

Materialien

Industriemechaniker Industriemechanikerin

Modellversuch

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

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:

Kurt Kunze

Horst Tröller

Johann Heetderks

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 Co-aching GmbH und des Instituts Technik und Bildung in Bremen, ohne deren tatkräftige Unterstützung diese Materialien nicht erstellt worden wären.

Inhaltsverzeichnis

Teil I – Anfängerprojekt: Instandhaltung von Werkstückträgern für die Montage von Dämpferbeinen

1	Beschreibung der betrieblichen Aufgabe	I – 3
1.1	Art und Umfang der Arbeiten	I – 4
1.2	Einbindung in die Geschäfts- und Arbeitsprozesse	I – 4
1.3	Ressourcen	I – 5
2	Einordnung in das GAB-Curriculum	I – 5
2.1	Bezug der betrieblichen Aufgabe zum Lernbereich	I – 5
2.2	Bestimmung der Bildungs- und Qualifizierungsziele für die betriebliche Aufgabe	I – 6
2.3	Abgleich mit den Zielen des Lernfeldes (im Berufsbildungsplan)	I – 6
2.3.1	Betriebliche Bildungs- und Qualifizierungsziele	I – 6
2.3.2	Schulische Bildungs- und Qualifizierungsziele	I – 6
2.4	Schnittstellen zu anderen Lernfeldern	I – 7
2.5	Gestaltungspotenzial der betrieblichen Aufgabe	I – 7
3	Dual-kooperative Ausbildungsplanung	I – 7
3.1	Inhalte von Arbeiten und Lernen in der betrieblichen Aufgabe	I – 7
3.1.1	Arbeitsgegenstände	I – 7
3.1.2	Werkzeuge, Methoden und Organisation	I – 7
3.1.3	Anforderungen an Facharbeit und Technik	I – 8
3.2	Struktur der Aufgabenbearbeitung	I – 8
3.3	Planung und Abstimmung der Ausbildungsorte und -zeiten	I – 9
4	Betriebliche Ausbildungselemente	I – 10
5	Schulische Lernsituationen	I – 11
5.1	Übersicht	I – 11
5.2	Beschreibung der Lernsituation 1	I – 13
5.3	Beschreibung der Lernsituation 2	I – 14
5.4	Beschreibung der Lernsituation 3	I – 15
5.5	Beschreibung der Lernsituation 4	I – 16
5.6	Beschreibung der Lernsituation 5	I – 17
Anhang		
	Wartung und Inspektion von technischen Systemen	I – A1
	Der Werkstückträger im Produktionsprozess	I – A3
	Kunden-Lieferanten-Beziehung	I – A4
	Qualität, Kosten, Liefertreue	I – A5
	Instandhaltung: Begriffe und Maßnahmen	I – A7
	Definition Wartung	I – A8
	Verschleiß am Werkstückträger	I – A9
	Reibung und Verschleiß	I – A10
	Reibungsarten, Reibungszustände	I – A11

Reibungskraft	I – A12
Kennzeichnung der Schmieröle	I – A13
Kennzeichnung der Schmierfette	I – A14
Arbeitssicherheit und Umweltschutz: Aufgaben	I – A15

**Teil II – Fortgeschrittenenprojekt:
Analyse steuerungstechnischer Systeme in der CVT-Räderfertigung**

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 Planetenräderfertigung)	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

**Teil III – Expertenprojekt:
Optimierung der Einbauvorrichtung für Türscharniere**

1	Beschreibung der betrieblichen Aufgabe	III – 3
1.1	Art und Umfang der Arbeiten	III – 3
1.2	Einbindung in die Geschäfts- und Arbeitsprozesse	III – 5
1.3	Ressourcen	III – 5
2	Einordnung in das GAB-Curriculum	III – 5
2.1	Bezug der betrieblichen Aufgabe zum Lernbereich	III – 5
2.2	Abgleich mit den Zielen im Lernfeld (im Berufsbildungsplan)	III – 6
2.3.	Schulische Bildungs- und Qualifizierungsziele	III – 6
2.4	Schnittstellen zu anderen Lernfeldern	III – 6
2.5	Gestaltungspotenzial der betrieblichen Aufgabe	III – 7
3	Dual-kooperative Ausbildungsplanung	III – 7
3.1	Inhalte von Arbeiten und Lernen in der betrieblichen Aufgabe	III – 7
3.1.1	Arbeitsgegenstände	III – 7
3.1.2	Werkzeuge, Methoden und Organisation	III – 8
3.1.3	Anforderungen an Facharbeit und Technik	III – 9
3.2	Struktur der Aufgabenbearbeitung	III – 9
3.3	Planung und Abstimmung der Ausbildungsorte und -zeiten	III – 10
4	Betriebliche Ausbildungselemente	III – 10
5	Schulische Lernsituationen	III – 11
5.1	Übersicht über die schulischen Lernsituationen	III – 11
5.2	Exemplarische Beschreibung einer Lernsituation	III – 12
Anhang		
	Übersicht über den Montageablauf der Fahrzeugtüren	III – A1
	Automatische Signalabschaltung beim Einsatz von Taktketten	III – A2
	Türscharniereinbauvorrichtung (neu)	III – A3
	Funktionsdiagramm (alt)	III – A4
	Aufgabe Funktionsdiagramm	III – A5
	Pneumologischer Funktionsplan	III – A7
	Funktionsdiagramm Türscharniereinbauvorrichtung	III – A8
	Türscharniereinbauvorrichtung: Funktionsplan	III – A9
	Optimierung von technischen Systemen und Produktionsabläufen	III – A11

Industriemechaniker Industriemechanikerin

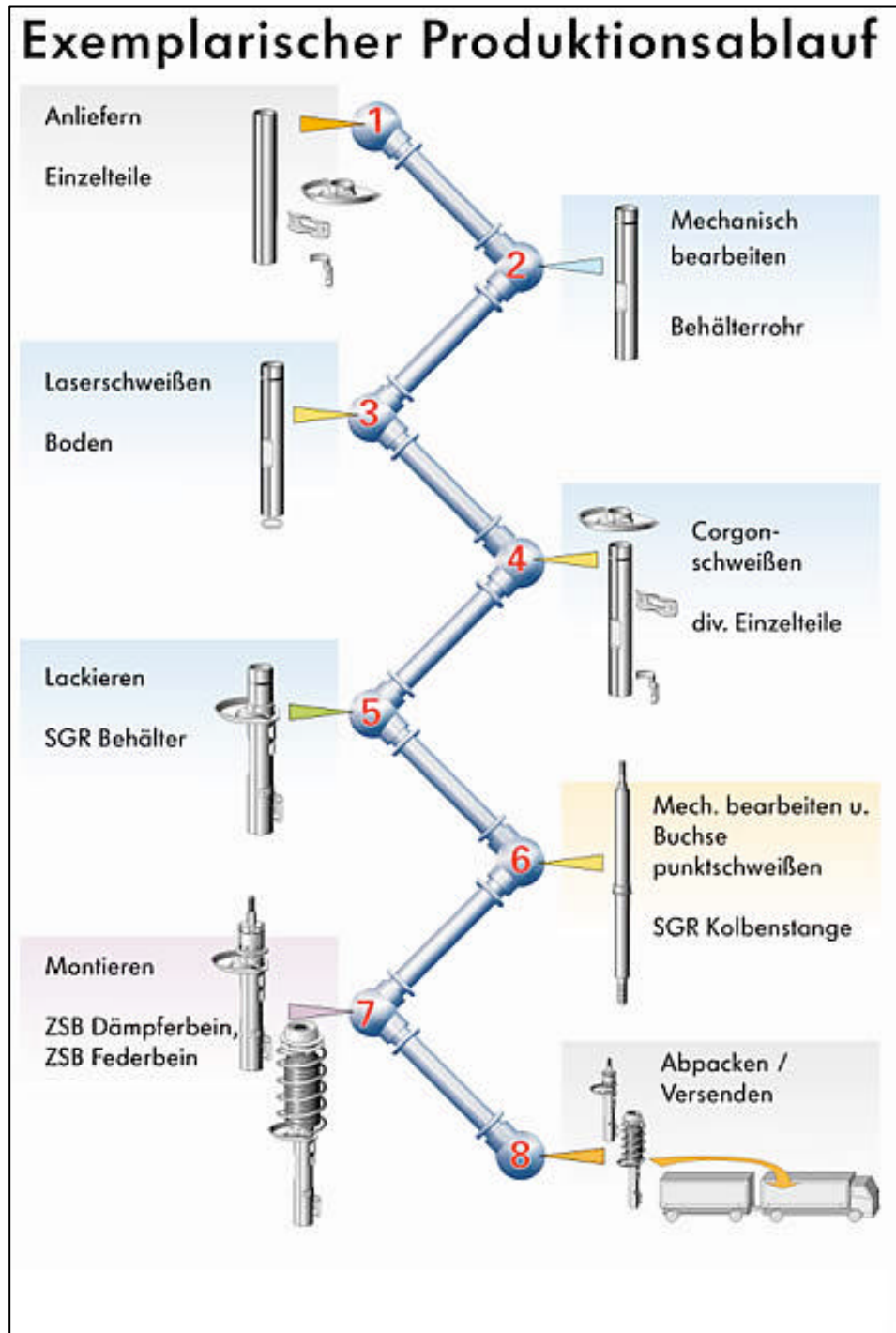
Teil I – Anfängerprojekt

**Instandhaltung von Werkstückträgern
für die Montage von Dämpferbeinen**

Kurt Kunze

1 Beschreibung der betrieblichen Aufgabe

Im Volkswagenwerk Braunschweig werden im „Geschäftsfeld Dämpfer“ jährlich ca. 7 Millionen Dämpferbeine zum Einbau in PKWs gefertigt. Für den Transport und die Montage der Einzelteile wie Behälterrohr, Kolbenstange usw. zum kompletten Dämpferbein werden in großer Stückzahl Werkstückträger in verschiedenen Ausführungen benötigt. Diese Werkstückträger müssen zur Gewährleistung eines möglichst störungsfreien Produktionsprozesses der Dämpferbeine ständig instand gehalten werden.





Dämpferbein



Werkstückträger mit Dämpferbein

1.1 Art und Umfang der Arbeiten

Die Werkstückträger werden nach erkannten Störungen im Betriebseinsatz aus dem Produktionsprozess ausgeschleust (ausfallbedingte Instandsetzung). Die Auszubildenden müssen die angelieferten Werkstückträger identifizieren, die entsprechenden Instandhaltungsdokumente beschaffen, die notwendigen Austauschteile bereitstellen und dann die Instandhaltung durchführen. Bei der Durchführung der Instandhaltungsarbeiten durch die Auszubildenden werden nicht nur die defekten oder verschlissenen Bauteile ausgewechselt, sondern nach Maßgabe der betrieblichen Vorschriften alle erforderlichen Wartungs- und Inspektionsarbeiten durchgeführt.

Im Sinne einer vorbeugenden Instandhaltung werden häufig auch noch intakte Führungen, Dichtungen oder Buchsen ausgetauscht.

Nach Abschluss der Instandhaltungsarbeiten wird eine Funktionsprüfung auf einem speziellen Prüfplatz durchgeführt und das Ergebnis protokolliert. Anschließend werden die Werkstückträger wieder der Produktion übergeben.

1.2 Einbindung in die Geschäfts- und Arbeitsprozesse

Die Werkstückträger unterliegen im täglichen Mehrschichtbetrieb einer harten Beanspruchung und müssen die an sie gestellten Qualitätsmerkmale stets vollständig erfüllen, damit ein störungsfreier Produktionsablauf gewährleistet ist. Durch den ständigen Einsatz kommt es zwangsläufig zu Verschleiß und Ausfällen durch defekte Bauteile. Nicht mehr zuverlässig arbeitende Werkstückträger werden vom Anlagenpersonal aus dem Fertigungsprozess ausgeschleust, mit einem Meldezettel versehen und zur Aufarbeitung in die „SPL – Maschineninstandhaltung“ transportiert. Nach der erfolgten Instandsetzung werden die Werkstückträger von den Auszubildenden der SPL wieder an den Anlagenführer der entsprechenden Montagelinie im „Geschäftsfeld Dämpfer“ übergeben.

1.3 Ressourcen

Die betriebliche Arbeitsaufgabe wird in der Service-, Produktions- und Lerninsel (SPL) Maschinen- und Instandhaltung durchgeführt.

Die SPL – Maschineninstandhaltung ist integriert in dem Service-Center Werktechnik in Braunschweig und wird von einem zugeordneten Ausbilder der Volkswagen Coaching sowie einem betrieblichen Ausbilder mit 12 Auszubildenden (6 Auszubildende 1. Ausbildungsjahr und 6 Auszubildende 2. bzw. 3. Ausbildungsjahr) im Beruf Industriemechaniker in der Fachrichtung Produktionstechnik des Volkswagenwerks eingesetzt. Die Verweilzeit von 2 Monaten in der SPL wird für die 36 Auszubildenden des 1. Ausbildungsjahres im Versetzungszeitraum von Monat März bis Monat August über Versetzungspläne geregelt.

Alle Auszubildenden werden im 2./3. Ausbildungsjahr nochmals für einen Versetzungszeitraum von 2 Monaten in der SPL-Maschineninstandhaltung eingesetzt.

Ausgestattet ist die SPL mit Bohrmaschinen, Standardwerkzeugen und speziellen Prüfvorrichtungen.

Die Sachausstattung und die Kompetenzen der Ausbildungsbeauftragten und Ausbilder ermöglichen es, dass die aus dem Fertigungsprozess des Geschäftsfeldes Dämpferbein ausgegliederten Werkstückträger bearbeitet werden können und somit die Bearbeitung der betrieblichen Aufgabe prozessorientiert erfolgen kann.

2 Einordnung in das GAB-Curriculum

2.1 Bezug der betrieblichen Aufgabe zum Lernbereich

Im Berufsbildungsplan für den Industriemechaniker (ITB Arbeitspapiere 32) sind dem Lernbereich 1 die Lernfelder „Wartung und Inspektion von technischen Systemen“, „Mechanische Herstellung von Einzelteilen und Baugruppen“ und „Bedienen bzw. Fahren von Produktionsanlagen“ zugeordnet:

„In dem ersten Lernbereich sind die Wartung und das Bedienen von Produktionsanlagen im Normalbetrieb, d. h. die Aufgaben erfolgen an störungsfreien Systemen, besonders geeignet, da es sich um wiederkehrende Daueraufgaben handelt. Diese können systematisch bearbeitet werden und orientieren sich an festen Regeln.“ (Rauner, Kleiner, Meyer: Berufsbildungsplan für den Industriemechaniker, ITB-Arbeitspapiere 32, Bremen 2001, S. 12 f.)

Die Auszubildenden werden in der zweiten Hälfte des ersten Ausbildungsjahres in die SPL Maschineninstandhaltung versetzt und führen dort unter Anleitung bzw. Betreuung eines Ausbildungsbeauftragten (ABBA) verschiedene wertschöpfende Arbeiten aus. Die am Werkstückträger anfallenden Instandhaltungsarbeiten werden von den Auszubildenden nach vorgegebenen Plänen überwiegend angeleitet durchgeführt und geben einen guten Überblick, worum es in ihrem Beruf in der Hauptsache geht. Die Auszubildenden lernen die Einbindung des Werkstückträgers in den Geschäfts- und Arbeitsprozess kennen und erfahren in einer übersichtlichen Arbeitssituation, dass sie wertschöpfende Arbeiten leisten können. Deshalb ist die Bearbeitung dieser betrieblichen Aufgabe hauptsächlich dem Lernbereich 1 (Orientierungs- und Überblickswissen) zuzuordnen.

2.2 Bestimmung der Bildungs- und Qualifizierungsziele für die betriebliche Aufgabe

Im Berufsbildungsplan der Industriemechaniker (ITB-Arbeitspapiere 32) wird im Lernfeld 1 die Bedeutung der Wartung als Maßnahme zur Bewahrung des Sollzustandes von technischen Systemen betont. Als ein wichtiges Ziel wird die Bereitschaft zur Umsetzung von Konzepten des Total-Productive-Maintenance (TPM), im Gegensatz zur ausfallbedingten Instandsetzung, beschrieben. Notwendig dafür ist die Kenntnis vorhandener Wartungs- und Inspektionspläne, die Durchführung der Wartungs- und Inspektionsarbeiten einschließlich der Funktionsprüfung des gewarteten Werkstückträgers und deren anschließende Dokumentation.

2.3 Abgleich mit den Zielen im Lernfeld (im Berufsbildungsplan)

2.3.1 Betriebliche Bildungs- und Qualifizierungsziele

Im Ausbildungsberuf Industriemechaniker führen die Auszubildenden im Lernbereich 1 Wartungs- und Inspektionsaufgaben unter Anwendung geeigneter Methoden, Verfahren und Werkzeuge durch und beurteilen sie. Sie erkennen Zusammenhänge zwischen Verschleißerscheinungen und Anlagenstörung und nutzen betriebliche und herstellerepezifische Wartungsanweisungen.

Sie ermitteln den Bedarf an Betriebsstoffen unter Berücksichtigung der betrieblichen Vorgaben und beachten bei der Entsorgung die Umweltschutzverordnungen.

Für den Arbeitsauftrag „Instandhaltung von Werkstückträgern“ wurden folgende Ziele formuliert:

Ziel 1: Durchführung von Wartungs- und Inspektionsarbeiten an vorhandenen Betriebseinrichtungen in der VW CG und betrieblichen Fertigungsbereichen.

Ziel 2: Vorbeugende Instandhaltung an Produktionsanlagen, Maschinen und Betriebsmitteln.

2.3.2 Schulische Bildungs- und Qualifizierungsziele

Im Lernfeld 1 „Wartung und Inspektion von technischen Systemen“ werden die Crash-Philosophie (ausfallbedingte Instandhaltung) und Konzepte des Total-Productive-Maintenance (TPM, zustandsbedingte Instandhaltung bzw. vorbeugende Instandhaltung) unterschieden. Beide Strategien werden bei der Instandhaltung des Werkzeugträgers angewendet und können somit unterrichtlich behandelt werden.

Die Schülerinnen und Schüler

- erkennen die wirtschaftliche bzw. technologische Notwendigkeit von Wartungs- und Inspektionsmaßnahmen,
- erklären die Fachbegriffe aus dem Bereich der Instandhaltung,
- beschaffen Wartungs- und Inspektionspläne und erläutern diese,
- planen nach Auftrag Wartungs- und Inspektionsarbeiten und dokumentieren sie für den Kunden,
- beachten die einschlägigen Bestimmungen zur Arbeitssicherheit und zum Umweltschutz.

2.4 Schnittstellen zu anderen Lernfeldern

Die anfallenden Instandsetzungsmaßnahmen berühren das Lernfeld 4 „Instandhaltung von technischen Systemen“. Hier geht es um die Sicherstellung der Betriebsbereitschaft von Produktionsanlagen und die Vermeidung von Stillstandszeiten. Dazu wird unter Anwendung geeigneter Methoden, Verfahren und Werkzeuge der Sollzustand des Werkzeugträgers wieder hergestellt und abschließend eine Funktionsprüfung durchgeführt.

2.5 Gestaltungspotenzial der betrieblichen Aufgabe

Das Gestaltungspotenzial bei der Durchführung dieser betrieblichen Aufgabe ist gering, da es sich um eine regelmäßig wiederkehrende Arbeit handelt und die inhaltliche Durchführung aufgrund betrieblicher Vorschriften festgelegt ist. Die Gestaltungsmöglichkeiten der Auszubildenden beschränken sich auf die Arbeitsorganisation, z.B. Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit bei der Durchführung des Instandhaltungsauftrags.

3 Dual-kooperative Ausbildungsplanung

3.1 Inhalte von Arbeiten und Lernen in der betrieblichen Aufgabe

3.1.1 Arbeitsgegenstände

Die betrieblichen Arbeitsgegenstände sind der Wartungsauftrag für den konkreten Werkstückträger und durch den Bezug zu den verschiedenen Werkstückträgern des „Geschäftsfeldes Dämpfer“ die Wartung und Inspektion an technischen Systemen ganz allgemein.

Im Unterricht der Berufsschule werden die folgenden Lerngegenstände thematisiert: Verschleißkomponenten an Produktionsanlagen, Funktionsgruppen und -elemente von Maschinen, Anlagen, Handhabungsgeräten und Transportsystemen.

3.1.2 Werkzeuge, Methoden und Organisation

Betrieblicherseits zählen dazu Auftragsdisposition, Ersatzteildisposition, Wartungsvorschriften und Betriebsanleitungen, Standard-/Spezialwerkzeuge zur Durchführung des Auftrags, Ermitteln des Wartungs- und Austauschbedarfs, Funktionsanalyse durch Sicht- und Geräuschprüfung, Ermitteln möglicher Verschleißursachen, Unterscheiden, Zuordnen und Handhaben von Schmierstoffen entsprechend der Betriebsvorschriften, Organisation der Auftragsdurchführung, Arbeitsplatzgestaltung und -ausstattung, Arbeitsorganisation der Ver- und Entsorgung und evtl. Erweiterungsaufträge bei schwerwiegenden Fehlern.

In der Schule werden Wartungs- und Inspektionspläne (nach DIN 31 051, Reparaturkonzepte der Anlagenhersteller/-betreiber, mögliche Verschleißursachen und Organisation der Auftragsdurchführung behandelt.

Mit unterschiedlicher Akzentuierung befassen sich beide Lernorte mit Betriebs- und Hilfsstoffen, dem Unterscheiden und Zuordnen von Betriebsstoffen, Prüfmit-teln usw.

3.1.3 Anforderungen an Facharbeit und Technik

Im Betrieb stehen im Vordergrund die werkstattgerechte Auftragsannahme, die Gestaltung und Organisation der Annahme bzw. Auftragsweiterung, die termingerechte Wartung, die Einhaltung der Arbeits- und Gesundheitsschutzvorschriften, leichte Wartung und Austausch von Komponenten, ökologische Aspekte und Umweltschutzvorschriften.

Die Schule legt den Akzent auf die schnelle und zielgerichtete Auswahl benötigter Informationen, die Kenntnis der einschlägigen Arbeits- und Gesundheitsschutzvorschriften, die Beachtung ökologischer Aspekte und der Umweltschutzvorschriften.

3.2 Struktur der Aufgabenbearbeitung

Nach dem GAB-Konzept sollten lernhaltige betriebliche Arbeitsaufträge zunehmend gestaltungsoffen sein und ein selbstständiges Arbeiten der Auszubildenden in Teams ermöglichen.

Da das Anfängerprojekt „Instandhaltung von Werkstückträgern“ dem Lernbereich 1 zugeordnet ist und die Werkstückträger in einem automatisierten Fertigungsprozess eingesetzt sind, sind der Gestaltungsoffenheit offensichtlich enge Grenzen gesetzt.

Die Durchführung des Auftrages erfolgt nach dem Modell der vollständigen Handlung. Dabei sollen sich die Auszubildenden zunächst über den betrieblichen Auftrag informieren, die Auftragsbearbeitung selbstständig planen, eine Entscheidung treffen und danach den Arbeitsauftrag selbstständig durchführen. Nach der Durchführung muss eine Qualitätskontrolle erfolgen. Abschließend ist eine Dokumentation der Ergebnisse und eine kritische Reflexion vorzunehmen. Diese Struktur findet sich auch im Auftragsbuch der VW-CG wieder, in dem die Auszubildenden regelmäßig die von ihnen bearbeiteten Aufträge dokumentieren.

3.3 Planung und Abstimmung der Ausbildungsorte und -zeiten

Die betriebliche Aufgabe „Wartung von Werkstückträgern“ ist Bezugspunkt 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 „Wartung von Werkstückträgern“ ist die nachstehende Aufteilung vereinbart worden:

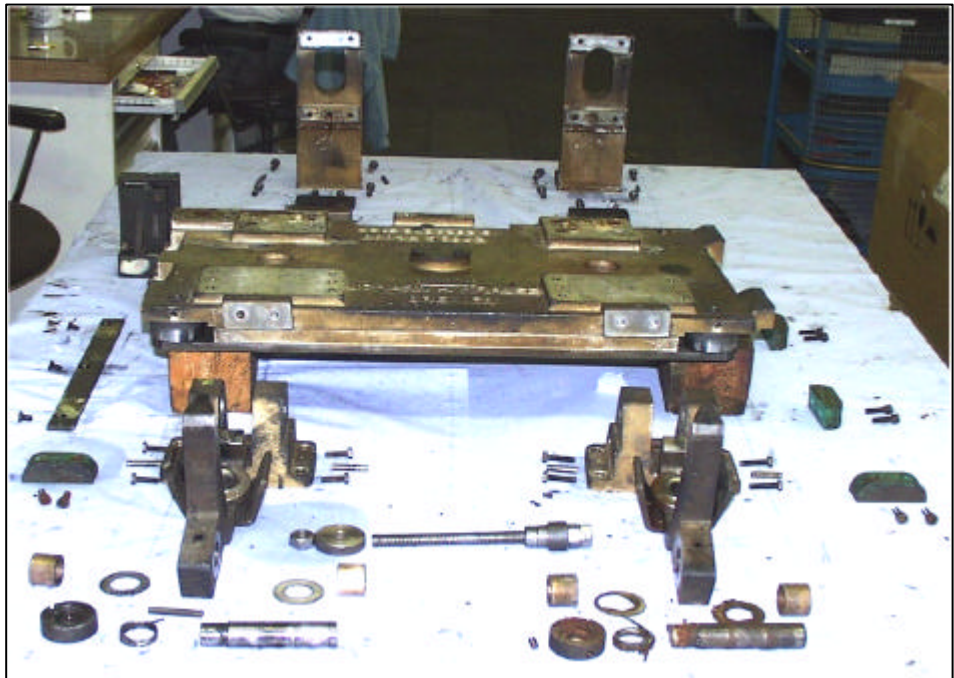
Coaching/Betrieb	Berufsschule
<ul style="list-style-type: none"> - Schmieröle und Fette - Reinigung - Arbeiten mit Wartungsplänen (Intervallen) - Wechsel von Betriebsmitteln/Betriebsstoffen (z. B. Öle; Filter) - Wechseln von Schmiermitteln - Justieren der Nachstellkeile - Kontrolle von Führungsbahnen - Fachgerechte Entsorgung der Betriebsmittele/Betriebsstoffe - Informieren über Fehlersuche (Begleitkarte), Kundenwünsche berücksichtigen. - Systematische Fehleranalyse beim Werkstückträger durchführen - Zeichnungen u. Stückliste abgleichen, Ersatzteile bzw. defekte Bauteile im Handlager bestellen - Werkzeuge Materialien und Prüfmittel bereitstellen - Demontieren und Reinigen der Bauteile - Kontrolle der Neuteile (Verschleißteile) nach Zeichnung - Montage und Funktion der Neuteile/Verschleißteile - Prüfvorrichtungen mit dem Einstellmeister abnullen - Werkstückträger vermessen bzw. Fehler korrigieren - Werkstückträger mit Inspektionsplan in den Fertigungsprozess einschleusen - Abnahme des Auftrages durch den Anlagenführer - Arbeitssicherheits- und Umweltvorschriften beachten 	<ul style="list-style-type: none"> - Bedeutung von Wartung und Inspektion für die Betriebsbereitschaft technischer Systeme - Analyse und Erstellung von Wartungs- und Inspektionsplänen nach DIN 31 051 - Grundlagen der Tribologie - Normung von Schmierstoffen nach DIN 51502 - Funktionsanalyse technischer Systeme - Umgang mit Wartungsvorschriften und Betriebsanleitungen - Einflüsse auf die Betriebssysteme technischer Systeme - Instandhaltungsstrategien und die Bedeutung vorbeugender Instandhaltung - Instandhaltungsplanung und -Dokumentation - Demontage-/Montagepläne von Baugruppen, Betriebsmitteln und Anlagen - Beurteilung von Abnutzungserscheinungen - Planung der Funktionsprüfung bzw. Abnahme der Beendigung der Instandhaltung - Schwachstellenanalyse/ - Dokumentation - Werkstoffkenntnisse zur Beurteilung von Verschleißursachen - Arbeitssicherheits- und Umweltschutzvorschriften

4 Betriebliche Ausbildungselemente

Die Auszubildenden informieren sich mit Unterstützung des Ausbildungsbeauftragten über den Auftrag Werkstückträger.

