

Materialien

Industriemechaniker Industriemechanikerin

Expertenprojekt

Optimierung der Einbauvorrichtung für Türscharniere

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.

Autor dieser Materialien:

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

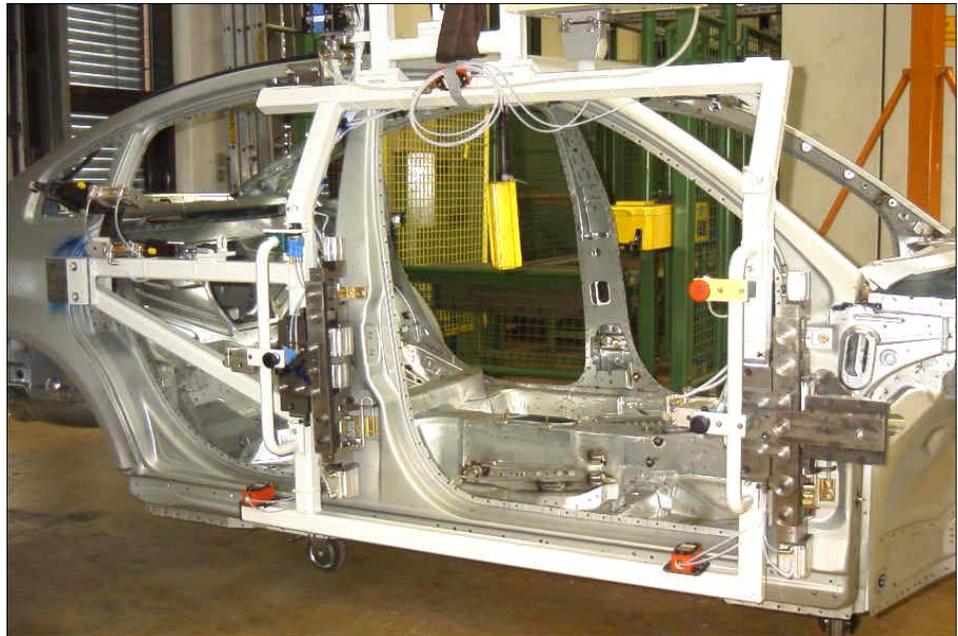
1	Beschreibung der betrieblichen Aufgabe	3
1.1	Art und Umfang der Arbeiten	3
1.2	Einbindung in die Geschäfts- und Arbeitsprozesse	5
1.3	Ressourcen	5
2	Einordnung in das GAB-Curriculum	5
2.1	Bezug der betrieblichen Aufgabe zum Lernbereich	5
2.2	Abgleich mit den Zielen im Lernfeld (im Berufsbildungsplan)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

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 Spannzyylinder (C-Säule) 1 Spannzyylinder (Dach) 2 Spannzyylinder (B-Säule)	Reduzierung der Spannelemente 8 Fixierzylinder (für Scharniere) 4 Spannzyylinder
5 Spannzyylinder spannen gleichzeitig	Zwei-Schritt-Fixierung der Vorrichtung: 1 Spannzyylinder positioniert die Vorrichtung 3 Spannzyylinder 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 Em-den 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

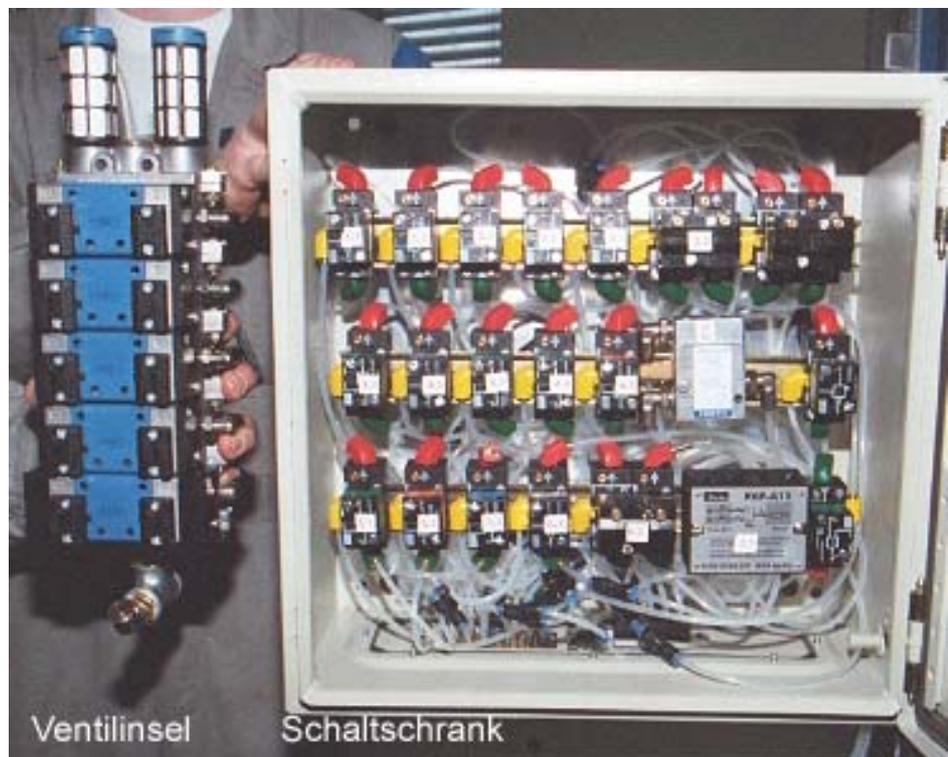
Gegenstand der betrieblichen Arbeit ist die Optimierung einer Anlage, d. h. der Einbauvorrichtung. Sie dient der Verbesserung von Produktionsabläufen.

