

## **Materialien**

# **Elektroniker Elektronikerin für Automatisierungstechnik**

Expertenprojekt

### **Neuaufbau und Optimierung einer Aushebestation für Werkstückträger**

Modellversuch

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

Stand: September 2003

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

Hannover, September 2003  
Nachdruck zulässig

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

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

Autor dieser Materialien:

Heinz Albers

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 so genannte „Berufliche 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 im 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](http://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

<b>1</b>	<b>Beschreibung der betrieblichen Aufgabe</b>	<b>3</b>
1.1	Art und Umfang der Arbeiten	5
1.2	Einbindung in die Geschäfts- und Arbeitsprozesse	8
1.3	Ressourcen	8
<b>2</b>	<b>Einordnung in das GAB-Curriculum</b>	<b>9</b>
2.1	Bezug der betrieblichen Aufgabe zum Lernbereich	9
2.2	Bestimmung der Bildungs- und Qualifizierungsziele für die betriebliche Aufgabe	10
2.3	Abgleich mit den Zielen im Lernfeld (im Bildungsplan)	11
2.3.1	Betriebliche Bildungs- und Qualifizierungsziele	11
2.3.2	Schulische Bildungs- und Qualifizierungsziele	13
2.4	Schnittstellen zu anderen Lernfeldern	13
2.5	Gestaltungspotenzial der betrieblichen Aufgabe	13
<b>3</b>	<b>Dual-kooperative Ausbildungsplanung</b>	<b>14</b>
3.1	Inhalte von Arbeiten und Lernen in der betrieblichen Aufgabe	14
3.1.1	Arbeitsgegenstände	14
3.1.2	Werkzeuge, Methoden und Organisation	15
3.1.3	Anforderungen an Facharbeit und Technik	16
3.2	Struktur der Aufgabenbearbeitung	17
3.3	Planung und Abstimmung der Ausbildungsorte und -zeiten	18
<b>4</b>	<b>Betriebliche Ausbildungselemente</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>Schulische Lernsituation</b>	<b>21</b>
5.1	Übersicht	21
5.2	Beschreibung der Lernsituationen	22
<b>Anhang</b>		
	Optimieren von Produktionsabläufen	A1
	Ändern, Neuaufbauen und Überholen von Produktionsanlagen	A2
	Technologieschema Lernsituation 2	A3
	Technologieschema aus der Projektdokumentation	A4
	Weg-Schritt-Diagramm der Steuerung	A5





# 1 Beschreibung der betrieblichen Aufgabe

Im Produkt-Center 3 des Volkswagenwerkes Salzgitter werden innerhalb der Modellpalette verschiedene 5-Zylinder Reihenmotore (s. Abb. 1) mit einer Stückzahl von ca. 900 pro Tag produziert. Die Fertigung gliedert sich in die Montagebereiche und eine dazu gehörige mechanische Fertigung, die für die Herstellung bestimmter Motorenteile (Zylinderkopf, Zylinderkurbelgehäuse, Kurbelwelle etc.) verantwortlich ist. Neben den vorhandenen Diesel- und Ottomotorvarianten wird zukünftig ein neu konzipierter kurzer 5 Zyl.-Reihenmotor in Pumpe/Düse-Technik angeboten, der hauptsächlich für den neuen VW-Bus (T5) produziert werden soll.

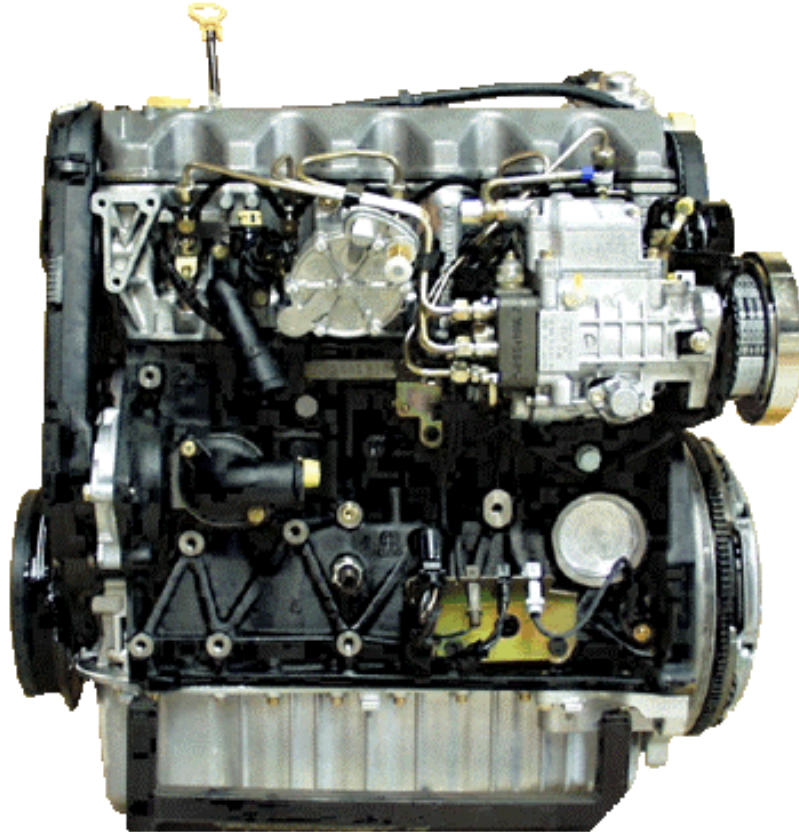


Abb. 1: 5-Zyl. Reihenmotor

Das Projekt „Aushebestation“ wurde in der Kurbelwellenfertigung (Kostenstelle 7133) durchgeführt. In dieser Kostenstelle mussten, aufgrund dieser Produkterweiterung, Produktionsanlagen umgebaut oder durch neue Werkzeugmaschinen und Verkettungen erweitert werden. Die Grundlage für den Projektauftrag bildete eine Verbesserungsidee zweier Mitarbeiter dieser Kostenstelle. Auftraggeber war der zuständige Unterabteilungsleiter.

Der gesamte Fertigungsprozess (vom Roh- bis zum Fertigteil) unterteilt sich in Arbeitsfolgen (AF) (s. Abb. 2 – 4). Der Materialfluss zwischen den einzelnen Arbeitsfolgen wird durch verkettete Transportbänder und Beladeportale gewährleistet, wobei der Transport der Kurbelwellen über Werkstückträger erfolgt (s. Abb. 4). Das in der Verbesserungsidee dargestellte Problem bezieht sich auf die Steuerung des Materialflusses zwischen der Arbeitsfolge 20 -„Wuchtzentrieren“- und der Arbeitsfolge 50 -„Hauptlager drehen“- (s. Abb. 3).

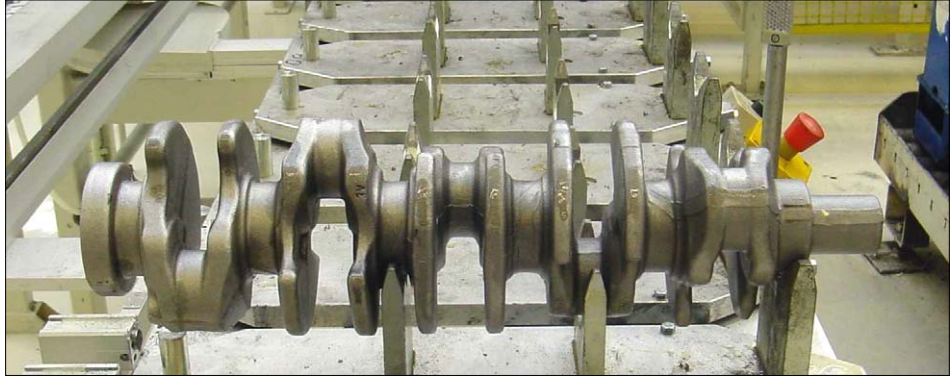


Abb. 2: 5-Zyl. KW Rohteil

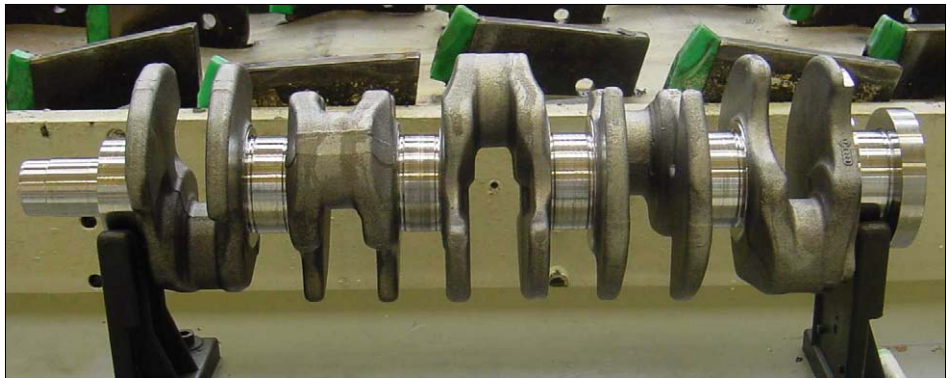


Abb. 3: 5-Zyl. KW AF 50

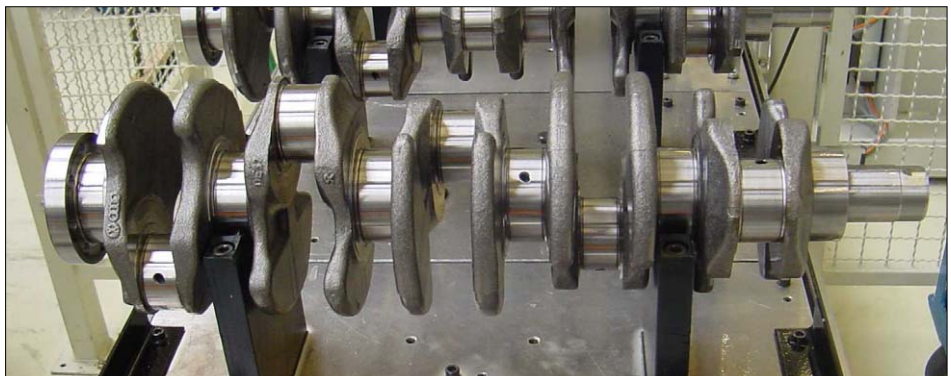


Abb. 4: 5-Zyl. KW Fertigteil

In Abbildung 5 wird der nachfolgend beschriebene Materialfluss der betrachteten Arbeitsfolge exemplarisch dargestellt! Die Bearbeitung der Hauptlager übernehmen drei identische Werkzeugmaschinen. Die dazugehörigen Ladeportale steuern den Be- und Entladevorgang. Die bearbeiteten Wellen werden über ein Fertigteilband abgeführt. Die Materialzuführung sowie die Rückführung der leeren Werkstückträger erfolgt über ein Rohteilband, bestehend aus den in Abb. 6 dargestellten Komponenten. Durch das Zuführband werden die wuchtzentrierten Kurbelwellen in Richtung des Ladeportals für die Werkzeugmaschine 3 transportiert. Wird diese oder WZM 2 beladen, hat dies zur Folge, dass der auf dem Zuführband verbleibende leere Werkstückträger erst bis zur Senkstation weitergeleitet und dann über das Abführband zurückgeführt werden kann. Dadurch stauen sich die leeren Werkstückträger einerseits an dem Beladepunkt der WZM 1, andererseits fehlen diese am Beladepunkt für die AF 20. In der Verbesserungsidee wird vorgeschlagen, an der Pos. B eine zusätzliche Aushebestation einzubauen, die alle leeren Werkstückträger auf das Abführband befördern soll.