Dazu stellen die Auszubildenden anhand der vorliegenden Störungsmeldezettel fest, an welcher Produktionsanlage der angelieferte Werkstückträger eingesetzt wird. Sie informieren sich vor Ort über die Einbindung und Bedeutung des Werkstückträgers innerhalb der Produktionsanlage und innerhalb des gesamten Fertigungsprozess des Dämpferbeins. Sie erfahren, welche Bedeutung eine einwandfreie Funktion des Werkstückträgers für die Montage des Dämpferbeins hat und – darüber hinaus – wie sich Störungen in der Dämpferbeinmontage auf den Geschäftsprozess des Unternehmens auswirken.

Die für die Wartung benötigten Zeichnungen und Stücklisten, aber auch Werkzeuge, Hilfsmittel und Ersatzteile werden den Auszubildenden zur Verfügung gestellt bzw. müssen beschafft werden.



Vollständig demontierter Werkstückträger

Unter Beachtung der betrieblichen Vorgaben (einschließlich der Maßnahmen zum Arbeits- und Umweltschutz) wird der Arbeitsablauf diskutiert und festgelegt. Die Arbeitsregeln und -methoden werden soweit erforderlich vom Ausbildungsbeauftragten erläutert. Dabei wird die Aufgabenverteilung im Team besprochen und festgelegt. Wenn Einigung über die Planung erzielt worden ist und alle Nachfragen geklärt sind, wird der Auftrag durchgeführt.

Hierbei ist bei bestimmten Demontage- bzw. Montagetätigkeiten auf die richtige Handhabung bestimmter Werkzeuge wie z. B. Drehmomentschlüssel, Sicherungszange oder Splintreiber zu achten.

Nach erfolgreicher Instandsetzung des Werkzeugträgers kontrollieren die Auszubildenden seine einwandfreie Funktion an einem speziellen Prüfplatz. Alle durchgeführten Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten werden dokumentiert. Anschlie-

ßend übergeben die Auszubildenden den Werkstückträger dem Kunden bzw. schleusen ihn wieder in den Fertigungsprozess ein.

In einer abschließenden gemeinsamen Reflexionsphase der Auszubildenden mit dem zuständigen Ausbildungsbeauftragten wird die Durchführung des Auftrags noch einmal ausgewertet.

5 Schulische Lernsituationen

5.1 Übersicht

Für die Industriemechaniker ist aus dem Berufsbildungsplan ein lernfeldstrukturierter schulischer Lehrplan in Anlehnung an die Rahmenlehrplanvorgaben der KMK extrahiert worden (siehe Materialien).

Während für die betriebliche Ausbildung Ausbildungselemente der Wartung, Inspektion und Instandsetzung vermittelt werden, richtet die Schule den Fokus nur auf Wartung und Inspektion.

Die schwerpunktmäßige Thematisierung des Gebietes „Instandsetzung“ erfolgt bei der Bearbeitung eines Projekts zum Lernfeld 4, z.B. bei der Instandsetzung von Pneumatikzylindern.

Die didaktische Schwerpunktbildung bei den schulischen Lernsituationen wird aus der nachstehenden Grafik deutlich.

Auftrag	Lernsituation	Unterrichtssequenz	Zeit	Leitfragen
W E R K S T Ü C K T R Ä G E R	Analyse der Aufgaben des WT <i>didakt. Fokus Systemanalyse</i>	Analyse Geschäfts- und Arbeitsprozess Werkstückträger	10 h	Aufgaben WT im Produktionsablauf Was hat zur Ausschleusung des WT geführt? Welche Folgen hat die Fehlfunktion des WT ? (technisch/wirtschaftlich) Erarbeiten von Funktion/Aufbau WT Welche Teile bewegen sich ? Wo entsteht Verschleiß? Wie lässt sich Verschleiß vermindern? Welche Schmierstoffe werden verwendet und nach welchen Gesichtspunkten erfolgt die Auswahl? Welche Instandhaltungsstrategien werden angewendet? (Bsp. Zylinderbuchse Pos.39 +Bolzen Pos. 2) Welche Instandsetzungsfehler treten auf, wie können sie verhindert werden? Was muss wie nach der Instandhaltung am WT überprüft werden?
		Analyse des Systems Werkstückträger		
	Wartung und Inspektion des WT <i>didakt. Fokus Schmierung Tribologie</i>	Verschleißuntersuchung	30 h	
		Vergleich Instandhaltungsstrategien		
		Funktionsprüfung Werkstückträger		

Der Unterricht zum Werkzeugträger orientiert sich an der Bearbeitung entsprechender Leitfragen, die analog auch auf alle anderen betrieblichen Aufträge aus diesem Lernfeld bezogen werden können. So werden z.B. die Grundbegriffe der Instandhaltung nach DIN 31051 u. a. ebenso erarbeitet wie die Grundlagen der Tribologie.

Übersicht über die Lernsituationen

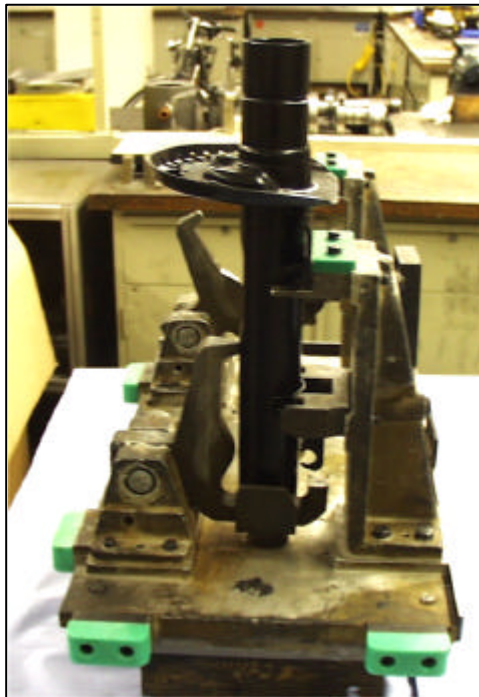
Lernsituation	Beschreibung der Lernsituation	Kompetenzzuwachs	Inhalte	Medien	Leistungsnachweise/Lernzielkontrollen
1.1	Analyse der Funktion des Werkstückträgers im Geschäftsprozess	<p>Die Schülerinnen und Schüler erkennen die wirtschaftliche bzw. technologische Notwendigkeit von Wartungs- und Inspektionsmaßnahmen</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler lesen und interpretieren einschlägige Normen</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erstellen Gruppenberichte</p>	<p>Grundsätze der Kunden-Lieferanten-Beziehung</p> <p>Grundbegriffe der Instandhaltung nach DIN 31 051 / 31 052 / 31 054</p>	<p>Erkundungsauftrag, Schülerberichte</p> <p>Normenauszüge</p>	
1.2	Analyse des Systems Werkstückträger	<p>Die Schülerinnen und Schüler erstellen Übersichten über im Betrieb vorhandene technische Systeme</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler lesen Zeichnungen</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erstellen Gruppenpräsentationen</p>	<p>Maschinen- und Gerätetechnik (DIN 40150)</p> <p>Funktionsanalyse</p> <p>Funktionale Einrichtung</p> <p>Funktionsgruppen</p> <p>Funktionselemente</p>	<p>Werkstückträger, Zeichnungen, Folien</p>	<p>Gruppenpräsentation</p> <p>Systemdarstellung</p>
1.3	Verschleißuntersuchung am Werkstückträger	<p>Die Schülerinnen und Schüler ermitteln Verschleißkomponenten</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler arbeiten mit Tabellen und Katalogen</p>	<p>Grundlagen der Tribologie</p> <p>Schmiermittel, Normung</p>	<p>Schmiermittellisten/-kataloge</p>	

1.4	Vergleich von Instandhaltungsstrategien	Die Schülerinnen und Schüler beschaffen und erstellen Wartungs- und Inspektionspläne und erläutern diese. Sie planen nach Auftrag Wartungs- und Inspektionsarbeiten	Wartung und Inspektion im Rahmen der vorbeugenden Instandhaltung Wartungs- und Inspektionspläne nach DIN 31 051	Zeichnungen, Stücklisten, Handbücher, Anleitungen	
1.5	Prüfung und Dokumentation durchgeführter Instandhaltungsarbeiten	Die Schülerinnen und Schüler prüfen und dokumentieren durchgeführte Wartungs- und Inspektionsarbeiten für den Kunden. Sie beachten die einschlägigen Bestimmungen zur Arbeitssicherheit und zum Umweltschutz	Umgang mit Wartungsvorschriften und Betriebsanleitungen Arbeitssicherheits- und Umweltschutzvorschriften Ökologische Aspekte		
1.6	Abschließende Lernzielkontrolle				

5.2 Beschreibung der Lernsituation 1

Lernsituation: Analyse der Funktion des Werkstückträgers im Geschäftsprozess

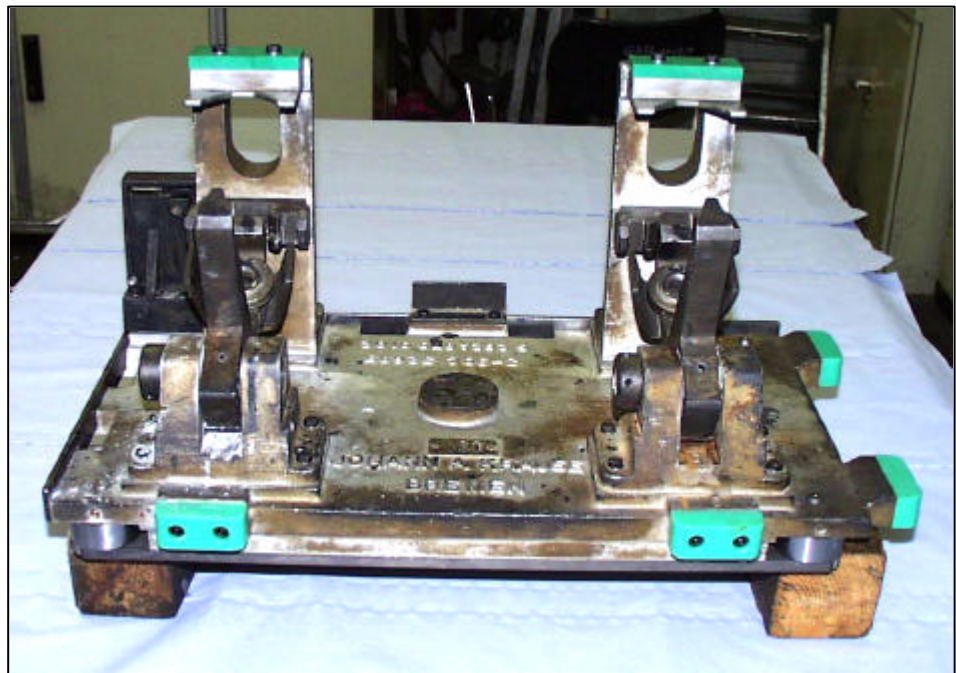
Werkstückträger werden in großer Stückzahl im Volkswagenwerk Braunschweig in verschiedenen Ausführungen an mehreren Produktionsstraßen eingesetzt. Deshalb sehen die Schülerinnen und Schüler beim Gang durch die Produktionshallen ständig Werkstückträger bzw. haben in der SPL Maschineninstandhaltung teilweise schon eigene Erfahrungen mit ihnen gesammelt.



Werkstückträger mit Behälterrohr

In der Schule kann auf diese Erfahrungen zurückgegriffen werden. Darüber hinaus kann für die Schüler ohne eigene Betriebspraxis in diesem Bereich durch einen gezielten Erkundungsauftrag für einen grundlegenden Wissensstand gesorgt werden.

Zunächst erhalten die Schüler den Auftrag, die grundsätzlichen Aufgaben eines Werkstückträgers im Produktionsprozess zu erarbeiten. Dabei erkennen sie, dass der Werkstückträger für einen störungsfreien Produktionsablauf optimal funktionieren muss. Die Qualität des Werkstückträgers bzw. die Qualität der Arbeit in der SPL Maschineninstandhaltung spielt somit eine entscheidende Rolle im Geschäfts- und Arbeitsprozess. Die Schüler erkennen die wirtschaftliche und technologische Notwendigkeit von Wartungs- und Inspektionsmaßnahmen durch das Kennenlernen der Grundsätze der Kunden- und Lieferantenbeziehung wie Qualität, Kosten und Liefertreue. Ausgehend vom Werkstückträger erarbeiten sie die Grundbegriffe der Instandhaltung durch das Studium der entsprechenden DIN-Normen und Fachbücher und unterscheiden zwischen Wartung, Inspektion und Instandsetzung. Anschließend kann das Erarbeitete durch Übertragen auf andere Systeme z.B. Werkzeugmaschinen vertieft und gefestigt werden.



Leerer Werkstückträger

5.3 Beschreibung der Lernsituation 2

Lernsituation: Analyse des Systems Werkstückträger

Moderne Fertigungsanlagen bestehen aus verschiedenen Maschinen und Geräten, in denen Energien, Stoffe und Informationen umgesetzt werden. Dabei sind Kraft- und Arbeitsmaschinen, Transport- und Handhabungssysteme sowie Informationsverarbeitungsanlagen zu einer Einheit verknüpft, um kostengünstig Produkte zu fertigen. Die Kenntnis vom grundsätzlichen Aufbau technischer Systeme und deren Unterteilung in Funktionseinheiten und deren Zusammenwirken erleichtert das Verständnis der Arbeitsweise einer Maschine oder Anlage.

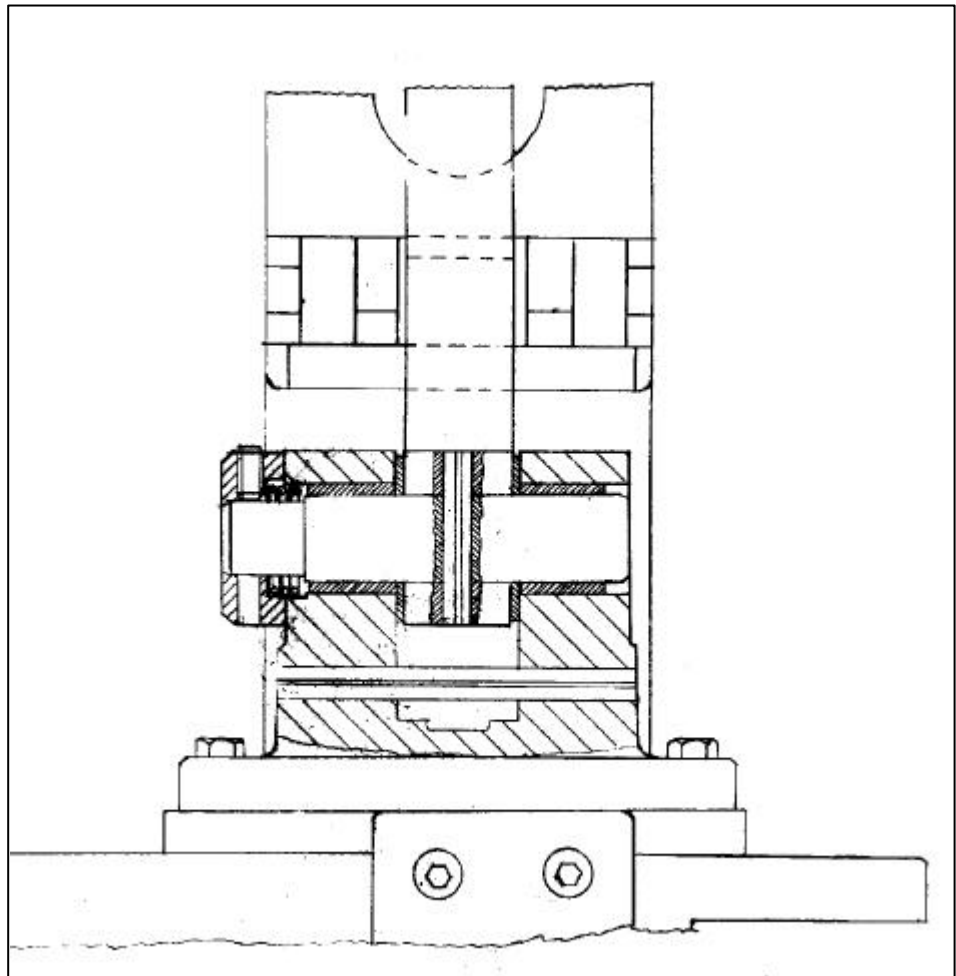
Die Schülerinnen und Schüler erhalten deshalb den Auftrag, eine Funktionsanalyse des Werkstückträgers gemäß DIN 40150 vorzunehmen und seine Einbindung in

den Fertigungsprozess des Dämpferbeines zu untersuchen. Dabei ist zu klären, was zur Ausschleusung des Werkstückträgers geführt hat und welche technischen und wirtschaftlichen Folgen seine Fehlfunktion hat.

Durch die Übertragung der Erkenntnisse auf andere im Betrieb vorhandene technische Systeme und die Erstellung von Gruppenpräsentationen wird der Lernerfolg gesichert.

5.4 Beschreibung der Lernsituation 3

Lernsituation: Verschleißuntersuchung am Werkstückträger



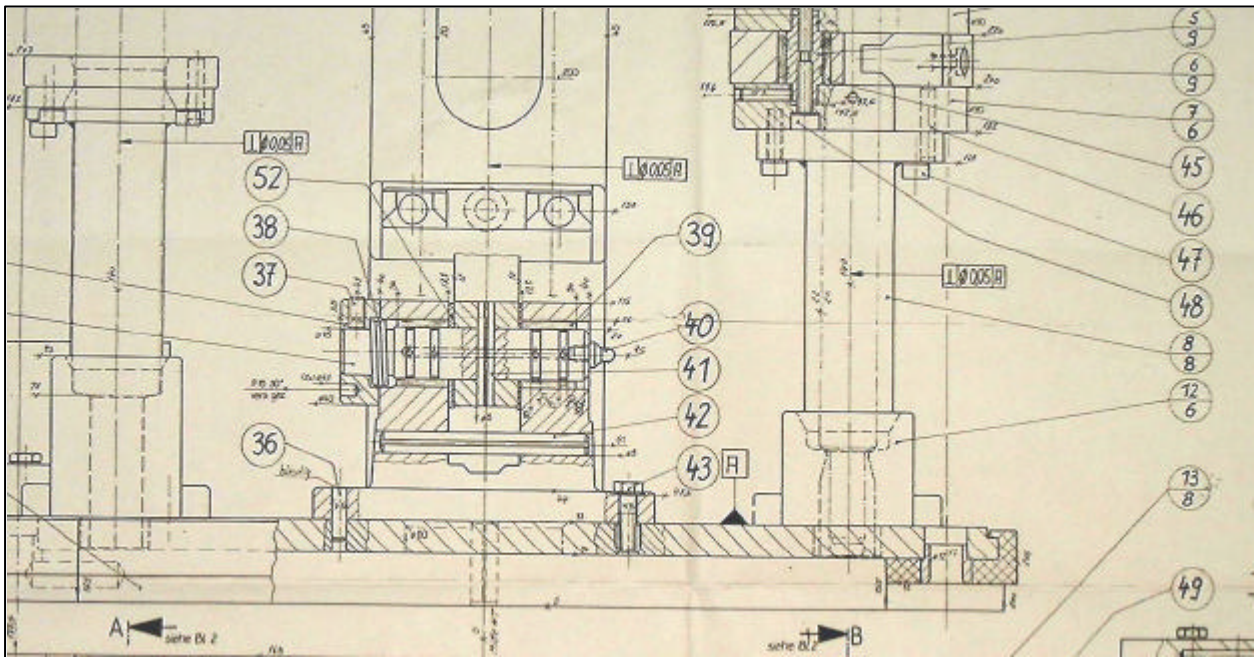
Skizze: Lagerung des Kipphebels

Die Schüler erhalten den Auftrag, anhand von Zeichnungen des Werkstückträgers zu untersuchen, an welchen Stellen Verschleiß auftreten wird. Dafür stehen ihnen in der Schule auch ein Werkstückträger sowie diverse Einzelteile mit und ohne Verschleißerscheinungen zur Verfügung. Sie sollen begründen, weshalb an den identifizierten Stellen mit Verschleiß zu rechnen ist und den Verschleiß quantitativ einschätzen. Für die Begründung ihrer Einschätzung sollen sie die Informationen über Tribosysteme, Reibungsarten und Reibungszustände aus Fachbüchern und Informationsmaterial verarbeiten bzw. auswerten.

Anschließend erhalten die Schüler den Auftrag, auf Grund der Ergebnisse ihrer Untersuchung und Einschätzung geeignete Schmiermittel für die jeweiligen Ver-

schleißstellen auszuwählen. Dabei sollen sie zunächst die normgerechten Bezeichnungen der Schmiermittel verwenden und die Bedeutung der einzelnen Elemente der Normbezeichnungen erarbeiten. Danach sollen sie aus Hersteller- oder betrieblichen Unterlagen entsprechende Handelsnamen bzw. Werksbezeichnungen ermitteln.

Abschließend sollen die Schüler Regeln zur Arbeitssicherheit und zum Umweltschutz beim Umgang mit Schmiermitteln aufstellen und ihre Notwendigkeit begründen.



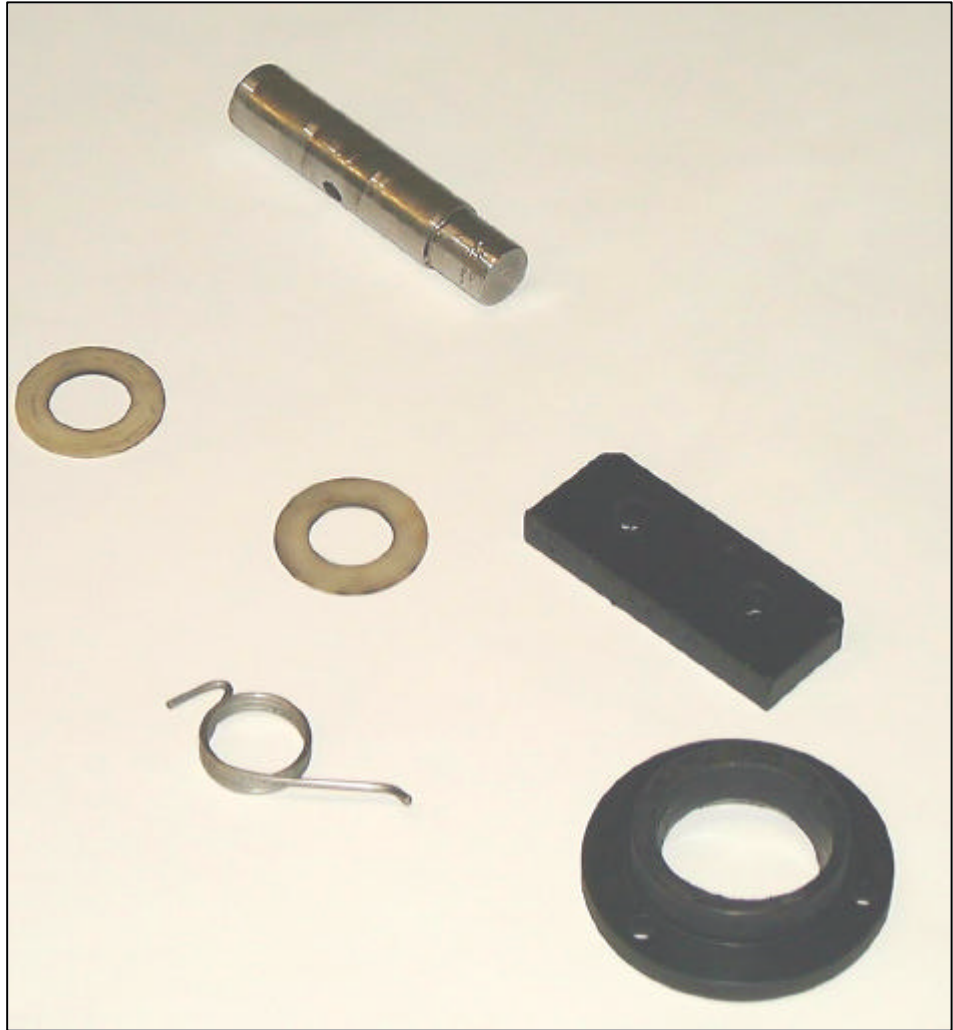
Ausschnitt aus der Gesamtzeichnung

5.5 Beschreibung der Lernsituation 4

Lernsituation: Vergleich von Instandhaltungsstrategien

Die Schülerinnen und Schüler sollen in Gruppenarbeit herausfinden, von welchen Einflüssen die Betriebsbereitschaft des Werkstückträgers und damit der gesamten Produktionsstraße Dämpferbein abhängen. Sie sollen die Bedeutung einer vorbeugenden Instandhaltung beschreiben und verschiedene Instandhaltungsstrategien auf der Grundlage anfallender Reparatur- bzw. Ausfallkosten beurteilen. Dabei sollen besonders das Bewusstsein für Konzepte des Total-Productive-Maintenance (TPM) geschärft und die Bereitschaft zur Umsetzung dieser „Instandhaltungsphilosophie“ entwickelt werden.

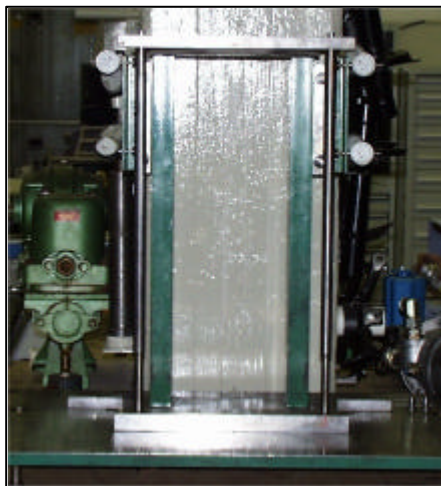
Die Schülerinnen und Schüler bekommen den Auftrag, Wartungs- und Inspektionspläne mit in den Unterricht zu bringen und zu erläutern. Sie planen in Gruppenarbeit selbstständig Wartungs- und Inspektionsarbeiten für verschiedene Maschinen oder Anlagen und erstellen entsprechende Pläne.



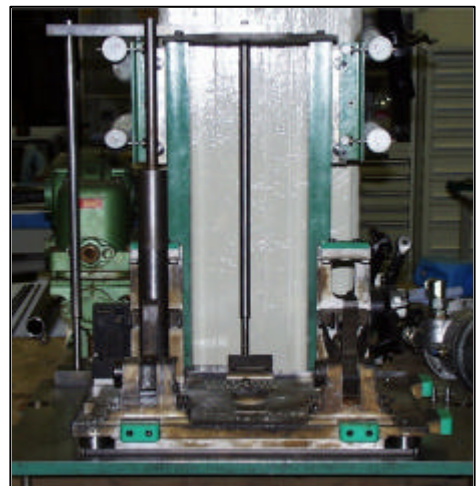
Verschleißteile des Werkstückträgers

5.6 Beschreibung der Lernsituation 5

Lernsituation: Prüfung und Dokumentation durchgeführter Instandhaltungsarbeiten



Unbestückter Prüfplatz



Einrichten der Prüfvorrichtung

Die sorgfältige Prüfung und Dokumentation durchgeführter Wartungs- und Inspektionsarbeiten ist ein notwendiger Bestandteil dieser betrieblichen Arbeitsaufgabe. Im Unterricht bekommen die Schülerinnen und Schüler deshalb den Auftrag, in Gruppenarbeit alle durchzuführenden Maßnahmen, die zur Bewahrung des Sollzustandes einer Maschine oder Anlage dienen, aufzuschreiben und anschließend in Listen zusammenzufassen. Als Ordnungskriterium kann z. B. die Häufigkeit durchzuführender Wartungs- bzw. Inspektionsintervalle dienen, ggf. auch eine Baugruppengliederung oder der zweckmäßige Arbeitsablauf. Aus diesen Wartungs- und Inspektionslisten sollen die Schülerinnen und Schüler dann einen Wartungsplan erstellen, der auf die speziellen Belange der jeweiligen Maschine oder betrieblichen Anlage abgestellt ist.

