

## **Materialien**

### **Werkzeugmechaniker Werkzeugmechanikerin**

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.

Autoren dieser Materialien:

Rudolf Werner

Horst Wagner

Bernhard Weiser

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

# Inhaltsverzeichnis

## Teil I – Anfängerprojekt:

### Konzeption und Fertigung einer Bohrvorrichtung

<b>1</b>	<b>Beschreibung der betrieblichen Aufgabe</b>	<b>I – 3</b>
1.1	Art und Umfang der Arbeiten	I – 3
1.2	Einbindung in die Geschäfts- und Arbeitsprozesse	I – 4
1.3	Ressourcen	I – 4
<b>2</b>	<b>Einordnung in das GAB-Curriculum</b>	<b>I – 4</b>
2.1	Bezug der betrieblichen Aufgabe zum Lernbereich	I – 4
2.2	Bestimmung der Bildungs- und Qualifizierungsziele für die betriebliche Aufgabe	I – 5
2.3	Abgleich mit den Zielen des Lernfeldes (im Berufsbildungsplan)	I – 5
2.3.1	Betriebliche Bildungs- und Qualifizierungsziele	I – 5
2.3.2	Schulische Bildungs- und Qualifizierungsziele	I – 5
2.4	Schnittstellen zu anderen Lernfeldern	I – 6
2.5	Gestaltungspotenzial der betrieblichen Aufgabe	I – 6
<b>3</b>	<b>Dual-kooperative Ausbildungsplanung</b>	<b>I – 6</b>
3.1	Inhalte von Arbeiten und Lernen in der betrieblichen Aufgabe	I – 6
3.1.1	Arbeitsgegenstände	I – 6
3.1.2	Werkzeuge, Methoden und Organisation	I – 7
3.1.3	Anforderungen an Facharbeit und Technik	I – 7
3.2	Struktur der Aufgabenbearbeitung	I – 7
3.3	Planung und Abstimmung der Ausbildungsorte und -zeiten	I – 8
<b>4</b>	<b>Betriebliche Ausbildungselemente</b>	<b>I – 9</b>
<b>5</b>	<b>Schulische Lernsituation</b>	<b>I – 10</b>
5.1	Übersicht	I – 10
5.2	Beschreibung der Lernsituation	I – 11
<b>Anhang</b>		
	Fertigung von Bauteilen	I – A1
	Produktion und Qualitätskontrolle von Nutzteilen	I – A2
	Montage/Demontage von Werkzeugen und Vorrichtungen	I – A3
	Herstellung einfacher mechanischer Systeme	I – A4
	Einfache Produktionsmittel des Werkzeug- und Vorrichtungsbaus	I – A5
	Instandhaltung und Wartung von Systemen	I – A6
	Aufgaben	I – A7
	Planung der Unterrichtsstruktur	I – A10