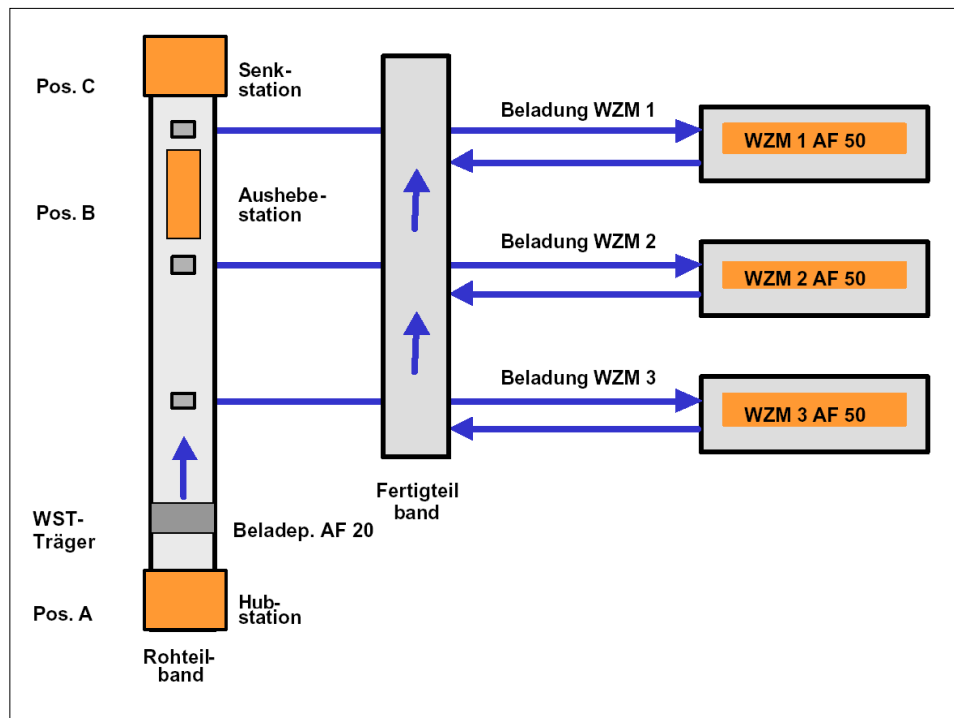


Abb. 5: Materialfluss in der AF 50

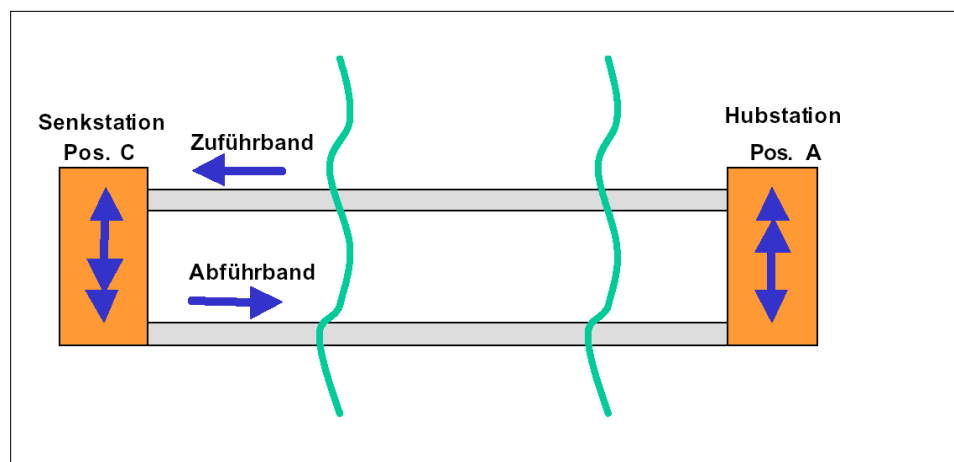


Abb. 6: Seitenansicht Rohteilband

## 1.1 Art und Umfang der Arbeiten

Die wesentlichen mechanischen Elemente (Hebevorrichtung mit Getriebemotor) sowie ein Teil der elektrischen Betriebsmittel der Aushebestation waren zwar noch vorhanden, jedoch als demontierte Ersatzteile in der Kostenstelle eingelagert.

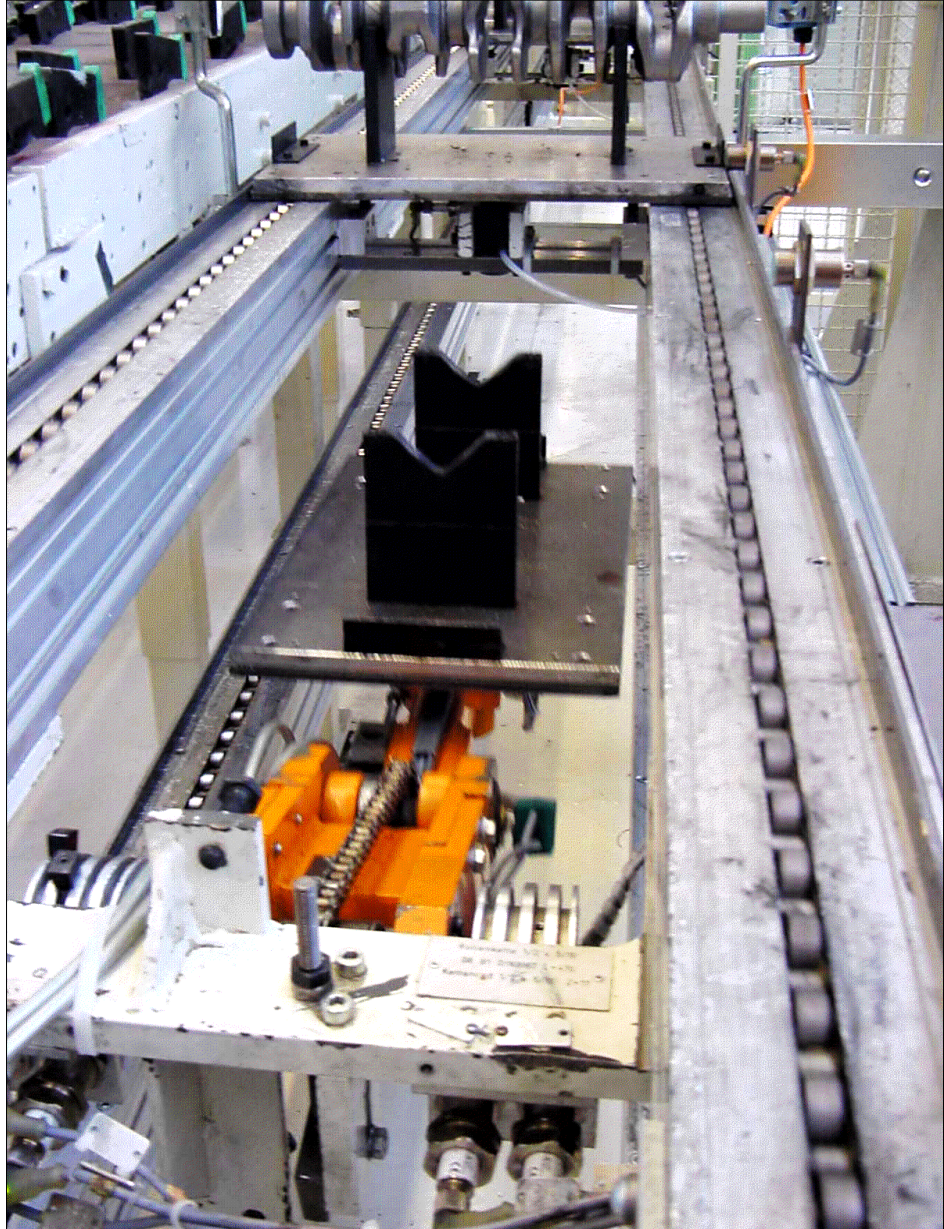


Abb. 7: Abtransport eines WST-Trägers

Bei einer gemeinsamen Ortsbesichtigung mit den Prozessbeteiligten hatten die Auszubildenden die Möglichkeit, sich über die Örtlichkeiten, den Auftrag und die notwendigen Leistungsumfänge zu informieren. Nach grober Sichtung der eingelagerten Teile und der nur teilweise vorhandenen technischen Dokumentation sowie der nur kurzzeitigen Verfügbarkeit des Rohteilbandes (Produktionsdruck) entschieden sich die Auszubildenden dafür, die Montage und Instandsetzung der Anlage im Werkstattbereich durchzuführen. In einer ersten Planungsphase wurde analysiert, welche Betriebsmittel, Materialien und Dokumentationen fehlten und wie

diese beschafft werden könnten. Weiterhin vereinbarten die Auszubildenden einen kontinuierlichen Informationsaustausch zum Projektfortschritt (Frühbesprechung).

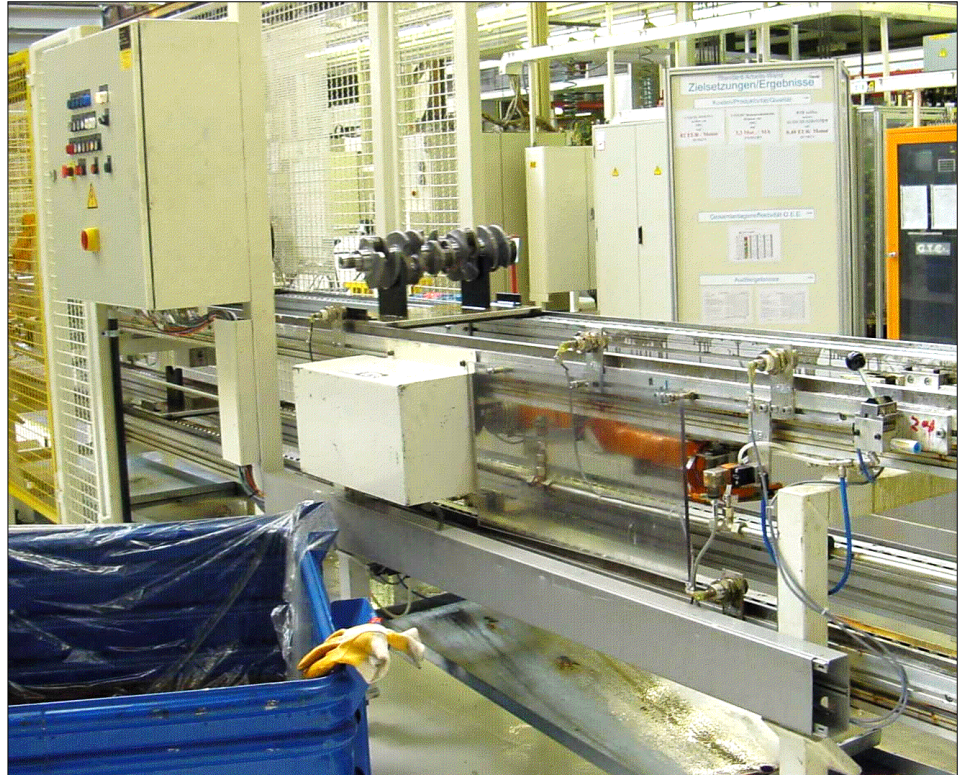


Abb. 8: Einbauort der Aushebestation

Nach der Organisationsabsprache teilten sich die Auszubildenden in zwei Gruppen auf. Gruppe 1 baute ein Gestell aus Aluminiumprofil mit den Abmaßen des Roh- teilbandes für die Montage der Aushebestation. Die zweite Gruppe legte in Ab- stimmung mit dem Fachbereich den Installationsort des Schaltschranks sowie den Einspeisungspunkt der elektrischen Energie- und Druckluftversorgung fest. Außer- dem kümmerten sich ein Auszubildender und der ABBA um die noch fehlenden Teile und Unterlagen. Nach erfolgter Feinplanung für den Aufbau des gesamten Systems im Werkstattbereich wurde arbeitsteilig der Schaltschrank instandgesetzt, die Mechanik des Aushebers zusammengebaut, die Sensoren und Aktoren ange- baut und ein Simulationsgerät für den Signalaustausch (Schaltschrank Roh- teilband) erstellt.

Nach Abschluss aller Elektroinstallationsarbeiten führten die Auszubildenden die Erstinbetriebnahme durch. Dabei prüften sie die elektrische Sicherheit der Anlage, testeten die mechanischen Funktionen des Aushebers und die elektrische Funktion der Sensoren und Aktoren. Ein Schwerpunkt bei den Einfahrarbeiten bildete die Optimierung des SPS-Programms, da die alte SPS-Dokumentation den gestellten Anforderungen nicht entsprach und dementsprechend erweitert werden musste.

Nach Beendigung der Optimierungsarbeiten legten die Auszubildenden die weitere Vorgehensweise für den Einbau und Einbindung der Aushebestation in den Ferti- gungsprozess fest. Dem erfolgreich durchgeführten Transport folgten zunächst sämtliche geplante Montage- und Installationsarbeiten am Einbauort, worauf nach Absprache mit der Fertigung die Anlage in Betrieb genommen und auf ihre Funkti- on geprüft wurde. Dabei mussten noch abschließende Optimierungs- und Einstell-

arbeiten durchgeführt werden, so dass die Übergabe an den Betreiber erfolgen konnte. Abschließend führten die Auszubildenden die Revision der technischen Unterlagen (Stromlaufplan, SPS-Dokumentation etc.) durch und übergaben diese dem zuständigen Fachbereich. Zum Projekt „Aushebestation“ wurde von den Auszubildenden parallel zum Durchführungszeitraum ein Projektordner angelegt.

## **1.2 Einbindung in die Geschäfts- und Arbeitsprozesse**

Das VW-Werk Salzgitter stellt als weltweiter Motorenlieferant jährlich 2,2 Millionen Otto- und Diesellaggregate her. Neben den Konzernmarken (VW, Audi, Seat, Skoda, Bentley) gehören auch Unternehmen wie Daimler-Chrysler und Volvo zum Kundenkreis. Die Produktpalette umfasst, angefangen vom 3-Zylinder Pumpe-Düse Motor bis hin zum 12-Zylinder Motor (W12), insgesamt 290 Produktvarianten. Mit einer Belegschaft von 7329 Mitarbeitern (einschließlich 240 Auszubildende) werden arbeitstäglich 8500 – 10000 Motore hergestellt.