Bodenventil 13-90 C 34242					
5. Aufnahme mitte					Datum:
5.1. Aufnahme ersetzt (5/3)					
5.2. Hülse ersetzt (6/3)					
5.3. Druckfeder ersetzt (24)					
Gewaschen und eingefettet					
5.4. Magnet ersetzt (26)					
<i>Magnetoberfläche darf keine erheblichen Mängel aufweisen !</i>					
6. Aufnahme rechts					
6.1. Bolzen ersetzt (2/4)					
6.2. Aufnahme ersetzt (3/4)					
6.3. Druckfeder ersetzt (23)					
Gewaschen und eingefettet					
<i>Federdraht (8/2) und Druckstück (9/3) dürfen nicht fehlen !</i>					

Ausschnitt aus dem Wartungsplan

Vorschriften zur Arbeitssicherheit und zum Umweltschutz müssen bei der Durchführung von Wartungs- und Inspektionsarbeiten besonders beachtet und bereits bei der Planung berücksichtigt werden. Deshalb sollen sich die Schülerinnen und Schüler im Unterricht durch entsprechende Aufträge ausführlich mit Arbeitssicherheits- und Umweltschutzvorschriften unter Einbeziehung ökologischer Aspekte auseinandersetzen und der Klasse ihre Arbeitsergebnisse über Plakate, Wandzeitungen oder Kollagen präsentieren.

Anhang

Lernfeld 1 des Berufsbildungsplanes der Industriemechaniker

Lernfeld 1 Lernbereich 1	Wartung und Inspektion von technischen Systemen	Zeit Betrieb Schule
<p>Der Wartung als eine Maßnahme der Instandhaltung kommt eine besondere Bedeutung zur Bewahrung des Sollzustandes von technischen Systemen zu. Daher muss die weit verbreitete Crash–Philosophie, bei der erst bei einem Ausfall des technischen Systems Maßnahmen der Instandhaltung ergriffen werden, durch ein Bewusstsein für Konzepte des Total–Productive–Maintenance (TPM) ersetzt und die Bereitschaft der Umsetzung durch die Belegschaft gestärkt werden. Grundlage für die Wartung technischer Systeme sind die bestehenden Wartungspläne. Für technische Systeme, zu denen keine Wartungspläne existieren, müssen Wartungspläne neu erstellt werden. Die Dokumentation der durchgeführten Wartung ist ein notwendiger Bestandteil dieser beruflichen Arbeitsaufgabe.</p>		
Bildungs- und Qualifizierungsziele an den Lernorten		
Betrieb		Schule
<p>Die Auszubildenden führen Wartungsaufgaben unter Anwendung geeigneter Methoden, Verfahren und Werkzeuge durch und beurteilen diese.</p> <p>Sie erkennen Zusammenhänge zwischen Verschleißerscheinungen und Anlagenstörungen und nutzen betriebliche und herstellerspezifische Wartungsanweisungen.</p> <p>Sie ermitteln den Bedarf an Betriebsstoffen unter Berücksichtigung betrieblicher Vorgaben und beachten bei der Entsorgung die Umweltschutzverordnungen.</p>		<p>Die Schülerinnen und Schüler erklären die Fachbegriffe aus dem Bereich der Instandhaltung. Sie erkennen die wirtschaftliche bzw. technologische Notwendigkeit von Wartungs- und Inspektionsmaßnahmen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erstellen Übersichten über technische Systeme aus der Facharbeit der Industriemechanik. Sie beschaffen bzw. erstellen Wartungs- und Inspektionspläne und erläutern diese. Sie planen nach Auftrag Wartungs- und Inspektionsarbeiten und dokumentieren sie für den Kunden. Sie beachten die einschlägigen Bestimmungen zur Arbeitssicherheit und zum Umweltschutz.</p>
Inhalte von Arbeit und Lernen		
Gegenstände	Werkzeuge	Anforderungen
<ul style="list-style-type: none"> • Der Wartungsauftrag • Die Wartung und Inspektion an technischen Systemen • Verschleißkomponenten an Produktionsanlagen bezogen auf Alter, Standzeit und Beanspruchung • Funktionsgruppen und -elemente von Maschinen, Anlagen, Handhabungsgeräten und Transportsystemen 	<ul style="list-style-type: none"> • Wartungs- und Inspektionspläne nach DIN 31051 • EDV/Maschinendatei, Auftragsdisposition, Ersatzteildisposition • Standard-/Spezialwerkzeuge • Betriebs- und Hilfsstoffe • Prüfmittel • Wartungsvorschriften und Betriebsanleitungen <p>Methoden</p> <ul style="list-style-type: none"> • Service- und Reparaturkonzepte der Anlagenhersteller • Erheben des Wartungs- und Austauschbedarfs • Funktionsanalyse durch Sicht- und Geräuschprüfung • Mögliche Verschleißursachen ermitteln • Methoden der funktionalen Einrichtung von Maschinen und Anlagen • Unterscheiden, Zuordnen und Handhaben von Betriebsstoffen (Schmierstoffe, Öle, Bohremulsionen, usw.) entsprechend der Betriebsvorschriften <p>Organisation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arbeits- und Betriebsorganisationsformen • Organisation der Auftragsdurchführung • Erweiterungsauftrag bei schweren Fehlern • Arbeitsplatzgestaltung und –ausstattung • Arbeitsorganisation: Ver- und Entsorgung • Eigenständige Kontrolle der Anlage vor Inbetriebnahme 	<ul style="list-style-type: none"> • Werkstattgerechte Auftragsannahme • Gestaltung und Organisation der Annahme bzw. Auftragerweiterung • Termingerechte Wartung • Schnelle, zielgerichtete Auswahl benötigter Informationen • Arbeits- und Gesundheitsschutz (Gefahrstoffe, Arbeit in automatisierten Anlagen) • Gestaltung von Produktionsanlagen für schnelle und zuverlässige Wartungsdiagnose und kostengünstige Wartung • Leichte Wartung und Austausch von Komponenten (elektrische und mechanische Komponenten) • Einfache und zuverlässige Überwachung (Diagnose) • Ökologische Aspekte und Umweltschutzvorschriften

Lernfeld 1 des schulischen Lehrplans

Lernfeld 1 Wartung und Inspektion von technischen Systemen

Zeit: 60 Stunden
(Stand 13.05.02)

Zielformulierung:

Die Schülerinnen und Schüler erklären die Fachbegriffe aus dem Bereich der Instandhaltung. Sie erkennen die wirtschaftliche bzw. technologische Notwendigkeit von Wartungs- und Inspektionsmaßnahmen.

Die Schülerinnen und Schüler erstellen Übersichten über im Betrieb vorhandene technische Systeme. Sie beschaffen und erstellen Wartungs- und Inspektionspläne und erläutern diese. Sie planen nach Auftrag Wartungs- und Inspektionsarbeiten und dokumentieren sie für den Kunden. Sie beachten die einschlägigen Bestimmungen zur Arbeitssicherheit und zum Umweltschutz.

Inhalte:

- Grundsätze der Kunden-Lieferanten-Beziehung
- Grundbegriffe der Instandhaltung nach DIN 31 051 / 31 052 / 31 054
- Wartung und Inspektion im Rahmen der vorbeugenden Instandhaltung
- Wartungs- und Inspektionspläne nach DIN 31 051
- Grundlagen der Tribologie
- Schmiermittel, Normung
- Maschinen- und Gerätetechnik (DIN 40150)
 - Funktionsanalyse
 - Funktionale Einrichtung
 - Funktionsgruppen
 - Funktionselemente
 - Umgang mit Wartungsvorschriften und Betriebsanleitungen
 - Arbeitssicherheits- und Umweltschutzvorschriften
 - Ökologische Aspekte

Der Werkstückträger im Produktionsprozess

Erkundungsauftrag

Informieren Sie sich mit Ihrem Partner/Partnerin in der SPL – Maschineninstandhaltung oder beim Anlagenpersonal an der Fertigungslinie _____ Halle 5 über den Einsatz des Werkstückträgers im Produktionsprozess.

Beantworten Sie zunächst folgende Fragen:

Wie viele Dämpferbeine werden pro Schicht gefertigt? _____

Wie viele Schichten werden pro Tag _____, Woche _____, Monat _____ gefahren?

Wie erfolgt die Montage der Dämpferbeine?

Schildern Sie die einzelnen Montageschritte vom Behälterrohr bis zum kompletten Dämpferbein:

Welche Störungen treten im Produktionsprozess auf?

Ordnen Sie die Störungen nach Ihrer Häufigkeit (von sehr oft bis eher selten).

Was kann, wird oder müsste getan werden, um die Störungshäufigkeit zu vermindern?

Lassen sich Störungen grundsätzlich vermeiden?

Kunden-Lieferanten-Beziehung

1. Aufgabe

In der Wirtschaft wird heute stets die Bedeutung des Kunden für das Unternehmen betont. Wodurch ist diese Bedeutung nach Ihrer Meinung begründet?

Diskutieren Sie diese Frage mit Ihren Nachbarn und notieren Sie wichtige Aspekte.

2. Aufgabe

Welche Wünsche haben Sie als Kunde an ein Produkt, z.B. an ein Auto, ein Handy, ein Fernsehgerät usw.?

Versuchen Sie, Ihre Wünsche möglichst allgemein und nicht direkt auf das Produkt bezogen zu formulieren.

3. Aufgabe

Welche Folgerungen ergeben sich für den Lieferanten (das Unternehmen) aus den Kundenwünschen?

4. Aufgabe

In einem Unternehmen unterscheidet man zwischen externen und internen Kunden bzw. Lieferanten. Versuchen Sie, den Unterschied mit Ihren Worten zu beschreiben.

5. Aufgabe

Wenn Sie als Facharbeiter/in im Unternehmen tätig sind, werden Sie sowohl Kunde als auch Lieferant sein.

Begründen Sie diese Aussage anhand von Beispielen.

Qualität, Kosten, Liefertreue

Ihr Unternehmen hat seine Anstrengungen zur Erfüllung der Kundenwünsche unter drei Stichworten zusammengefasst:

Qualität

Kosten

Liefertreue

Überlegen Sie, welche wesentlichen Einflüsse sich im Betrieb auf diese drei Punkte auswirken.

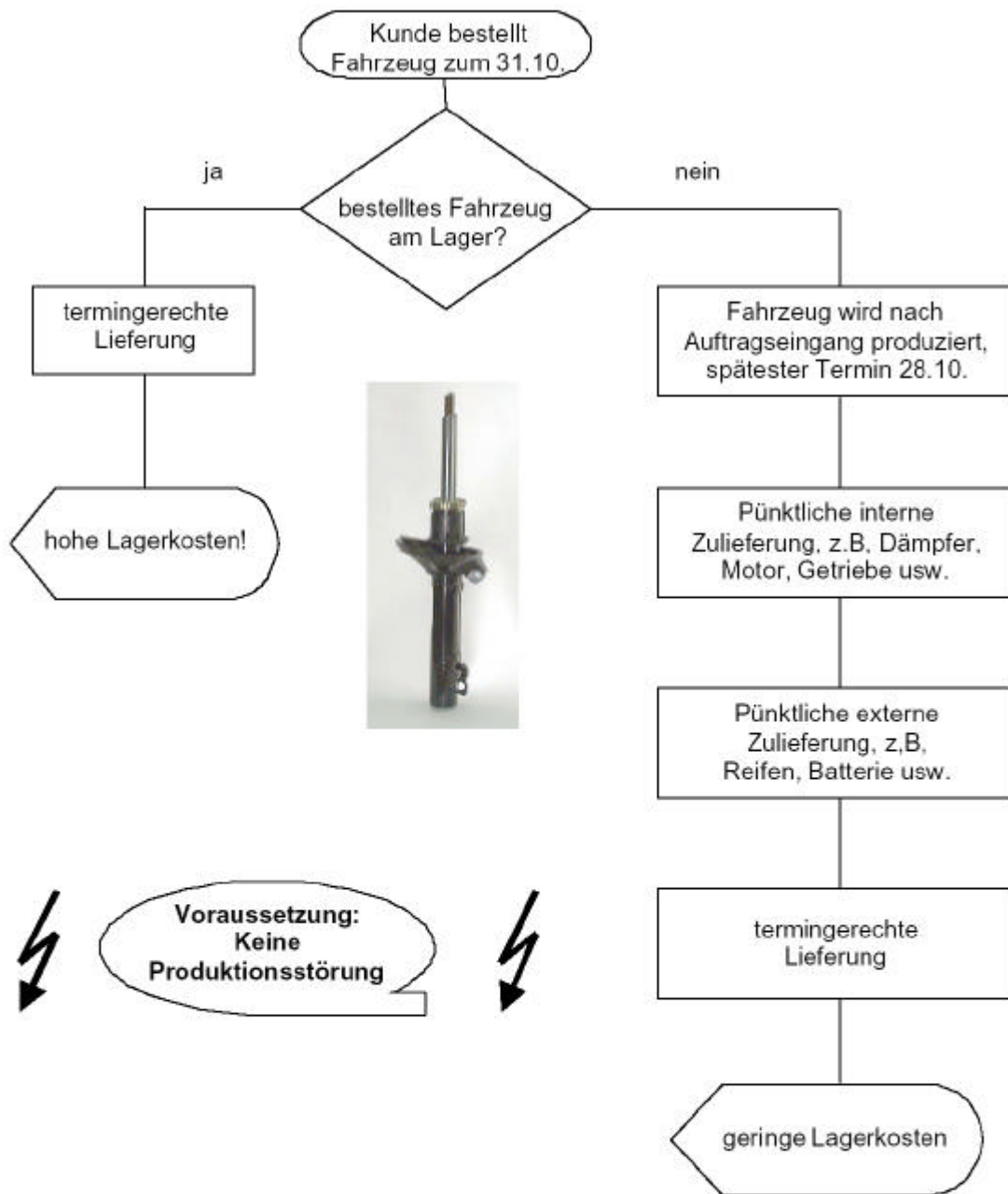
Auf die **Qualität** hat Einfluss:

Auf die **Kosten** hat Einfluss:

Auf die **Liefertreue** hat Einfluss:

Welchen Einfluss haben **Sie als Facharbeiter** auf die obenstehenden Punkte?

Liefertreue



Aufgabe:

Diskutieren Sie mit Ihren Nachbarn, was im Unternehmen getan werden muss, um Störungen an den Maschinen und Produktionsanlagen zu vermeiden. Notieren Sie das Ergebnis.

Instandhaltung Begriffe und Maßnahmen

Zur Vermeidung von Produktionsstörungen müssen an den Maschinen und Produktionsanlagen regelmäßig Instandhaltungsarbeiten durchgeführt werden. Nach der DIN 31 051 wird dabei unterschieden in

--	--	--

Klären Sie in Ihrer Gruppe, was nach DIN 31 051 unter diesen Begriffen zu verstehen ist.

Wartung

Inspektion

Instandsetzung

Definition Wartung

In der DIN 31 051 ist **Wartung** folgendermaßen definiert:

Maßnahmen zur Bewahrung des Sollzustandes von technischen Mitteln eines Systems.

Diese Maßnahmen beinhalten:

- **Erstellen eines Wartungsplanes**, der auf die spezifischen Belange des jeweiligen Betriebes oder der betrieblichen Anlage abgestellt ist und hierfür verbindlich gilt (Wartungsanleitung siehe DIN 31 052)
- **Vorbereitung der Durchführung**
- **Durchführung**
- **Rückmeldung**

In der DIN 31 052 wird folgendes definiert:

Wartungsanleitung

Eine Wartungsanleitung enthält Angaben zur Durchführung der Wartung eines technischen Erzeugnisses sowie Angaben zum Erzeugnis und zum technischen Kundendienst.

Angaben zur Durchführung der Instandhaltung

Es werden alle Maßnahmen beschrieben, die vom Hersteller oder Lieferer des Erzeugnisses für erforderlich gehalten werden, um Wartung, Inspektion und Instandsetzung frist- und sachgerecht durchzuführen.

Für die Durchführung dieser Maßnahmen kann es erforderlich sein, in der Instandhaltungsanleitung folgende Angaben zu machen bzw. Hinweise zu geben:

- Messgrößen und Prüfwerte einschließlich der zulässigen Abweichungen
- Mess- und Prüfgeräte
- Sonderwerkzeuge
- Anschlagpunkte
- Gewichte
- Betriebs- und Hilfsstoffe
- Besondere Gefahren, z.B. Spannung über 1000 V, zu hohe Berührungsspannung, ätzende Flüssigkeiten, unter Druck stehende Medien
- Sicherheitseinrichtungen und –maßnahmen
- Persönliche Schutzausrüstung
- Qualifikation des Instandhaltungspersonals
- Ergänzende Instandhaltungsunterlagen (z.B. Schaltpläne, Explosionszeichnungen, Inspektions- und Wartungsstellenübersicht, Schmieranleitung, Liste der Verschleißteile, sonstige bildliche Darstellungen); sie werden im Regelfall der Instandhaltungsanleitung beigelegt.

Angaben zur Durchführung von Wartung und Inspektion

Bei der Erstellung von Wartungsanleitungen ist es zweckmäßig, die durchzuführenden Maßnahmen in Form von Listen zusammenzufassen. Ordnungskriterien für die Gliederung dieser Listen können die Wartungsintervalle bzw. Inspektionsintervalle (Häufigkeiten), ggf. eine Baugruppengliederung oder der zweckmäßige Arbeitsablauf sein.

Wartungslisten und Inspektionslisten dürfen, wenn dies zweckmäßig erscheint, zu einer Wartungs- und Inspektionsliste zusammengefasst werden.

Verschleiß am Werkstückträger

1. Nennen Sie alle beweglichen Bauteile (mit Pos.-Nr.) des Werkstückträgers:

.....

.....

.....

2. Zwischen welchen Bauteilen entsteht beim Einsatz des Werkstückträgers Verschleiß?

a)	f)
b)	g)
c)	h)
d)	i)
e)	j)

3. Untersuchen Sie bei den obigen Verschleißpaaren, ob und wodurch sich der Verschleiß vermindern lässt.

.....

.....

.....

4. Diskutieren Sie die Vor- und Nachteile einer vorbeugenden gegenüber einer störungsbedingten Instandsetzung am Beispiel des Werkstückträgers.

Vorteile:.....

.....

Nachteile:.....

.....

Reibung und Verschleiß

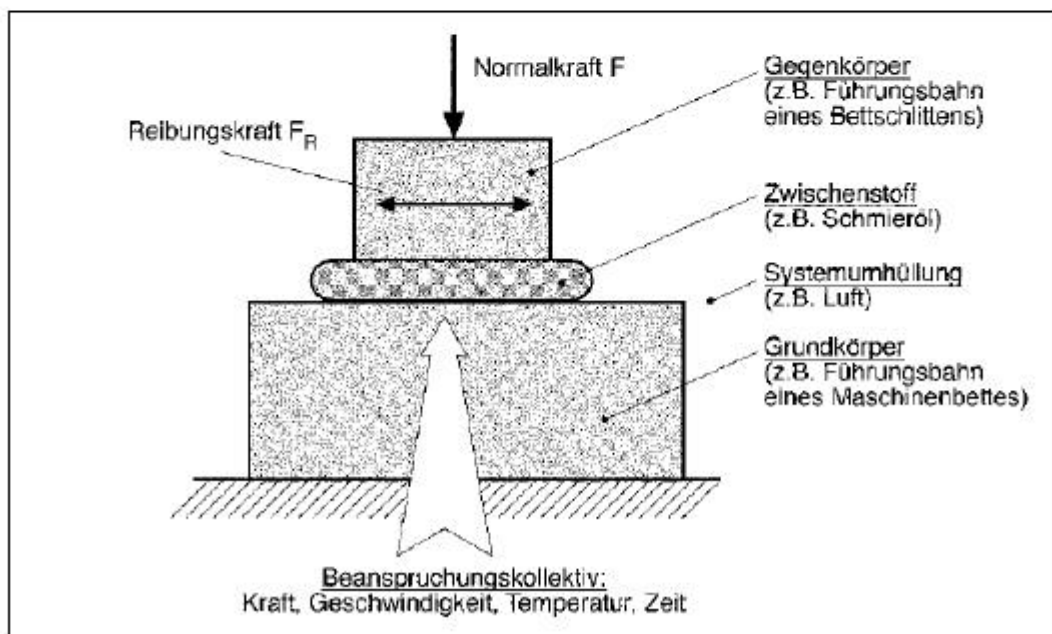
Bewegen sich Maschinenteile aufeinander, z.B. der Bettschlitten einer Drehmaschine auf dem Maschinenbett, entsteht Reibung und damit auch Verschleiß. Um diese Erscheinung allgemein untersuchen zu können, betrachtet man in der Technik sogenannte **Tribosysteme**. Sie bestehen aus

- **Grundkörper**
z.B. der Führungsbahn des Maschinenbettes
- **Gegenkörper**
bzw. -stoff, z.B. Führungsbahn des Bettschlittens
- **Zwischenstoff**
bzw. -körper, z.B. Gleitbahnöl

Der **systemumhüllende Stoff**, z.B. Luft, umschließt diese drei Elemente.

Auf das System wirkt das sogenannte **Beanspruchungskollektiv**, das aus den physikalischen Größen

- **Kraft**,
- **Geschwindigkeit**,
- **Temperatur** und
- **Betriebszeit** besteht.



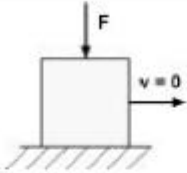
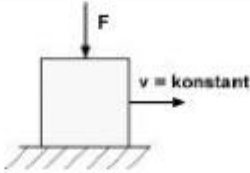
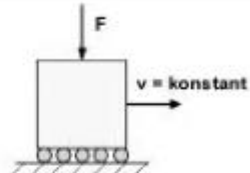
Elemente eines Tribosystems

Schmiermittel haben die Aufgabe, die Körper eines Tribosystems zu trennen.

Je besser die Körper eines Tribosystems getrennt sind, desto geringer ist der Verschleiß!

Reibungsarten

Benennen Sie die in den nachstehenden Skizzen dargestellten Reibungsarten.
Beschreiben Sie die jeweils kennzeichnenden Merkmale dieser Reibungsarten.

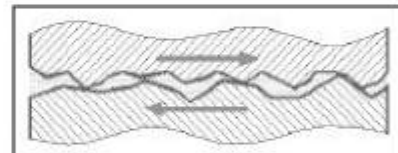
			
Reibungsart			
Merkmale			

Reibungszustände

Benennen Sie die in den nachstehenden Skizzen dargestellten Reibungszustände.
Beschreiben Sie die jeweils kennzeichnenden Merkmale dieser Reibungszustände.

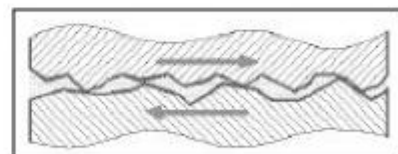
Reibungszustand:

Merkmale:



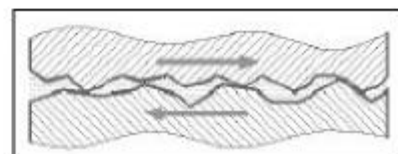
Reibungszustand:

Merkmale:



Reibungszustand:

Merkmale:



Reibungskraft

Soll ein Körper aus der Ruhe in Bewegung gesetzt werden, wird zur Überwindung der Reibung eine Kraft benötigt. Diese Kraft hängt von mehreren **Einflussgrößen** ab:

- Von der Größe der senkrecht zur Auflagefläche wirkenden Kraft, der sogenannten **Normalkraft**,
- von der Art der Werkstoffe, die sich in der Auflagefläche berühren, der sogenannten **Werkstoffpaarung**,
- von den **Bedingungen**, die an der Auflagefläche herrschen,
- vom **Bewegungszustand** des Körpers, z.B. Ruhezustand, Gleiten, Rollen.

Formel zur Berechnung der Reibungskraft


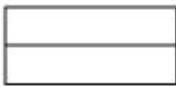
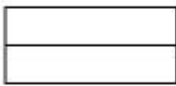
$$F_R = \mu \cdot F_N$$

F_R = Reibungskraft, μ = Reibungszahl, F_N = Normalkraft

Aufgaben

1. Ein Maschinenschlitten aus Stahl hat eine Masse von 350 kg und ruht im Maschinenbett auf einer Führung aus gehärtetem Stahl.
 - a) Welche Kraft ist erforderlich, um den Schlitten auf dem ungeschmierten Maschinenbett zu verschieben?
 - b) Welche Kraft ist erforderlich, um den Schlitten auf dem geschmierten Maschinenbett zu verschieben?
2. Die Führung eines Maschinentisches läuft auf gehärteten Stahlrollen mit einem Durchmesser von 12 mm. Auf dem Tisch werden Werkstücke mit einer Masse von 120 kg gespannt. Die Eigenmasse des Tisches beträgt 150 kg.
 - a) Wie groß ist die erforderliche Verschiebekraft?
 - b) Wie groß wird die Verschiebekraft, wenn sich die Rollen infolge schlechter Wartung nicht mehr drehen?
 - c) Wie groß wird die Verschiebekraft, wenn sich die Rollen nicht mehr drehen und sich auch kein Schmiermittel mehr auf der Führungsbahn befindet?

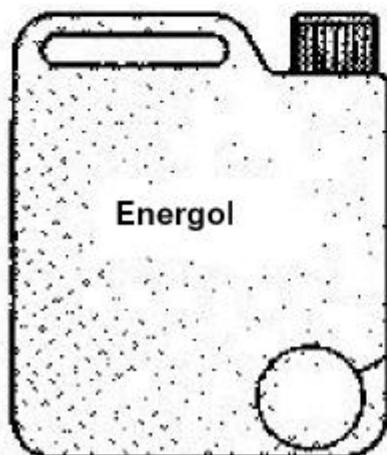
Kennzeichnung der Schmieröle

Schmierölsorte	Symbol	Kennbuchstaben	Schmierölart
Mineralöle		N CG C H	Normalschmieröle Gleitbahnöle Umlaufschmieröle Hydrauliköle
Synthetische Öle		E FK PG SI	Esteröle Fluorierte Öle Polyglykolöle Silikonöle
Schwer entflammbare Hydraulikflüssigkeiten		HFA HFB HFC HFD	Öl-in-Wasser-Emulsion Wasser-in-Öl-Emulsion Wässrige Polymerlösung Wasserfreie Flüssigkeit

Zusatzkennbuchstaben für Schmieröle mit Additiven

Schmierstoffart	Zusatzkennbuchstabe
Schmierstoffe mit Wirkstoffen zum Erhöhen der Alterungsbeständigkeit sowie des Korrosionsschutzes	L
Schmierstoffe mit Wirkstoffen zur Erhöhung der Belastbarkeit sowie zum Herabsetzen der Reibung und des Verschleißes	P
Schmierstoffe mit Festschmierstoffen als Zusatz, z.B. Graphit	F

Kennzeichnungsbeispiel



Symbol = Mineralöl

C Umlaufschmieröl


L Zusatz zur Erhöhung des
Korrosionsschutzes

P Zusatz zur Herabsetzung
von Reibung und Verschleiß

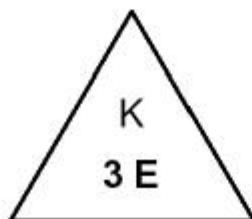
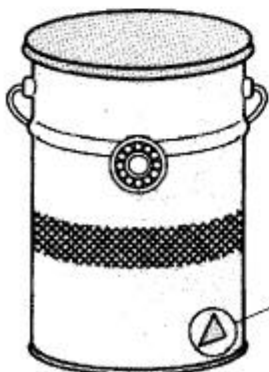
Kennzeichnung der Schmierfette

Zusatzbuchstaben für die Einsatztemperatur		Konsistenz und Walkpenetration von Schmierfetten	
Einsatztemperatur in °C	Zusatzbuchstabe	Walkpenetration in 1/10 mm	Konsistenzklasse
- 20 bis + 50	B	445 bis 475	000
- 20 bis + 60	C	400 bis 430	00
- 20 bis + 80	E	355 bis 385	0
- 20 bis + 100	G	310 bis 340	1
- 20 bis + 120	K	265 bis 295	2
- 20 bis + 140	N	220 bis 250	3
über 140	R	175 bis 205	4
		130 bis 160	5
		85 bis 115	6

Kennzeichnung wichtiger Schmierfette im Maschinenbau

Schmierfettbasis	Geometrisches Symbol	Kennbuchstabe(n)	Einsatzgebiet
Mineralöl		K	Gleit- und Wälzlager Führungen (- 90°C bis + 140°C)
		KH	Einsatztemperaturen über + 140°C
		KP	hohe Druckbelastung (-20°C bis 140°C)
		KTC	tiefe Einsatztemperaturen bis – 55°C
		G	geschlossene Getriebe
		OG	offene Getriebe, Verzahnungen
		M	Dichtungen und Gleitlager
Synthetisches Öl		E	Grundeigenschaften entsprechen denen der Schmierfette auf Mineralölbasis
		FK	
		PG	
		SI	

Kennzeichnungsbeispiel



Symbol = Schmierfett auf Mineralölbasis

K Gleit- und Wälzlagerfett

3 Klasse 3 für beinahe festes Wälzlagerfett

E - 20°C bis +80°C

Arbeitssicherheit und Umweltschutz

Bei der Durchführung von Wartungs- und Inspektionsarbeiten müssen Vorschriften zur Einhaltung der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes eingehalten werden. Aus diesem Grund sollen Sie in Gruppen die nachstehenden Aufgaben bearbeiten.