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 Aufgabenbearbeitung

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

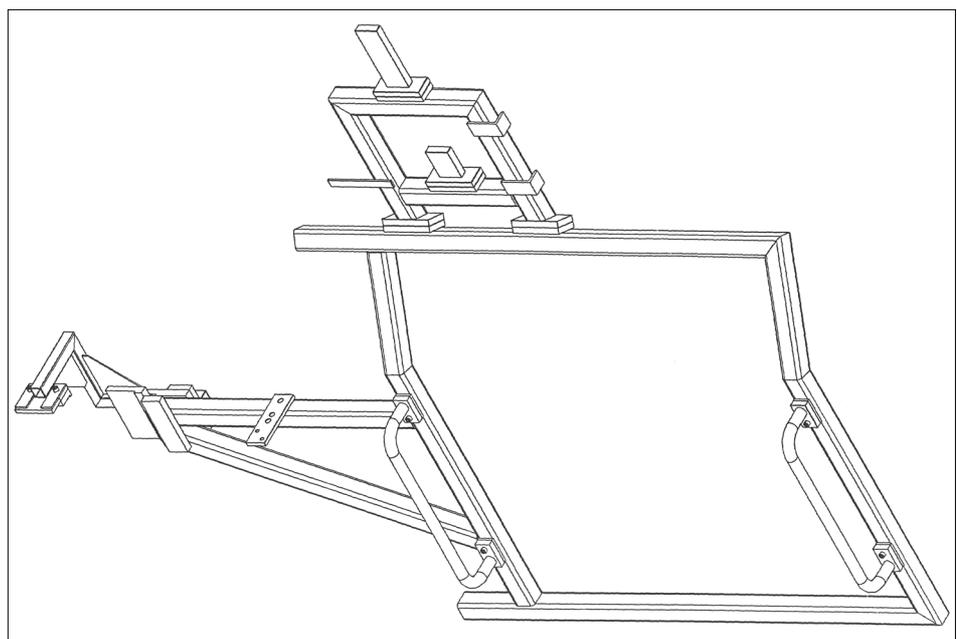
Eine Abstimmung der Ausbildungsorte und –zeiten ist nicht möglich (siehe auch Kapitel 3), da die Bearbeitung zeitversetzt erfolgt.

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

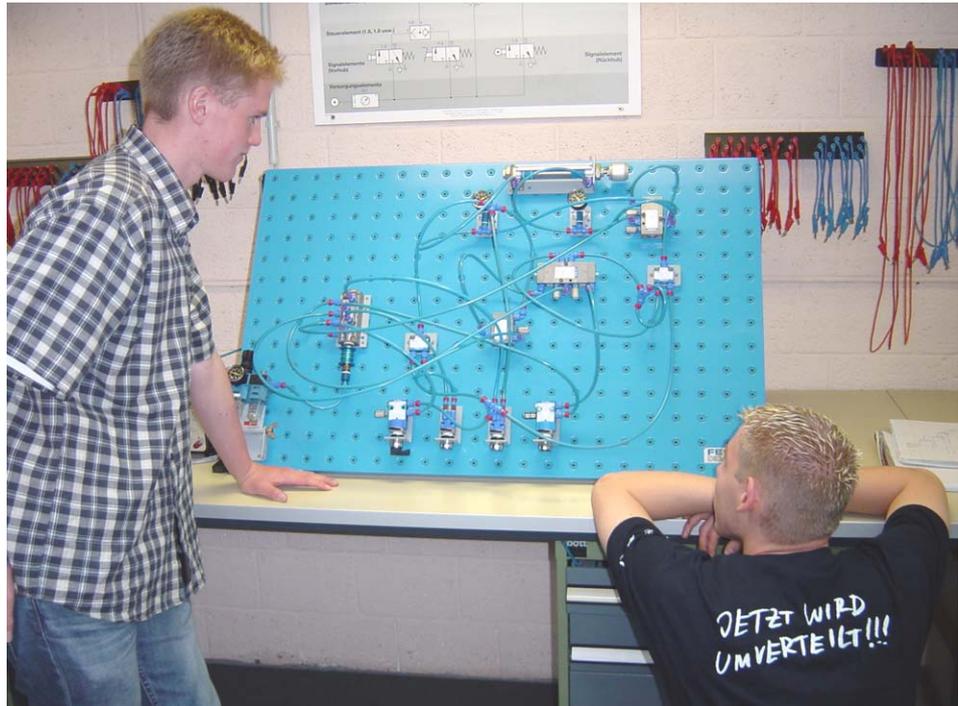
Die Berufsschulklasse, die das Projekt Einbauvorrichtung behandelte, hat nur einen Schüler/Auszubildenden, der an der Optimierungsaufgabe im Betrieb mitgewirkt hat (Die anderen *beteiligten* Auszubildenden sitzen in parallelen Berufsschulklassen.). Die Unterrichtsreihe hat also die Funktion, die in der 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