**Teil II – Fortgeschrittenenprojekt:  
Fertigung eines Formeinsatzes für eine Spritzgießform**

<b>1</b>	<b>Beschreibung der betrieblichen Aufgabe</b>	<b>II – 3</b>
1.1	Art und Umfang der Arbeiten	II – 3
1.2	Einbindung in die Geschäfts- und Arbeitsprozesse	II – 3
1.3	Ressourcen	II – 4
<b>2</b>	<b>Einordnung in das GAB-Curriculum</b>	<b>II – 5</b>
2.1	Bezug der betrieblichen Aufgabe zum Lernbereich	II – 5
2.2	Bestimmung der Bildungs- und Qualifizierungsziele für die betriebliche Aufgabe	II – 5
2.3	Abgleich mit den Zielen im Lernfeld (im Berufsbildungsplan)	II – 5
2.3.1	Betriebliche Bildungs- und Qualifizierungsziele	II – 5
2.3.2	Schulische Bildungs- und Qualifizierungsziele	II – 6
2.4	Schnittstellen zu anderen Lernfeldern	II – 7
2.5	Gestaltungspotenzial der betrieblichen Aufgabe	II – 8
<b>3</b>	<b>Dual-kooperative Ausbildungsplanung</b>	<b>II – 8</b>
3.1	Inhalte von Arbeiten und Lernen in der betrieblichen Aufgabe	II – 8
3.1.1	Arbeitsgegenstände	II – 8
3.1.2	Werkzeuge, Methoden und Organisation	II – 8
3.1.3	Anforderungen an Facharbeit und Technik	II – 9
3.2	Struktur der Aufgabenbearbeitung	II – 9
3.3	Planung und Abstimmung der Ausbildungsorte und -zeiten	II – 10
<b>4</b>	<b>Übersicht der betrieblichen Ausbildungselemente</b>	<b>II – 11</b>
<b>5</b>	<b>Schulische Lernsituationen</b>	<b>II – 12</b>
5.1	Übersicht	II – 12
5.2	Beschreibung der Lernsituationen	II – 14
	Literatur	II – 16
<b>Anhang</b>		
	Entwurf Spannvorrichtung	II – A1
	Bedienen und Überwachen von Fertigungsanlagen	II – A3
	Grundsätzlicher Aufbau einer Werkzeugmaschine	II – A7
	Fräswerkzeuge	II – A9
	Fräswerkzeuge und Verschleiß	II – A10
	Schnittwertoptimierung	II – A11
	Spannen des Werkstücks	II – A12
	Kühlschmierstoff	II – A13

## **Teil III – Expertenprojekt:**

### **Instandhaltung von Verbundwerkzeugen**

<b>1</b>	<b>Beschreibung der betrieblichen Aufgabe</b>	<b>III – 3</b>
1.1	Art und Umfang der Arbeiten	III – 3
1.2	Einbindung in die Geschäfts- und Arbeitsprozesse	III – 4
1.3	Ressourcen	III – 4
<b>2</b>	<b>Einordnung in das GAB-Curriculum</b>	<b>III – 4</b>
2.1	Bezug der betrieblichen Aufgabe zum Lernbereich	III – 4
2.2	Bestimmung der Bildungs- und Qualifizierungsziele für die betriebliche Aufgabe	III – 5
2.3.	Abgleich mit den Zielen im Lernfeld (im Berufsbildungsplan)	III – 5
2.3.1	Betriebliche Bildungs- und Qualifizierungsziele	III – 5
2.3.2	Schulische Bildungs- und Qualifizierungsziele	III – 6
2.4	Schnittstellen zu anderen Lernfeldern	III – 6
2.5	Gestaltungspotenzial der betrieblichen Aufgabe	III – 6
<b>3</b>	<b>Dual-kooperative Ausbildungsplanung</b>	<b>III – 7</b>
3.1	Inhalte von Arbeiten und Lernen in der betrieblichen Aufgabe	III – 7
3.1.1	Arbeitsgegenstände	III – 7
3.1.2	Werkzeuge, Methoden und Organisation	III – 7
3.1.3	Anforderungen an Facharbeit und Technik	III – 7
3.2	Struktur der Aufgabenbearbeitung	III – 8
3.3	Planung und Abstimmung der Ausbildungsorte und -zeiten	III – 9
<b>4</b>	<b>Betriebliche Ausbildungselemente</b>	<b>III – 9</b>
<b>5</b>	<b>Schulische Lernsituationen</b>	<b>III – 10</b>
5.1	Übersicht	III – 10
5.2	Beschreibung einer Lernsituation	III – 11
<b>Anhang</b>		
	Vorbeugende Instandhaltung und Wartung von Werkzeugen und Vorrichtungen	III – A1
	Instandsetzung defekter Bauteile an Werkzeugen und Vorrichtungen	III – A2
	Fein- und Nachbearbeitung von Oberflächen (konturgebenden Formflächen)	III – A3
	Fehleranalyse an Werkzeugen und Vorrichtungen	III – A4
	Checkprotokoll Werkzeuge	III – A6
	Checkprotokoll Platinenschnitte	III – A7
	Werkzeug-Begleitkarte	III – A8
	Beleg Arbeitsvorbereitung	III – A9
	Prüfanweisung	III – A10
	Prüfaufzeichnung	III – A11
	Fehleranalyse am Nutzteil	III – A13
	Übersicht Instandhaltung	III – A14