Aufgaben

- 1) Schreiben Sie auf, welche Maßnahmen Ihnen in diesem Zusammenhang bekannt sind.
- 2) Vergleichen Sie die in Ihrer Gruppe genannten Maßnahmen, diskutieren Sie, was unter den einzelnen Maßnahmen zu verstehen ist und erstellen Sie eine Zusammenfassung der Gruppe.
- 3) Sortieren Sie die Maßnahmen der Gruppe nach Maßnahmen für die Einhaltung der Arbeitssicherheit bzw. Maßnahmen für die Einhaltung des Umweltschutzes.
- 4) Unterscheiden Sie innerhalb der Arbeitssicherheit nach Maßnahmen für den persönlichen Schutz und nach Maßnahmen zum Schutz von Mitarbeitern.
- 5) Umweltschutzmaßnahmen werden häufig unter den Oberbegriffen Vermeiden, Verringern, Verwerten betrachtet. Versuchen Sie, die Maßnahmen Ihrer Gruppe diesen drei Begriffen zuzuordnen.
- 6) Erstellen Sie ein Gruppenplakat zur Präsentation Ihrer Ergebnisse. Schreiben Sie dazu die einzelnen Maßnahmen auf Karten, damit eventuell später Korrekturen vorgenommen werden können.
- 7) Präsentieren Sie Ihr Gruppenergebnis unter der Vorgabe, dass jedes Gruppenmitglied mindestens eine Maßnahme vorstellt und erläutert.

Als Bearbeitungszeit einschließlich der Erstellung des Plakates stehen Ihnen 60 Minuten zur Verfügung.

Industriemechaniker Industriemechanikerin

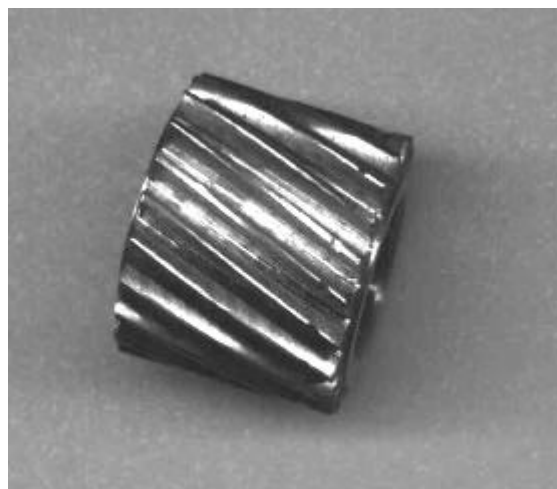
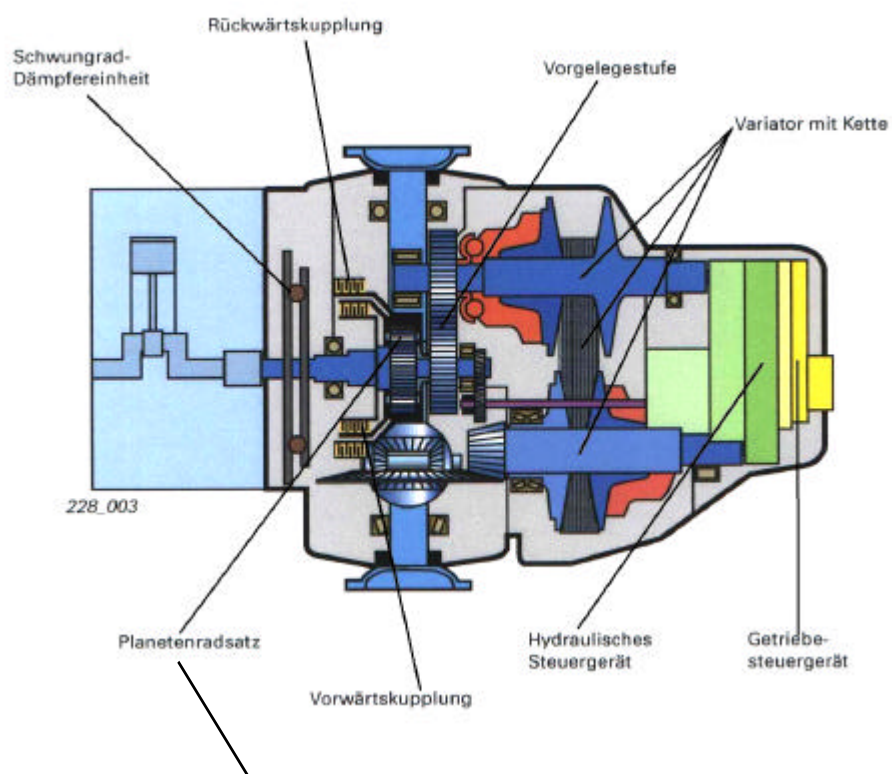
Teil II – Fortgeschrittenenprojekt

**Analyse steuerungstechnischer Systeme
in der CVT-Räderfertigung**

Horst Tröller

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-

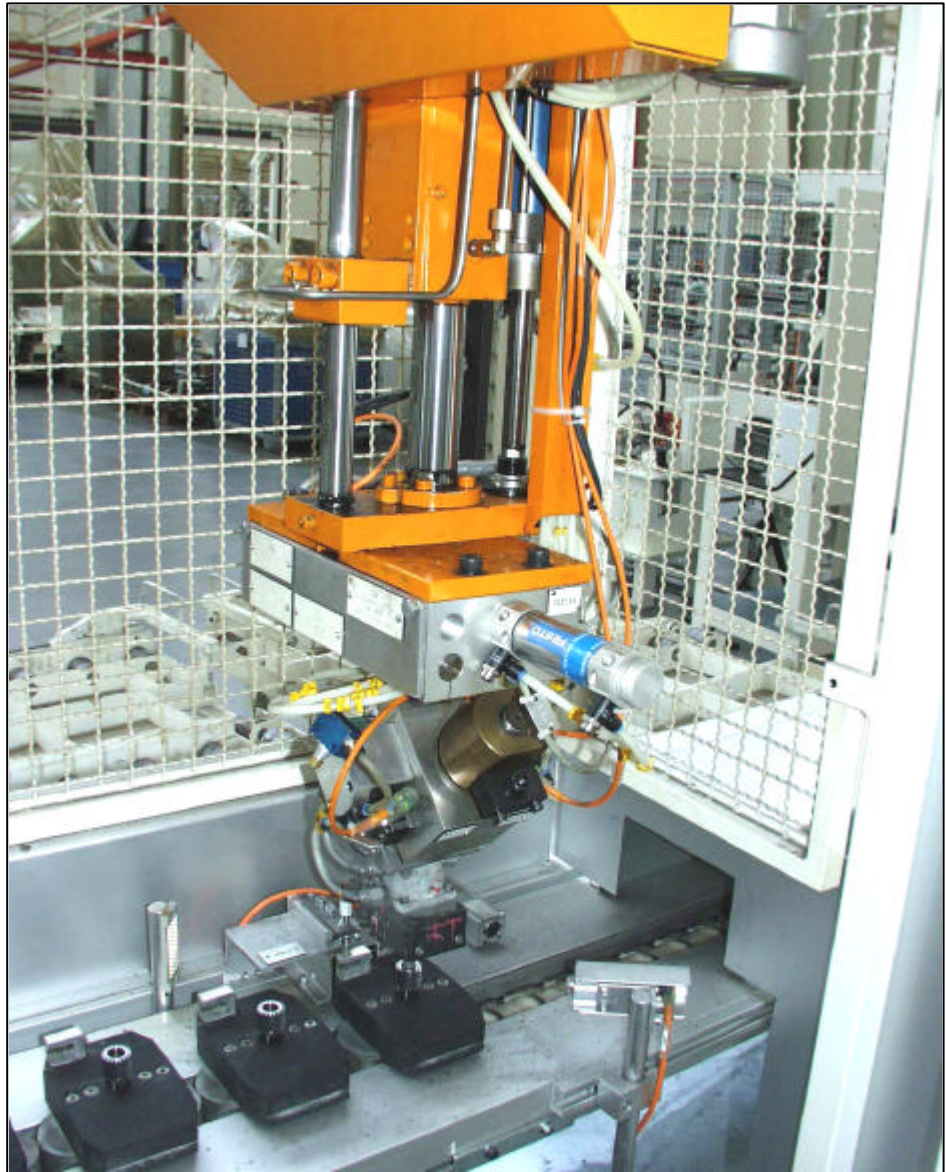
keiten darauf ausrichten, den Fertigungsablauf in der geforderten Qualität zu gewährleisten, um somit die Prozessfähigkeit zu erhalten und die Bereitstellung der geforderten Stückzahlen für den Kunden sicherzustellen. Er muss auftretende Störungen erkennen und möglichst schnell beheben. Zur Störungsbehebung 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:

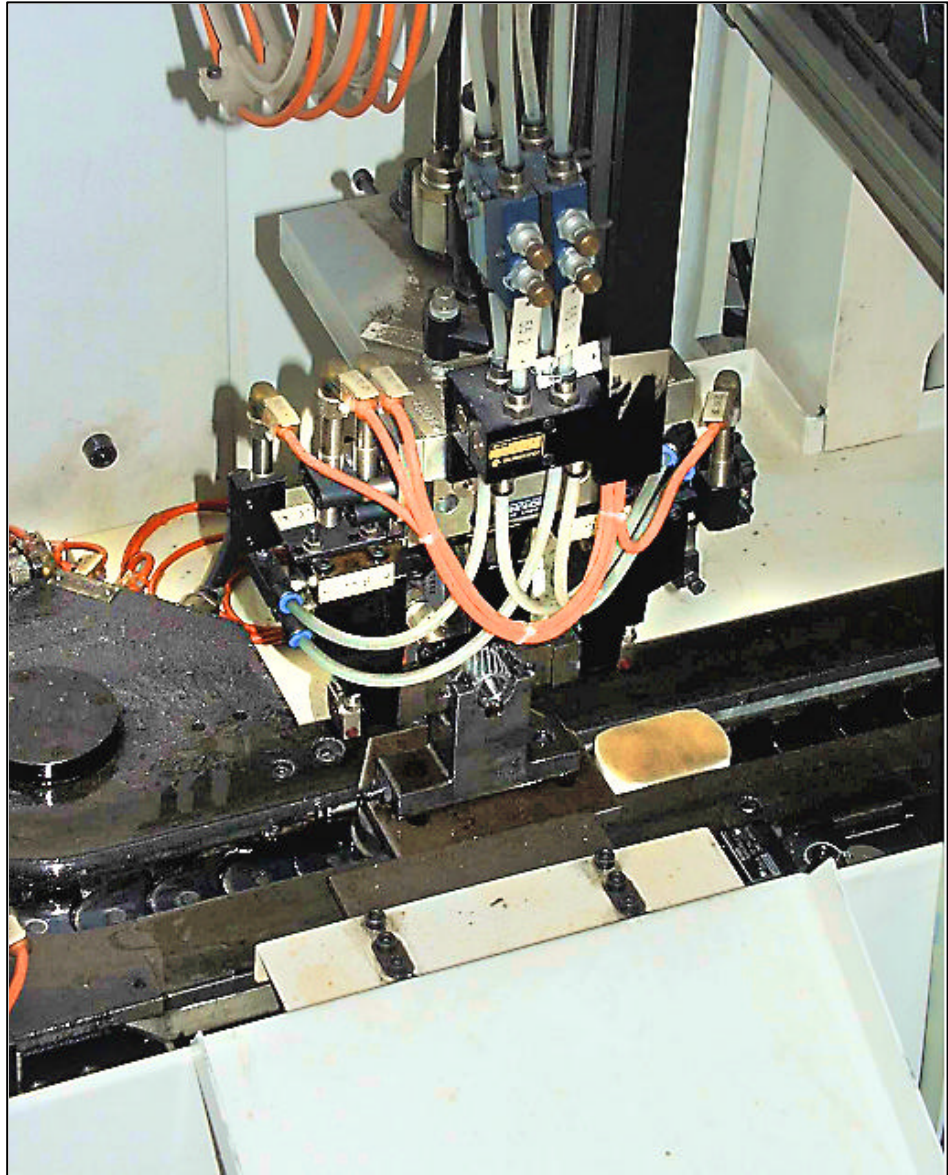
- Wo tauchen Folgesteuerungen für die Handhabung der Werkstücke auf?
(Schwerpunkt Handhabungssystem zum Be- und Entladen der Schabmaschine)
- Welche Komponenten sind eingesetzt (Aktorik, Sensorik)?
- Welche Betriebsarten hat die Steuerung?
- Welche Störungen an der Anlage treten auf?
- Welche Diagnosemöglichkeiten 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.

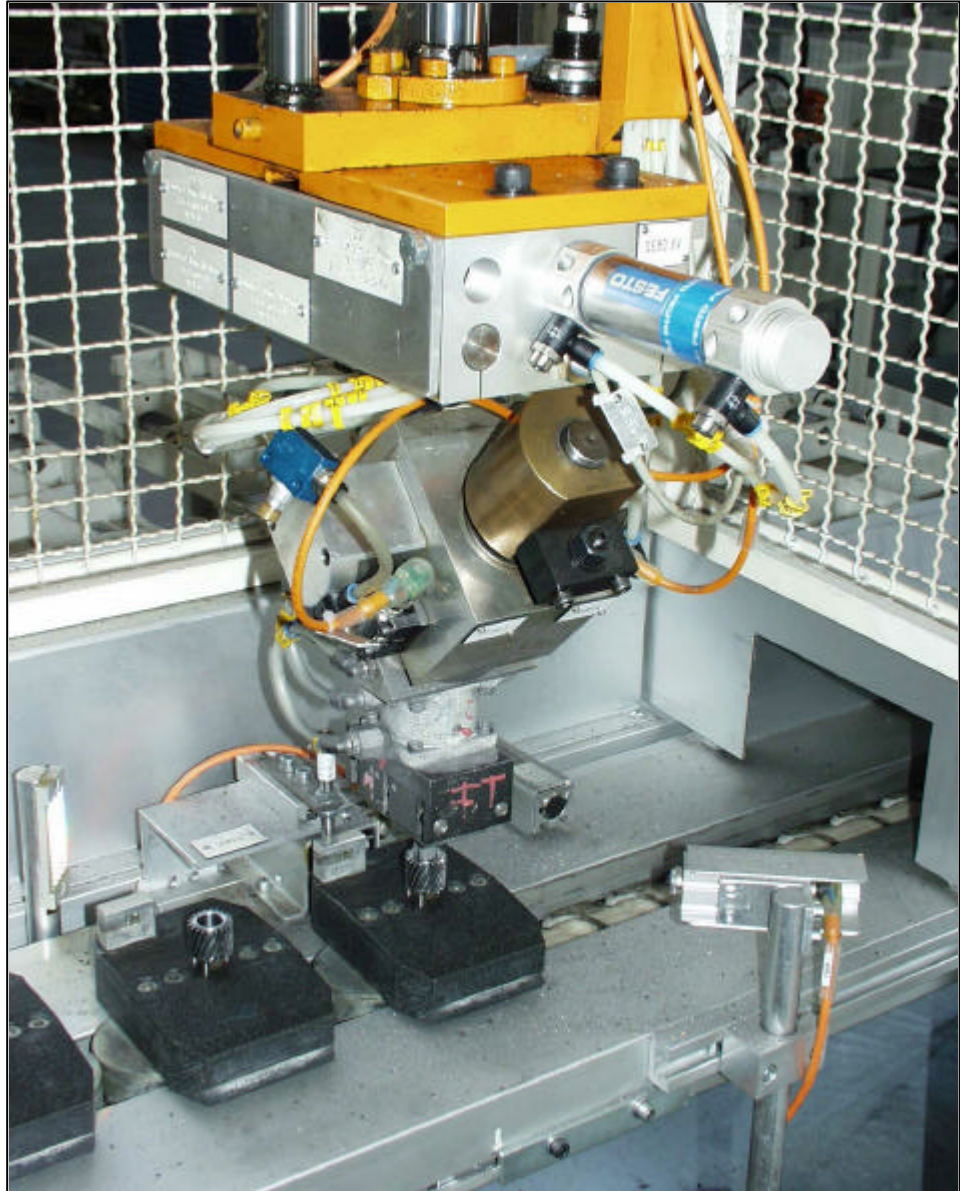
5.2.4 Arbeiten mit Diagnosesystemen an Steuerungen

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.

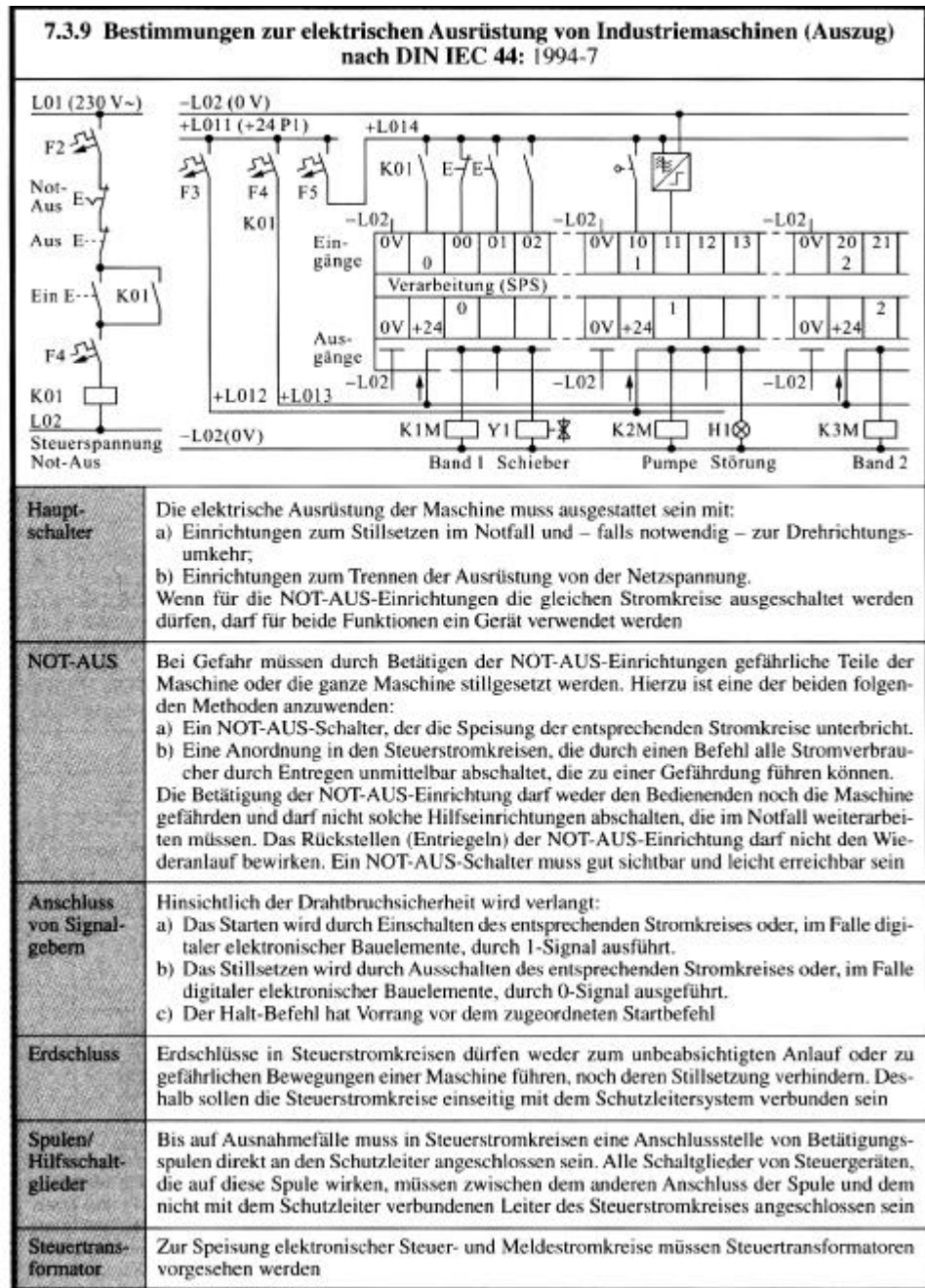
5.2.5 Funktion von Sensoren untersuchen und sicherstellen

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



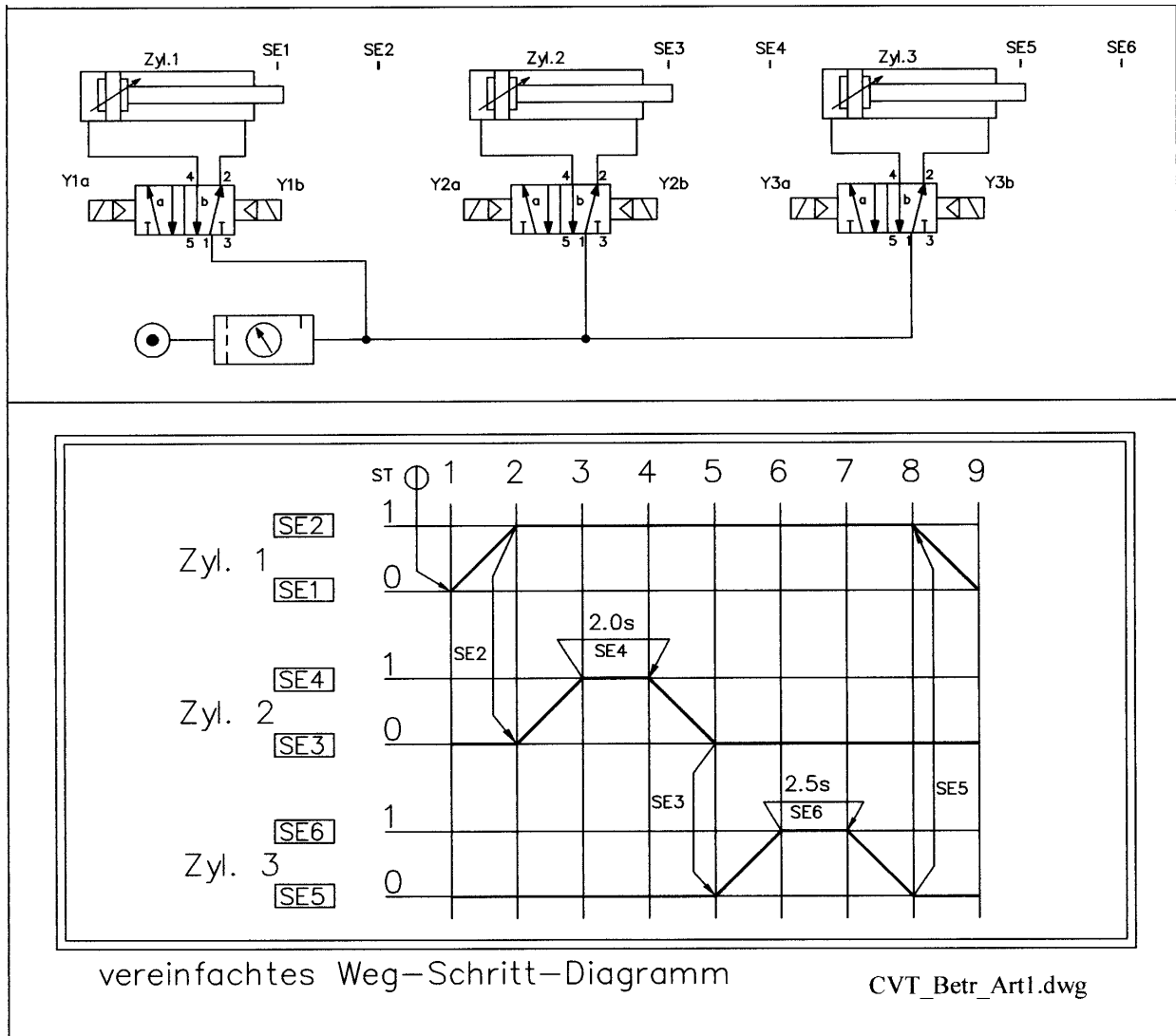
Quelle: Friedrich, Tabellenbuch Elektronik Elektrotechnik, Bonn 1998

Die aufgeführten Sicherheitsvorschriften werden analysiert und ihre Forderungen werden in die Konzeption der geplanten Folgesteuern 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 40 719 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:

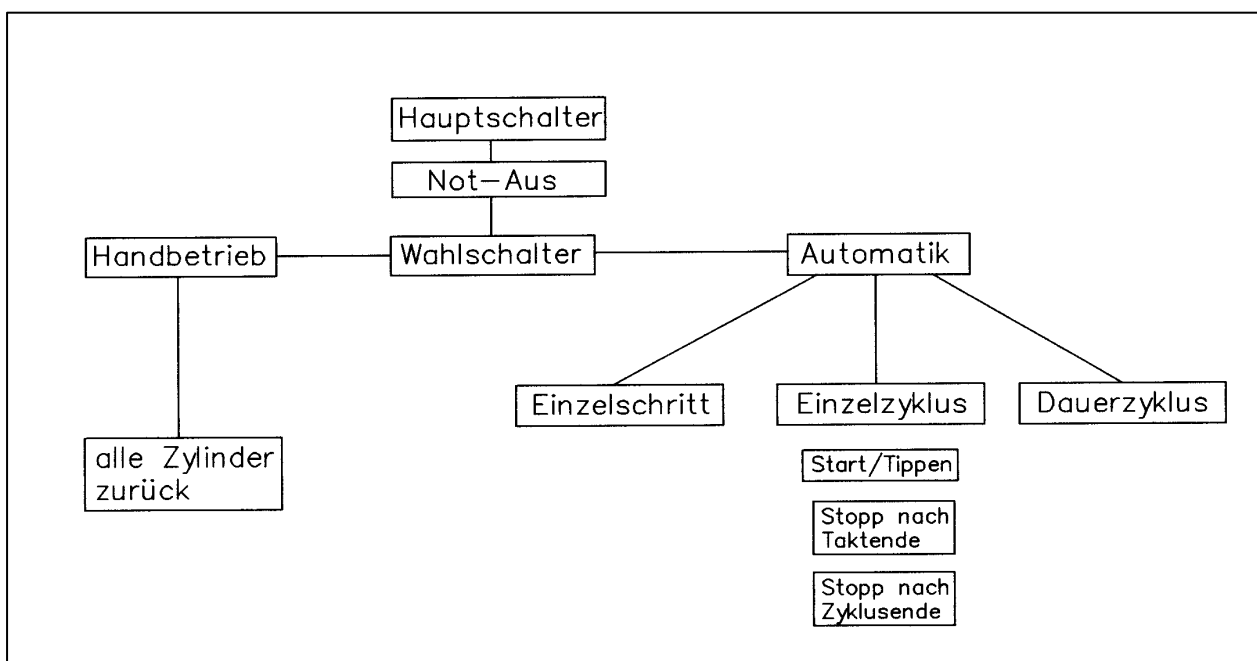
(Nach dem Start der Folgesteuerung)

- 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)

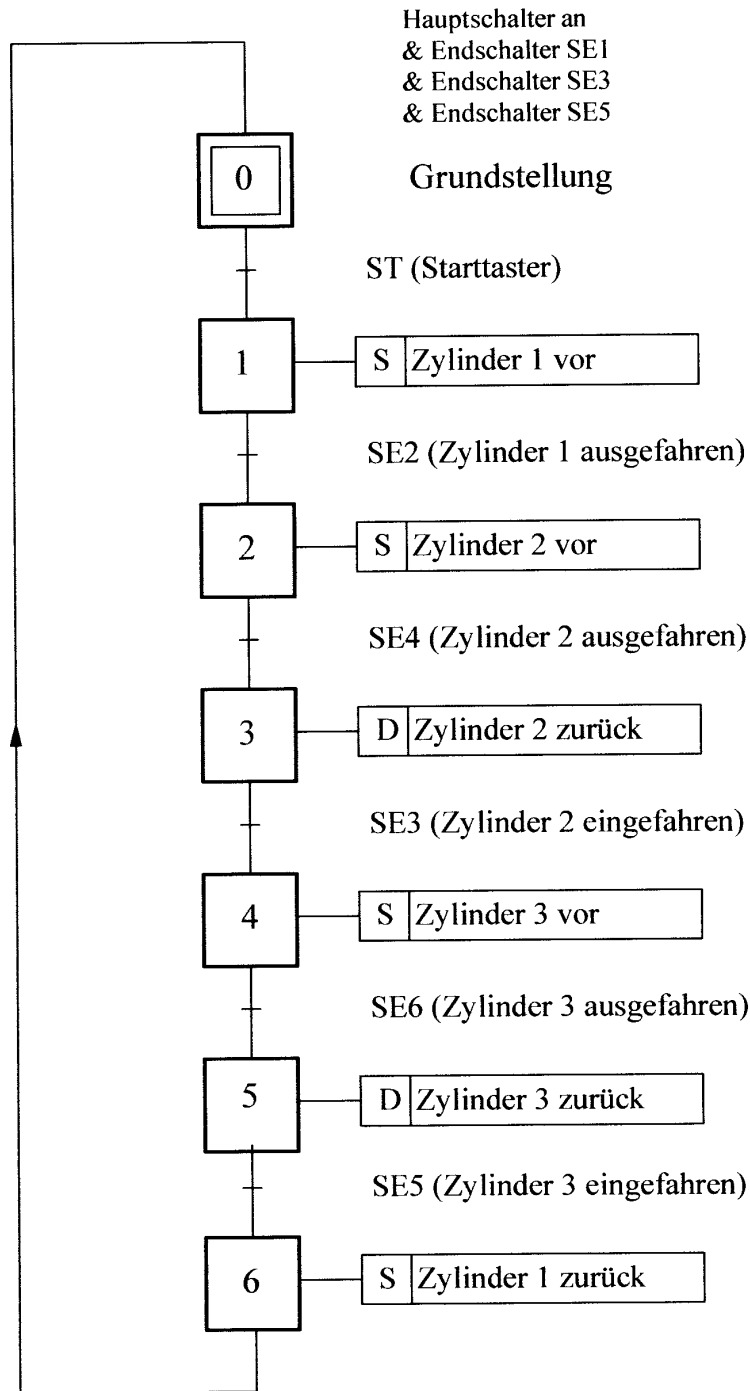
6. An dem vollständigen Steuerungsprogramm ist eine erneute Fehlersuche durchzuführen. Die Erfolge sind zu beurteilen!