Neben der zu erwartenden Produktivitätssteigerung in der Kostenstelle sowie der angestrebten gleichmäßigen Auslastung der drei Werkzeugmaschinen waren noch arbeitssicherheitstechnische und ergonomische Aspekte von Bedeutung. Im Störfall oder bei Engpassituationen mussten die dort eingesetzten Mitarbeiter die Leerpalletten von Hand auf das Abführband legen. Ungeachtet der möglichen Verletzungsgefahr beim Umsetzen hätten im Extremfall ca. 400 Werkstückträger pro Schicht umgesetzt werden müssen.

Bei der fachlichen Umsetzung des Auftrages mussten angrenzende Fachbereiche wie die Zeichnungsregistratur, die Maschinenverwaltung, das Zentrallager, die Elektroinstandhaltung und Fremdfirmen eingebunden werden. Die konkrete Umsetzung im Betrieb -beispielsweise ein Probelauf- erforderte viele Absprachen mit den Mitarbeitern vor Ort.

## **1.3 Ressourcen**

Der Projektauftrag wurde von fünf Auszubildenden des Einstelljahrganges 1999 und dem zuständigen Ausbildungsbeauftragten der dezentralen Instandhaltung durchgeführt. Von schulischer Seite begleiteten zwei Lehrer der BBS-Fredenbergs das Projekt. Die Prozessbegleitung stellte ein Mitarbeiter der VW-Coaching sicher. Der Zeitraum für die Durchführung des Projektes betrug acht Wochen.

## 2 Einordnung in das GAB-Curriculum

### 2.1 Bezug der betrieblichen Aufgabe zum Lernbereich

In dem für die Berufsschule und den Ausbildungsbetrieb entwickelten Berufsbildungsplan des Industrieelektronikers (ITB-Arbeitspapiere 31; Stand 02.03.01) sind dem Lernbereich 4 die Lernfelder „Optimieren von Produktionsanlagen“ und „Ändern, Neuaufbauen und Überholen von Produktionsanlagen“ (s. Anhang) zugeordnet.

*Der Neuaufbau der Aushebestation sowie die anschließende Prozessoptimierung stellen hohe Anforderungen an die Auszubildenden. Die relativ offen formulierte Problembeschreibung (Verbesserungsidee), die zum Teil fehlenden oder unvollständigen technischen Unterlagen, das Einhalten von Terminen und die Komplexität der betrieblichen Aufgabe sind typische Merkmale für den Lernbereich 4.*

Ab dem zweiten Ausbildungsjahr erfolgt eine feste Zuordnung der Auszubildenden eines Einstelljahrganges zu bestimmten Fertigungsbereichen (Produktcenter 1, 3, 4), in denen die betriebliche Ausbildung nach GAB durchgeführt wird. In der zweiten Hälfte des dritten und im vierten Ausbildungsjahr werden die Auszubildenden in Kleingruppen (max. vier Auszubildende) in die dazugehörigen dezentralen Instandhaltungsbereiche versetzt und dort von einem für die betriebliche Ausbildung eingesetzten Ausbildungsbeauftragten (ABBA) betreut. Die durchgeführten Projekte ergeben sich vorwiegend aus dem Ideenpotenzial der Mitarbeiter und aus Instandsetzungsarbeiten in der Fertigung.

Das Projekt „Aushebestation“ ist somit ein Beispiel für die betriebliche Ausbildung im dritten/vierten Ausbildungsjahr, da in allen Bereichen der dezentralen Instandhaltung ähnliche Aufträge mit vergleichbaren Umfängen bearbeitet werden. So wird der Auszubildende im Sinne des Geschäftsprozesses mit Maßnahmen zur Produktivitätssteigerung und Unfallverhütung beauftragt sowie mit der Termineinhaltung konfrontiert. Da der laufende Produktionsprozess in der Fertigung nur kurzzeitig unterbrochen werden kann, müssen die Auszubildenden weiterhin Lösungsstrategien (Notfallstrategien) für die Realisierung ihres Projektes entwickeln. Für die Umsetzung sind umfangreiche Planungen und Absprachen notwendig, damit der Gesamtumfang – angefangen von der elektrischen Einspeisung am Kraftverteiler (KV) oder der Optimierung des SPS-Programms bis zur Kundenübergabe von der Auszubildendengruppe – selbstständig bearbeitet werden kann. Der ABBA tritt nur noch als Berater bei Problemen auf. Deshalb ist die Bearbeitung dieser betrieblichen Aufgabe dem Lernbereich 4 (Erfahrungsgelerntes und fachsystematisches Vertiefungswissen) zuzuordnen.

## 2.2 Bestimmung der Bildungs- und Qualifizierungsziele für die betriebliche Aufgabe

Bei der Montage der einzelnen mechanischen und elektrischen Komponenten zu einem funktionierenden System ist die Funktionsanalyse, also das Zusammenwirken der einzelnen mechanischen Elemente wie dem Hubarm, dem Drehteller und den Vereinzelnungen (Stopper) mit den dafür notwendigen Sensoren und Aktoren eine wichtige Voraussetzung für die nachfolgend erforderlichen Funktionsprüfungen. Innerhalb des Neuaufbaus und der Optimierung bestehen diese Funktionsprüfungen hauptsächlich aus Teilbetriebnahmen und einer schrittweisen Funktionskontrolle hinsichtlich der eingesetzten Technik.

Beispiele hierfür sind u. a. die Drehrichtungskontrolle des Hubarmmotors, die Überprüfung des Sicherheitskreises (NOT-AUS) oder das Einstellen und Prüfen der Sensoren für die verschiedenen Hubarmpositionen (s. Abb. 9). Hierbei müssen die Auszubildenden beurteilen können, welche Konsequenzen aus evtl. nicht abgeleisteten Einfahrarbeiten beim späteren Einbau vor Ort entstehen können.

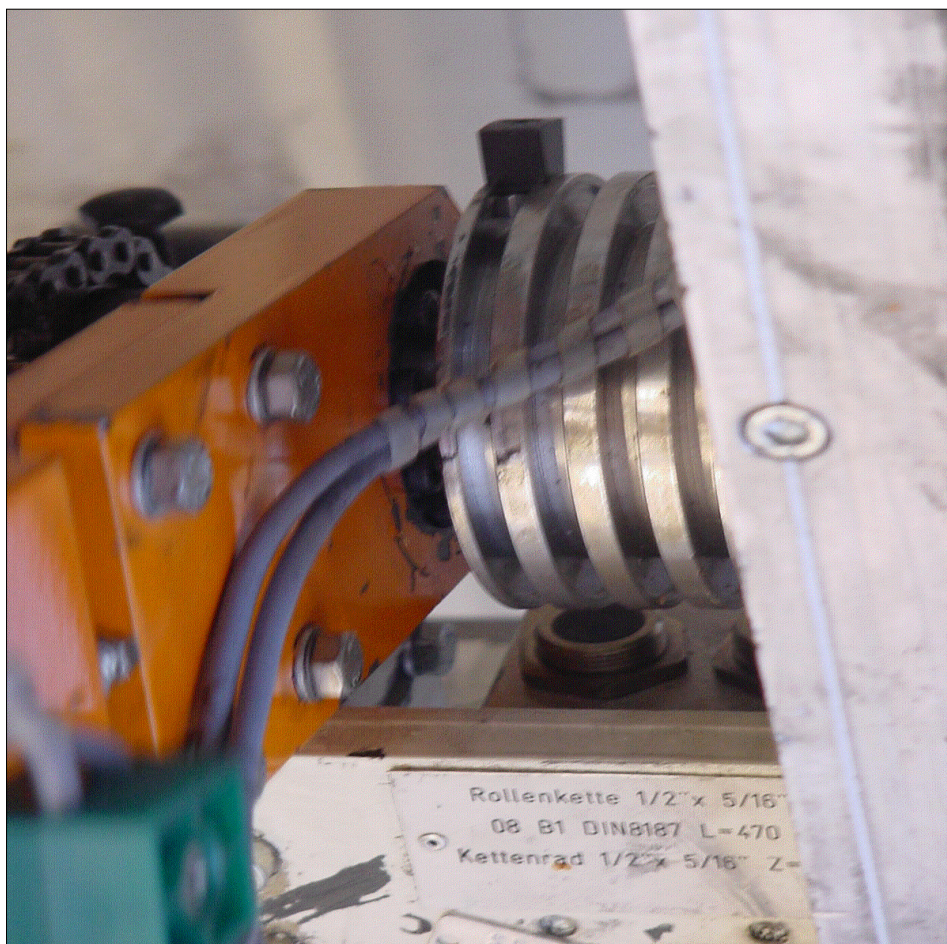


Abb. 9: Nockenpaket 2 „Hubarmpositionen“

Ein weiterer Aspekt für die Bestimmung der Bildungs- und Qualifizierungsziele ist die Optimierung der jeweiligen Bedienfunktionen (s. Abb. 10) im verketteten Betrieb (Automatik) und in der Einzelbewegung (Handbetrieb).





Abb.10: Optimierung der Bedienfunktionen

Während beim automatischen Ablauf Aspekte wie ein sicherer Funktionsablauf und die Möglichkeiten der Taktzeitoptimierung im Vordergrund stehen, so sind im Handbetrieb die Bedienfreundlichkeit oder zusätzlich geforderte Bedienfunktionen besonders wichtig.

## 2.3 Abgleich mit den Zielen im Lernfeld (im Bildungsplan)

### 2.3.1 Betriebliche Bildungs- und Qualifizierungsziele

Im Berufsbildungsplan der Industrieelektroniker sind in den Lernfeldern 14 „Optimieren von Produktionsabläufen“ und 15 „Ändern, neu Aufbauen und Überholen von Produktionsanlagen“ die Bildungs- und Qualifizierungsziele beschrieben, die durch die praktische Umsetzung des Projektauftrages erlernt oder vertieft werden.

Die Auszubildenden planen und koordinieren als Gruppe alle notwendigen Maßnahmen für die erfolgreiche Projektumsetzung. Sie entwickeln eigenständig Methoden für den gezielten Aufbau sowie einer schrittweisen Funktionsprüfung der Aushebestation und fertigen notwendige Hilfsmittel (z. B. Alugestell, Simulationsgerät) an.

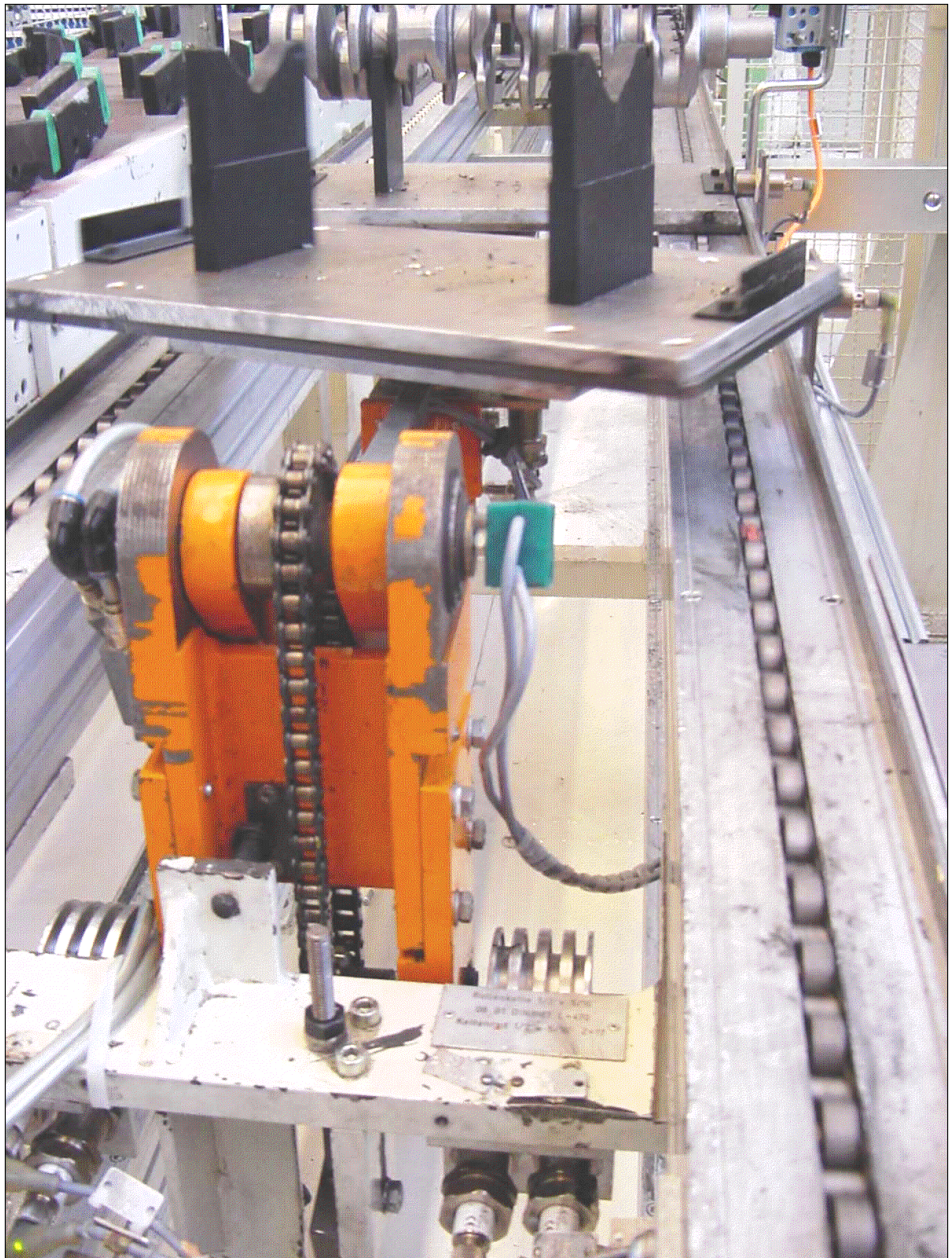


Abb. 11: Programmschritt Werkstückträger auf Pos. 90° drehen.