# **Werkzeugmechaniker Werkzeugmechanikerin**

Teil I – Anfängerprojekt

**Konzeption und Fertigung  
einer Bohrvorrichtung**

Rudolf Werner

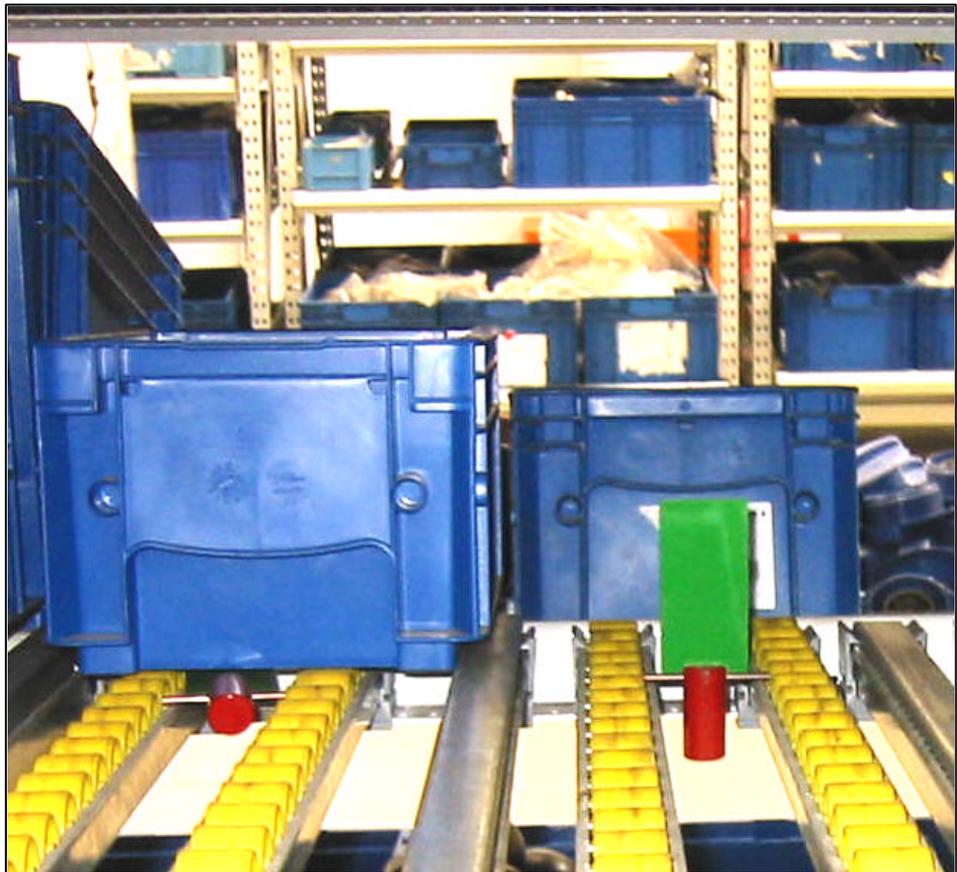


# 1 Beschreibung der betrieblichen Aufgabe

## 1.1 Art und Umfang der Arbeiten

Im Volkswagenwerk Hannover werden jährlich mehrere hundert Stück Regal-Füllstandsanzeiger benötigt. Diese Artikel werden in Regalen benötigt, in denen sich auf Röllchenbahnen Kästen mit Montageteilen befinden.

Die Anzeiger zeigen dem Bediener dieser Regale durch ihre jeweilige Stellung optisch an, dass der Vorrat an Kästen weitestgehend abgearbeitet ist. Dann müssen neue Kästen aufgefüllt werden, damit es zu keiner Störung im Montagebetrieb kommt.