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

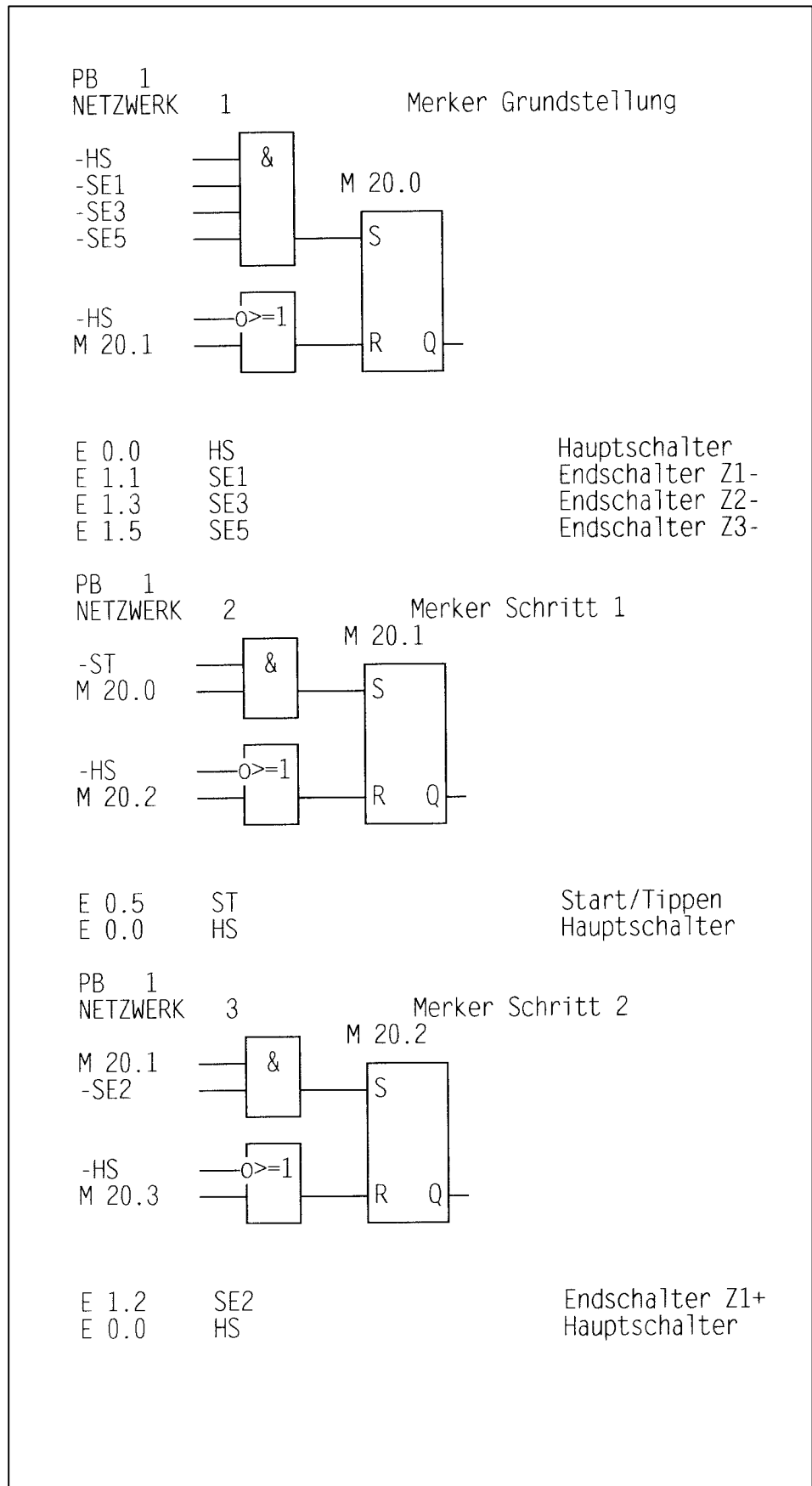
Während der Fehlersuche erhalten die Schülerinnen/Schüler den Auftrag, systematische Vorgehensweisen bei der Störungsanalyse zu entwickeln. (Wo beginnt eine systematische Fehlersuche und wie werden Fehler eingegrenzt?)

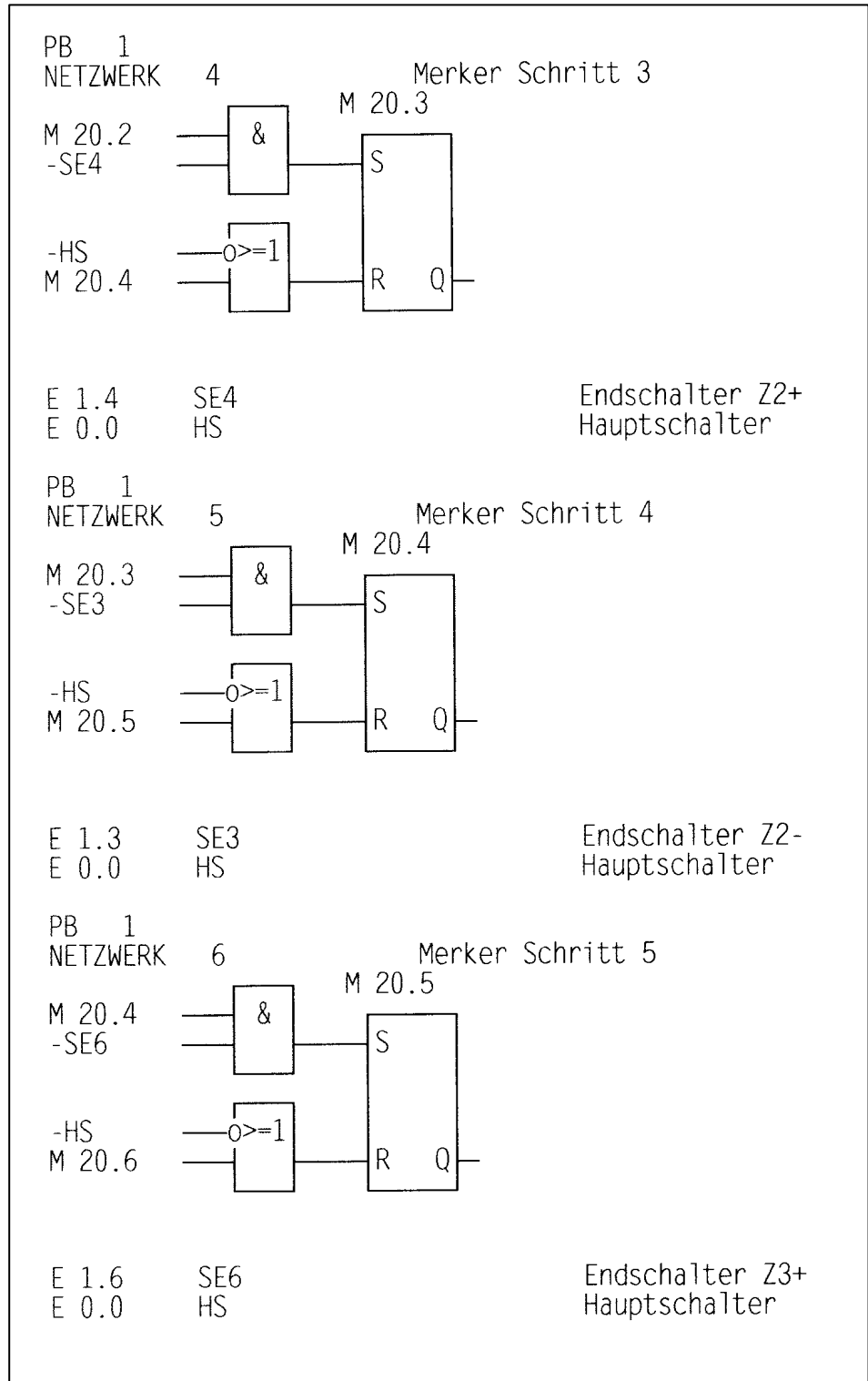
Folgesteuerung (vereinfachter Funktionsplan nach DIN 40719)



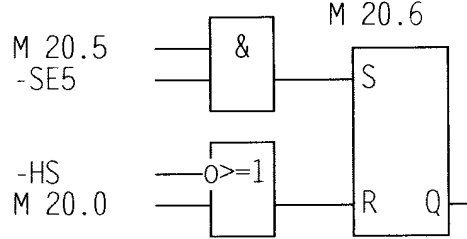
	Datum	Name	Herwig-Blankertz-Schule Wolfhagen
Gez.		Tröller	
Geprüft			
Maßst.	CVT_Betr_Art2		Blatt Nr.
—			Klasse

SPS-Programm (ohne Betriebsarten)



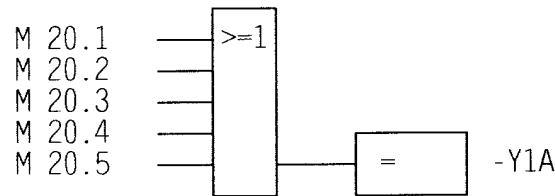


PB 1
NETZWERK 7 Merker Schritt 6



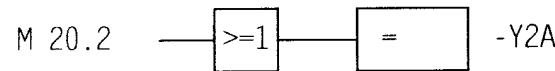
E 1.5 SE5
E 0.0 HS
Endschalter Z3-
Hauptschalter

PB 1
NETZWERK 8 Zylinder 1 vor



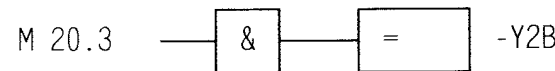
A 2.0 Y1A
Zylinder 1 vor

PB 1
NETZWERK 9 Zylinder 2 vor



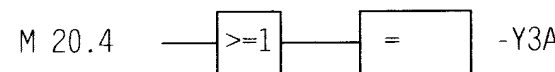
A 2.2 Y2A
Zylinder 2 vor

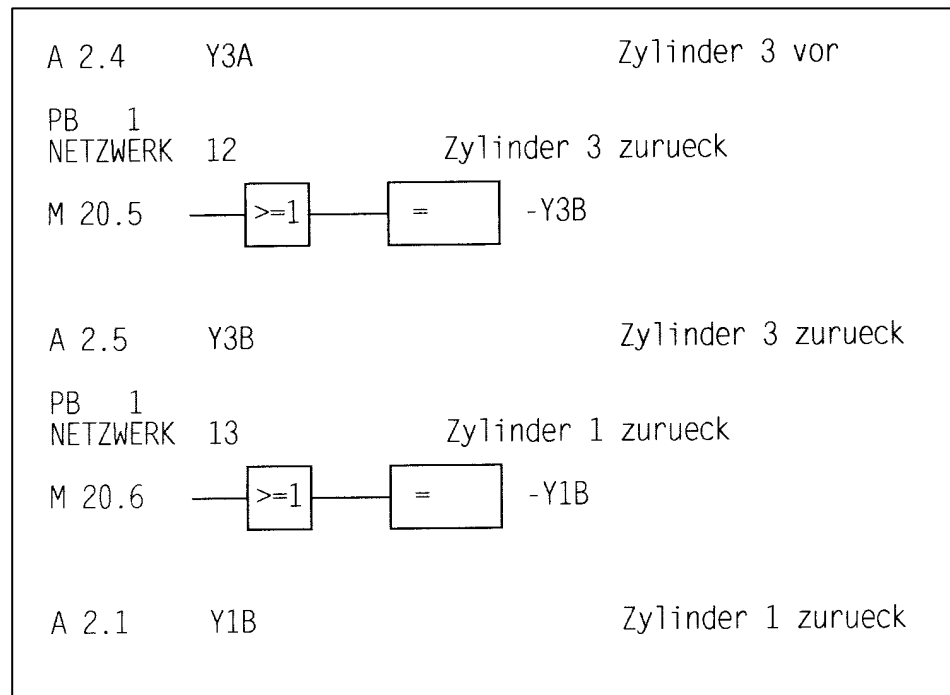
PB 1
NETZWERK 10 Zylinder 2 zurueck



A 2.3 Y2B
Zylinder 2 zurueck

PB 1
NETZWERK 11 Zylinder 3 vor



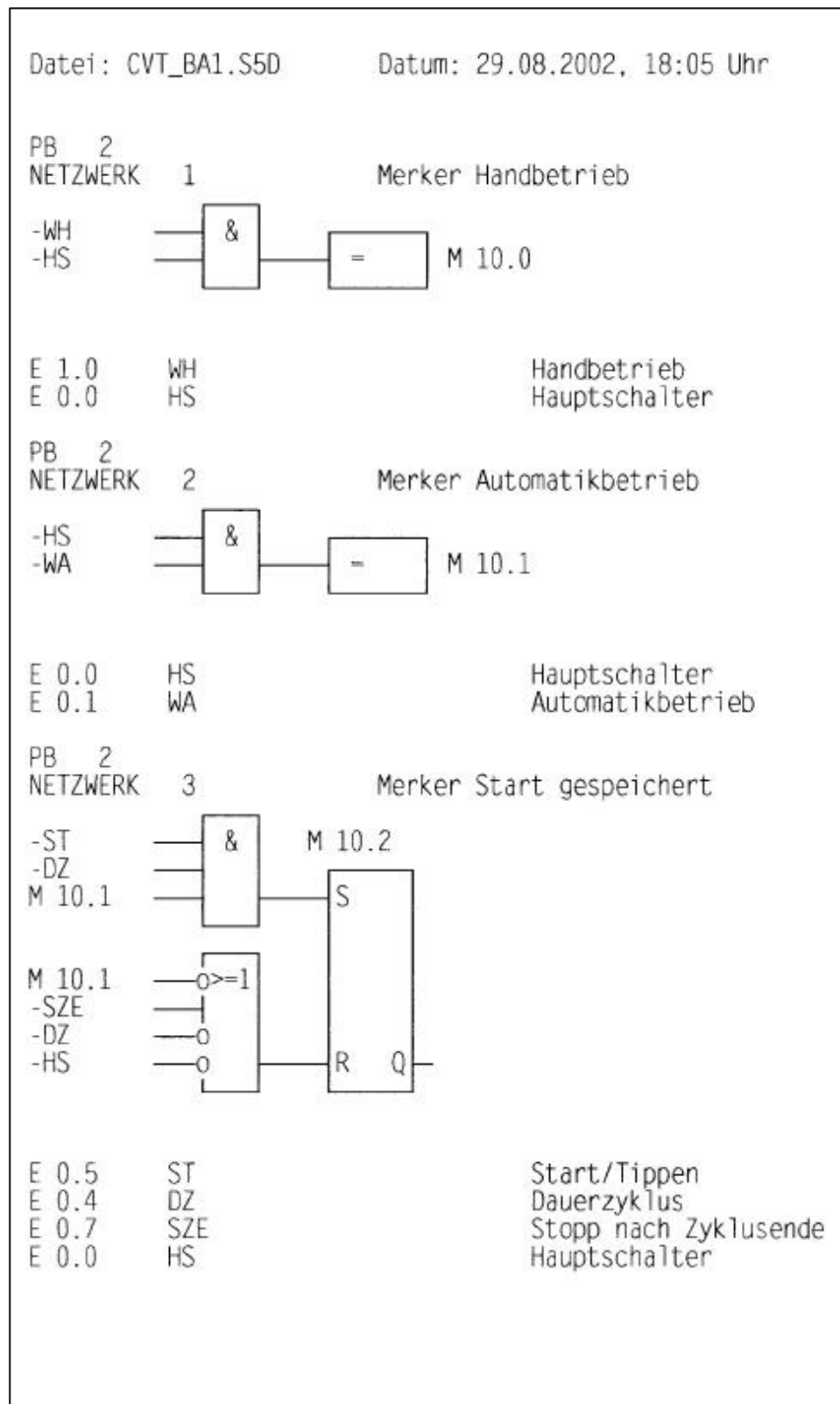


Erläuterung zur Steuerung

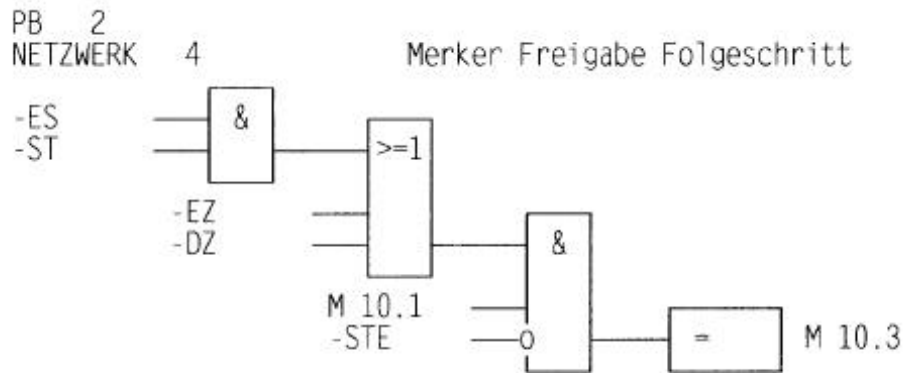
Die dargestellte Folgesteuerung entspricht den entsprechenden Standardlösungen aus der Lehrmittel-Literatur. Sie ist nicht geeignet den realen Anforderungen von Steuerungen an Produktionsanlagen gerecht zu werden. Diesem Problem soll allerdings nicht programmiertechnisch nachgegangen werden sondern es 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

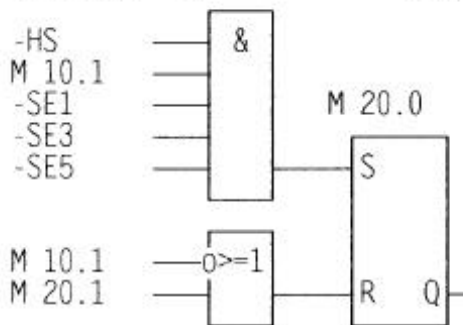


Datei: CVT_BA1.S5D Datum: 29.08.2002, 18:05 Uhr



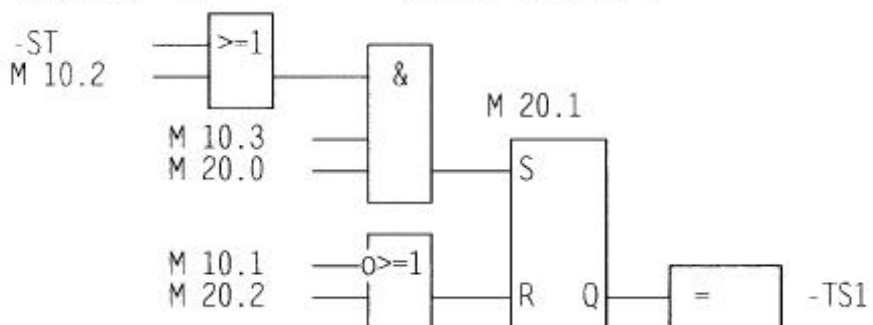
E 0.2	ES	Einzelschritt
E 0.5	ST	Start/Tippen
E 0.3	EZ	Einzelzyklus
E 0.4	DZ	Dauerzyklus
E 0.6	STE	Stopp nach Taktende

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-

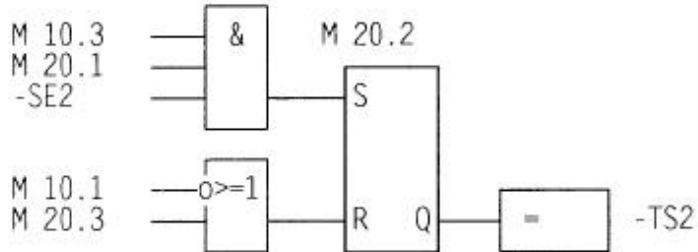
PB 2
NETZWERK 6 Merker Schritt 1



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

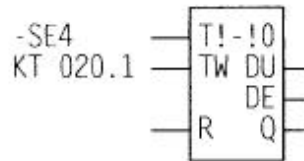
A 3.0 TS1 Anzeige Taktschritt 1
E 0.5 ST Start/Tippen

PB 2 NETZWERK 7 Merker Schritt 2



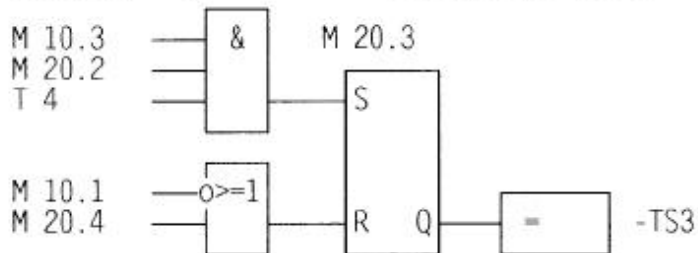
A 3.1 TS2 Anzeige Taktschritt 2
E 1.2 SE2 Endschalter Z1+

