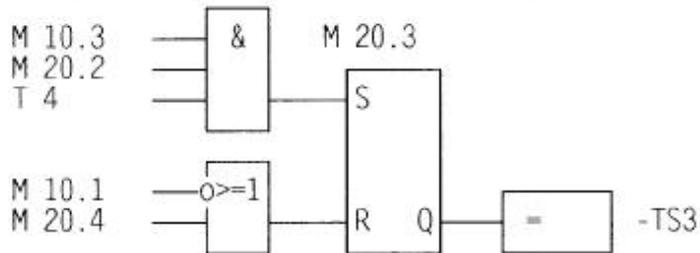
A 3.1 TS2 Anzeige Taktschritt 2
E 1.2 SE2 Endschalter Z1+

PB 2 NETZWERK 8 Zeitverzögerung Z2-
T 4

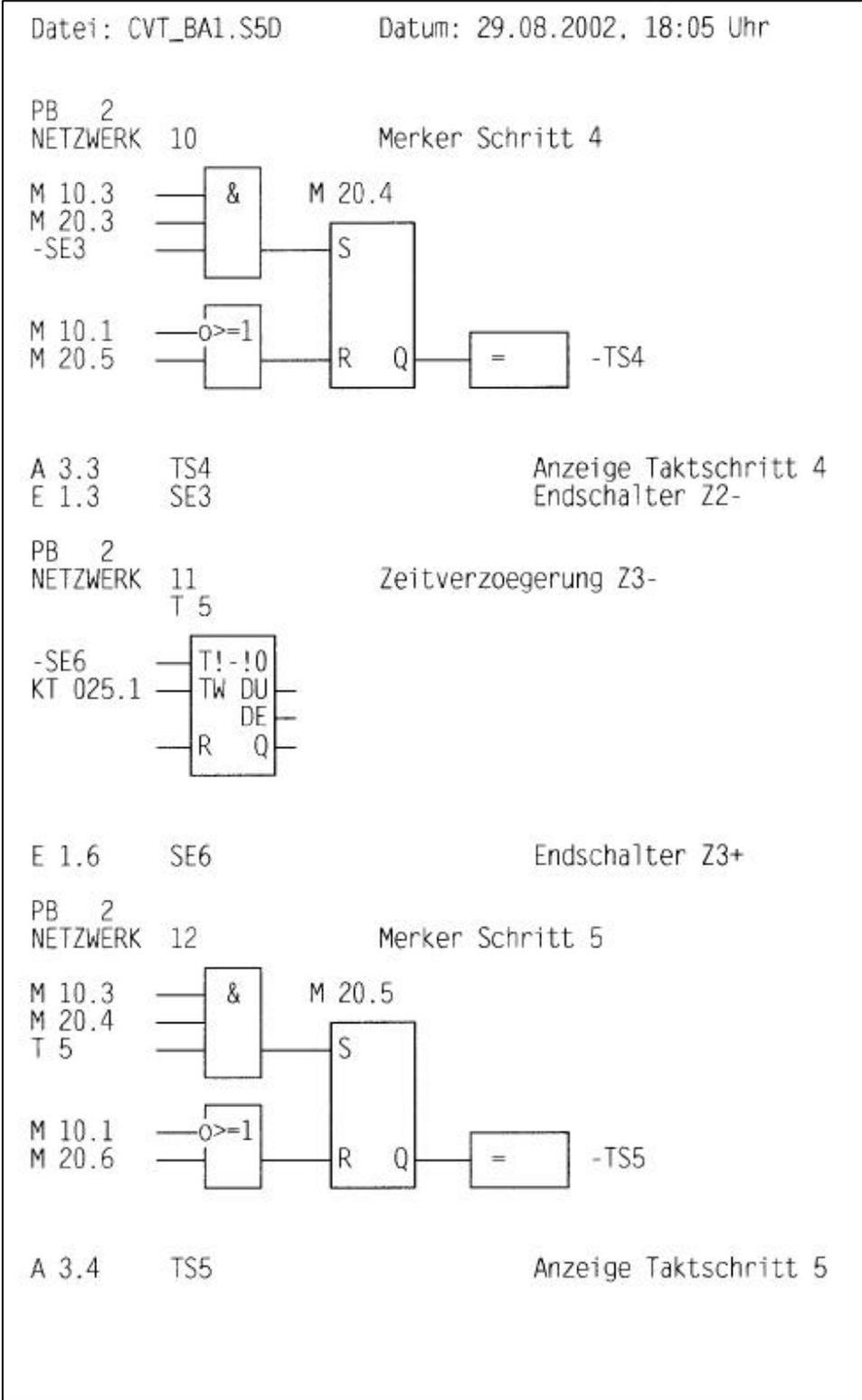


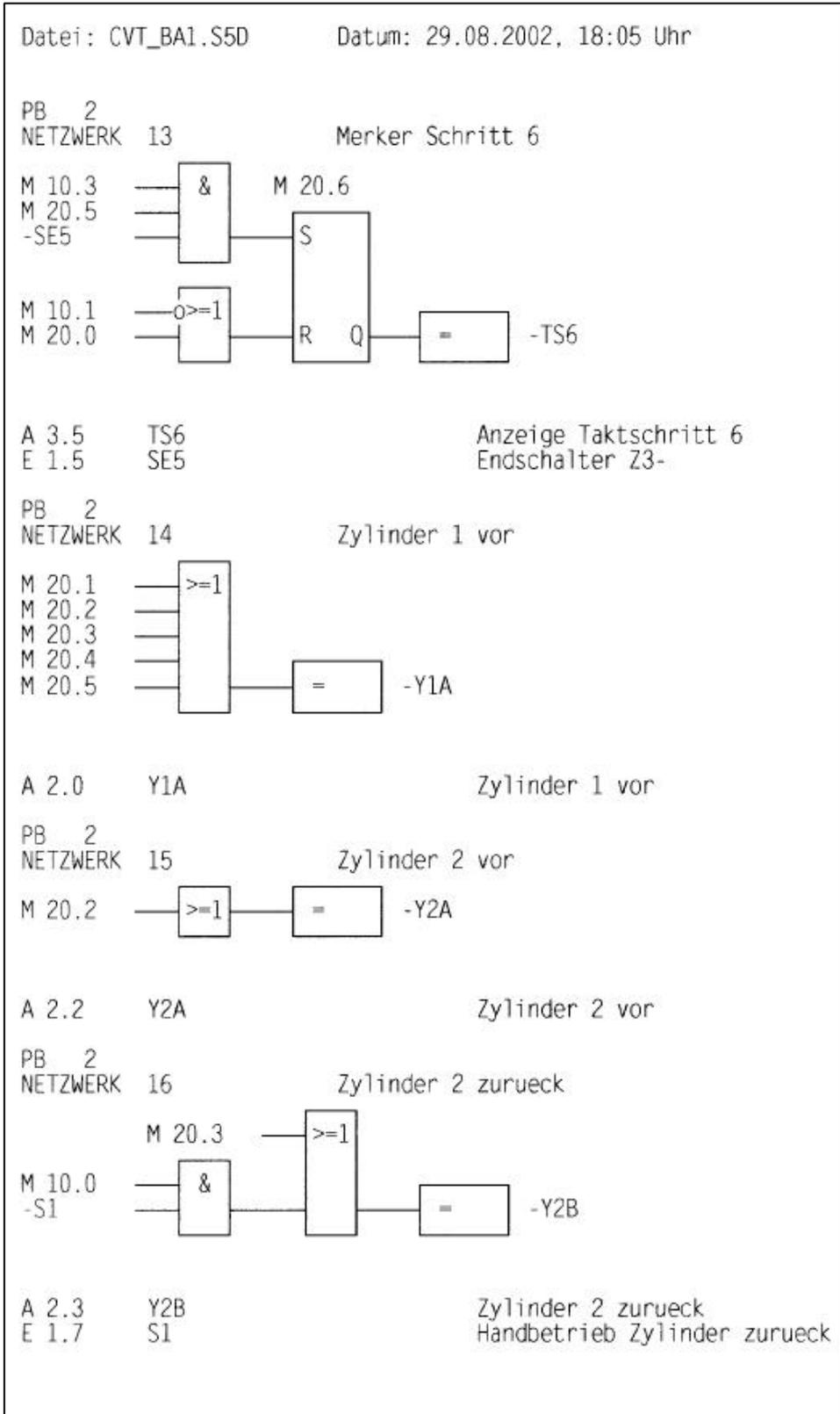
E 1.4 SE4 Endschalter Z2+

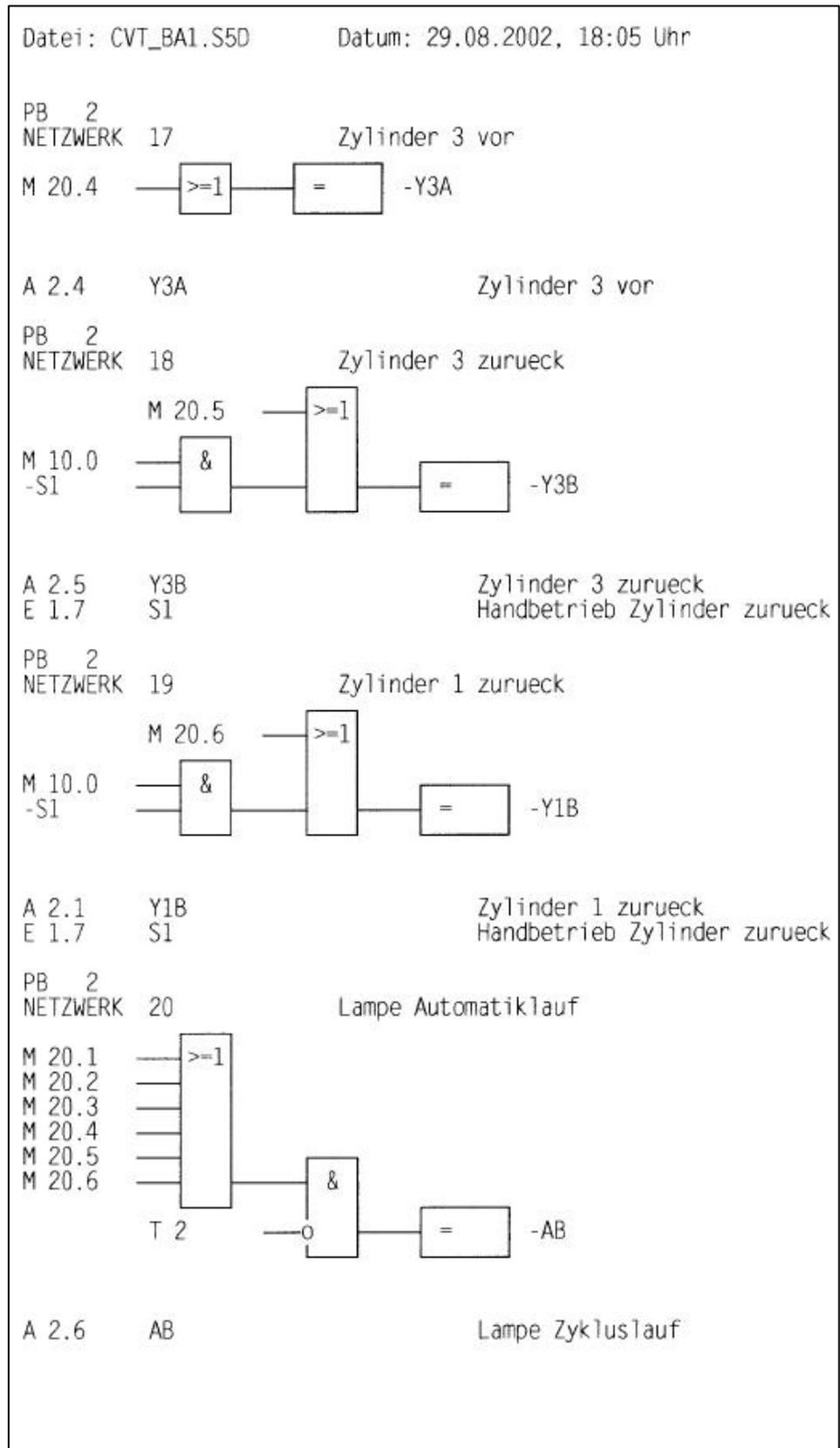
PB 2 NETZWERK 9 Merker Schritt 3



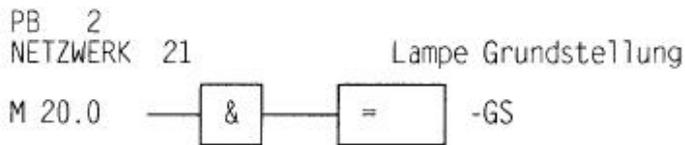
A 3.2 TS3 Anzeige Taktschritt 3





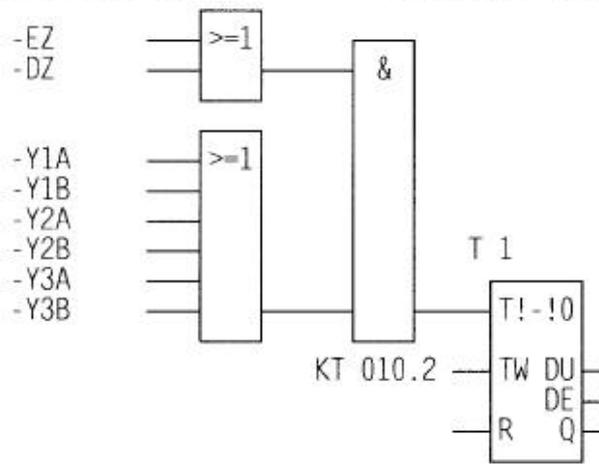


Datei: CVT_BA1.S5D Datum: 29.08.2002, 18:05 Uhr



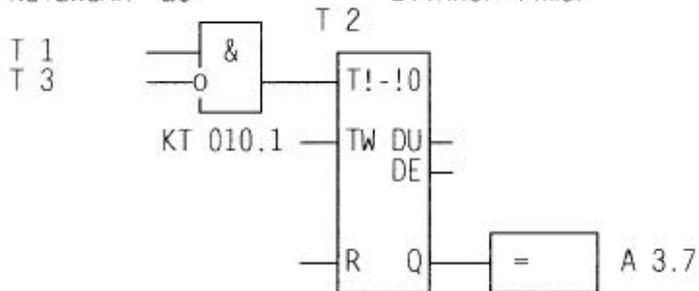
A 2.7 GS Lampe Grundstellung

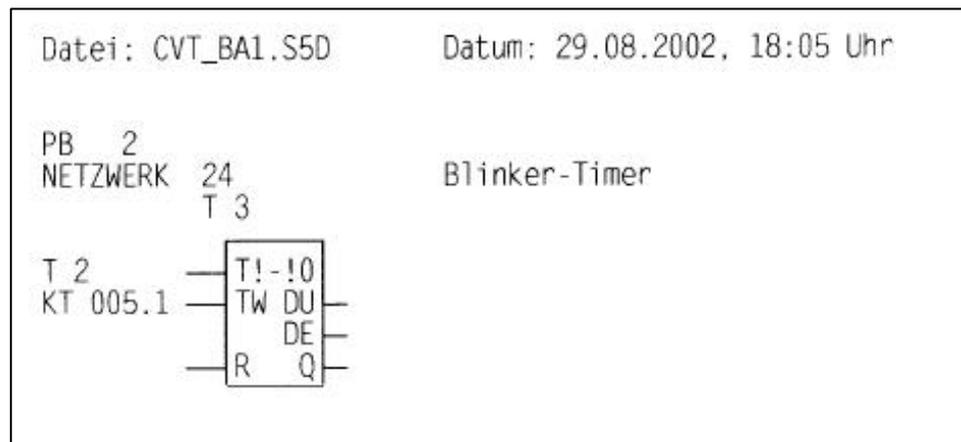
PB 2
NETZWERK 22
Zeitlimit fuer Schritte



E 0.3	EZ	Einzelzyklus