Für das Einzelteil Bolzen des Anzeigers sollen die Auszubildenden eine Bohrvorrichtung konzipieren, in der zylindrische Werkstücke gespannt und quer zur Längsrichtung gebohrt werden können. Bei der Konstruktion ist darauf zu achten, dass sowohl der Durchmesser als auch die Länge der Werkstücke in unterschiedlichen Größen auftreten, um den Einsatz der Vorrichtung auf ähnliche Rundlinge zu ermöglichen.

Der Umfang der Arbeiten umfasst die Planung, die Konstruktion und die Fertigung der Bohrvorrichtung.

## 1.2 Einbindung in den Geschäfts- und Arbeitsprozess

Der Auftrag an die Coaching GmbH zur Bereitstellung von Regal-Füllstandsanzeigern wird durch die Abteilung Fertigmontage (Planung) erteilt. Weil die Anzeiger im täglichen Mehrschichtbetrieb ständigen Beanspruchungen unterliegen, muss stets ein Austausch von defekten oder nicht mehr vorhandenen Anzeigern ermöglicht werden können.

Um dieser wiederkehrenden Aufgabe fertigungstechnisch gerecht zu werden, ist der Bau einer Bohrvorrichtung notwendig. Die Bohrung im Anzeiger kann nur mit Hilfe einer Bohrvorrichtung wirtschaftlich und lagegenau hergestellt werden. Ferner wird durch die Verwendung einer Bohrbuchse das Werkzeug geführt und kann an der Rundung des Bolzens nicht verlaufen.

## 1.3 Ressourcen

Das Anfänger-Projekt wird in der Lehrwerkstatt der Werkzeugmechaniker in der Fachrichtung Stanz- und Umformtechnik von 30 Auszubildenden sowie einer Ausbilderin und zwei Ausbildern durchgeführt. Die vorgesehene betriebliche Ausbildungszeit für diesen Auftrag beträgt ca. 4 Monate.

Ausgestattet ist die Lehrwerkstatt mit konventionellen Dreh-, Fräs-, Bohr- und Flachsleifmaschinen sowie Standardwerkzeugen. Mit dieser Ausstattung wird ermöglicht, dass das Projekt komplett in der Lehrwerkstatt gefertigt werden kann.

# 2 Einordnung in das GAB-Curriculum

## 2.1 Bezug der betrieblichen Aufgabe zum Lernbereich

Im Berufsbildungsplan für den Werkzeugmechaniker/die Werkzeugmechanikerin sind dem Lernbereich 1 (Orientierungs- und Überblickswissen) die Lernfelder 1: Fertigung von Bauteilen, 2: Produktion und Qualitätskontrolle von Nutzteilen, 3: Montage / Demontage von Werkzeugen und Vorrichtungen und 4: Vorbeugende Instandhaltung und Wartung von Werkzeugen und Vorrichtungen zugeordnet.

Die Kernaufgabe des Werkzeugmechanikers/der Werkzeugmechanikerin ist die Fertigung von Werkzeugen und Vorrichtungen in ihrer Gesamtheit als auch in Teilbereichen. Dabei erfolgt die Fertigung von Bauteilen mit verschiedenen Fertigungsverfahren in manueller als auch in maschineller bzw. automatisierter Art.

Die Auszubildenden lernen in der ersten Hälfte des ersten Ausbildungsjahres die grundlegenden Fertigkeiten für die Herstellung von Bauteilen einer Bohrvorrichtung. Dies geschieht mit Hilfe von erstellten Zeichnungen, Skizzen oder Plänen, die im Berufsschulunterricht erarbeitet werden und im Betrieb zur Verfügung stehen. Die Überschaubarkeit der Arbeitsaufgabe sollte in dieser Phase der Ausbildung gewährleistet sein.