PB 2 NETZWERK 8 Zeitverzögerung Z2-
T 4

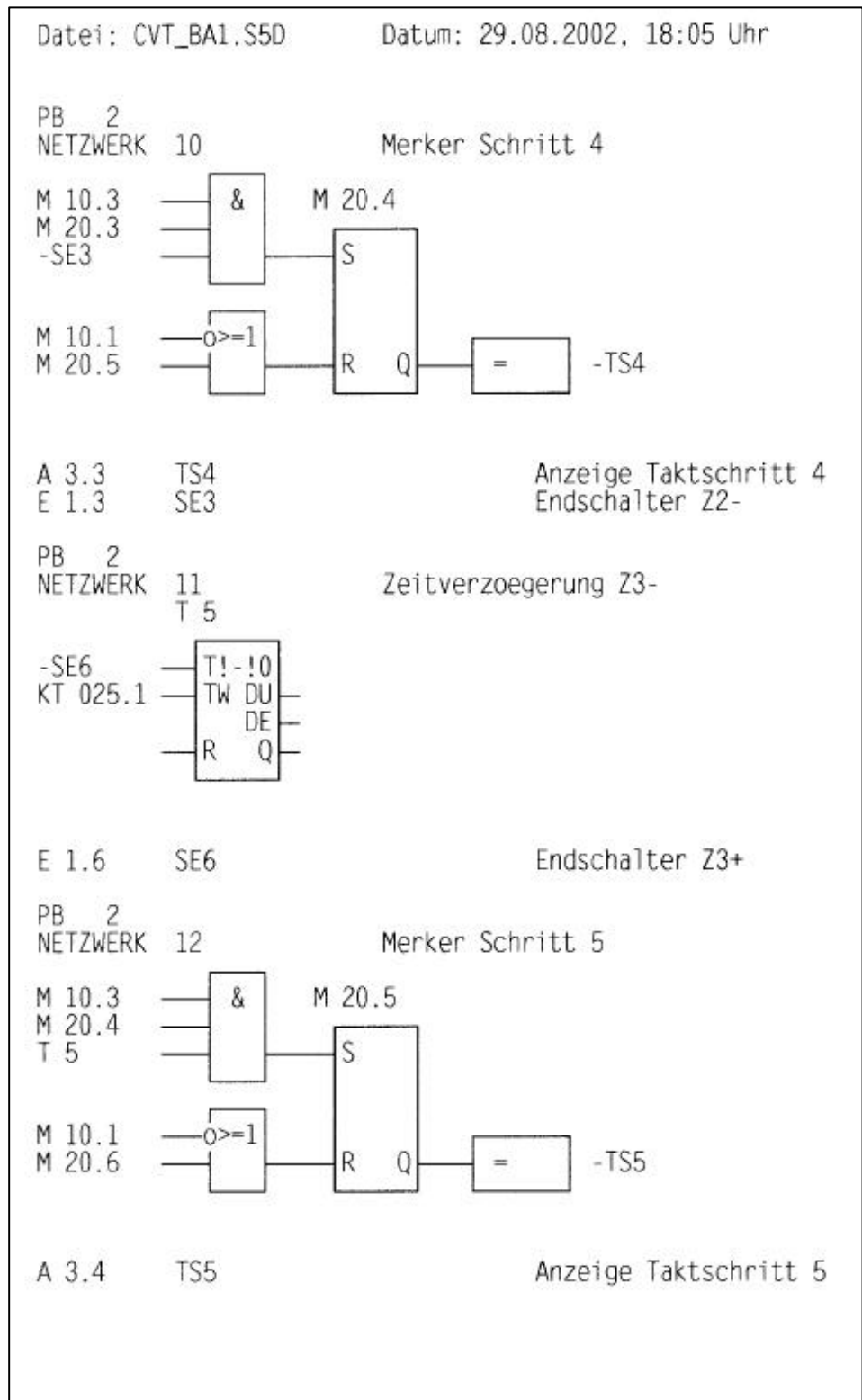


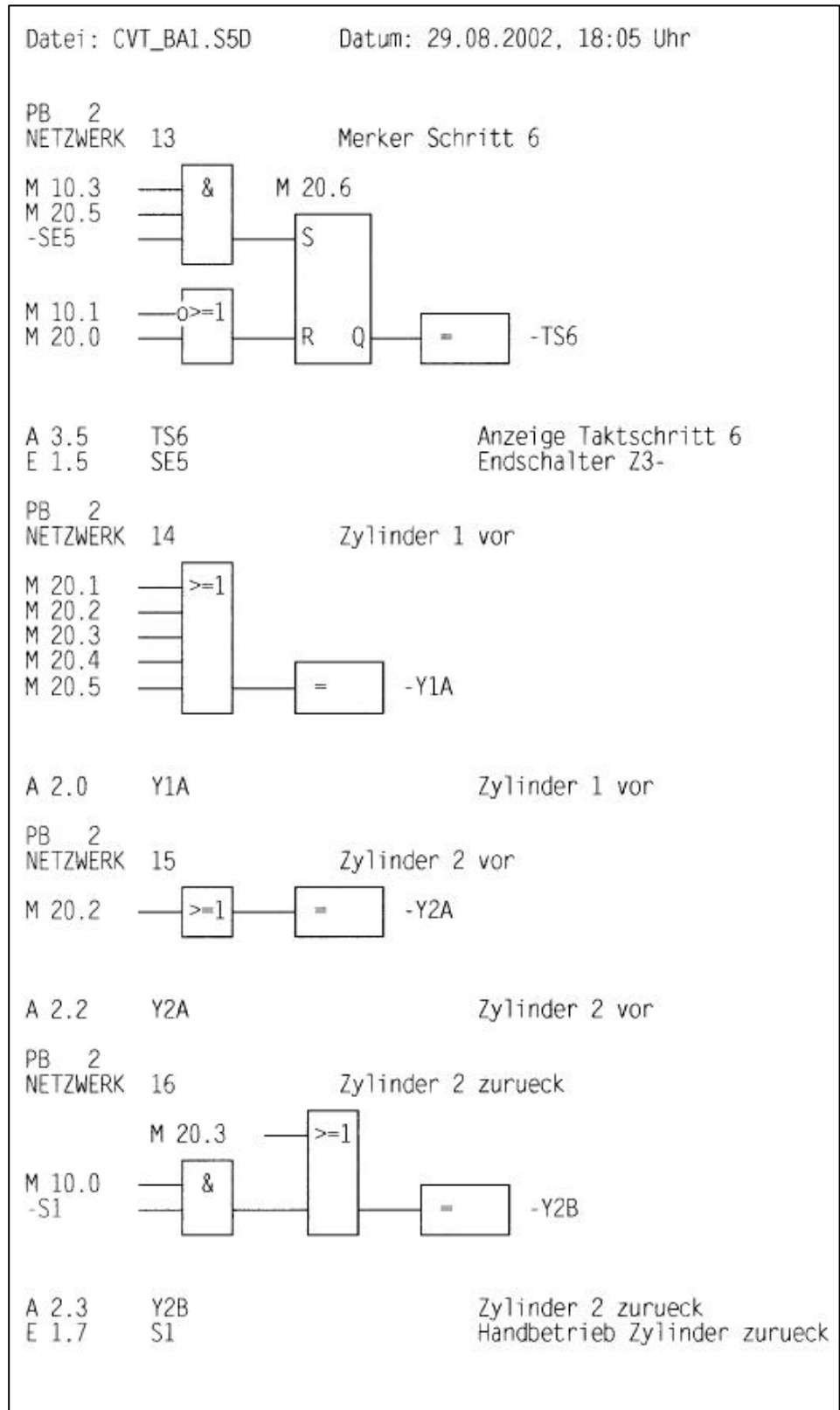
E 1.4 SE4 Endschalter Z2+

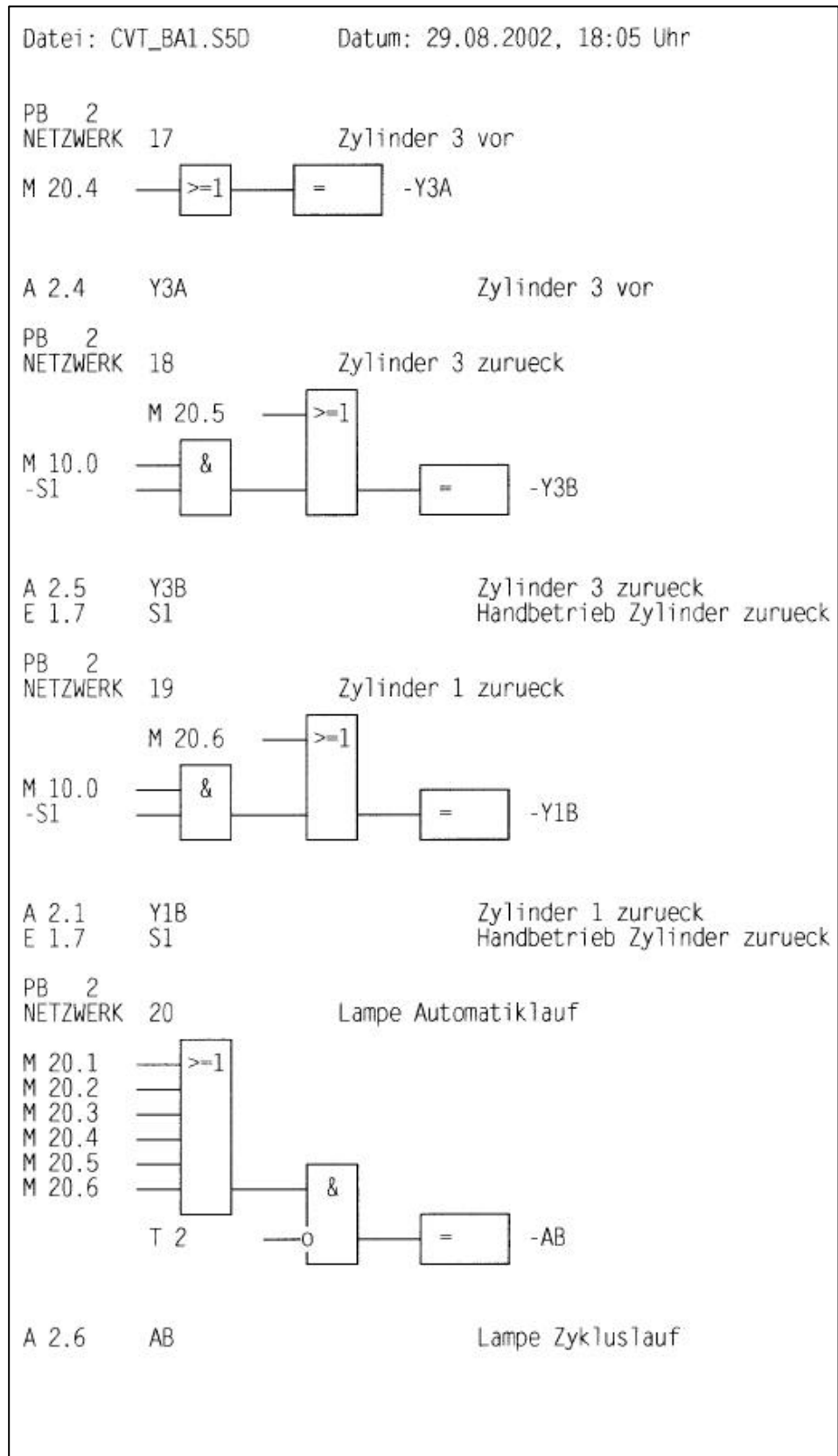
PB 2 NETZWERK 9 Merker Schritt 3



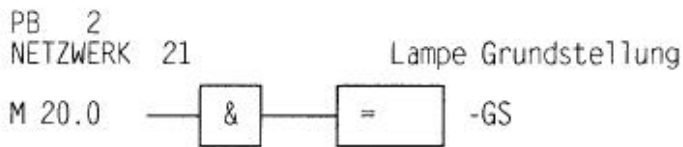
A 3.2 TS3 Anzeige Taktschritt 3





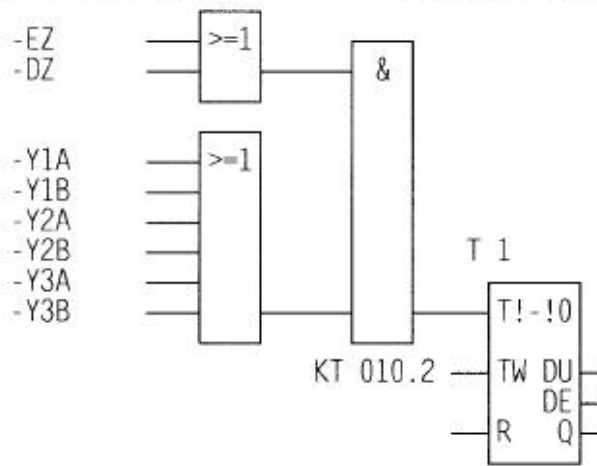


Datei: CVT_BA1.S5D Datum: 29.08.2002, 18:05 Uhr



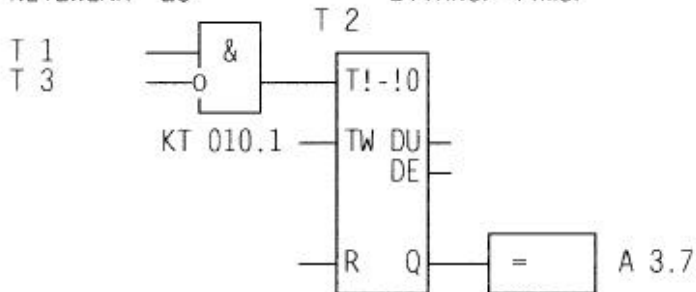
A 2.7 GS Lampe Grundstellung

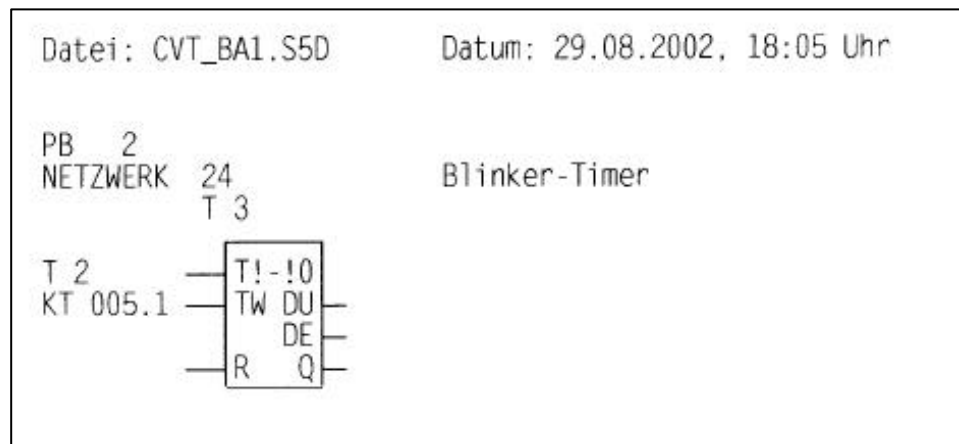
PB 2
NETZWERK 22
Zeitlimit fuer Schritte



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.

Industriemechaniker Industriemechanikerin

Teil III – Expertenprojekt

Optimierung der Einbauvorrichtung für Türscharniere

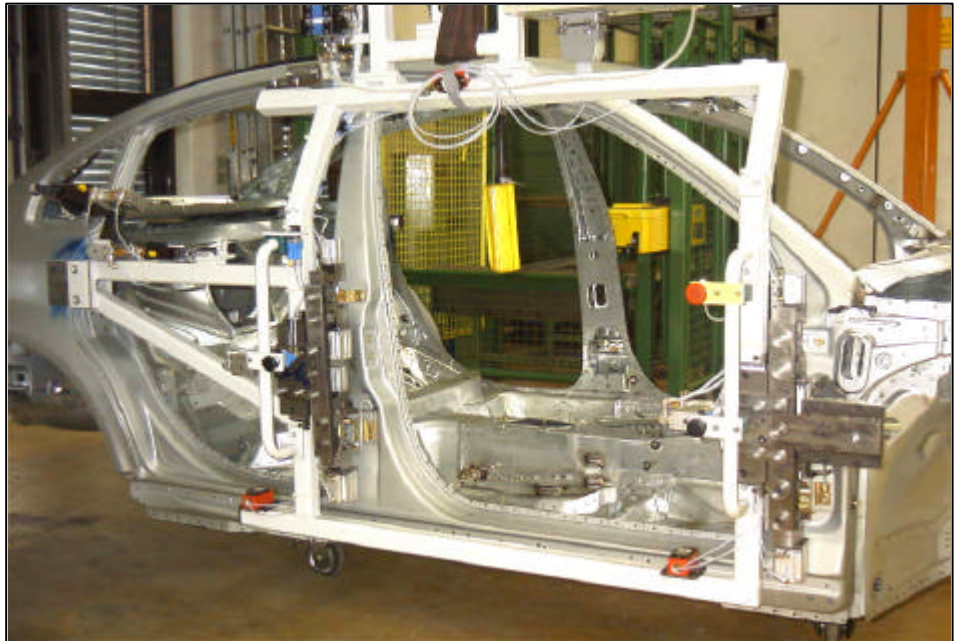
Johann Heetderks

1 Beschreibung der betrieblichen Aufgabe

Die CG Emden erhält am 15.08.2001 den Auftrag, sechs Einbauvorrichtungen für Türscharniere zu bauen, die die vorhandenen Einbauvorrichtungen ersetzen sollen.

Die alten Einbauvorrichtungen haben zwar den Vorteil, dass sie an der „Flexi-Linie“ sowohl für die Variant- als auch für die Limousine-Karosserie zu verwenden sind (nach einer entsprechenden Vorwahl durch den Werker), doch diese größere Flexibilität der alten Vorrichtung hat in der Praxis den Nachteil, dass häufig Störungen auftreten. Daneben ist die Störungsbeseitigung bzw. Fehlersuche wegen der komplexen Steuerung z.T. recht zeitaufwändig. Die neuen Vorrichtungen sollen also, insbesondere was die Steuerung betrifft, im Aufbau einfacher sein. Dies erreicht man u. a. durch separate Vorrichtungen für die Variant- und Limousine-Karosserie. Da sich in der alten Vorrichtung die Taktkettenmodule als sehr störanfällig erwiesen haben, verzichtet man in der neuen Vorrichtung auf diese Bauteile.

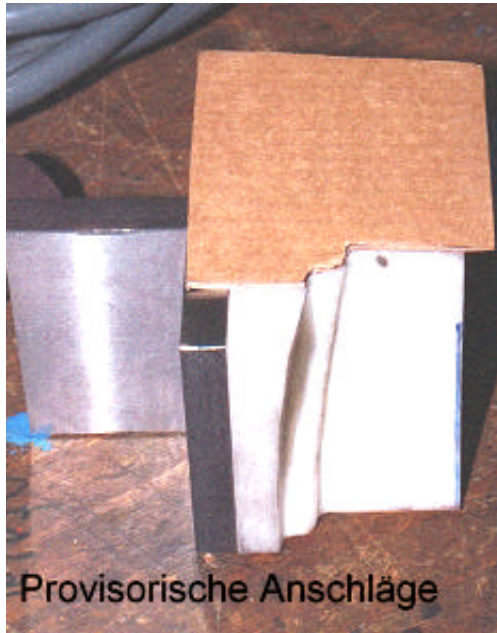
Außerdem wird der Spannvorgang der Vorrichtung an die Karosserie optimiert. Während bei der alten Vorrichtung fünf Spannelemente *gleichzeitig* die Vorrichtung an die Karosserie ziehen, was zu Montagefehlern führt, wird die neue Vorrichtung *erst von einem* Kraftspanner in die Türfalz der Karosserie (in der Höhe des Schlosses der Hintertür) auf den maßgeblichen Anschlagpunkt gezogen bzw. gespannt. Erst dann fixieren *die restlichen drei* Kraftspanner die Vorrichtung an der Karosserie.



1.1 Art und Umfang der Arbeiten

Die Optimierung der Einbauvorrichtung umfasst also sowohl die Entwicklung eines neuen Rahmens, der die veränderte Lage der Spannelemente (Kraftspanner bzw. Fixierzylinder) berücksichtigt und auch die geforderte höhere Formsteifigkeit sichert.

Für die Entwicklung des neuen Rahmens und der neuen Steuerung stehen den Mitarbeitern der CG keine technischen Zeichnungen bzw. Pläne zur Verfügung. Auch die technischen Unterlagen der alten Einbauvorrichtung geben nur eine geringe



Hilfestellung, da die Änderungen der neuen Einbauvorrichtung zu gravierend sind. Insofern sind bei der Entwicklung des Montagerahmens einige „Fehlversuche“ (Rahmen aus Aluminium-Profilen, Lage der Werkzeugaufnahme usw.) unvermeidlich und es muss häufig improvisiert werden (z. B. Kunststoffanschläge, Aufhängung der Vorrichtung). Von großer Bedeutung sind die Beobachtungen und Untersuchungen an der Montagelinie und nicht zuletzt die Gespräche mit den zuständigen Meistern und Instandhaltern.

Die Planungen zu der neuen Steuerung können erst begonnen werden, nachdem der neue Rahmen mit den montierten Spannwerkzeugen fertig ist. Dies setzt die Auszubildenden und Ausbilder z. T. unter erheblichen Zeitdruck. Auch bei der Entwicklung der neuen Steuerung wird z. T. mit der Methode „trial and error“ gearbeitet, um schließlich zu einer Lösung zu gelangen, die einen störungsfreien Betrieb sicherstellt.

Die Tabelle zeigt die Änderungen der neuen gegenüber den alten Einbauvorrichtungen:

alt	neu
komplexe Steuerung mit Taktkette	weniger komplexe Steuerung, bessere Übersichtlichkeit ohne Taktkette
universelle Einbauvorrichtung Variant – Limousine	getrennte Vorrichtungen 4 x Variant 2 x Limousine
Spannelemente: 2 Auswahlzylinder (Schwenkzylinder) 8 Fixierzylinder (für Scharniere) 1 Stützzylinder (unten im Türholm) 1 Spannzylinder (C-Säule) 1 Spannzylinder (Dach) 2 Spannzylinder (B-Säule)	Reduzierung der Spannelemente 8 Fixierzylinder (für Scharniere) 4 Spannzylinder
5 Spannzylinder spannen gleichzeitig	Zwei-Schritt-Fixierung der Vorrichtung: 1 Spannzylinder positioniert die Vorrichtung 3 Spannzylinder fixieren die Vorrichtung an der Karosserie
	Einbaurahmen der Vorrichtung kräftiger dimensioniert

1.2 Einbindung in die Geschäfts- und Arbeitsprozesse

Die Optimierung der Einbauvorrichtung für Türscharniere wird in der alleinigen Verantwortung der CG durchgeführt. Die Fertigungsplanung hat die Anforderungen an die neue Einbauvorrichtung festgelegt. Im Laufe der Entwicklung werden diverse Änderungswünsche der Produktion und der Instandhaltung berücksichtigt. Die gesamte Materialbeschaffung bzw. -bestellung erfolgt in der CG. Ebenso werden in der CG eine Angebotskalkulation und eine Nachkalkulation erstellt. Die fertige Einbauvorrichtung wird von der CG an die Montagelinie gebracht und montiert. Lediglich die Einstellung der Einbauvorrichtung wird von Spezialisten des Vorrichtungsbaus vorgenommen.

1.3 Ressourcen

An dem Auftrag sind neben drei CG-Ausbildern vier Auszubildende aus dem 3. und vier Auszubildende aus dem 4. Ausbildungsjahr beteiligt.

Den Auszubildenden steht die technische Dokumentation der alten Vorrichtung zur Verfügung (techn. Zeichnung, Pneumatikpläne). Es gibt auch einen regen Informationsaustausch zwischen den jeweiligen Fachleuten der Produktion und den Mitarbeitern der CG.

Die Fertigung erfolgt in der Werkstatt der CG Emden. Lediglich das Brennen der Aufnahmen für die Fixierzylinder und das Fräsen der endgültigen Anschläge erfolgt im Vorrichtungsbau bzw. in der Werkstatt des Presswerkes.

Die Abwicklung des Auftrages erfolgt bis zum 20. Dezember 2001 (Fertigstellung-/Inbetriebnahme).

Die Berufsschule behandelt einen Teilaspekt der Verbesserung bzw. Optimierung der Einbauvorrichtung: die Entwicklung des Pneumatik-Schaltplanes von der alten *Ein-Schritt-Klemmung* zur neuen *Zwei-Schritt-Klemmung* (erst ein Spanner, dann die restlichen drei).

2 Einordnung in das GAB-Curriculum

Das Expertenprojekt ist der BAG 14 „Optimierung von technischen Systemen“ zuzuordnen.

Da die Optimierung der Einbauvorrichtung für Scharniere so tiefgreifend ist, kann auch von einer Neuentwicklung bzw. einem Neubau gesprochen werden.

2.1 Bezug der betrieblichen Aufgabe zum Lernbereich

Die Optimierung bzw. der Neubau der Einbauvorrichtung für Scharniere ist wegen seiner hohen fachlichen Anforderungen im Lernbereich 4 anzusiedeln.

An dieser Stelle muss darauf hingewiesen werden, dass selbst die beteiligten Auszubildenden, die der absoluten Spitzengruppe zuzurechnen sind, z.T. durch erfahrene Ausbilder (Meister) angeleitet werden mussten. Denn es ist phasenweise anspruchsvolles Expertenwissen erforderlich, welches über das „normale“ Facharbeiterwissen hinausreicht.

2.2 Abgleich mit den Zielen im Lernfeld (im Berufsbildungsplan)

Wie in Lernfeld 14 dargestellt, soll mit der Optimierung u. a. eine Verbesserung vorhandener technischer Systeme erreicht werden. Indirekt zielt die Optimierung der Einbauvorrichtung auf die Verkürzung der Taktzeiten, denn mit der neuen Vorrichtung soll die Nacharbeit an den Karosserien (Nachjustierung der Scharniere) verringert werden. Im vorliegenden Fall dient also die Optimierung in erster Linie der Qualitätssicherung.

2.3 Schulische Bildungs- und Qualifizierungsziele

Ein Teil der technischen Dokumentation wird von den Auszubildenden in der Berufsschule erstellt (siehe Anlage).

Das Anfertigen der technischen Zeichnung von der neuen Einbauvorrichtung ist eine absolute Überforderung der Auszubildenden im 4. Ausbildungsjahr und wird daher an technische Zeichner vergeben.

Die Berufsschule hat ihren Hauptakzent auf die Entwicklung bzw. Analyse der neuen Steuerung gelegt.

Am Anfang wird die gegenwärtige Montagefolge bei den Türen untersucht und es wird über Alternativen nachgedacht bzw. diskutiert. Dann erfolgt die Analyse der Gründe für die Störanfälligkeit der alten Steuerung (Exkurs: Taktstufenkette). Anschließend werden die Schaltpläne nach den Vorgaben eines Technologieschemas (siehe Anlage) von den Schülern entwickelt und vorgestellt und mit der realisierten Schaltung verglichen. Im Pneumatiklabor werden dann Teile der Pneumatikpläne gesteckt und auf ihre Funktionsfähigkeit überprüft (Gruppenarbeit).

2.4 Schnittstellen zu anderen Lernfeldern

Für die Industriemechaniker steht das Lernfeld 14 „Optimierung von technischen Systemen und Produktionsabläufen“ am Ende der Berufsausbildung. Je weiter die Ausbildung fortgeschritten ist, desto komplexer werden die Aufgaben. Eine Optimierungsaufgabe wie die „Einbauvorrichtung für Türscharniere“ muss zwangsläufig auf eine Reihe von Kompetenzen zurückgreifen, die in den vorhergehenden Lernfeldern erworben wurden.

„Alles hat mit allem zu tun“: Die vorliegende „Optimierungsaufgabe“ hat zu folgenden Lernfeldern (siehe Berufsbildungsplan) Schnittstellen:

- Lernfeld 2: Mechanische Herstellung von Einzelteilen u. Baugruppen
- Lernfeld 3: Bedienen bzw. Fahren von Produktionsanlagen
- Lernfeld 5: Material- u. Ersatzteilbeschaffung
- Lernfeld 6: Neuanfertigung von defekten Bauteilen
- Lernfeld 7: Einrichten und Umrüsten von Produktionsanlagen
- Lernfeld 8: An- und Abfahren von Produktionsanlagen
- Lernfeld 12: Schwachstellenanalyse an technischen Systemen

2.5 Gestaltungspotenzial der betrieblichen Aufgabe

Da von der neuen Einbauvorrichtung keine technischen Zeichnungen existieren, gibt es insbesondere bei der Gestaltung des Rahmens ein erhebliches Gestaltungspotenzial. Dazu gehören u. a.:

- die Auswahl der Profilrohre (Werkstoff, Form)
- die Ausbalancierung des Rahmens (Winkel zur Aufhängung)
- die Aufhängung und Führung der Vorrichtung
- die Lage der Werkzeugaufnahme (Befestigung der Kraftspanner)
- ergonomische Anforderungen hinsichtlich der Lage der Bedienknöpfe.

Aber auch die Entwicklung der neuen Steuerung hat ein beachtliches Gestaltungspotenzial, welches zeitweise sogar die sehr guten Auszubildenden herausfordert oder überfordert.

3 Dual-kooperative Ausbildungsplanung

Aufgrund der kurzfristigen Auftragsvergabe (in den Sommerferien) an die CG Emden und der engen Termine für die Fertigstellung (Ende 2001) gibt es keine parallele Bearbeitung der neuen Einbauvorrichtung in Betrieb und Schule. Die Berufsschule behandelt das Expertenprojekt seit dem Frühjahr 2002. Aufgrund des großen Zeitdrucks wirkt eine ausgiebige didaktische Erörterung mit den beteiligten Ausbildern in der „heißen Phase“ der Entwicklung und des Baus der Einbauvorrichtung sehr störend. Daneben gibt es auch eine schulische Planung, die nicht durch einen plötzlich auftauchenden Auftrag zur Seite geschoben werden soll. Auch aufgrund der Komplexität des Auftrages ist am Anfang noch nicht erkennbar, welche Elemente des Auftrages sich für die Berufsschule eignen. Nicht zuletzt erfordert die Aufbereitung der Materialien (Informations-, Aufgabenblätter usw.) einen ausreichenden zeitlichen Vorlauf für die Berufsschule. Es ist also auch bei einem vergleichbar komplexen Auftrag sinnvoll, diesen zeitversetzt in Betrieb und Berufsschule zu behandeln.

Die Beschaffung der notwendigen technischen Dokumente und Informationen für die Berufsschule ist problemlos und kollegial, wenn auch z. T. recht zeitaufwändig, da viele betriebliche Stellen beteiligt sind.

3.1 Inhalte von Arbeiten und Lernen in der betrieblichen Aufgabe

3.1.1 Arbeitsgegenstände

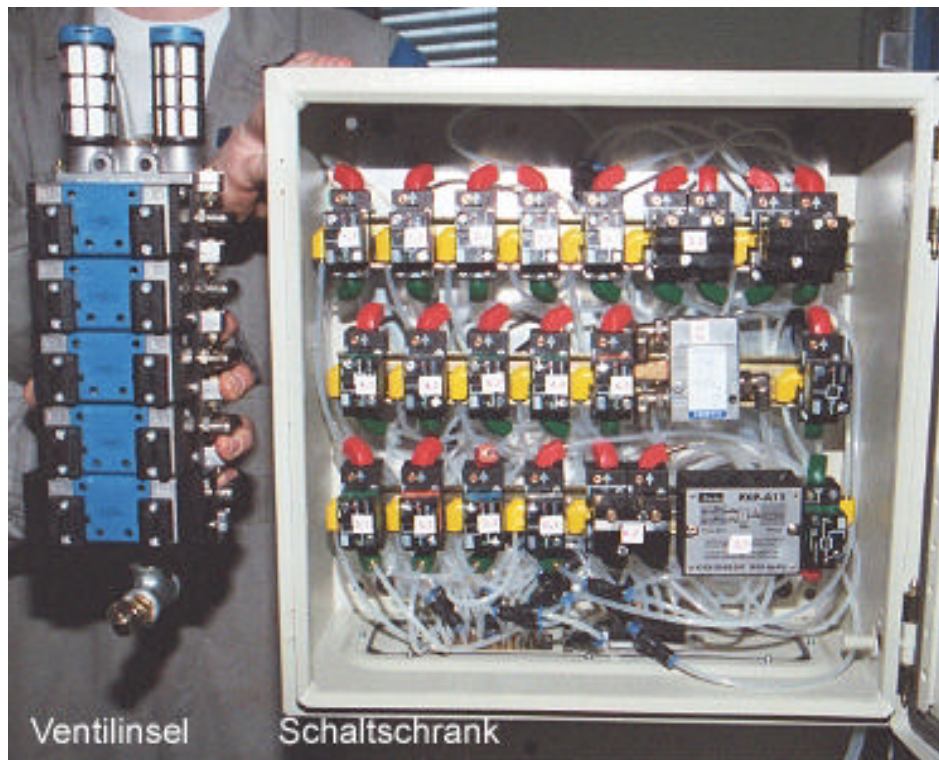
Gegenstand der betrieblichen Arbeit ist die Optimierung einer Anlage, d. h. der Einbauvorrichtung. Sie dient der Verbesserung von Produktionsabläufen.

Im Zuge der Optimierungsarbeiten müssen technische Teilsysteme neu gestaltet werden (z. B. der Rahmen der Einbauvorrichtung). Während des Gestaltungs- bzw. Entwicklungsprozesses werden die Arbeitsergebnisse kontinuierlich reflektiert. Vor der Übergabe der Einbauvorrichtung an den Kunden wird eine Funktions- und Sicherheitsprüfung durchgeführt.

Die schulischen Arbeitsgegenstände beschränken sich weitgehend auf die Entwicklung und Analyse der Steuerung der neuen Einbauvorrichtung.