Sie analysieren den Steuerungsprozess der Anlage (s. Abb. 11) und dessen programmtechnische Realisierung, stellen Fehlfunktionen bzw. Verbesserungsmöglichkeiten fest und beheben bzw. realisieren diese. Die Auszubildenden treffen hinsichtlich des Aufbaus und Optimierung der Anlage vor Ort zielgerichtet Absprachen mit dem Auftraggeber und nehmen Änderungswünsche und Ergänzungen auf, entwickeln und bewerten Lösungsmöglichkeiten und setzen diese anschließend um.

Sie berücksichtigen bei der Umsetzung des Auftrags die allgemein anerkannten Regeln der Technik (z. B. DIN-VDE) sowie die betriebsspezifischen Vorschriften der VW-AG (Betriebsmittelvorschriften). Die Auszubildenden dokumentieren die durchgeführten Schaltungsänderungen in den technischen Unterlagen und veranlassen deren Revision.

### **2.3.2 Schulische Bildungs- und Qualifizierungsziele**

Die Lernfelder 14 „Optimieren von Produktionsabläufen“ und 15 „Ändern, Neuaufbauen und Überholen von Produktionsanlagen“ beschreiben die Bildungs- und Qualifizierungsziele, die im Unterricht bei der Begleitung des Projektes "Aushebestation" behandelt werden.

Die Schülerinnen und Schüler erkennen die Vorteile im Geschäftsprozess der Kurbelwellenfertigung, die sich aus der Optimierung des Materialflusses ergeben. Dieses sind ökonomische, aber auch ergonomische und sicherheitsrelevante Aspekte für die Mitarbeiter.

Sie entwickeln eine Ablaufsteuerung für die Aushebestation unter Berücksichtigung der Effizienz und der Sicherheit der Anlage. Das SPS-Programm, das in wesentlichen Teilabschnitten neu entwickelt und anschließend dokumentiert wird, verlangt von den Auszubildenden, Teilergebnisse zu diskutieren und zu präsentieren und ihr Wissen um fachliche und organisatorische Zusammenhänge zu erweitern.

Da die AHS direkt in den Fertigungsprozess integriert wird, werden entsprechende Anforderungen an die Qualität der Arbeit, eine sorgfältige Anlagendokumentation und eine Einhaltung der Terminvorgaben gestellt.

### **2.4 Schnittstellen zu anderen Lernfeldern**

Bei der Umsetzung des Projektauftrages wird insbesondere die Schnittstelle zum Lernfeld 13 „Instandsetzen von Produktionsanlagen und Maschinen bei schwierigen Fehlern“ deutlich.

Die Fehlersuche und –beseitigung ist zwangsläufig ein fester Bestandteil von Optimierungsprozessen, insbesondere dann, wenn wie in diesem Fall das SPS-Programm unvollständig und fehlerhaft ist. Dabei werden die Auszubildenden mit den Möglichkeiten der Fehleranalyse konfrontiert und müssen geeignete Fehlersuchstrategien entwickeln bzw. anwenden.

Weiterhin bietet der Projektauftrag die Möglichkeit, bereits Erlerntes aus den vorangegangenen Lernfeldern zu vertiefen. Dies gilt vor allem für die Lernfelder:

- Planen und Ausführen von Elektroinstallationen in Gebäuden,
- Überwachen, Bedienen und Einrichten von Produktionsanlagen,
- Dokumentieren von Anlagenzuständen und Reparaturverläufen,
- Ein- und Ausbauen sowie Einstellen von Sensoren und Aktoren.

### **2.5 Gestaltungspotenzial der betrieblichen Aufgabe**

Das Gestaltungspotenzial bei der Durchführung dieses Projektes ist hoch, da es für die Realisierung weder eine Musterlösung noch vollständige und direkt übertragbare Unterlagen gibt. Die Ausführung der Arbeiten ist darüber hinaus abhängig von den örtlichen Gegebenheiten. Die Auszubildenden benötigen fundierte Kenntnisse, um die umfangreichen Installationsarbeiten, die Montage des Antriebs und der pneumatischen Komponenten, den Einbau der erforderlichen Sensoren sowie die Programmierung der SPS-Steuerung durchführen zu können. Die Auszubildenden führen die Auftragsabwicklung bis hin zur Kundenübergabe eigenverantwortlich durch, wobei zusätzlich noch Terminvorgaben einzuhalten sind.

## 3 Dual kooperative Ausbildungsplanung

### 3.1 Inhalte von Arbeiten und Lernen in der betrieblichen Aufgabe

#### 3.1.1 Arbeitsgegenstände

Der Arbeitsgegenstand ist die in den Materialfluss der Kurbelwellenfertigung zu integrierende Aushebestation. Ausgangspunkt der Bearbeitung sind die demontierte Aushebestation (s. Abb. 12) sowie der offen formulierte Arbeitsauftrag des Kunden, der aus einer Verbesserungsidee resultiert (s. Abb. 13). Die Änderung wird unter dem Gesichtspunkt des Gebrauchswertes der Anlagenerweiterung betrachtet und bewertet. Die technische Realisierung erfordert eine fachgerechte Montage und Installation sowie eine funktionsfähige und den sicherheitstechnischen Anforderungen genügende SPS-Steuerung der gesamten Aushebestation.

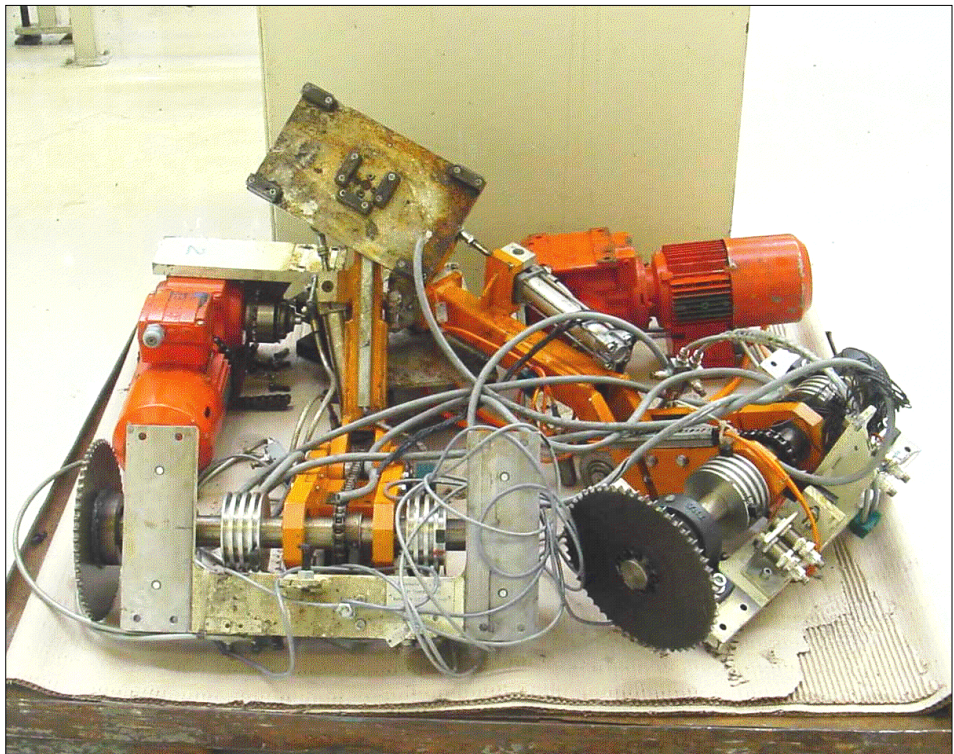



Abb. 12: Demontierte Hebevorrichtung



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

---

**Auszüge aus dem Ideenblatt 17- 02- 080546**

<b>Allgemeine Daten:</b>		<b>Ideengeber:</b>	
5-Zyl. Kurbelwelle	Produkt-Center 3	Naumann, Rainer	Kst: 7133
Halle 1; Feld H15	Kst. 7133	Fiedler, Frank	Kst. 7133
Betr. Vorgesetzter:	H. Seifert	Eingabedatum:	06.03.02

**IST-Zustand/Problem**

Zur Zeit müssen alle Leerpaletten bis zur letzten AF (Arbeitsfolge) durchlaufen, bevor sie zurückgeführt werden. Es kommt sehr häufig vor, dass die AF 30 auf Leerpaletten von AF 50 warten muss. Erhöhte Unfallgefahr, da die MA die Paletten von Hand umpacken müssen (Quetschgefahr)

**Wie soll der Ist-Zustand verbessert werden und welche Vorteile entstehen?**

Integrieren einer zusätzlichen Senkvorrichtung für Leerpaletten hinter jeder AF. Unfallgefahr-Reduzierung, da keine Paletten mehr von Hand abgepackt werden müssen. Schnellere Verfügbarkeit von Leerpaletten für AF 30. Besseres Handling der KW (Kurbelwellen) zw. den Maschinen.

= Betriebliche Arbeitsauftrag für die Azubigruppe

---








Abb. 13: Beschreibung des Arbeitsauftrages

### 3.1.2 Werkzeuge, Methoden und Organisation

Werkzeuge sind die gesamte Maschinen- und Anlagendokumentation, die sich in elektro- und maschinenbautechnische Zeichnungsunterlagen (s. Abb. 14) sowie Stücklisten unterteilt. Hinzu kommt die Hardwareausstattung (Siemens-PG, AG 100U etc.) für die Änderungen der Dokumentation und die Archivierung des SPS-Programms.

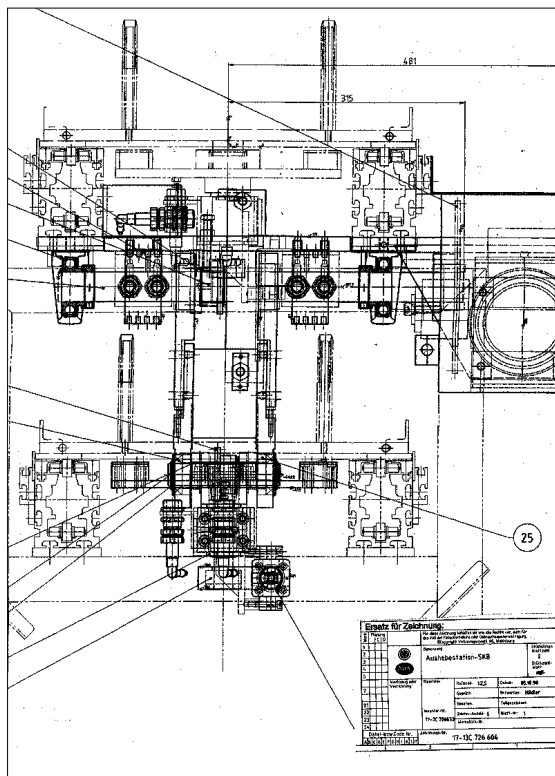


Abb. 14: Ausschnitt Zsb-Zeichnung

Für die Umsetzung des Auftrags ist ein ergebnisorientierter und kontinuierlicher Informationsaustausch zwischen den Prozessbeteiligten über den gesamten Projektzeitraum ein wichtiger Bestandteil, da beginnend mit der Festlegung des Einbauortes bis hin zur letzten Änderung in der SPS viele Absprachen mit dem Kunden erforderlich sind.

Durch diese Absprachen erkennen die Auszubildenden einzelne Problemstellungen und entwickeln selbstständig Verfahren für eine schrittweise Inbetriebnahme und zuverlässige Umgestaltung bzw. Optimierung des Steuerungsablaufes. Weiterhin erkennen sie aufgrund der unvollständigen und z.T. falschen Unterlagen die Wichtigkeit einer ordentlichen Zeichnungsrevision und führen diese fachgerecht durch.

Im Unterricht ist ein Technologieschema, das neben dem Prozessablauf alle Sensoren und Aktoren der Aushebestation und der beteiligten Komponenten auf dem Transportband enthält, das entscheidende Werkzeug zur Bearbeitung des Projektes. Dieses Schema wird von den Auszubildenden selbst angefertigt. Die dazu erforderlichen Kenntnisse resultieren aus der Erkundung, einem Film von der Kurbelwellenbearbeitung zwischen der AF 20 und 50 und der Information der fünf Auszubildenden, die das Gesamtprojekt im Betrieb umsetzen. Darüber hinaus werden Schaltpläne der Steuerung und vorhandene SPS-Unterlagen eingesetzt.