Die am einzelnen Bauteil, an der Baugruppe oder an der erstellten Vorrichtung anfallenden Fertigungs- und Funktionsprüfungen werden gezielt durchgeführt.

Nach der Fertigung sehen die Auszubildenden den Einsatz der Vorrichtung im Geschäfts- und Arbeitsprozess und erkennen, dass sie schon im frühen Stadium ihrer Ausbildung facharbeitspezifische Tätigkeiten verrichten können. Außerdem er-

werben sie einen ersten Überblick über die Facharbeit des Werkzeugmechanikers/der Werkzeugmechanikerin.

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

Die Schülerinnen und Schüler nehmen einen betrieblichen Arbeitsauftrag entgegen. Dazu beschaffen sie sich selbstständig die erforderlichen Informationen zur fachgerechten Durchführung.

Bei der Fertigung von Bauteilen und Baugruppen lernen sie die manuellen und maschinellen Fertigungsverfahren kennen, sie zu bewerten und wirtschaftlich umzusetzen.

Die gefertigten Bauteile werden von den Auszubildenden zu Baugruppen und zur kompletten Bohrvorrichtung montiert. Sie stellen Fügeverbindungen her und prüfen die Funktion, die Maß- und Lagetoleranzen gefügter Bauteile.

Die mit der Bohrvorrichtung gefertigten Nutzteile werden einer Qualitätskontrolle unterzogen, ob die Anforderungen an die Nutzteile erfüllt wurden. Diese Ergebnisse werden in Prüfprotokollen dokumentiert.

Der betriebliche Arbeitsauftrag ist mit der Übergabe der gefertigten Füllstandsanzeiger an den Auftraggeber abgeschlossen.

## **2.3 Abgleich mit den Zielen im Lernfeld (im Berufsbildungsplan)**

### **2.3.1 Betriebliche Bildungs- und Qualifizierungsziele**

Die Auszubildenden nehmen Aufträge für das Fertigen von Einzelteilen und Baugruppen entgegen. Sie setzen den Auftrag anhand von technischen Unterlagen oder Modellen in eine Arbeitsplanung um, die die Kosten und die Fertigungszeiten berücksichtigt. Sie unterscheiden Werk- und Hilfsstoffe und beurteilen diese im Hinblick auf die Fertigung.

Die für das fachgerechte Herstellen notwendigen manuellen und maschinellen Fertigungsverfahren wenden sie auftragsgemäß an. Abschließend führen sie eine Funktions- und Qualitätskontrolle des Auftrages mit den üblichen Prüf- und Messmitteln durch. Sie beachten die Bestimmungen zum Umweltschutz sowie die entsprechenden Unfallverhütungsvorschriften.

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

Die Schülerinnen und Schüler lesen, erstellen bzw. ändern technische Unterlagen für die Fertigung von Einzelteilen und Baugruppen. Sie beherrschen die theoretischen Grundlagen der für den Arbeitsauftrag in Frage kommenden Technologien. Dafür wählen sie die erforderlichen Werkstoffe, Werkzeuge, Halbzeuge und Normteile aus, legen die Arbeitsorganisation für die Fertigung fest, beschaffen sich die notwendigen technologischen Daten und vergegenwärtigen sich die Herstellungskosten.

Die Schülerinnen und Schüler erstellen Prüfpläne für die gefertigten Einzelteile und Baugruppen, wählen Prüfmittel aus und interpretieren Prüfprotokolle. Die Lösun-

gen/Ergebnisse der Fertigungs- und Prüfpläne werden von den Schülern bewertet, um Verbesserungsvorschläge zu entwickeln.

## **2.4 Schnittstellen zu anderen Lernfeldern**

Während sich die Auszubildenden bei der Bewältigung des Arbeitsauftrages hauptsächlich im Lernfeld 1 und 2 befinden, erarbeiten sie auch Lernziele aus dem Lernfeld 3, z.B. die Montage bzw. Demontage von Vorrichtungen.