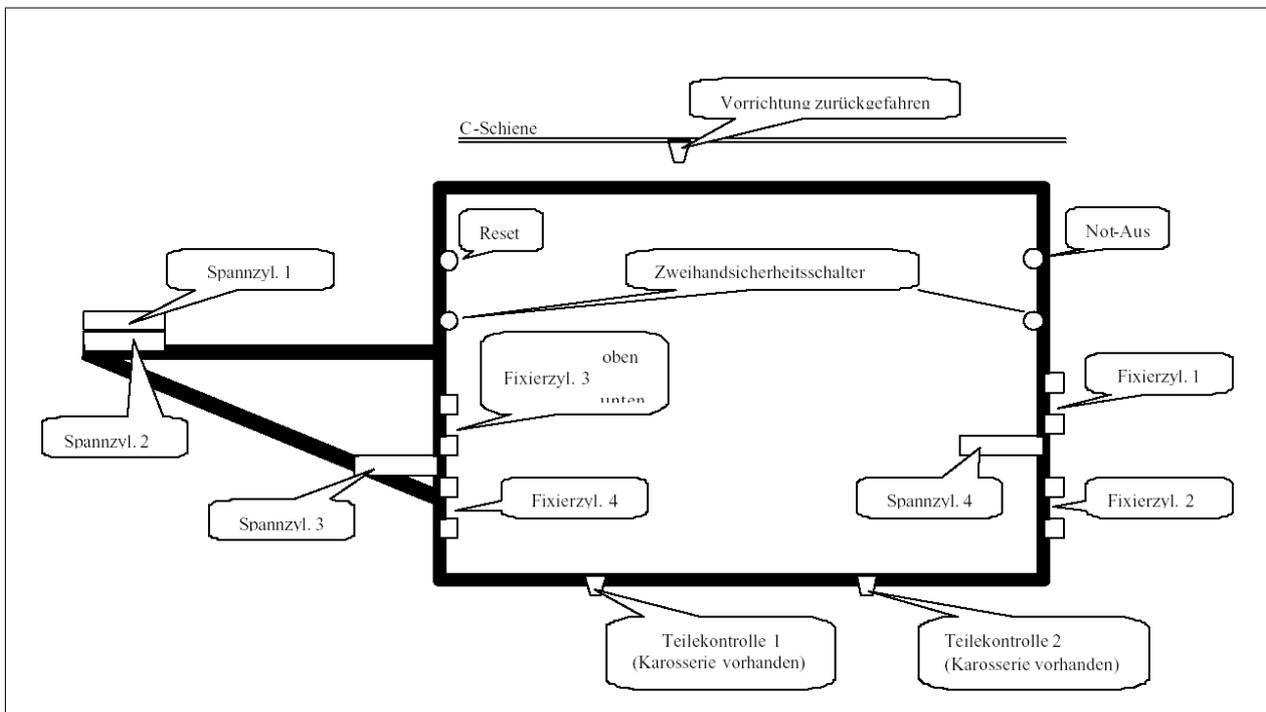
Lern-situati-on	Lernsituation	Medien Arbeitsbl.	Methoden	
1	Untersuchung: Montagefolge Türscharniere	EV 1	Erkundungsauftrag	Information Planen
2	Analyse: Probleme der alten Einbauvorrichtung	EV 4	Interviews (Instandhalter/ Meister Montagen)	
2.1	Exkurs: Taktstufensteuerung	EV 2	Einzelarbeit	
3	Entwurf: 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/ Durch- führen
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	Durch- führen
7	Entwurf: Pneumatische Schaltung für die Weiterschaltbedingungen Schritte 3 und 4	EV 9 Tabellenb.	Partnerarbeit	Planen
8	Aufbau und Überprüfung: Pneumatikschaltungen zu Weiterschaltbedingungen		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:

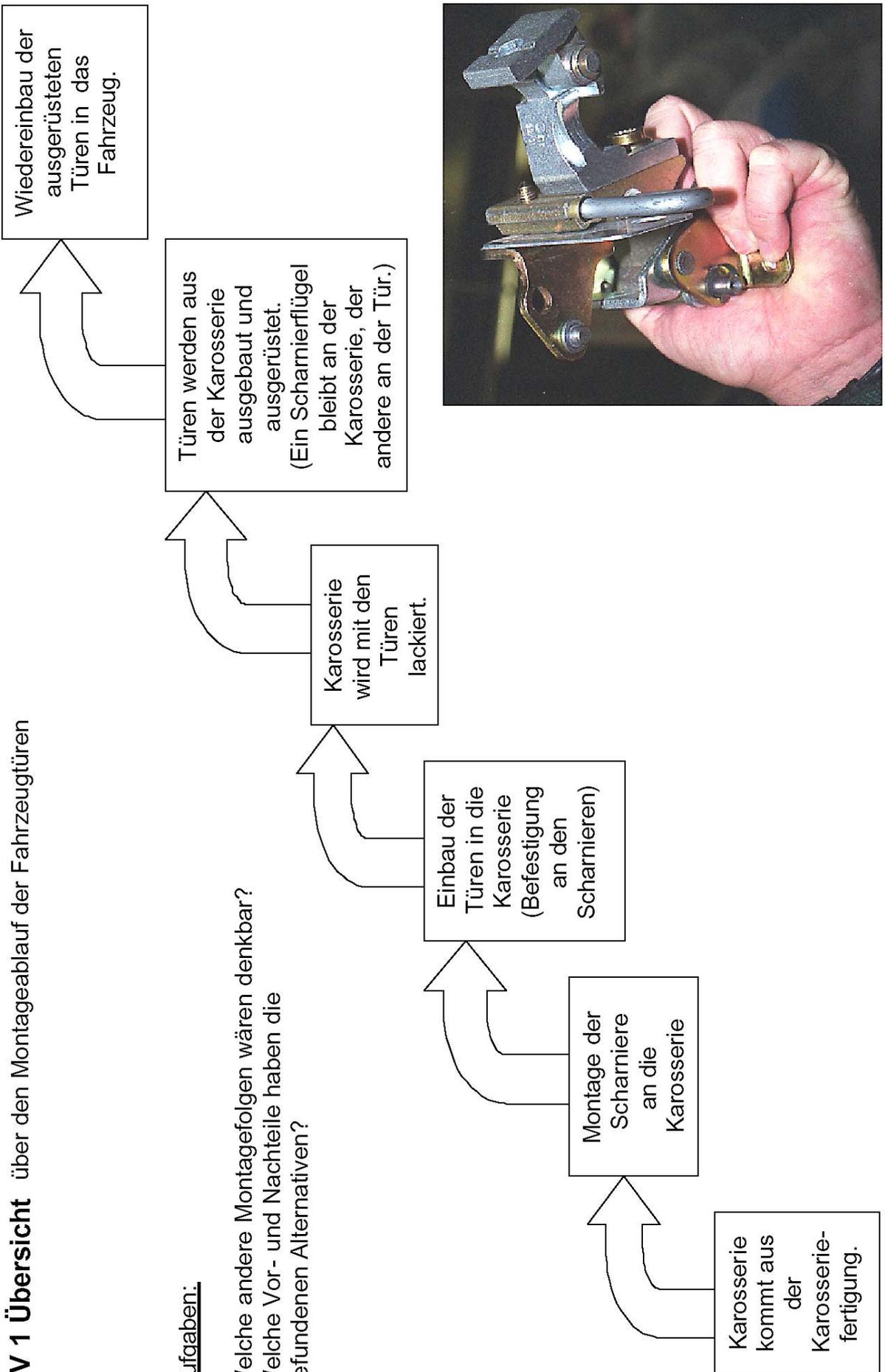
Erstellen Sie nach den o. a. Vorgaben einen Funktionsplan nach DIN 40 719.

Anhang

EV 1 Übersicht über den Montageablauf der Fahrzeugtüren

Aufgaben:

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



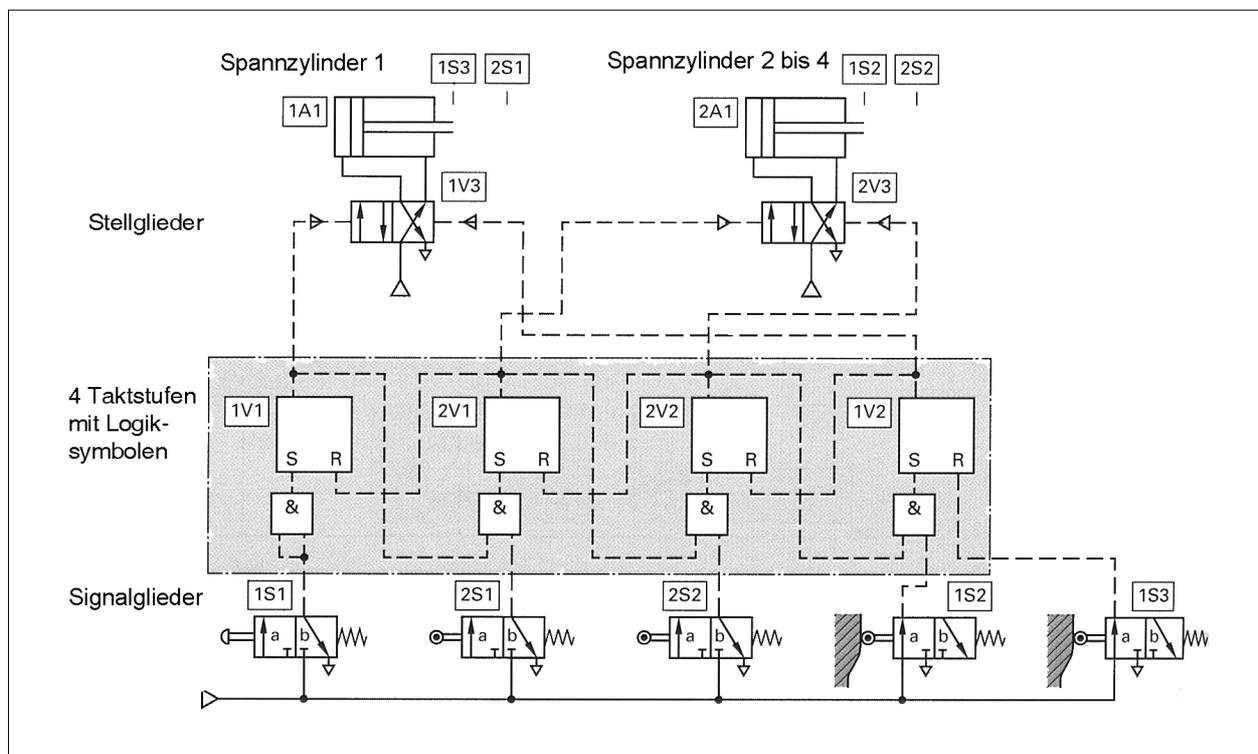
EV 2 Automatische Signalabschaltung beim Einsatz von Taktketten