E 0.4	DZ	Dauerzyklus
A 2.0	Y1A	Zylinder 1 vor
A 2.1	Y1B	Zylinder 1 zurueck
A 2.2	Y2A	Zylinder 2 vor
A 2.3	Y2B	Zylinder 2 zurueck
A 2.4	Y3A	Zylinder 3 vor
A 2.5	Y3B	Zylinder 3 zurueck

PB 2
NETZWERK 23
Blinker-Timer





Durch die angestrebte Konzipierung der Steuerung wird versucht, wesentliche Betriebsarten von vorhandenen Steuerungen im Produktionsprozess nachzubilden. Die Not-Aus-Funktion erfolgt über den Hauptschalter und die Rückwärtsbewegung der Zylinder lediglich über einen Schalter, da nur eine begrenzte Anzahl von SPS-Eingängen zur Verfügung steht. Es wird der Versuch unternommen, elementare Diagnosefunktionen mit einfachen Mitteln nachzubilden. So soll anhand der „Modellsteuerung“ der Zustand einer Schrittkette angezeigt und eine Warnung für eine eingetretene Störung gemeldet werden. Hierdurch soll nachvollziehbar sein, dass es in automatisierten Anlagen Möglichkeiten gibt, Fehler oder Störungen schnell zu erkennen, zu lokalisieren und zu beheben. Das Verhalten bei Stromausfall (Erzeugung eines Wischimpulses) muss in die Steuerung integriert werden.

UN	M 100.0
=	M 100.1
UN	M 100.0
S	M 100.0
U	M 100.1
R	M 20.0
R	M 20.1
R	M 20.2
R	M 20.3
R	M 20.4
R	M 20.5
R	M 20.6

Erzeugung eines Wischimpulses und Rücksetzen der Schrittmerker (z. B. in OB1)

Diagnosefunktionen an modernen Steuerungen

In neuartigen Steuerungen sind eine Vielzahl von Diagnosefunktionen integriert und auf einem Bildschirm abrufbar. Der jeweilige Zustand der Anlage kann angezeigt werden, Störungen innerhalb einer Schrittkette werden lokalisiert und die möglichen Störungsursachen werden dargestellt. Es ist offensichtlich, dass in der Berufsschule solche komplexen Systeme weder angeschafft noch nachgebildet werden können. Dennoch kann ein arbeitsprozessorientierter Unterricht die Prinzipien von Steuerungen, ihre Betriebsarten und Eingriffsmöglichkeiten sowie die Möglichkeiten der systematischen Störungsanalyse exemplarisch nachvollziehen und in handlungsorientierter Unterrichtsgestaltung begreifbar machen.