### **3.1.3 Anforderungen an Facharbeit und Technik**

In der betrieblichen Ausbildung stehen beim Neuaufbau neben den Montage- und Installationarbeiten die Inbetriebnahmekriterien im Vordergrund. Hierbei ist hervorzuheben, dass bei der schrittweise durchgeführten Inbetriebnahme ein kontinuierlicher Soll-Ist Vergleich der Funktion notwendig ist.

Die Inbetriebnahmearbeiten beziehen sich anfangs auf die Überprüfung der benötigten Sensoren, Aktoren, Schaltgeräte, E/A-Ebene der SPS etc. sowie deren Wirkung/Aufgabe hinsichtlich der mechanischen Elemente der Aushebestation. Die zu behobenden Fehlfunktionen ergeben sich dabei aus defekten oder falsch eingestellten Geräten.

Für die nachfolgenden Funktionsprüfungen innerhalb des Inbetriebnahmeprozesses steht der korrekte Steuerungsablauf der Anlage im Vordergrund. Hier ist anzumerken, dass das alte noch vorhandene SPS-Programm für den erforderlichen Funktionsablauf so nicht übertragbar war. So war z. B. das SPS-Programm des Aushebers in der ursprünglichen Funktion für das Zuführen von Werkstückträgern, also dem entgegengesetzten Funktionsablauf, realisiert. Innerhalb der Einfahrprozesse ist die Überprüfung auf den Gebrauchswert der durchgeführten Änderungen ein wesentlicher Bestandteil der Anlagenoptimierung. Die fachgerechte Handhabung/-Bedienung des Programmiergerätes und dessen Programmiersoftware ist dabei Voraussetzung wie auch die anschließende Dokumentation der durchgeführten Änderungen.

In der Schule analysieren die Auszubildenden den Materialfluss unter ökonomischen, ergonomischen und sicherheitsrelevanten Aspekten und fertigen eine fachgerechte Dokumentation an. Sie bearbeiten den im Ideenblatt formulierten Kundenauftrag, wobei sich der Schwerpunkt der Bearbeitung auf die Ablaufsteuerung bezieht, die nach DIN-Vorgaben allgemein entwickelt und dann in einer SPS-Programmiersprache für die eingesetzte SPS geschrieben wird. Bei der Erweiterung um den Betriebsartenteil wird die vorhandenen SPS-Dokumentation zugrunde gelegt.

Dies ist erforderlich, um den Umfang überschaubar zu halten und Betriebsmittelvorschriften berücksichtigen zu können.

### 3.2 Struktur der Aufgabenbearbeitung

Während bei kleineren überschaubaren Projekten die erfolgreiche Umsetzung des Auftrages durch die einmalige Abarbeitung des Modells der vollständigen Handlung möglich ist, so wird bei umfangreicheren Projekten erkennbar, dass das Ergebnis der Informations- und Planungsphase grundsätzlich eine Grobplanung hinsichtlich der Reihenfolge der abzuleistenden Arbeiten und des zu beschaffenden Materials ist (s. Abb. 15). Innerhalb des Entscheidungsprozesses müssen die Auszubildenden zwar wichtige grundlegende Festlegungen treffen, die aber wiederum mit der direkten Umsetzung einzelner Elemente des Auftrages nicht in Verbindung stehen. Innerhalb der Ausführungsphase bearbeiten die Auszubildenden letztendlich erst die Details für den Neuaufbau (LF 15/LAG 15.1) und die Optimierung (LF14/LAG 14.1) der Aushebestation. Hierzu sind zwangsläufig mehrere Informationsphasen, Feinplanungen, Durchführungsphasen und Funktionskontrollen notwendig. Somit wird in der Durchführungsphase das Modell der vollständigen Handlung aus dem Erfahrungswissen der Auszubildenden ständig wiederkehrend angewendet. Durch die Kontrollphase wird letztendlich die Gesamtfunktion der Anlage geprüft und die Kundenzufriedenheit sichergestellt. Die abschließende Auswertung beinhaltet eine strukturierte Gesamtreflexion des Projektes, hierzu wird von den Auszubildenden eine Präsentation (Power Point) erstellt und der Projektordner vervollständigt.

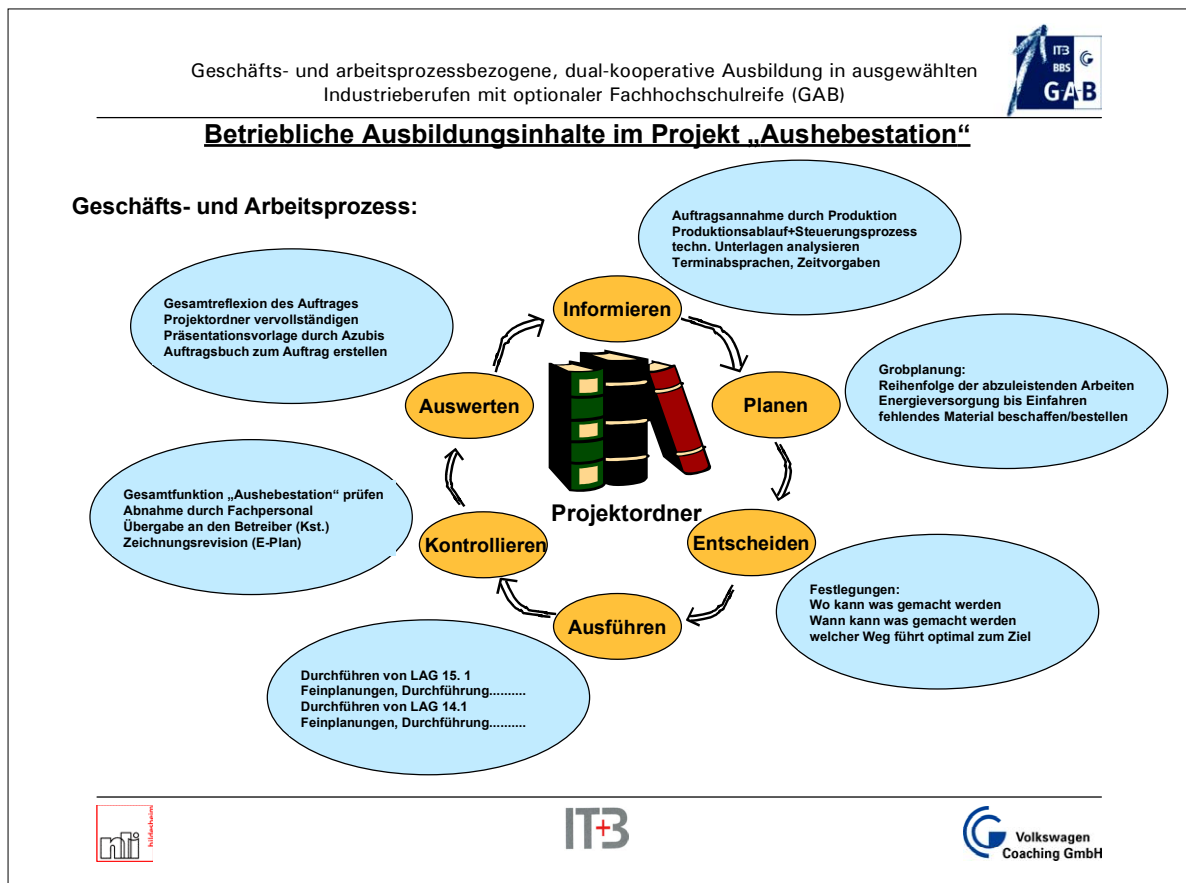


Abb. 15: Aufgabenbearbeitung im Projekt „Aushebestation“

### 3.3 Planung und Abstimmung der Ausbildungsorte und –zeiten

Die betriebliche Aufgabe „Aushebestation“ bildet den Bezugspunkt für die geplanten betrieblichen Ausbildungselemente und Lernsituationen. Sie bezieht sich schwerpunktmäßig auf die Lernfelder 14 und 15 (s. Anh.), deren Inhalte nach Absprache zwischen den Lernorten Betrieb und Schule vermittelt werden. Da nur fünf der achtzehn Auszubildenden der beteiligten Klasse das Projekt im Betrieb durchführen, bieten sich schulischerseits Inhalte an, die einerseits die komplexe Gesamtaufgabe analysieren und andererseits diese in die Bearbeitung der Ablaufsteuerung der Aushebestation einfließen lassen.

So lässt sich in dem begrenzten zeitlichen Umfang, der für die Bearbeitung des Projektes zur Verfügung steht, auch seitens der Schule ein Ergebnis beisteuern, das für alle Schülerinnen und Schüler eine Bedeutung hat.

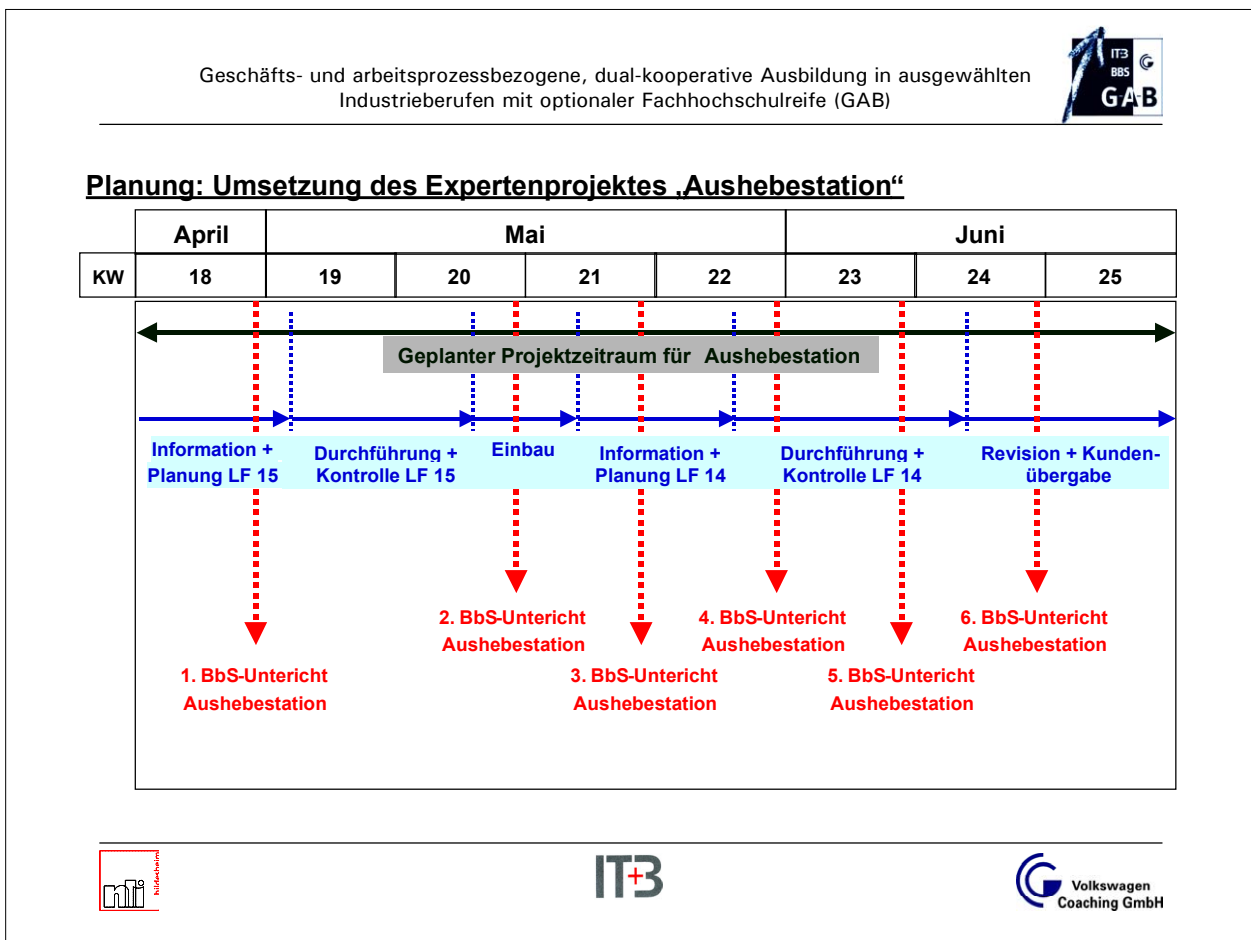


Abb. 16: Zeitplanung für das Projekt „Aushebestation“



## 4 Betriebliche Ausbildungselemente

Wesentlich für die Umsetzung der betrieblichen Ausbildungselemente ist die Orientierung am Arbeits- und Geschäftsprozess sowie die ganzheitliche Aufgabebearbeitung des Projektes nach dem Konzept der vollständigen Handlung. Hierbei sind die Kriterien für die Umsetzung der betrieblichen Ausbildung im Lernbereich 4 aus der „allgemeinen Handlungsanleitung“ zu beachten.