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

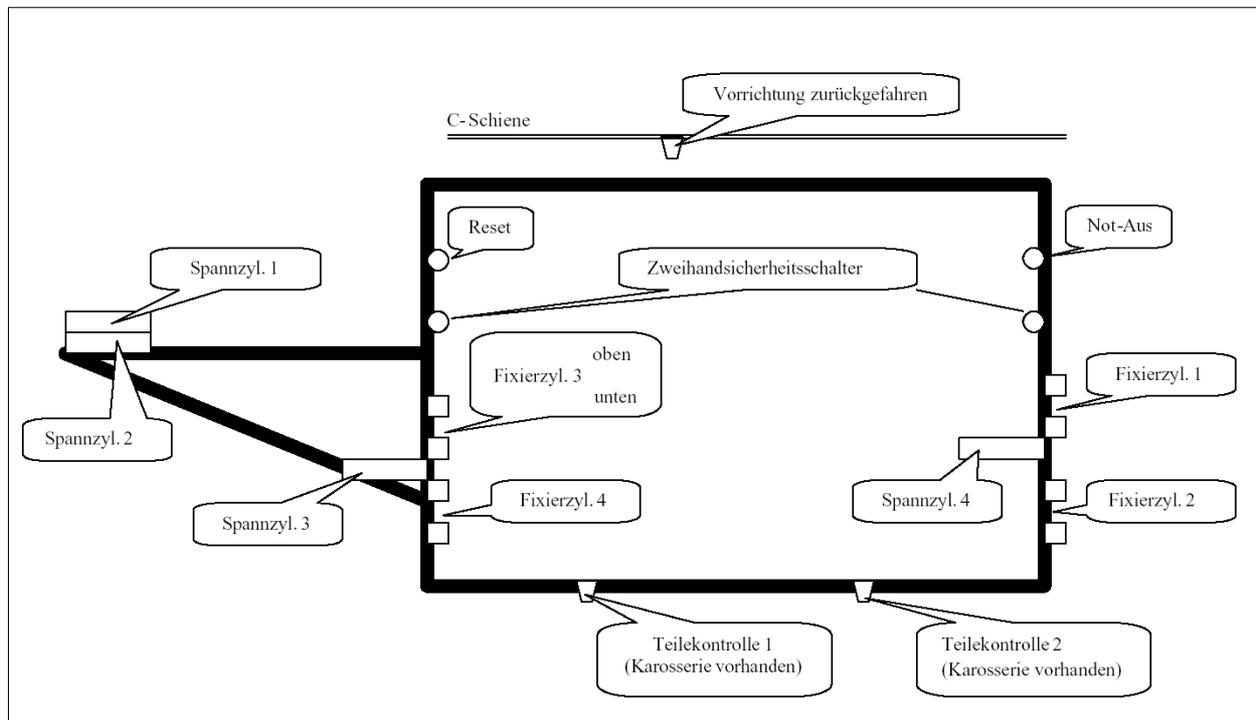
Bei Steuerungen mit Taktketten wird jedem Programmschritt (Arbeitstakt) ein Taktmodul zugeordnet, welches den betreffenden Schaltbefehl erteilt, den vorhergehenden Takt löscht und die Rückmeldung über den ausgeführten Schritt erhält, wodurch der nächste Schritt eingeleitet wird.

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)