3.1.2 Werkzeuge, Methoden und Organisation

Betrieb wie Schule nutzen die technischen Dokumente (technische Zeichnung, Brennschablonen, Datenblätter der Spannelemente etc.) der alten Einbauvorrichtung. Insbesondere bei den Schaltplänen gibt es einen Unterschied zwischen Betrieb und Schule: Die Mitarbeiter von VW arbeiten u. a. mit so genannten pneumologischen Schaltplänen (Funktionspläne mit eingebauten Druckluftanschlüssen). Dies begründet sich damit, dass auch die physisch realisierte Schaltung in den Schaltkästen mit Funktionsbausteinen arbeitet, die mit Druckluftanschlüssen versehen sind. Die Schule benutzt Steuerungspläne nach DIN (Funktionsplan DIN 407 199, Funktionsdiagramm und Pneumatikplan).



Die Ergebnisse der Gruppenarbeit zur Steuerung der Einbauvorrichtung werden der Klasse vorgestellt.

Die Auszubildenden im VW-Werk Emden entwickeln mit Facharbeitern und Ausbildern verschiedene Lösungsvorschläge für den mechanischen Teil sowie für den steuerungstechnischen Teil der neuen Vorrichtung. Die Kalkulation, die Bestellung von Bauelementen, das Gestalten insbesondere der mechanischen Teile, das Prüfen und das Einstellen der Vorrichtung erfolgen im Betrieb.

3.1.3 Anforderungen an Facharbeit und Technik

Das Ziel der betrieblichen Arbeit ist, dass die Einbauvorrichtung optimal arbeitet, d.h. die Türscharniere genauer montiert werden und damit die Qualität des Montagevorganges erhöht wird. Ebenso soll eine geringere Störanfälligkeit erreicht werden (höhere Zuverlässigkeit). Nicht zuletzt müssen ergonomische Forderungen beachtet werden. Die Erfüllung dieser Forderungen setzt eine genaue Analyse des bisherigen Montagevorganges und das Gespräch/die Diskussion mit den beteiligten Fachleuten an der Montagelinie und der Instandhaltung (Kommunikations- und Teamfähigkeit) voraus.

In der Schule sind ebenso wie im Betrieb bei der Erarbeitung und der Präsentation der Gruppenarbeit Kommunikations- und Teamfähigkeit notwendig. Die fachgerechte Änderung der Steuerung nutzt die fundierten Vorkenntnisse der Auszubildenden aus dem 3. bzw. 4. Ausbildungsjahr.

3.2 Struktur der Aufgabebearbeitung

Information:

Die beteiligten Auszubildenden informieren sich über die Probleme der alten Einbauvorrichtung an der Montagelinie und die Forderungen der Fertigungsplanung an die neue Einbauvorrichtung.

Planung:

Die Auszubildenden planen gemeinsam mit den Ausbildern, Facharbeitern und Meistern den groben Arbeitsablauf für die Fertigstellung der neuen Einbauvorrichtung.

Entscheidung:

Die Entscheidung, welche Lösungswege gewählt werden, wird im Team getroffen. Der verantwortliche Ausbilder gibt die notwendigen Impulse.

Durchführung:

Die Fertigung, Montage, Justierung etc. werden je nach Entwicklungsstand der Auszubildenden von ihnen übernommen.

Kontrolle:

Die Kontrolle wird von allen beteiligten Auszubildenden und Ausbildern durchgeführt bzw. beobachtet.

Bewertung:

Die Auszubildenden bewerten die technische Lösung. Der Ausbilder entscheidet letztendlich, ob die Bewertung richtig ist.

Der Prozess der vollständigen Handlung (Planen, Durchführen, Kontrollieren) muss bei der Entstehung der Einbauvorrichtung mehrfach durchlaufen werden. Dies gilt sowohl für die Entwicklung des Rahmens der Einbauvorrichtung mit den Spannelementen als auch für die Entwicklung der neuen Steuerung.

3.3 Planung und Abstimmung der Ausbildungsorte und -zeiten

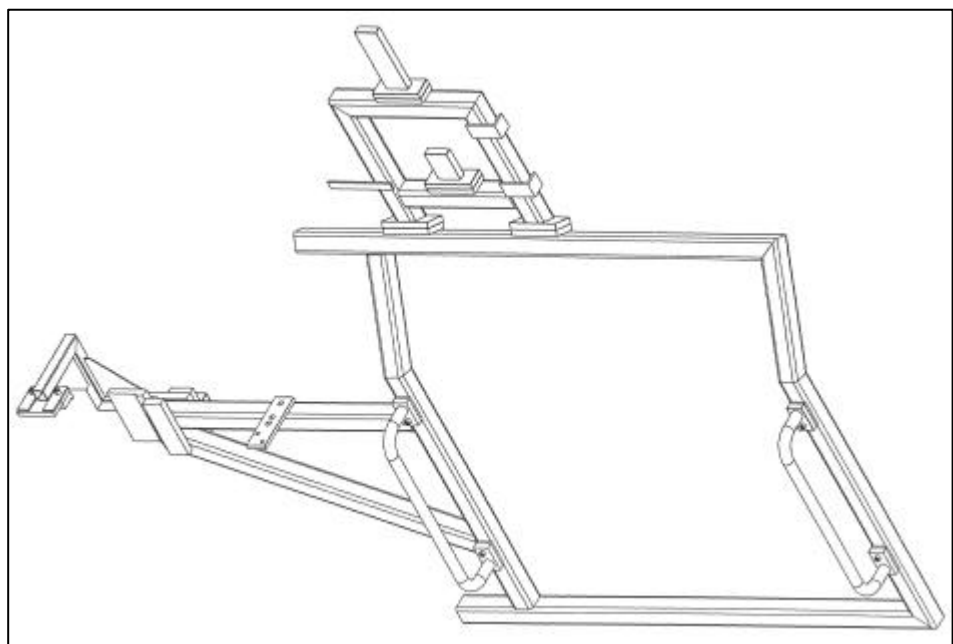
Eine Abstimmung der Ausbildungsorte und –zeiten ist nicht möglich (siehe auch Kapitel 3), da die Bearbeitung zeitversetzt erfolgt.

Die Optimierung der Einbauvorrichtung ist ein singulärer Vorgang. Die Lösung der technischen Fragen ist einmalig, was nicht ausschließt, dass der Kompetenzgewinn der Auszubildenden für andere Optimierungsaufgaben genutzt werden kann.

4 Betriebliche Ausbildungselemente



Bau/Entwicklung des Rahmens der Einbauvorrichtung



Rahmen der neuen Einbauvorrichtung

5 Schulische Lernsituationen

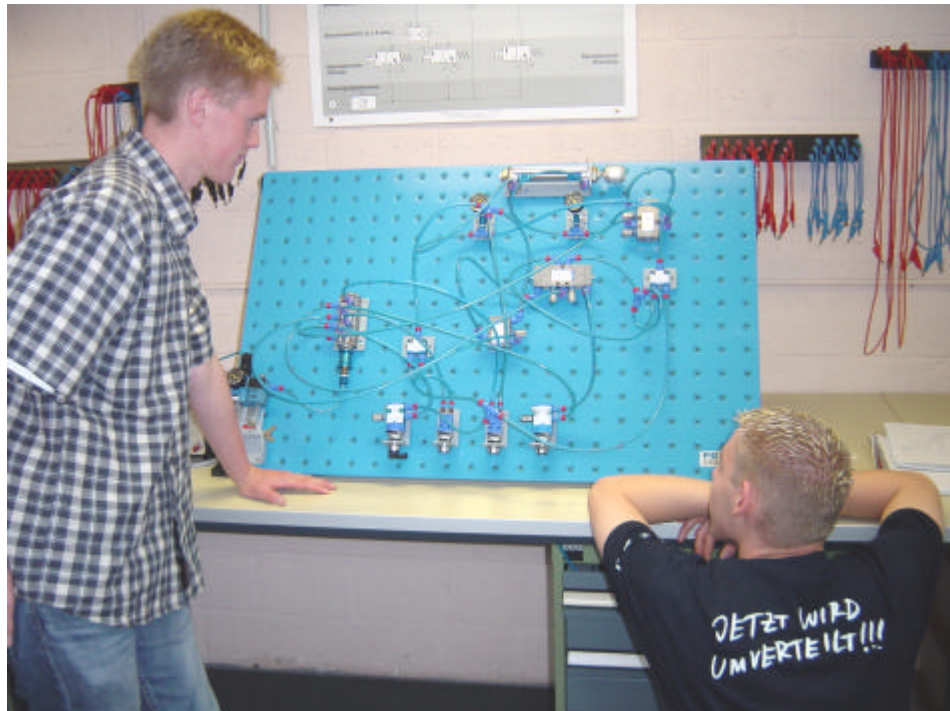
Die Berufsschulklasse, die das Projekt Einbauvorrichtung behandelte, hat nur einen Schüler/Auszubildenden, der an der Optimierungsaufgabe im Betrieb mitgewirkt hat (Die anderen *beteiligten* Auszubildenden sitzen in parallelen Berufsschulklassen.). Die Unterrichtsreihe hat also die Funktion, die in der betrieblichen Praxis gewonnenen Kompetenzen bzw. Erfahrungen des einen Schülers zu verallgemeinern, d. h. so viel wie möglich auf seine Mitschülerinnen und Mitschüler zu übertragen.

Die asynchrone Behandlung eines betrieblichen Auftrages ist für die Berufsschule nichts Außergewöhnliches, da nur in den seltensten Fällen alle Schüler einer Berufsschulklasse gleichzeitig einen betrieblichen Auftrag bearbeiten. Der Schule kommt daher die wichtige Aufgabe zu, individuelle betriebliche, d. h. berufliche Erfahrungen auf die ganze Lerngruppe zu transferieren.

Aus betriebsorganisatorischen Gründen (Enge der Umgebung) können nicht alle Schülerinnen und Schüler der Klasse die Einbauvorrichtung in der Produktion *gleichzeitig* besichtigen. Gleichwohl ist es den meisten Auszubildenden möglich, die Vorrichtung in Kleingruppen oder einzeln zu begutachten.

5.1 Übersicht über die schulischen Lernsituationen

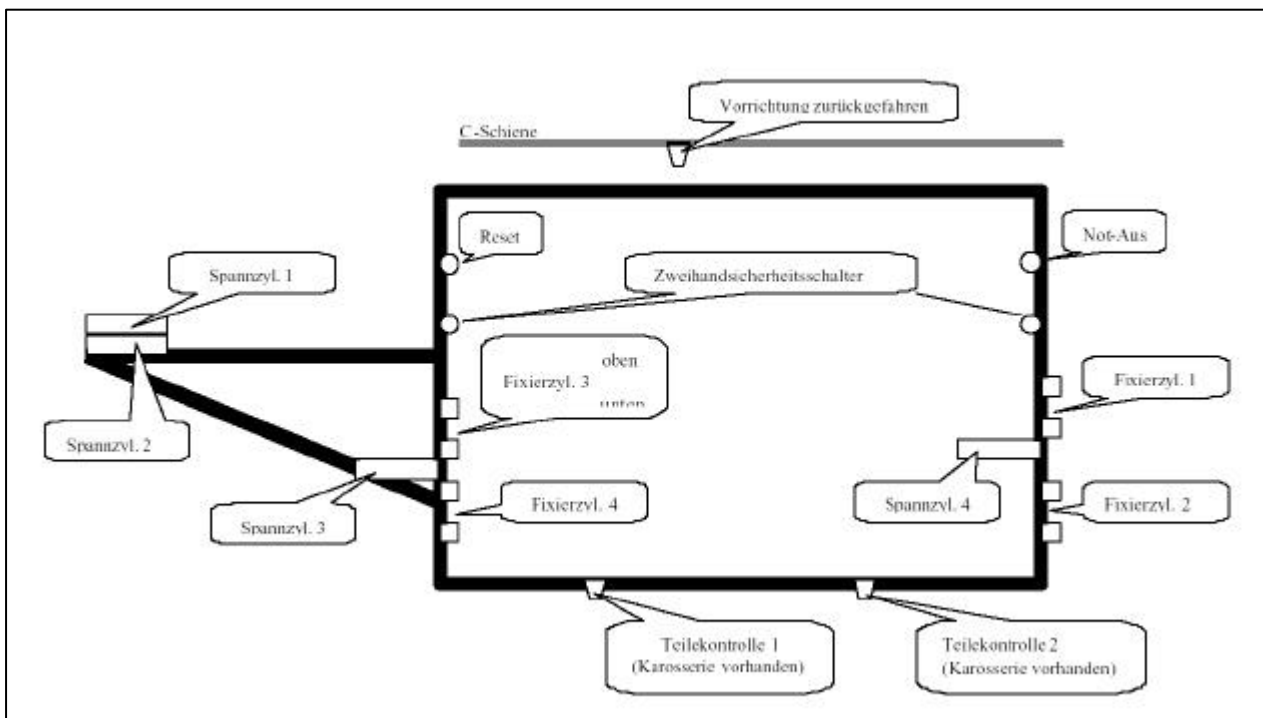
Lern-situation	Lernsituation	Medien Arbeitsbl.	Methoden	
1	Untersuchung: Montagefolge Türscharniere	EV 1	Erkundungsauftrag	Information Planen
2	Analyse: Probleme der alten Einbauvorrichtung	EV 4	Interviews (Instandhalter/ Meister Montagen)	
2.1	Exkurs: Taktstufensteuerung	EV 2	Einzelarbeit	
3	Entwurf: neue Steuerung bzw. Funktionsplan nach DIN 40 719	EV 3 Tabellenb.	Gruppenarbeit	Planen Entscheiden Durchführen
4	Entwurf: Funktionsdiagramm nach Funktionsplan	EV 4/5 Tabellenb.	Gruppenarbeit	
5	Vergleich: Eigenentwurf (Funktionsplan) vs. VW-Pläne (Pneumologischer Plan)	EV 6	Gruppenarbeit	
5.1	Exkurs: Betriebsarten → Reset	EV 7	Einzelarbeit	Planen/ Durchführen
5.2	Exkurs: Inhibition	EV 7	Einzelarbeit	
5.2.1	Entwurf: Pneumatikplan Inhibition	EV 7	Partnerarbeit	Kon- trolle
5.2.2	Überprüfung: Wertetabelle Inhibition	EV 7	Partnerarbeit Pneumatiklabor	
6	Ergänzung: Signallinien nach pneumologischer Steuerung (VW) in Funktionsdiagramm einzeichnen	EV 5 Tabellenb.	Partnerarbeit	Durchführen
7	Entwurf: Pneumatische Schaltung für die Weichschaltbedingungen Schritte 3 und 4	EV 9 Tabellenb.	Partnerarbeit	Planen
8	Aufbau und Überprüfung: Pneumatikschaltungen zu Weichschaltbedingungen		Pneumatiklabor	Kon- trollieren



Überprüfung der eigenen Steuerung im Pneumatiklabor

5.2 Exemplarische Beschreibung einer Lernsituation

EV 3 Türscharniereinbauvorrichtung (neu)



Ablaufplan Türscharniereinbauvorrichtung (neu)

1. Einlegen der Scharniere (keine Abfrage)
2. Betätigen der Zweihandsicherheitsschaltung (1. Mal)
3. obere Fixierzylinder „vor“ (spannen) – untere Fixierzylinder sind schon in Stellung „vor“
4. Vorrichtung wird an die Karosserie bewegt (Abfrage über 3 Endschalter)
5. Betätigen der Zweihandsicherheitsschaltung (2. Mal)
6. Spannzylinder Z1 fährt aus (zieht Vorrichtung in die Türfalz)
7. Betätigen der Zweihandsicherheitsschaltung (3. Mal)
8. Spannzylinder Z2, Z3, und Z4 fahren aus (klemmen Vorrichtung an Karosserie)
9. Speicher setzen
10. Befestigen der Scharniere
11. Zweihandsicherheitsschalter (4. Mal)
12. obere und untere Fixierzylinder „rück“ (Ausgangsstellung) und Spannzylinder Z1, Z2, Z3 und Z4 „rück“ (fahren ein)
13. Vorrichtung wird zurückgefahren
14. untere Fixierzylinder „vor“ (spannen) und obere Fixierzylinder in „Nullstellung“ (Mittelstellung)
15. Speicher (Rücksetzen)

Aufgabe:

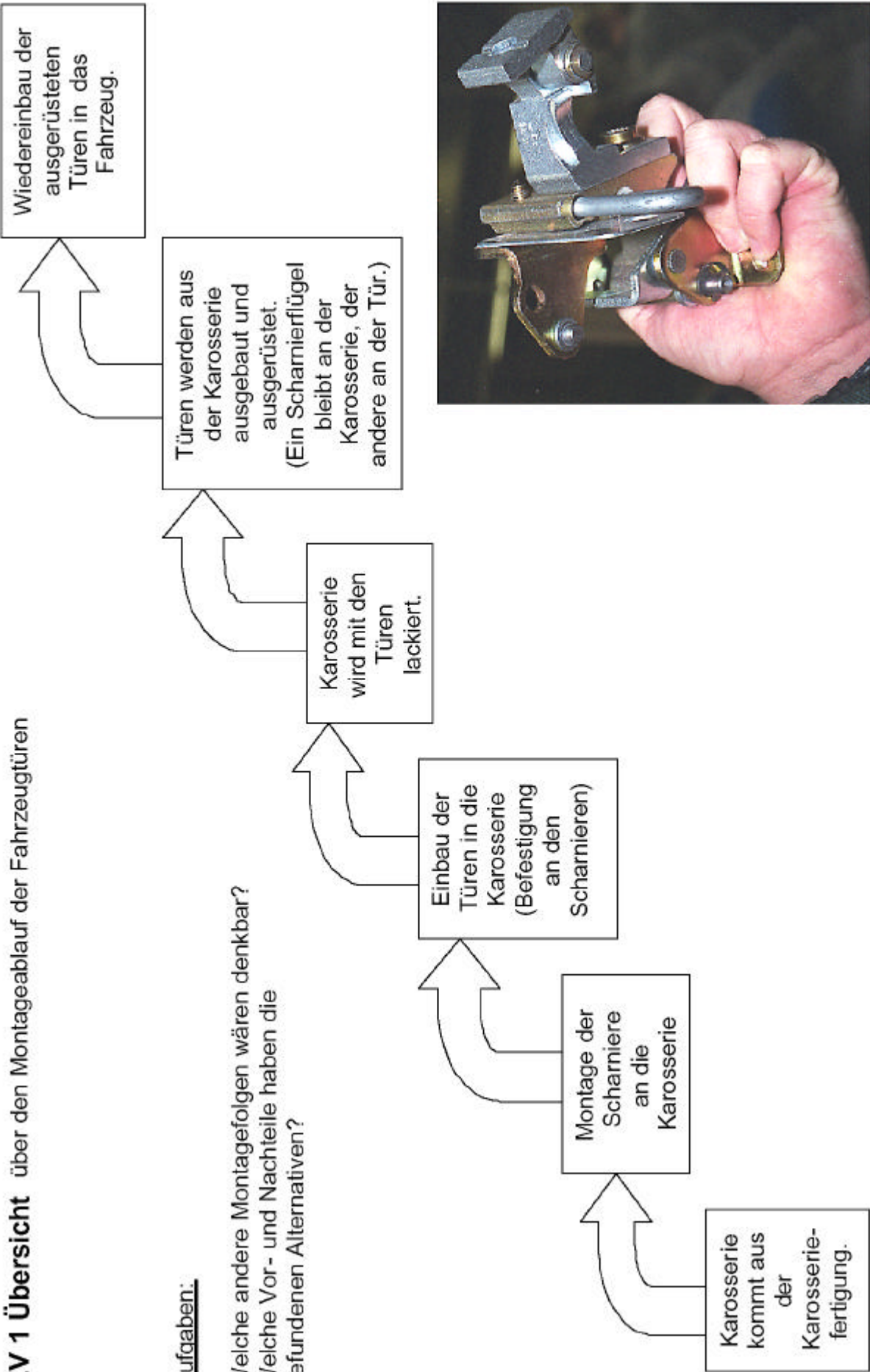
Erstellen Sie nach den o. a. Vorgaben einen Funktionsplan nach DIN 40 719.

Anhang

EV 1 Übersicht über den Montageablauf der Fahrzeugtüren

Aufgaben:

Welche andere Montagefolgen wären denkbar?
Welche Vor- und Nachteile haben die gefundenen Alternativen?



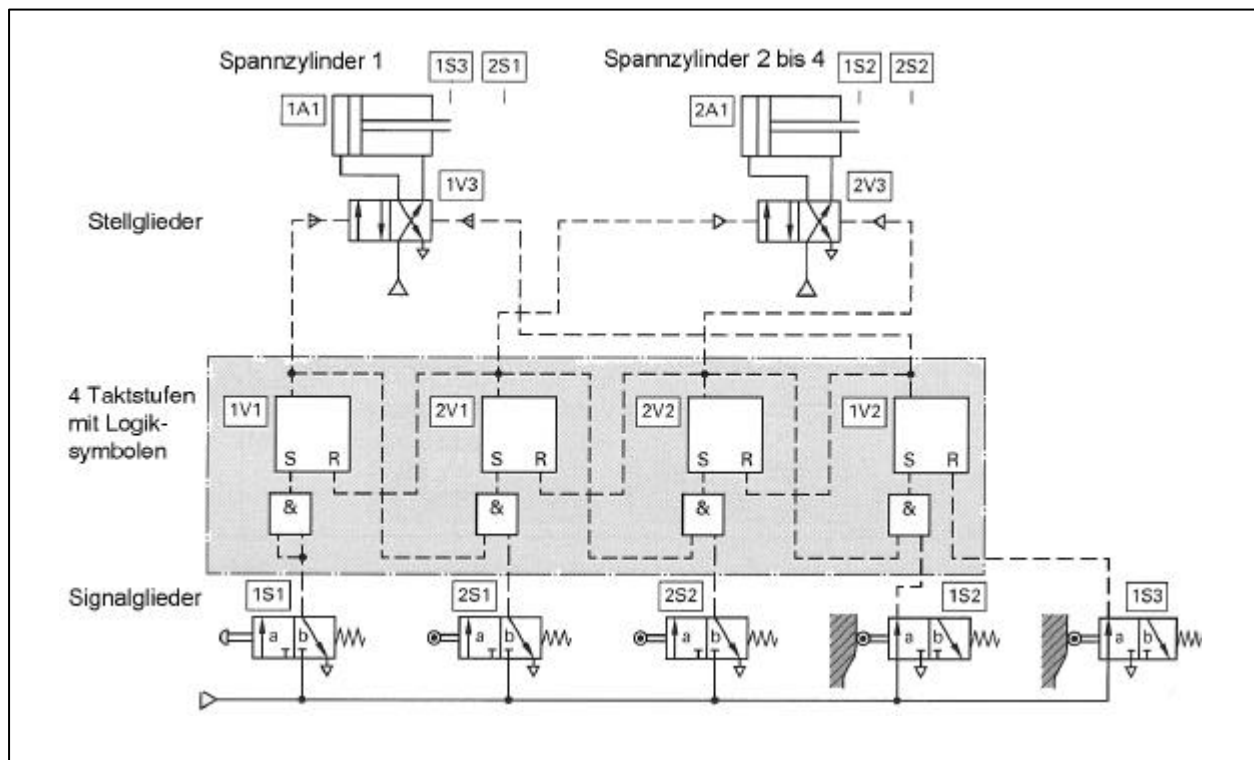
EV 2 Automatische Signalabschaltung beim Einsatz von Taktketten

Taktketten werden für komplexe Schaltungen eingesetzt und haben folgende Vorteile:

- Einfache Projektierung und geringere Projektierungszeit
- Schutz vor negativen Auswirkungen bei versehentlicher Betätigung von Grenztastern
- problemlose Änderung einer Schaltung

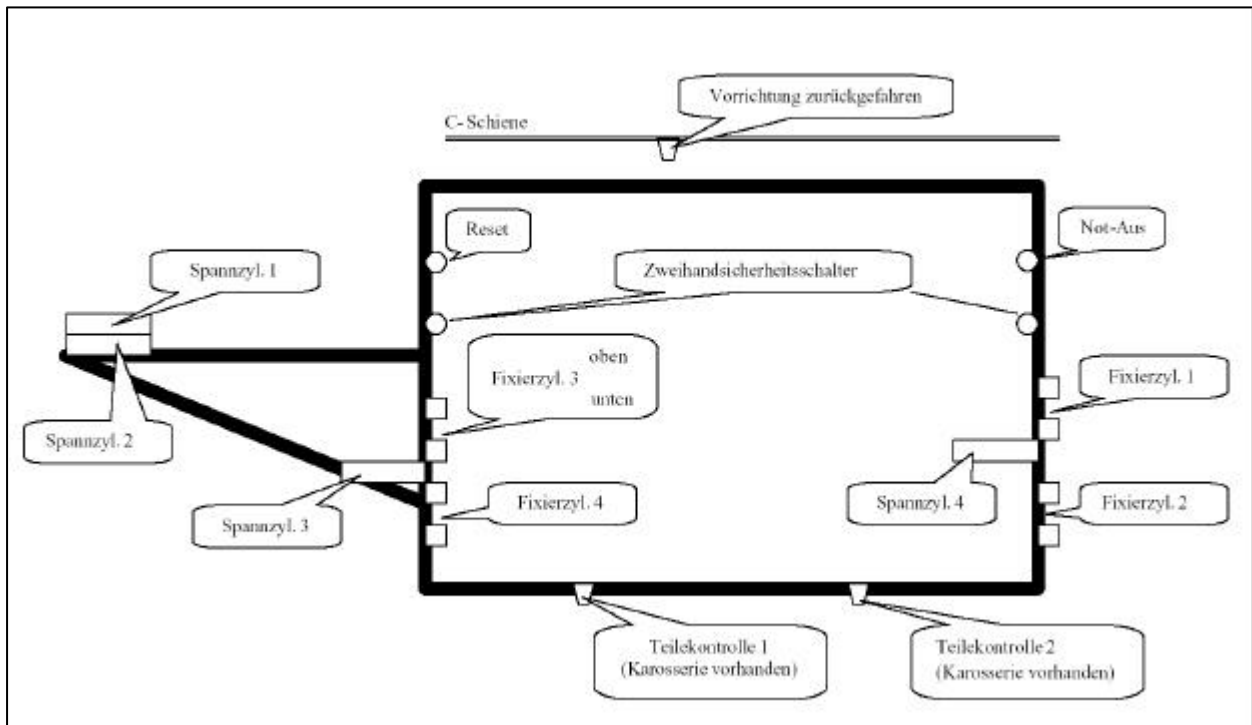
Bei Steuerungen mit Taktketten wird jedem Programmschritt (Arbeitstakt) ein Taktmodul zugeordnet, welches den betreffenden Schaltbefehl erteilt, den vorhergehenden Takt löscht und die Rückmeldung über den ausgeführten Schritt erhält, wodurch der nächste Schritt eingeleitet wird.

Die Taktkette wird durch einfaches Aneinanderreihen der entsprechenden Taktmodule realisiert.



1. Untersuchen Sie die oben stehende Taktstufensteuerung. Drücken Sie gedanklich den Starttaster 1S1 und verfolgen Sie den Ablauf der Steuerung. Beschreiben Sie den Ablauf der Steuerung.
2. Wodurch wird bei einer Taktstufensteuerung eine Signalüberschneidung vermieden? Erläutern Sie an der oben stehenden Taktstufensteuerung.
3. Mit welchen pneumatischen Bauteilen lässt sich ein Taktstufenbaustein realisieren? Ersetzen Sie ein Taktmodul durch pneumatische Bauteile (Schaltzeichen nach DIN/ISO 1219). Erläutern Sie an Hand einer Skizze.
4. Die Taktbausteine haben sich in der Praxis als sehr störanfällig erwiesen. Welche möglichen Ursachen können Sie nennen?