Die Erweiterung der Berufskompetenz hinsichtlich des Erwerbes zusätzlicher fachlicher Qualifikationen sowie die Weiterentwicklung von Individual- und Sozialkompetenzen der Auszubildenden sind die für den Ausbildungsbetrieb wesentlichen Ziele.



Abb. 17:  
Installation der Zuleitung

Als grobe Gliederung können folgende Elemente der betrieblichen Ausbildung definiert werden:

- Die Planung und Ausführung der elektrischen Energie- sowie Druckluftversorgung für die Aushebestation (s. Abb. 17).
- Die Montage der einzelnen mechanischen Elemente des Aushebers sowie die Durchführung der notwendigen Elektroinstallationsarbeiten in der Werkstatt.
- Die schrittweise Inbetriebnahme und Funktionskontrolle der mechanischen Funktionen und den dazu gehörenden Aktoren, Sensoren, Stellglieder etc.
- Das Einfahren der Aushebevorrichtung im verketteten Betrieb sowie in der Einzelbewegung und die damit verbundenen Optimierungen in der SPS.
- Der fachgerechte Aufbau des gesamten Systems beim Kunden einschließlich der Gesamteinbetriebnahme und Berücksichtigung spezieller Kundenwünsche.
- Die Einbindung / Erweiterung von zusätzlichen Funktionen zur Erhöhung der Prozesssicherheit der Anlage.
- Die Überarbeitung der technischen Dokumentationen und deren Archivierung.

## 5 Schulische Lernsituation

### 5.1 Übersicht

Lernsit.	Beschreibung der Lernsituation	Kompetenz	Inhalte	Medien
1.	Materialfluss in der Kurbelwellenproduktion zwischen AF20 und AF50 analysieren	Die Schülerinnen und Schüler erkennen die Bedeutung für den Geschäftsprozess und die Arbeitssicherheit, die sich durch eine Verbesserung des Materialflusses ergibt.	Materialfluss in verketteten Produktionsanlagen	Erkundung
2.	Aushebestation im Zusammenhang mit der Transportvorrichtung analysieren	Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten die technische Realisierung des Umsetzens von Leerpaletten mittels der Aushebestation.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verbale Beschreibung</li> <li>• Technologieschema</li> <li>• Weg-Schritt-Diagramm</li> </ul>	Film Fotos
3.	Entwicklung der Ablaufsteuerung	Die Schülerinnen und Schüler entwickeln eine Ablaufsteuerung für die Aushebestation. Sie arbeiten die ermittelten Bedingungen ein, so dass ein störungsfreier Materialfluss und ein frühzeitiges Entfernen von Leerpaletten gewährleistet ist.	Funktionsplan der Ablaufsteuerung ohne Berücksichtigung der Betriebsartenebene	
4.	Entwicklung des SPS-Programms	Die Schülerinnen und Schüler schreiben auf der Grundlage des Funktionsplanes das SPS-Programm. Details wie Abfrage „Bandzustand“ sind zu entwickeln.	SPS-Programm in AWL, FUP oder KOP	
5.	Analyse des Bedienfeldes. Beschreibung der Start/Stop-Bedingungen für die verschiedenen Betriebsarten	Die Schülerinnen und Schüler ergänzen die Ablaufsteuerung um die vorgegebenen Einschalttroutinen. Sie analysieren dazu die vorhandenen Schaltungsunterlagen.	Ergänzung der Betriebsartenebene	Stromlaufplan, Querweisliste, SPS-Programm

## 5.2 Beschreibung der Lernsituationen

### Lernsituation 1

Die Auszubildenden sollen sich vor Ort mit der betrieblichen Arbeitsaufgabe vertraut machen. Diese Erkundungsphase ist für die Auszubildenden, die nicht mit der Durchführung der Arbeiten konfrontiert sind, von besonderer Bedeutung. Die Eindrücke werden zwar durch Film- und Fotomaterialien der betreffenden Anlagenteile ergänzt, können aber die Erkundungsphase nicht ersetzen. Die Auswirkungen auf den Geschäftsprozess durch die vorzunehmende Anlagenerweiterung können sich für den Einzelnen erst aus der Kenntnis der realen Situation heraus erschließen. Die fünf Auszubildenden, die die Installation des Aushebers durchführen, kennen die Situation vor Ort bereits und informieren ihre Kollegen während der Erkundung.

Die Exkursion muss an einem Berufsschultag durchgeführt werden, da die Auszubildenden innerbetrieblich an unterschiedlichen Kostenstellen eingesetzt sind. Die Durchführung am Standort Salzgitter war von der planerischen Seite durch die engagierte Arbeit von beteiligten Ausbildern und Ausbildungsbeauftragten unproblematisch, sollte aber bei der Durchführung ähnlicher Projekte im zeitlichen Vorlauf berücksichtigt werden.

Die Erkundung wird durch wenige Leitfragen strukturiert, da die nicht an der Ausführung der betrieblichen Arbeiten beteiligten Auszubildenden keine Möglichkeit haben, sich fehlende Informationen vor Ort zu beschaffen. Die Auszubildenden kennen das Ideenblatt und sollen sich durch eine Analyse des Geschäftsprozesses die Problemlage vergegenwärtigen, um sich in der anschließenden Lernsituation darüber austauschen zu können und Lösungsstrategien zu entwickeln.

Der zweite Aspekt der Erkundung ist die technische Realisierung mittels einer Aushebestation für die Umsetzung von Leerpaletten. Hier ist für die weitere Bearbeitung des Projektes wichtig, dass der Ablauf beim Umsetzen von Leerpaletten vom Zuführband auf das Abführband erkannt wird. Die Auszubildenden sollen sich über den reinen Bewegungsablauf des Aushebers hinaus darüber informieren, wie sich dieser in den Materialfluss integrieren lässt, d. h. mit welcher Geschwindigkeit die Paletten transportiert werden und welche Zeit für die Entnahme der Leerpaletten bleibt. Um die steuerungstechnische Umsetzung planen zu können, ist darüber hinaus auf die erforderlichen Aktoren und Sensoren zu achten.

## Lernsituation 2

Die Auszubildenden haben am Berufsschultag der vorangegangenen Woche während einer Exkursion den Materialfluss in der Kurbelwellenfertigung an den Werkzeugmaschinen WZM 1... 3 analysiert und haben an anderer Stelle eine Aushebestation, die dort für das Zuführen von Werkstücken eingesetzt ist, in Betrieb gesehen. Damit die im Ideenblatt formulierte Verbesserung umgesetzt werden kann, sind die Schülerinnen und Schüler aufgefordert, sich in Kleingruppen von 3 bis 4 Personen das Problem zu vergegenwärtigen und Lösungsstrategien zu erarbeiten.

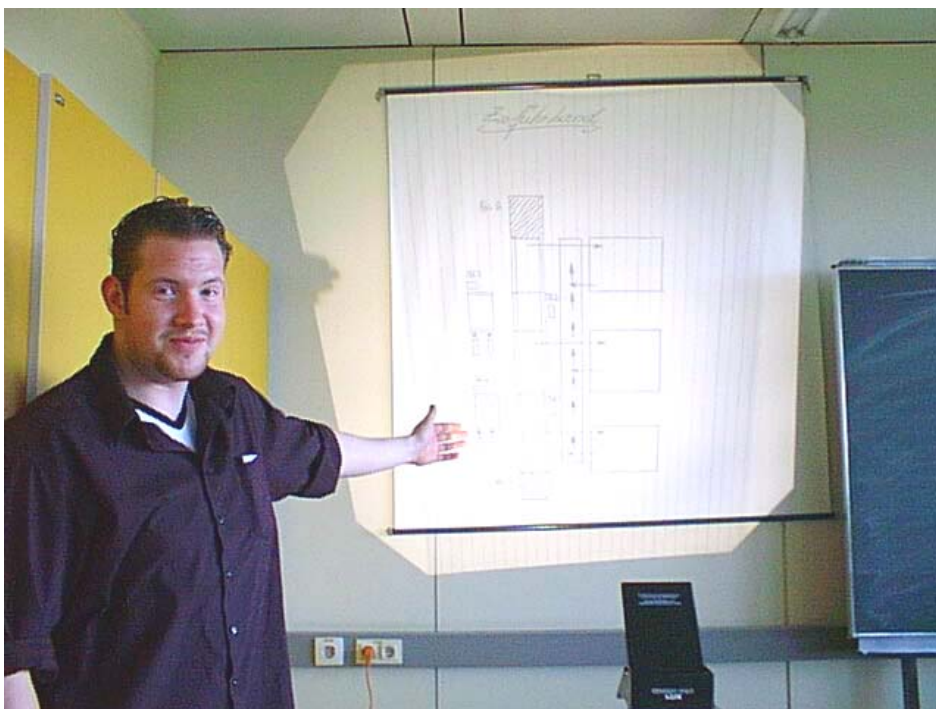


Abb. 18: Auszubildende stellen ihre Ergebnisse zum Umsetzen der Leerpaletten vor

Dabei werden Fragen diskutiert, die von alternativen Umsetzungsmöglichkeiten der Leerpaletten (s. Abb. 18) bis hin zur effektivsten Platzierung der Aushebestation im Transportband reichen.

Die Gruppen stellen ihre Ergebnisse vor und erarbeiten eine gemeinsame Planungsgrundlage für die Erweiterung der Transportanlage.

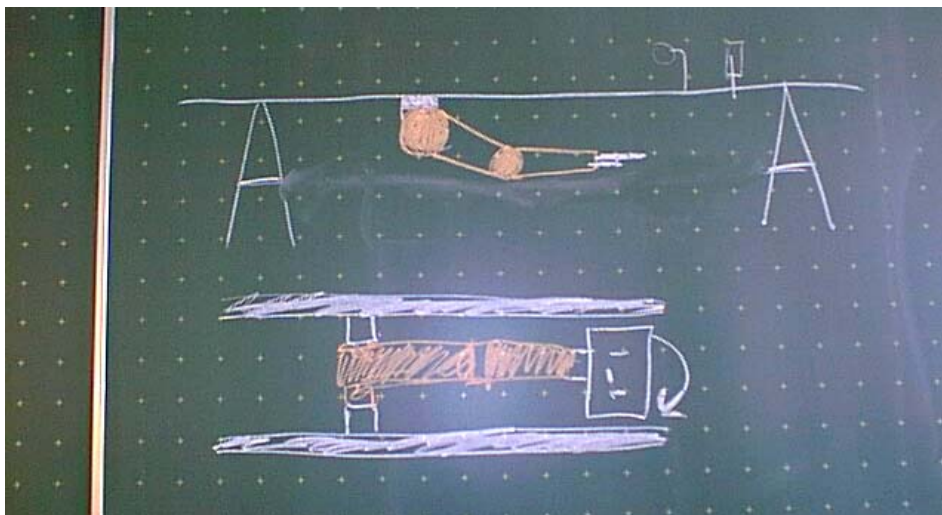


Abb. 19: Auszubildende fertigen Skizzen zur Erklärung des Aufbaus der Aushebestation an

Da die technische Realisierung in Form der Aushebestation vorgegeben ist, muss diese über die bei der Exkursion gewonnenen Eindrücke hinaus genauer untersucht werden. Diese Aufgabe übernehmen die fünf Auszubildenden, die im Betrieb das Projekt durchführen. Sie haben den Ausheber montiert und kennen die Aktoren sowie die Bewegungen, die die Aushebestation beim Umsetzen der Leerpaletten ausführen muss. Die Verfahrenswege werden anhand von sehr einfachen Skizzen erklärt, die den Ausheber noch auf dem Gestell aus Aluminiumprofilen in der Werkstatt zeigt. Dadurch reduzieren sich die Skizzen beinahe unbeabsichtigt auf das Wesentliche (s. Abb. 19 und 20). Die Auszubildenden, die nur in der Berufsschule am Projekt mitwirken, erhalten auf diese Weise für die weitere Arbeit ausreichende Informationen, gleichzeitig erkennen sie aber auch den begrenzten Kenntnisstand ihrer Kollegen, so dass eine gute Motivation für die weitere Arbeit gegeben ist.

Nach dieser Informationsphase muss die Aushebestation in das Transportband integriert werden. Neben dem reinen Bewegungsablauf der Station ist dabei zu berücksichtigen, dass nur Leerpaletten umgesetzt werden, dass es nicht zu Kollisionen auf dem Zu- und Abführband kommt und dass die Stopper die Paletten zeitlich richtig zum Aushebevorgang anhalten bzw. passieren lassen. Da diese Zusammenhänge sehr komplex sind, ihr Verstehen aber eine Voraussetzung für die zu entwickelnde Ablaufsteuerung ist, sollen die Auszubildenden im folgenden ein Technologieschema anfertigen, das die in das Transportband integrierte Aushebestation einschließlich aller Sensoren und Aktoren darstellt (s. Abb. 21). Diese sind im Laufe der Exkursion erkundet worden. Anschließend wird eine verbale Beschreibung des Aushebevorgangs angefertigt. Dadurch ist sichergestellt, dass alle Auszubildenden den kompletten Zusammenhang erfasst haben.