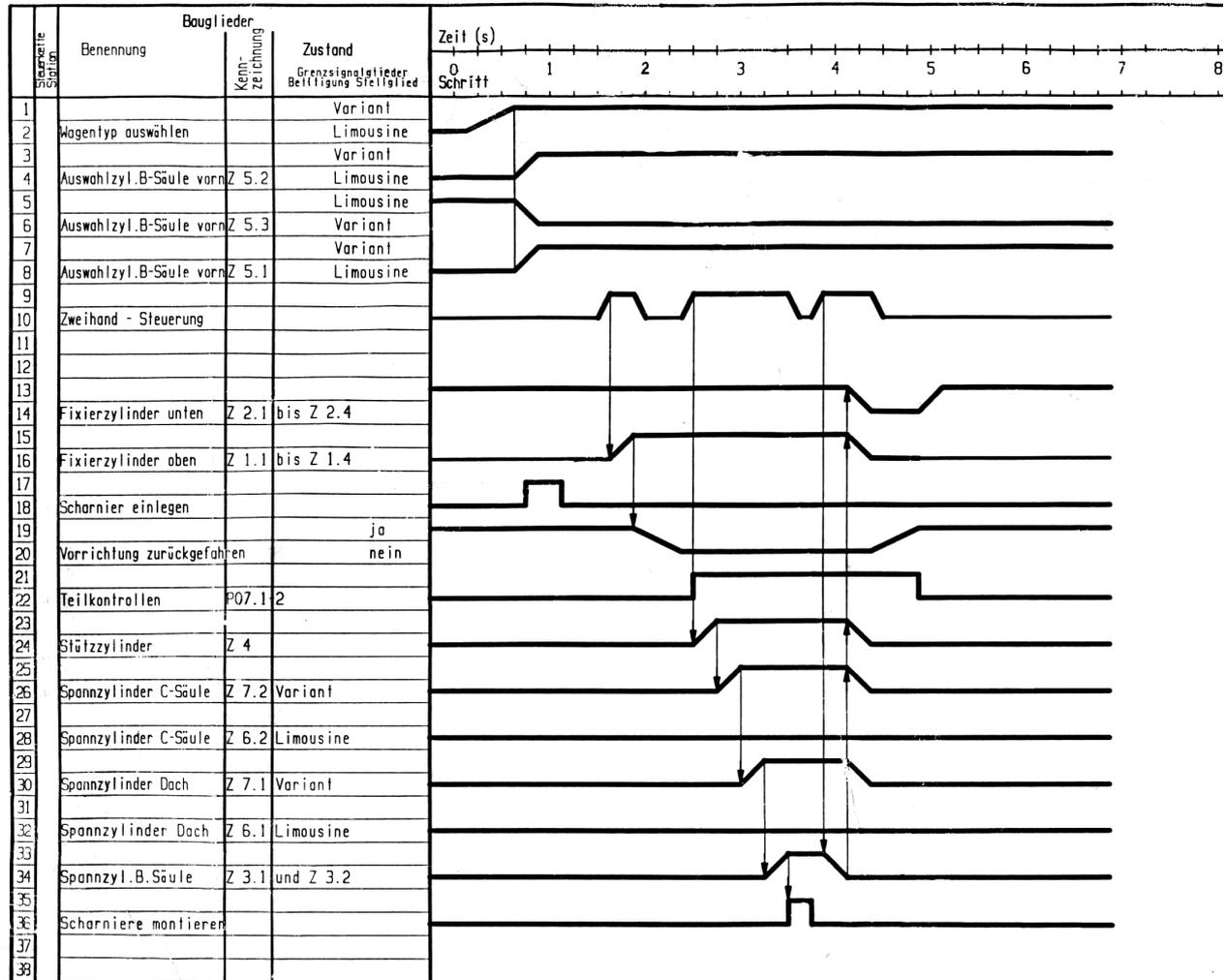


Ablaufplan Türscharniereinbauvorrichtung (neu)

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)