EV 3 Türscharniereinbauvorrichtung (neu)

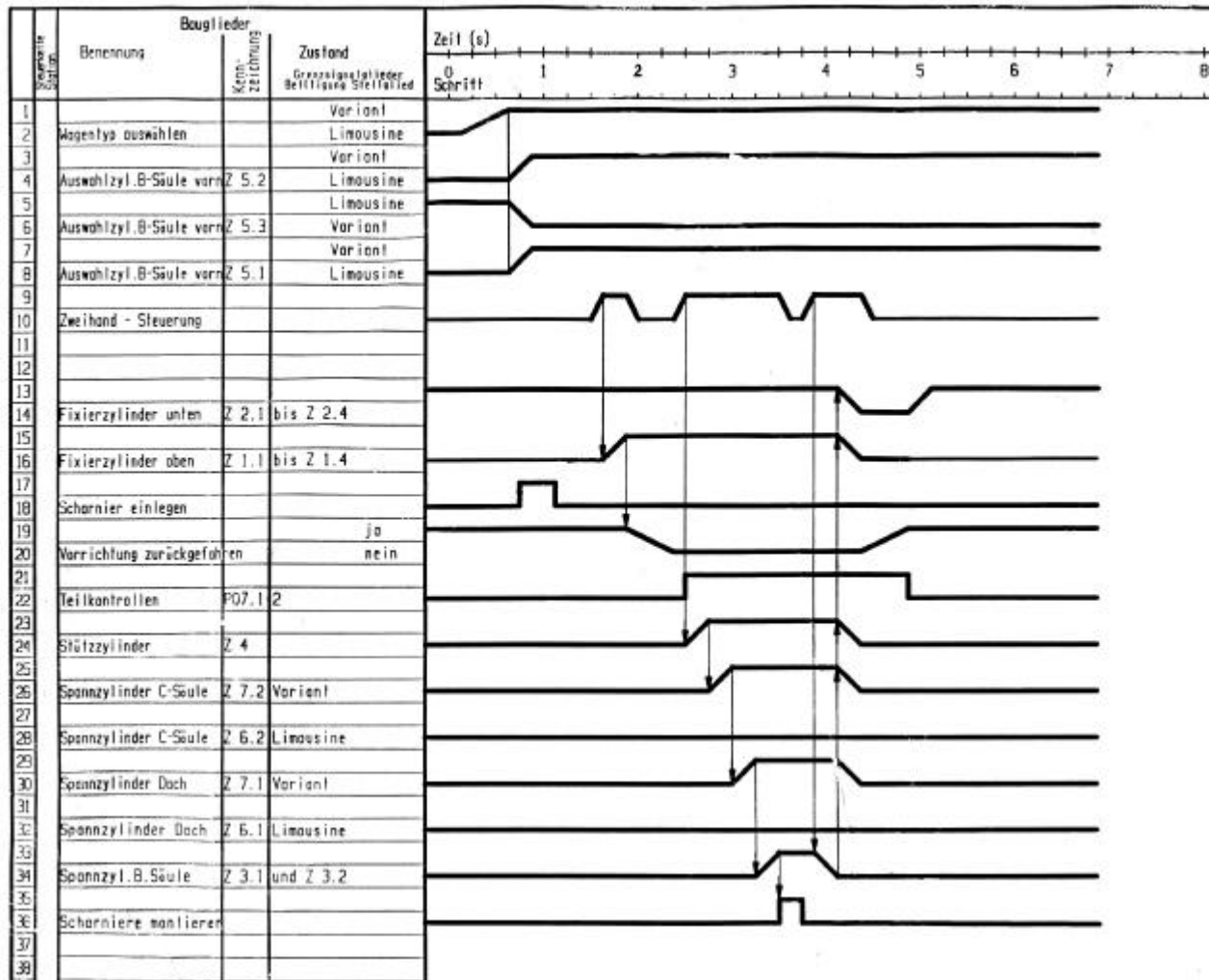


Ablaufplan Türscharniereinbauvorrichtung (neu)

1. Einlegen der Scharniere (keine Abfrage)
2. Betätigen der Zweihandsicherheitsschaltung (1. Mal)
3. obere Fixierzylinder „vor“ (spannen) – untere Fixierzylinder sind schon in Stellung „vor“
4. Vorrichtung wird an die Karosserie bewegt (Abfrage über 3 Endschalter)
5. Betätigen der Zweihandsicherheitsschaltung (2. Mal)
6. Spannzylinder Z1 fährt aus (zieht Vorrichtung in die Türfalz)
7. Betätigen der Zweihandsicherheitsschaltung (3. Mal)
8. Spannzylinder Z2, Z3, und Z4 fahren aus (klemmen Vorrichtung an Karosserie)
9. Speicher setzen
10. Befestigen der Scharniere
11. Zweihandsicherheitsschalter (4. Mal)
12. obere und untere Fixierzylinder „rück“ (Ausgangsstellung) und Spannzylinder Z1, Z2, Z3 und Z4 „rück“ (fahren ein)
13. Vorrichtung wird zurückgefahren
14. untere Fixierzylinder „vor“ (spannen) und obere Fixierzylinder in „Nullstellung“ (Mittelstellung)
15. Speicher (Rücksetzen)

Aufgabe: Erstellen Sie nach den o. a. Vorgaben einen Funktionsplan nach DIN 40 719.

EV 4 Funktionsdiagramm (alt)

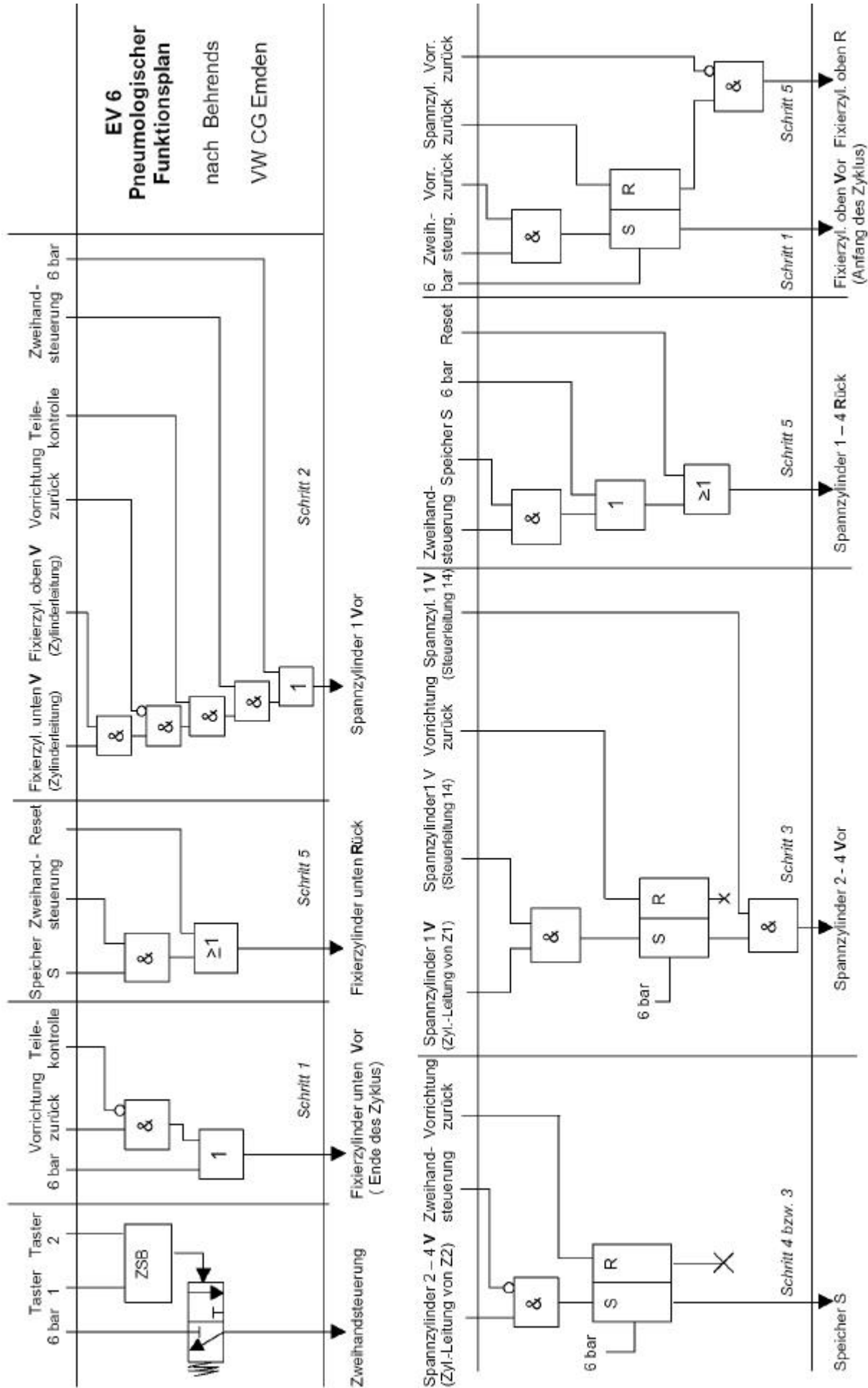


Aufgaben:

- Erstellen Sie eine Liste der Zylinder, die bei einer Variant-Karosserie nach der „alten“ Steuerung der Einbauvorrichtung zum Einsatz kamen.
- Zeichnen Sie mit Hilfe des „alten“ Funktionsdiagramms (siehe oben) ein neues Funktionsdiagramm, welches
 - auf eine Vorauswahl der Karosserietypen (Variant/Limousine) verzichtet, da für die beiden Typen jeweils gesonderte Vorrichtungen zur Verfügung stehen.
 - die Spannzylinder auf 4 reduziert (Die Fixierzylinder für die Scharniere bleiben unverändert.). Die 4 Spannzylinder der „neuen“ Schaltung sollen folgende Bedingungen erfüllen:
Nachdem zum zweiten Mal die Zweihandsicherheitsschaltung betätigt wird (Hinweis: Bei der erstmaligen Betätigung werden die Fixierzylinder für die Scharniere ausgefahren.), fährt zunächst ein Spannzylinder aus. Nach der dritten Betätigung der Zweihandsicherheitsschaltung fahren die restlichen drei Spannzylinder aus.
Nach der vierten Betätigung der Zweihandsicherheitsschaltung fahren alle Zylinder wieder ein.

EV 5 Aufgabe: Ergänzen Sie das „neue“ Funktionsdiagramm der Einbauvorrichtung nach den Vorgaben des Funktionsplanes (DIN 407 1 und mit Hilfe der Informationen des „alten“ Funktionsdiagramms (siehe Arbeitsblatt „altes“ Funktionsdiagramm).

		Grundstellung	Fixieren der Scharniere	Spannen der Vorrichtung an die Karosserie	Schrauben Befestigen der Scharniere	Lösen Fixierzylinder Spannzylinder Vorrichtung	Grundstellung
Zweihandsicherheitssteuerung	ja						
	nein						
Fixierzylinder unten	V						
	R						
Fixierzylinder oben	V						
	R	Durch Federkraft					
Scharnier einlegen	ja						
	nein						
Vorrichtung zurückfahren Abfrage über Endschalter	ja						
	nein						
Teilekontrolle Karosserie vorhanden? Abfrage über zwei Endschalter	ja						
	nein						
Spannzylinder Z1	V						
	R						
Spannzylinder Z2 – Z4	V						
	R						



EV 7 Pneumologischer Funktionsplan Exkurs: Betriebsarten und Inhibition

Ablaufsteuerungen besitzen Eigenschaften, die für die Funktion der Steuerung wichtig sind und sich bei allen Steuerungsausführungen wiederholen.

Man bezeichnet diese Eigenschaften auch als **Randbedingungen**.

Eine Randbedingung kann lauten: **AUTOMATIK-MANUELL**.

Mit der Anwahl **AUTOMATIK** arbeitet die Steuerung ohne Eingriff des Bedieners selbstständig im Einzel- oder Dauerzyklus.

Mit der Anwahl von **MANUELL** ist z.B. folgende **Betriebsart** möglich:

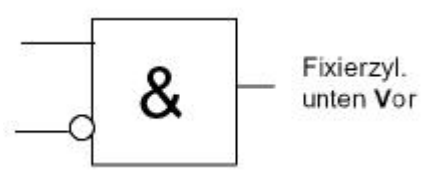
RESET (bzw. RICHTEN): Aus einer beliebigen Zwischenstellung wird die Steuerung in die Grundstellung gebracht.

Aufgabe: Suche Sie im pneumologischen Funktionsplan (VW) der Einbauvorrichtung die **Reseteingänge**. Welche Bewegungen werden mit dem Drücken der Resettaste eingeleitet? Welche Stellung nehmen die Aktoren (hier: Spann- u. Fixierzylinder) ein? Welche Wirkung wird mit dem Drücken der Resettaste erreicht?

Inhibieren [/at.]: (veraltet) Einhalt tun, verhindern (Auszug aus dem Fremdwörter-DUDEN)

Im pneumologischen Funktionsplan (VW) der Einbauvorrichtung sind für das Ausfahren der unteren Fixierzylinder (Ende des Zyklus) zwei Vorbedingungen notwendig:

1. Die Vorrichtung muss zurückgefahren sein.
2. Die Vorrichtung darf NICHT mehr an der Karosserie anliegen (Teilekontrolle NICHT).



Aufgaben:

1. Warum nennt man diesen Funktionsbaustein INHIBITION?
2. Ergänzen Sie für den Funktionsbaustein INHIBITION die unten stehende Funktionstabelle.

Vorrichtung zurück (E1)	Teilekontrolle (E2)	Fixierzyl. unten Vor (A1)
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Entwerfen Sie für die INHIBITION einen Pneumatikplan und überprüfen Sie die Ergebnisse Ihrer Funktionstabelle im Pneumatiklabor.

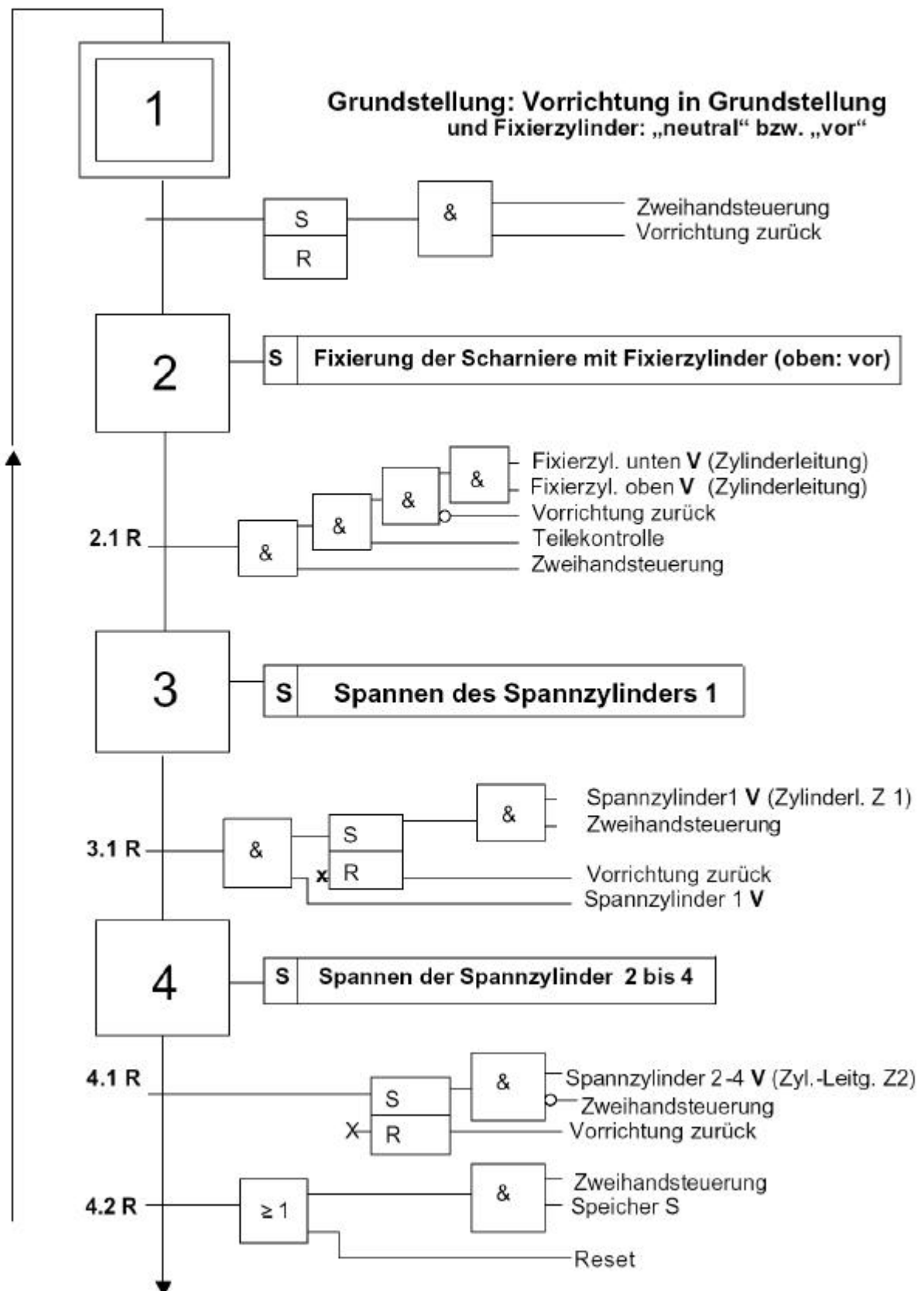
3. Welche der untenstehenden Funktionsgleichungen beschreibt die Funktion der INHIBITION richtig?

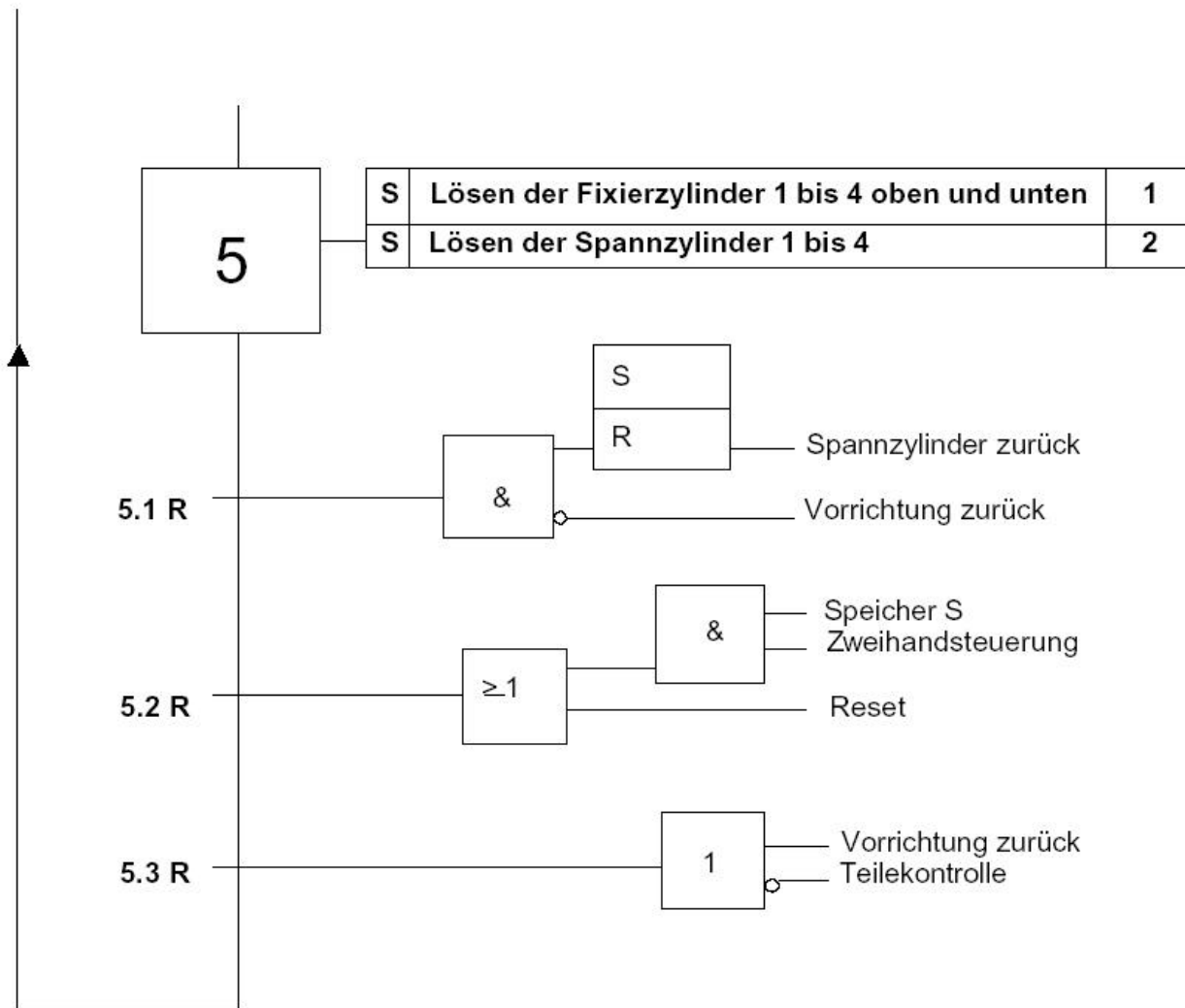
a) $\overline{E1} \wedge E2 = A1$ b) $E1 \vee \overline{E2} = A1$ c) $E1 \wedge \overline{E2} = A1$

EV 8 Funktionsdiagramm Türscharniereinbauvorrichtung

		Grundstellung	Fixieren der Scharniere	Spannen der Vorrichtung an die Karosserie	Schrauben Befestigen der Scharniere	Lösen Fixierzylinder Spannzylinder	Grundstellung
Zweihandsicherheitssteuerung	ja nein						
Fixierzylinder unten	V R						
Fixierzylinder oben	V R	durch Federkraft 0					
Scharniere eingelegt	nein						
Vorrichtung zurückgefahren Abfrage über Endschalter	nein						
Teilekontrolle Vorrichtung vor Karosserie? Abfrage über zwei Endschalter	ja nein						
Spannzylinder Z1	V R						
Speicher	Q Q̄						
Spannzylinder Z2 – Z4	V R						

EV 9 Türscharniereinbauvorrichtung: Funktionsplan nach DIN 407 19





Aufgaben

- Im Funktionsplan taucht der Begriff „Reset“ auf.
 - Welche Funktion hat die Eingabe „Reset“?
 - Welche Betriebsart wird mit dem Betätigen der Reset-Taste ausgelöst?
 - Worin unterscheidet sich die Reset-Funktion von der NOT-AUS – Funktion?
- Entwerfen Sie für die Weiterschaltbedingung des 3. und 4. Schrittes des Funktionsplanes (Spannen des Zylinders 1 und Spannen der Spannzylinder 2–4) einen Pneumatikplan.
- Überprüfen Sie Ihre Schaltung, indem Sie nach Ihren Plänen eine Pneumatik-Schaltung am Steckbrett aufbauen und testen.

Lernfeld 14 Lernbereich 4	Optimierung von technischen Systemen und Produktionsabläufen		Zeit Betrieb 10 W. Schule ? Std.
<p>Technische Systeme, die die gestellten Anforderungen erfüllen und dabei störungsfrei arbeiten, können trotzdem durch Verbesserungen unter anderem hinsichtlich der Ergonomie, des Gesundheitsschutzes, der Wartungsintervalle, der Taktzeit oder des Materialverbrauches optimiert werden. Die Optimierung von technischen Systemen ist in der Regel Aufgabe der Industriemechaniker und kann sowohl beim Aufbau von Neuanlagen als auch an eingesetzten Anlagen erfolgen. Alle Mitarbeiter, die von dem technischen System betroffen sind, können die Optimierung anregen. Offiziell kann ein Optimierungsvorschlag über das betriebliche Vorschlagswesen (Ideenmanagement) weitergegeben werden, häufig werden aber in der Praxis die Anregungen direkt mit den Industriemechanikern abgestimmt.</p>			
<p>Bildungs- und Qualifizierungsziele an den Lernorten</p>			
<p>Betrieb</p> <p>Die Auszubildenden erkennen den Bedarf zum Optimieren von technischen Systemen und Prozessabläufen. Sie analysieren und dokumentieren den Verbesserungsbedarf hinsichtlich arbeitswissenschaftlicher, ökonomischer und sozialer Aspekte. Hierzu erstellen sie eine Arbeitsplanung und führen diese selbständig aus oder veranlassen deren Umsetzung.</p> <p>Bei der Ausgestaltung der gewählten Problemlösung berücksichtigen sie die fachlichen und organisatorischen Arbeitszusammenhänge. Die Auszubildenden führen abschließend eine umfassende Funktions- und Qualitätskontrolle des optimierten technischen Systems durch.</p>		<p>Schule</p> <p>Die Auszubildenden unterscheiden und nutzen Werkzeuge zur Optimierung von technischen Systemen und Produktionsabläufen. Ausgehend von einer Problemstellung entwickeln sie alternative Lösungsstrategien. Sie präsentieren mögliche Verbesserungsvarianten und moderieren die Entscheidungsfindung in Arbeitsgruppen.</p> <p>Die Auszubildenden nutzen ihren Gestaltungsfreiraum bei der Optimierung von technischen Systemen und Produktionsabläufen. Sie kontrollieren und reflektieren ihr Arbeitsergebnis in Form einer technischen Dokumentation.</p>	
<p>Inhalte von Arbeit und Lernen</p>			
<p>Gegenstände</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Optimierung von Maschinen / Anlagen • Die Verbesserung von Produktionsabläufen • Die Gestaltung von technischen Teilsystemen • Die Funktions- und Sicherheitsprüfungen • Die Reflexion des Arbeitsergebnisses 	<p>Werkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technische Unterlagen, z. B. Schaltpläne, Demontage- / Montagepläne, Betriebsanleitungen • Expertensysteme, Prüfmittel • Steuerungs- und Bedieneinrichtungen • Standard-/Spezialwerkzeuge • Produktionsanlagen <p>Methoden</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anwenden von Problemlösestrategien • Beschaffen und Auswerten von Informationen • Erstellen verschiedener Lösungsvorschläge • Moderieren von Entscheidungsprozessen in den Arbeitsgruppen • Präsentieren der Arbeitsergebnisse • Ausführung der Verbesserungsvorschläge • Prüfen und Einstellen von Funktionen an Baugruppen, Maschinen und Produktionsanlagen • Anpassen und Ändern von Steuerungsprogrammen • Gestalten von technischen Teilsystemen • Konstruieren und Berechnen von Bauteilen und Werkzeugen • Dokumentation der Änderungen <p>Organisation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Betriebliches Vorschlagswesen • Konzepte der Gruppenarbeit • Beteiligte an dem Entscheidungsprozess • Auftragsvergabe intern / extern 	<p>Anforderungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Optimale Eigenschaften von technischen Systemen schaffen und sichern • Erhöhen der Zuverlässigkeit von Maschinen / Anlagen • Optimieren der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes von Produktionsanlagen • Fachgerechtes Verändern von Steuerungsprogrammen, Maschinenparametern und –einstellungen • Gestalten von Anlagen / Maschinen und Produktionsabläufen hinsichtlich der betrieblichen, gesellschaftlichen und individuellen Anforderungen • Kommunikations- und Teamfähigkeit • Transparente Dokumentation von geänderten Teilsystemen, Programmen und Betriebsabläufen 	

Lernfeld 14 Optimierung von technischen Systemen und Produktionsabläufen

Zeit: 60 h

Zielformulierung

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen störungsfrei arbeitende technische Systeme und Produktionsabläufe hinsichtlich der Optimierungsmöglichkeiten in Bezug auf Ergonomie, Gesundheits- und Umweltschutz, Wartungsintervalle, Taktzeit und Materialverbrauch. Sie erarbeiten Verbesserungsvorschläge unter Berücksichtigung neuer Technologien, Werk- und Hilfsstoffe. Sie präsentieren die Vorschläge und moderieren die Entscheidungsfindung in Arbeitsgruppen. Sie planen die Durchführung der Optimierungsarbeiten und entscheiden über eine eigenverantwortliche Durchführung. Sie bewerten die Optimierungsmaßnahmen und dokumentieren sie.

Die Schülerinnen und Schüler schätzen den wirtschaftlichen Nutzen ein und entscheiden über eine Weiterleitung der Optimierungsvorschläge an das betriebliche Vorschlagwesen (Ideenmanagement).

Sie beachten die wesentlichen Bestimmungen zur Arbeitssicherheit und zum Umweltschutz.

Inhalte

- Technische Unterlagen, z.B. Betriebsanleitungen, Schaltpläne, Zeichnungen, Montage-/Demontagepläne, Verfahrensanweisungen
- Zusammenwirken mechanischer, pneumatischer, hydraulischer und elektrotechnischer Teilsysteme Problemlösungsstrategien
Materialfluss in Produktionsanlagen
- Konstruieren und Berechnen von Bauteilen, Werkzeugen und Schutzeinrichtungen Werkstoffauswahl
- Auftrags- und Belegungszeit (nach REFA)
Kalkulation der Optimierungskosten
Qualitätskontrolle, Qualitätssicherung
Arbeitssicherheits- und
Umweltschutzvorschriften
Moderationstechniken