Die Auszubildenden erwerben Kenntnisse über die Produktion von Artikeln (Nutzteilen) und den Einsatz von Werkzeugen. Aus den erworbenen grundlegenden Fachbegriffen und Formulierungen soll untereinander und mit anderen Facharbeitern/Facharbeiterinnen in den Arbeitsprozessen kommuniziert werden können.

Das im Berufsbildungsplan genannte Lernfeld 4 hat zu diesem Zeitpunkt der Ausbildung nur geringe Bedeutung.

## **2.5 Gestaltungspotenzial der betrieblichen Aufgabe**

Die Fertigung der Bohrvorrichtung ist eine offene betriebliche Arbeitsaufgabe. Die Auszubildenden können bei der Gestaltung ihre kreativen Gedanken einfließen lassen. Sie konzipieren, planen und fertigen die Einzelteile der Bohrvorrichtung unter Verwendung von Normteilen. Die Schülerinnen und Schüler müssen Entscheidungen treffen hinsichtlich der Fertigungsverfahren, der Werkzeugauswahl und der Schnittparameter.

Der Auftrag sollte in Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit bearbeitet werden. Es werden sich mehrere Alternativen für die Gestaltung der Bohrvorrichtung ergeben. Anhand dieser Vorlagen wird durch einen Kriterienkatalog eine Bewertung und Entscheidung durch die Auszubildenden vorgenommen, welche Vorrichtung die Zustimmung aller Beteiligten erhält und zur Ausführung kommt.

# **3 Dual-kooperative Ausbildungsplanung**

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

### **3.1.1 Arbeitsgegenstände**

Der Arbeitsgegenstand ist die Fertigung einer Bohrvorrichtung anhand des konkreten Arbeitsauftrags. Die Auszubildenden fertigen einzelne Bauteile mit konventionellen Fertigungsverfahren an, nehmen die Qualitätskontrolle dieser Einzelteile vor und führen nach der Montage derselben eine Funktionsprüfung der Baugruppen durch. Sie produzieren mit der erstellten Vorrichtung Nutzteile und kontrollieren die Qualität.

Bei der betrieblichen Umsetzung werden die Arbeitssicherheit, die Unfallverhütungsvorschriften und die Belange des Umweltschutzes beachtet.

Die schulischen Arbeitsaufgaben beziehen sich im Wesentlichen auf die Vermittlung von Grundlagen insbesondere im Bereich Zeichnungslesen, der Darstellung von Einzelteilen in drei Ansichten, die Erstellung einer Gesamtzeichnung und einer Stückliste für die Bohrvorrichtung, das Erstellen von Skizzen sowie die Verwendung von Normalien im Vorrichtungsbau.

Anhand von vorgelegten Bohrvorrichtungen nehmen die Schülerinnen und Schüler eine Funktionsbeschreibung vor und präsentieren diese Erkenntnisse im Hinblick auf die neue Situation. Zur Bearbeitung stehen Toleranzen und Passungen, das Fügen durch Verstiften und Verschrauben und erforderliche Kraftberechnungen beim Spannen der Werkstücke im Mittelpunkt.

### **3.1.2 Werkzeuge, Methoden und Organisation**

Betrieblicherseits stehen zur Realisierung des Arbeitsauftrages Technische Zeichnungen, Stücklisten, Arbeitspläne und Skizzen zur Verfügung. Die Fertigung erfolgt an spanenden Werkzeugmaschinen mit Standardwerkzeugen und gegebenenfalls mit Spezialwerkzeugen. Die Prüfung der fertigen Bauteile wird mit den üblichen Mess- und Prüfmitteln vorgenommen.

Zur Auftragsdisposition gehören neben Maschinenbelegungsplänen für die maschinellen Verfahren, die Bestimmung der Fertigungsdaten mit Hilfe von Tabellen, Diagrammen und Handbüchern auch die Festlegung der Arbeiten durch manuelle Verfahren.