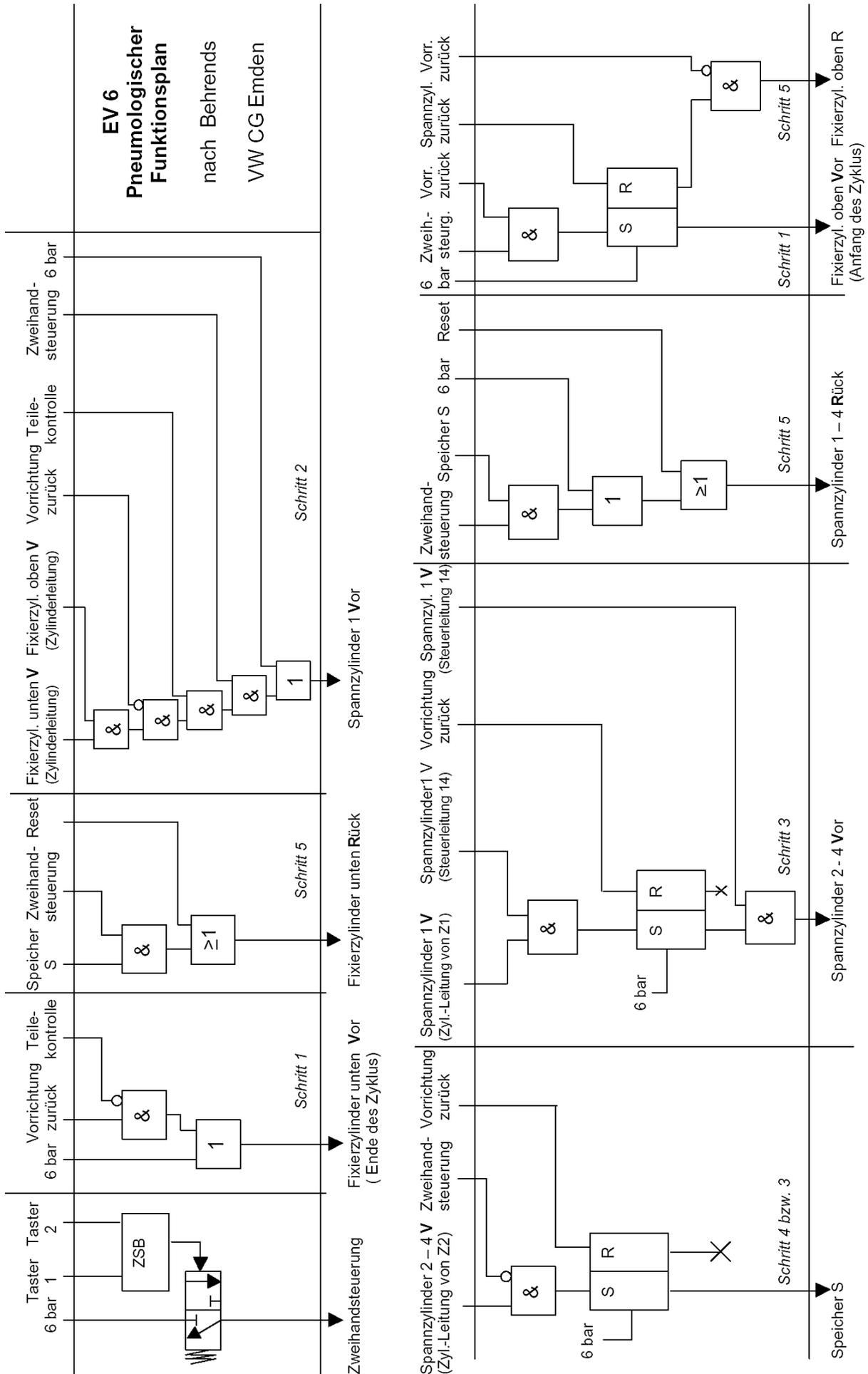


Aufgaben:

- 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 0 R						
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:

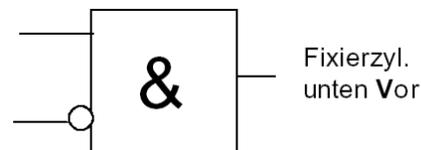
RESET (bzw. RICHTEN): Aus einer beliebigen Zwischenstellung wird die Steuerung in die Grundstellung gebracht.

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 [*lat.*]: (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.

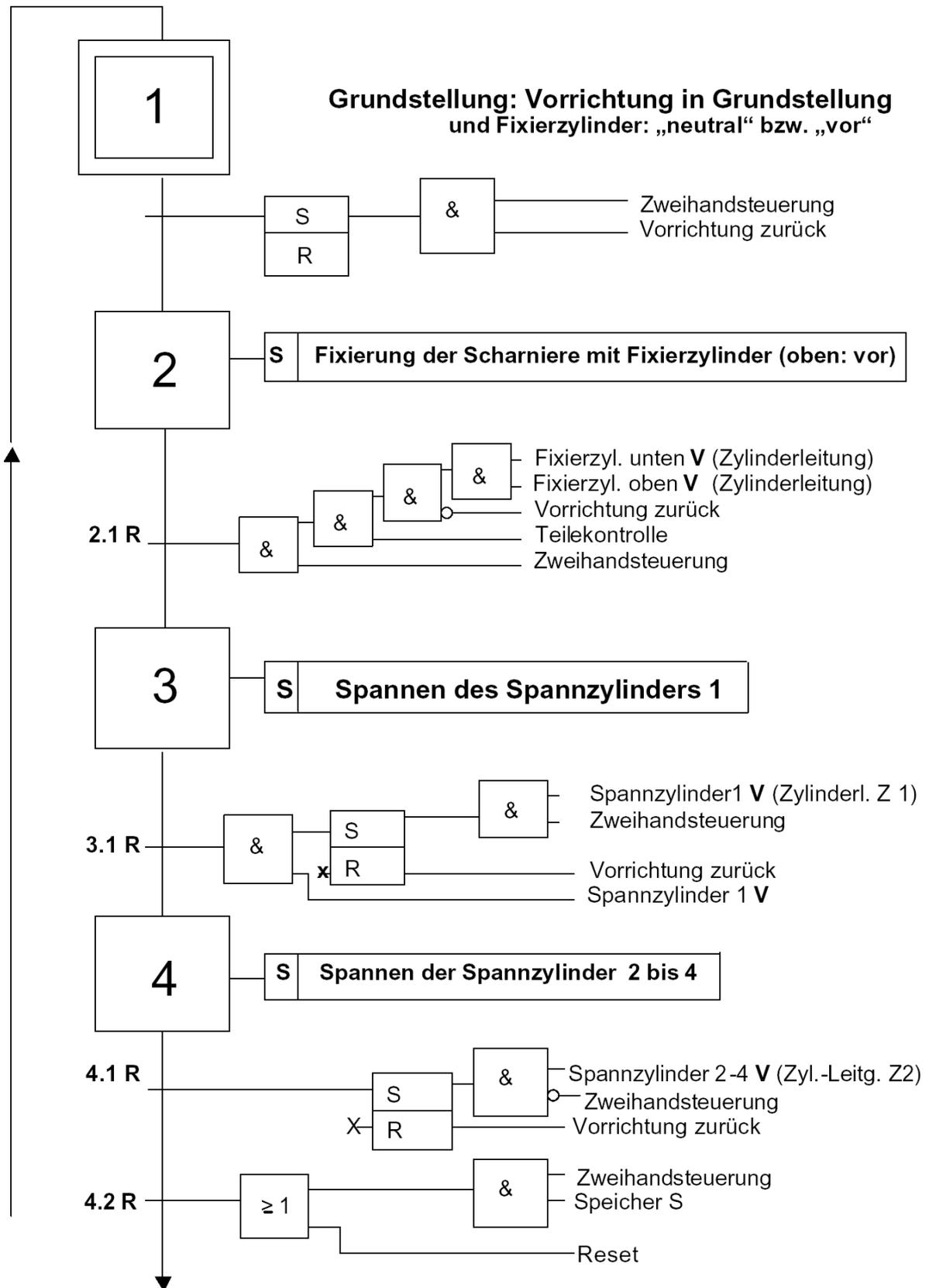
3. Welche der untenstehenden Funktionsgleichungen beschreibt die Funktion der INHIBITION richtig?