Abb. 20: Auszubildende fertigen Skizzen zur Erklärung der Funktion der Aushebestation an

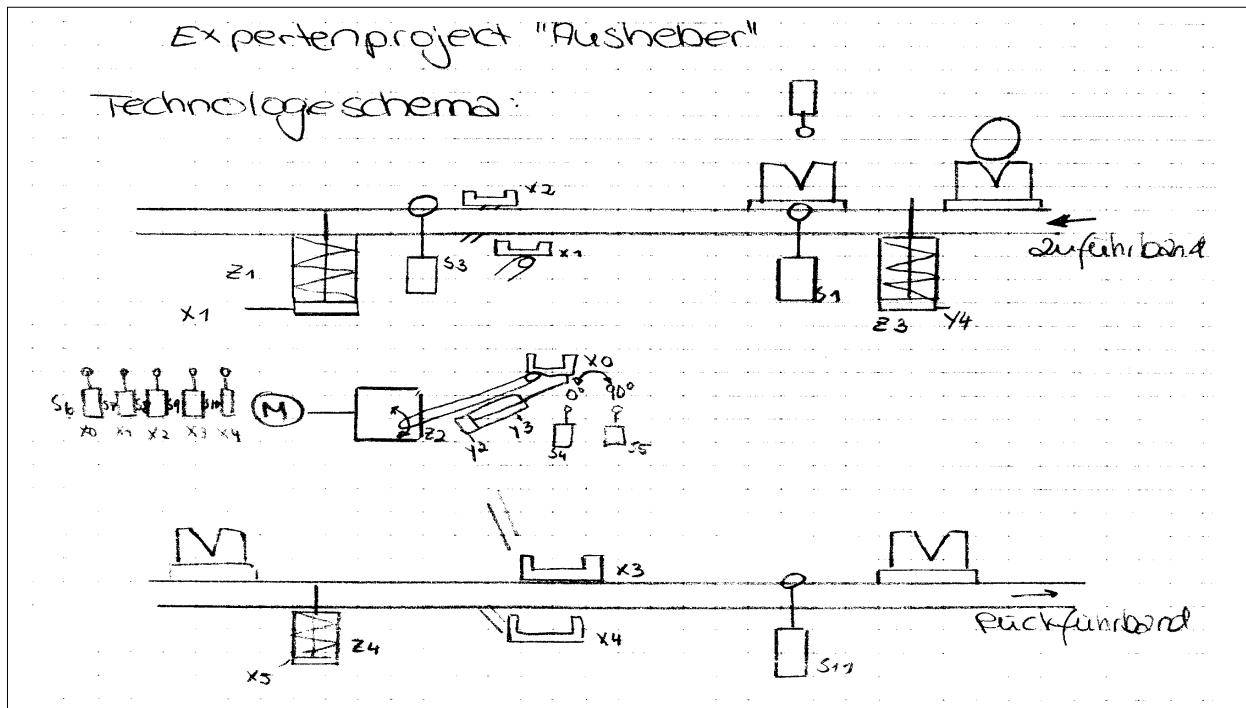


Abb. 21 Technologieschema der Aushebestation

Das zeitkritische Zusammenwirken der Komponenten im Steuerungsablauf wird dann in einem Weg-Schritt-Diagramm dargestellt. Da die Ablaufsteuerung der Aushebestation kaum Alternativen zulässt, lassen sich die Gruppenergebnisse nach einer Präsentation im Plenum zu einer gemeinsamen Lösung zusammenfassen. Die Gruppenergebnisse unterscheiden sich allerdings in der Ansteuerung der Stopper, die einerseits den zeitkritischen Anforderungen genügen muss, andererseits aber auch Einfluss auf die Effizienz des Materialtransportes hat. Die sich daraus ergebende Diskussion zeigt das Interesse der Auszubildenden, diesen Gestaltungsspielraum zu nutzen. Sie zeigt aber auch die Bereitschaft, einen für diese Aufgabe pragmatischen Konsens zu finden. Damit ergibt sich als Resultat dieser Lernsituation ein endgültiges Weg-Schritt-Diagramm, das bei der weiteren Bearbeitung als Grundlage dient. Diese gemeinsame Basis ist deshalb wichtig, weil die Auszubildenden nicht die Möglichkeit haben, ihre individuellen Programme an Modellen zu testen. Die im Weiteren zu entwickelnde Ablaufsteuerung führt dann zu Ergebnissen, die sich zwar in der Programmiersprache, in der Verwendung von Merkern oder Speichern, in geringem Maße auch im Ablauf etc. unterscheiden werden, die aber sehr ähnliche und damit vergleichbare Gruppenergebnisse hervorbringen. Diese lassen sich dann diskutieren und in zwei oder drei Varianten an der Aushebestation testen. Dadurch ließ sich für alle Auszubildenden eine hinreichende Motivation herstellen, die fünf direkt an der Umsetzung des Projektes beteiligten Kollegen zu unterstützen.

### Lernsituation 3

Die Auszubildenden fertigen auf der Grundlage des Weg-Schritt-Diagramms einen Funktionsplan (DIN 40719 T.6) für die Ablaufsteuerung des Aushebers an. Sie stützen sich dabei auf ihre Kenntnisse über zeit- und prozessgeführte Ablaufsteuerungen, die sie im Betrieb und in der Schule erworben haben. Bei der Entwicklung der Schrittkette werden noch Optimierungen im zeitlichen Ablauf der Ansteuerung der Stopper erkannt und in das Weg-Schritt-Diagramm eingearbeitet. Sicherheitsaspekte, wie die Überprüfung, dass es beim Umsetzen der Paletten nicht zu Kollisionen kommt werden zwar eingearbeitet, aber in der detaillierten Umsetzung noch nicht erforscht.

### Lernsituation 4

Jeder Auszubildende schreibt in einer der Programmiersprachen Anweisungsliste, Kontaktplan oder Funktionsplan das SPS-Programm. Alle haben neben der Möglichkeit der Wahl einer Programmiersprache auch die Wahl, die lineare Schrittkette mit Merkern oder Speichern programmtechnisch zu realisieren. Das Programm soll die Betriebsartenebene noch nicht enthalten, sondern lediglich den ungestörten Bewegungsablauf des Aushebers umfassen. Die programmtechnische Umsetzung des Funktionsplanes wird von allen Auszubildenden problemlos durchgeführt. Bei der steuerungstechnischen Erfassung des Bandzustandes über die entsprechenden Initiatoren treten allerdings Probleme auf. Diese werden wieder in den Kleingruppen behandelt, wobei lediglich zwei Gruppen zu brauchbaren Ergebnissen kommen. Diese Ergebnisse werden von den anderen Gruppen in das jeweilige Programm eingearbeitet. Das SPS Programm kann dann anhand einer Simulation mit der Software „TRYSIM“ von jedem überprüft werden. Danach setzen sich die Gruppen zusammen und entscheiden sich für eine gemeinsame Realisierung, da nicht jede individuelle Lösung an der Aushebestation getestet werden kann. Das Auffinden einer gemeinsamen Gruppenlösung ist möglich, da die Programmstrukturen ähnlich sind. Dadurch wird die Anzahl der Programme reduziert und die verbleibenden Programme lassen sich dann mit vertretbarem Aufwand vor Ort in die SPS des Aushebers überspielen und überprüfen.

### Lernsituation 5

Bei der Umsetzung des Projektes standen die direkt beteiligten Auszubildenden vor dem Problem, die Aushebestation in der Ausbildungswerkstatt mit simulierten Sensorabfragen in Betrieb nehmen zu müssen. Da sie zu diesem relativ frühen Zeitpunkt nicht in der Lage waren, ein selbst entwickeltes Programm aufzuspielen, entschieden sie sich dafür, ein fertiges Programm zu übernehmen. Dieses Programm musste um eine Sensorabfrage erweitert werden, um den Anforderungen für den beschriebenen Einsatz in der Kostenstelle zu genügen. Durch dieses praxisgerechte Vorgehen konnten die Steuerung getestet und die Arbeiten fortgesetzt werden. Das schlecht strukturierte, mittlerweile vielfach geänderte, z.T. fehlerhafte und unvollständig kommentierte Programm, mit einem im Ausdruck auf 45 Seiten angewachsenen Umfang, war allerdings für eine weitere Analyse im Unterricht nicht brauchbar.

Die Intention dieser Lernsituation ist es, die steuerungstechnisch wichtigen Erweiterungen in die Ablaufsteuerung zu integrieren, die in Lernsituation 3 entwickelt



wurde. Dies sind Bedingungen für NOT-AUS, Automatik- oder Einzelschrittbetrieb und Einrichtebetrieb. Die möglichen Betriebsarten und die Einschalt routine für die Aushebestation lassen sich anhand des Bedienfeldes darstellen. Diese Informationsaufgabe übernehmen die fünf Auszubildenden, die die praktischen Arbeiten ausführen. Die sicherheitstechnischen Anforderungen an den NOT-AUS-Kreis sowie das Zuschalten der Steuerspannung und der Startfreigabe sollen anhand der vorhandenen Schaltungsunterlagen des Aushebers untersucht werden. Die Auszubildenden bearbeiten in Gruppen die Stromlaufpläne der Steuerung. Die Analyse dieser sehr umfangreichen Unterlagen (26 Seiten) macht einigen Auszubildenden große Probleme und erfordert entsprechende Unterstützung durch Kollegen und Lehrer. Aus diesem Grund wird in den Gruppen nicht arbeitsteilig vorgegangen. Das Ziel der Analyse soll sein, herauszufinden, wie die Einschalt routine und der NOT-AUS-Kreis hardwaremäßig auf den Steuerungsablauf einwirken, um das Programm vervollständigen zu können. Der Start der Einschalt routine mit „Steuerspannung EIN“ ist über eine Schützsteuerung mit Selbsthaltung ausgeführt und als Bedingung im SPS-Programm abgefragt. Die „Startfreigabe“ geht über den Kontakt eines sich selbst überwachenden Sicherheitsschützes in die SPS. Im NOT-AUS-Kreis finden die Auszubildenden das erwähnte, sicherheitsrelevante Sicherheitsschütz, das entsprechend der Betriebsmittelvorschrift einzusetzen ist. Eine anschließende Zusammenfassung der NOT-AUS-Abschaltung erfolgt wegen der Bedeutung dieser Thematik lehrerzentriert für die gesamte Klasse. Hier wird auf die Bedeutung von selbstkontrollierenden Schaltmitteln eingegangen, auf galvanisch getrennte SPS-Ausgangskreise, Besonderheiten beim Wiederanlauf der Anlage, Hardwareverriegelungen etc.

Im Anschluss daran soll die Betriebsartenebene in den Funktionsplan eingearbeitet werden. Diese Erweiterung erfolgt wieder in Gruppenarbeit. Das SPS-Programm wird aus Zeitgründen nicht mehr geschrieben. Da eine Testphase mit dem Originalbedienteil nicht mehr durchgeführt werden kann, ist auch keine Motivation seitens der Auszubildenden mehr vorhanden, die routinemäßige Übertragung in eine Programmiersprache vorzunehmen. Die entscheidenden Aspekte, nämlich die Berücksichtigung verschiedener Betriebsarten in der Steuerung sowie die Auslegung eines NOT-AUS-Kreises konnten ausführlich unter Bezugnahme auf die Aushebestation behandelt werden.