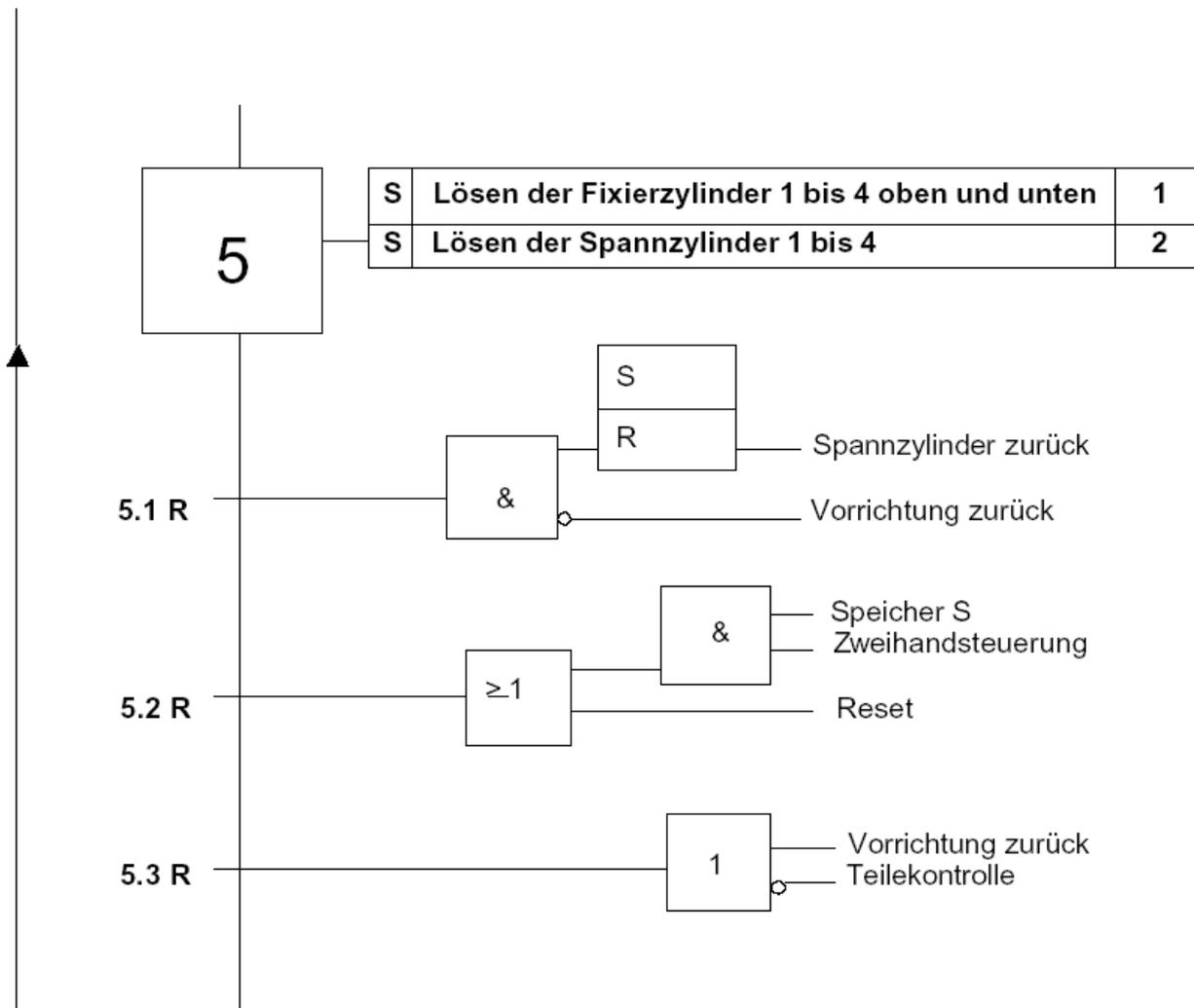
a) $\overline{E1} \wedge E2 = A1$ b) $E1 \vee \overline{E2} = A1$ c) $E1 \wedge \overline{E2} = A1$

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 0	durch Federkraft 0					
Scharniere eingelegt	ja nein						
Vorrichtung zurückgefahren Abfrage über Endschalter	ja 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 Spannzyylinder 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>			
Bildungs- und Qualifizierungsziele an den Lernorten			
<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>	
Inhalte von Arbeit und Lernen			
<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