## **Anhang**



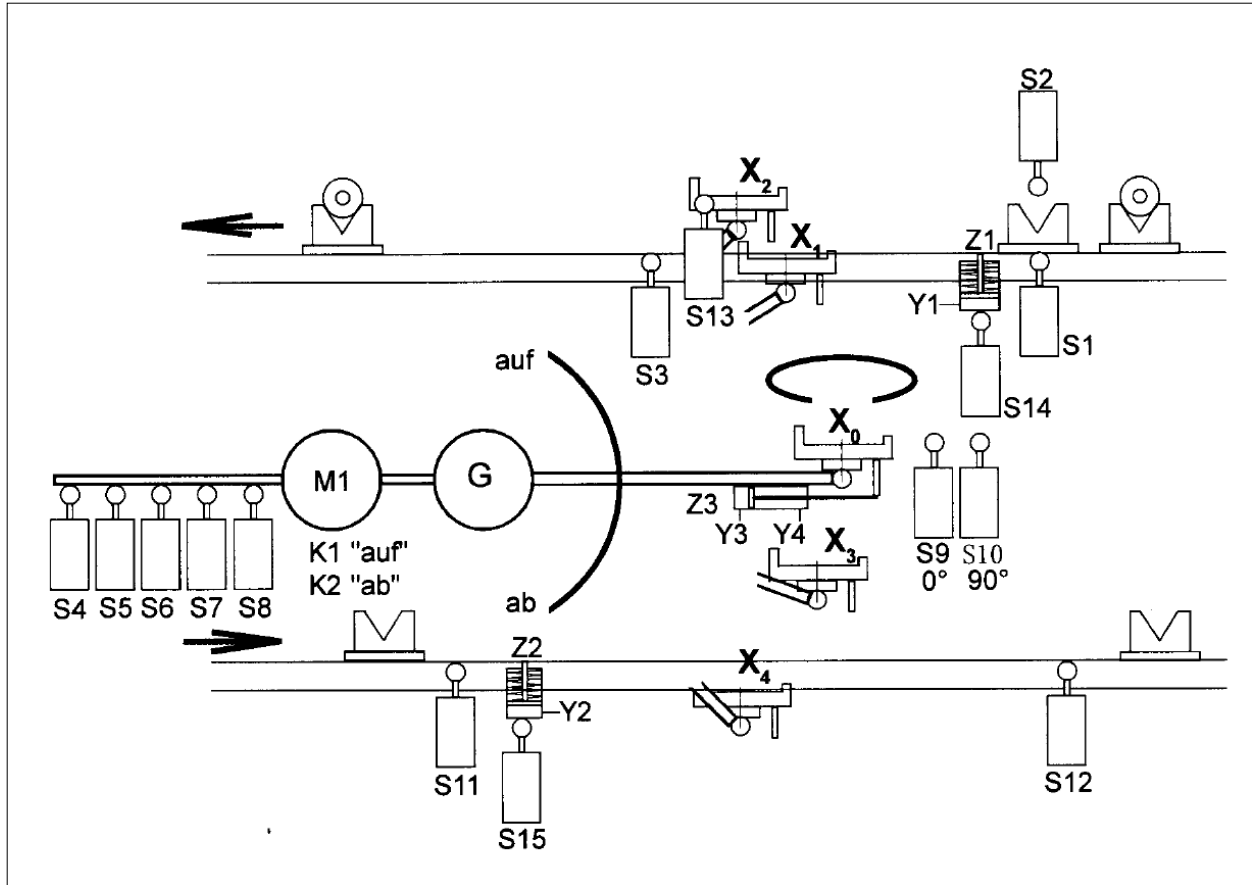
## Lernfelder 14 und 15 des Berufsbildungsplanes

Lernfeld 14 Lernbereich 4	<b>Optimieren von Produktionsabläufen</b>		<b>Zeit</b>
			Betrieb W. Schule Std.
<p>Optimierungen dienen z. B. der Verringerung von Taktzeiten oder der Beseitigung von Störungsursachen durch Programmänderungen an SPS- und/oder CNC-Komponenten (im Gegensatz zur reinen Instandsetzungsarbeit, die durch die Störungsbehebung auf die möglichst schnelle Wiederherstellung der Betriebsbereitschaft abzielt). Die Dokumentation der Änderungen (z. B. von Steuerungsprogrammen) ist wichtiger Bestandteil der Arbeit.</p> <p>Art und Umfang der anfallenden Arbeiten sind von den am Standort eingesetzten Verfahren und Werkzeugen abhängig (SPS- und CNC-Komponenten, Robotersteuerungen u. ä.) und entsprechend vielfältig. Dem Informationsaustausch zwischen Instandhalter und Anlagenführer kommt besondere Bedeutung zu.</p>			
<b>Bildungs- und Qualifizierungsziele an den Lernorten</b>			
<b>Betrieb</b>		<b>Schule</b>	
<p>Die Auszubildenden</p> <p>optimieren Steuerungsprogramme (SPS, CNC) im Kontext betrieblicher Gestaltungsanforderungen. Sie nutzen Theorie- und Erfahrungswissen aus vorangegangenen Lernfeldern.</p> <p>Die Auszubildenden analysieren gemeinsam alltägliche Problemfälle und entwickeln hierfür Lösungsstrategien. Sie erkennen und diskutieren Gestaltungsspielräume zur betrieblichen Organisationsentwicklung.</p>		<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <p>kennen und nutzen Werkzeuge zur Optimierung von Produktionsabläufen. Sie entwickeln - ausgehend von einer Problemstellung - mögliche Lösungsstrategien.</p> <p>Sie präsentieren ihre Lösungsstrategien, moderieren die Prozesse in Arbeitsgruppen und vertiefen ihr Wissen sowie fachliche und organisatorische Zusammenhänge.</p>	
<b>Inhalte von Arbeit und Lernen</b>			
<b>Gegenstände</b>	<b>Werkzeuge</b>	<b>Anforderungen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Optimierungsauftrag</li> <li>• Die zu optimierende Anlage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SPS-, CNC-Steuerungen</li> <li>• Maschinen- und Anlagendokumentation</li> <li>• Fertigungspläne, Technische Zeichnungen</li> <li>• Betriebsanweisungen, Verbesserungsvorschläge</li> </ul> <p><b>Methoden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktionsanweisungen</li> <li>• Ändern von Programmen und Maschinen nach Gebrauchswert (SPS, CNC)</li> <li>• Verfahren zuverlässiger Umgestaltung von Maschinen/Anlagen</li> <li>• Transparente Dokumentation der Optimierungen</li> <li>• Qualifizierte Gesprächsführung</li> </ul> <p><b>Organisation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auftragsdisposition</li> <li>• Organisatorische Rahmenbedingungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunikations- und Teamfähigkeit</li> <li>• Schnelles Erfassen eines Auftrages</li> <li>• Sicheres Verändern von Programmen, Parametern und Einstellanweisungen</li> <li>• Nutzen von Erfahrungswissen</li> <li>• Gebrauchswerteigenschaften der Optimierung</li> <li>• Änderungsdokumentation</li> </ul>	

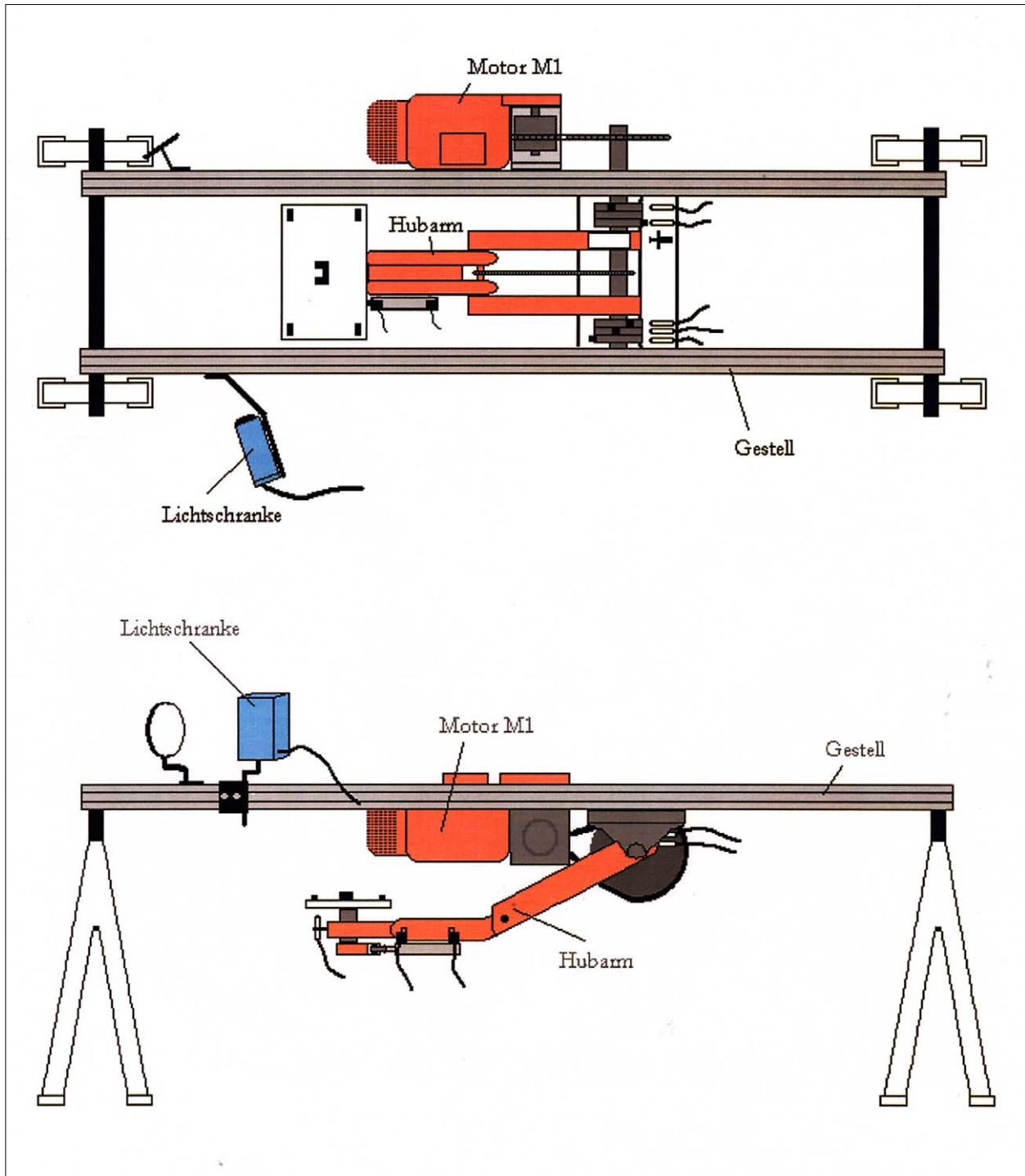
<b>Lernfeld 15</b> <b>Lernbereich 4</b>	<b>Ändern, Neuaufbauen und Überholen von Produktions- anlagen</b>	<b>Zeit</b> Betrieb W. Schule Std.
Beim Neuaufbau von Produktionsanlagen – auch wenn dies durch Fremdfirmen durchgeführt wird – werden i. d. R. betriebseigene Instandhalter mit eingesetzt, die dadurch für die Instandhaltung erforderliches Wissen erwerben. Zudem können sie aufgrund ihres Fachwissens Maßnahmen vorschlagen, die bei zukünftig anfallenden Arbeiten wie Wartung, vorbeugende Instandhaltung und Instandsetzung die Einhaltung der Qualitäts-, Kosten- und Terminvorgaben besser gewährleisten können. Weiterhin beinhaltet die Arbeitsaufgabe die Überprüfung und Abnahme der Anlagen.		
<b>Bildungs- und Qualifizierungsziele an den Lernorten</b>		
<b>Betrieb</b> Die Auszubildenden gestalten eigenverantwortlich den Neuaufbau/die Änderung einer Produktionsanlage unter Berücksichtigung der geforderten betrieblichen Rahmenparameter. Sie stellen die Betriebsbereitschaft entsprechend der Aufgabenstellung selbständig her, bzw. beteiligen sich daran. Die Auszubildenden präsentieren und reflektieren die geleisteten Tätigkeiten im Team und zeigen dabei mögliche Gestaltungsspielräume.	<b>Schule</b> Die Schülerinnen und Schüler reflektieren Methoden und Werkzeuge, die ein qualifiziertes Aufbauen/Ändern von Produktionsanlagen ermöglichen. Sie analysieren dabei besonders Gestaltungsspielräume, die den Gebrauchswert einer Maschine/Anlage beeinflussen. Die Schülerinnen und Schüler vertiefen ihr bisher erworbenes Wissen, um technische und organisatorische Innovationen mitzuentwickeln.	
<b>Inhalte von Arbeit und Lernen</b>		
<b>Gegenstände</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Gestaltung einer Maschine/Anlage unter Gebrauchswertaspekten</li> <li>• Die Neuinstallation/Änderung einer Maschine/Anlage</li> <li>• Die Abnahme einer neuen/geänderten Anlage</li> </ul>	<b>Werkzeuge</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hallen- und Maschinenlayout</li> <li>• Installations- und Schaltpläne, Anlagendokumentationen</li> <li>• Maschinenpläne</li> <li>• Abnahmeprotokolle</li> </ul> <b>Methoden</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesprächsführung</li> <li>• Erstinbetriebnahmekonzepte</li> <li>• Qualitätsmanagement</li> <li>• Professionelle Dokumentation</li> <li>• Qualifizierte Abnahme einer Maschine/Anlage</li> </ul> <b>Organisation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitsplatzgestaltung und -ausstattung</li> <li>• Organisation der Auftragsdurchführung</li> <li>• Verfügbarkeit der neuen Maschine/Anlagenteile</li> <li>• Arbeitsorganisation: Ver- und Entsorgung</li> </ul>	<b>Anforderungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Professionelles Auftragsmanagement</li> <li>• Fach- und sachgerechte Anlagendokumentation</li> <li>• Qualitäts- und kostenbewusstes Arbeitsergebnis</li> <li>• Qualifiziertes Inbetriebnehmen einer neuen Maschine/Anlage</li> <li>• Selbständige Kontrolle und Reflektion der geleisteten Arbeit an der Maschine/Anlage</li> <li>• Kontrolle von Arbeitsschutz und Sicherheit an der Anlage</li> <li>• Sichere Erstinbetriebnahme</li> </ul>

### Technologieschema der Anlage

### In Lernsituation 2 entwickeltes Technologieschema



### Technologieschema aus der Projektdokumentation der Auszubildenden





### Weg-Schritt-Diagramm der Steuerung