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

In der praktischen Ausbildung im Betrieb stehen die prozessorientierte Annahme eines Auftrages, die Organisation zur Bewältigung und die Umsetzung selbst im Vordergrund. Die Auszubildenden müssen dabei auf die Terminierung achten, die Regeln der Arbeits-, Gesundheits- und Unfallverhütungsvorschriften einhalten sowie ökologische Aspekte und Umweltschutzbestimmungen berücksichtigen.

In der Schule sollen die Schülerinnen und Schüler den Arbeitsauftrag untersuchen, die technischen Unterlagen bereitstellen, notwendige Fertigungsverfahren kennenlernen und erforderliche Berechnungen an der gestellten Aufgabe durchführen.

## **3.2 Struktur der Aufgabenbearbeitung**

Am Beginn des Auftrages „Konzeption und Fertigung einer Bohrvorrichtung“ wird den Auszubildenden durch die Ausbilder die Zielsetzung erläutert.

Die Auszubildenden informieren sich über den Arbeitsauftrag. Sie analysieren anhand des konkreten Auftrages die Anforderungen an eine Bohrvorrichtung. Sie beschaffen sich alle notwendigen Unterlagen zur Durchführung des Auftrages.

Sie legen die notwendigen Fertigungsschritte durch Arbeitspläne fest. Sie planen und bestellen die erforderlichen Halbzeuge, Hilfsstoffe und Normteile. Sie legen die notwendigen Fertigungsschritte durch Arbeitspläne fest. Die Montage der Einzelteile wird anhand der Gesamtzeichnung vorgenommen. Um mit der Vorrichtung störungsfrei und sicher arbeiten zu können, wird eine Funktionsbeschreibung unter Beachtung der Unfallverhütungsvorschriften erstellt.

Die verschiedenen Varianten an Vorschlägen werden von den Auszubildenden durch eine Matrix bewertet. Dabei könnten die Faktoren „Funktionalität“, „Kosten“, „Zeit“, „Handhabung“ usw. durch Vergabe von Punkten (z. B. 1 = sehr gut ... 5 = mangelhaft) berücksichtigt werden.

Lösung	Funktionalität	Kosten	Zeit	Handhabung	Summe
A					
B	1	3	1	4	9
C					
D					
X					

Die gefundene Lösung wird mit allen Beteiligten ausgewertet.

Nach Fertigstellung aller Einzelteile wird der Zusammenbau anhand der Gesamtzeichnung vorgenommen und die Funktionsprüfung am konkreten Beispiel durchgeführt.

Die Arbeitsergebnisse, die mit Hilfe der Bohrvorrichtung erzielt werden, werden in einem Protokoll festgehalten, ausgewertet und dokumentiert. Die Bewertung der Fertigung der ausgewählten Bohrvorrichtung kann u.a. durch nachfolgend aufgeführte Kriterien vorgenommen werden:

- Auf welche Probleme bzw. Schwierigkeiten sind die Auszubildenden bei der Bewältigung des Arbeitsauftrages gestoßen?
- Gab es Beanstandungen bei der Bearbeitung des Auftrages?
- Wurden die Vorgaben für die Faktoren „Zeit“ und „Kosten“ richtig gewählt?
- Lässt sich die Fertigung optimieren?

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

Die betriebliche Arbeitsaufgabe steht am Beginn der Ausbildung. Bei der Bearbeitung dieser Aufgabe stimmen sich die beiden Lernorte Betrieb und Schule ab, um bei der Vermittlung der Lerninhalte aus den Lernfeldern die angestrebten Lernziele zu erreichen.

Nachstehend ist die Grobstruktur der Inhalte für den Betrieb und für die Schule aufgeführt:

#### Betrieb

- Entgegennahme von Aufträgen der Kundinnen und Kunden
- Arbeits- und Fertigungsplanung, Maschinenbelegung
- Auswahl und Bestellung der Werk- und Hilfsstoffe
- Vermittlung der manuellen und maschinellen Fertigungsverfahren
- Qualitätskontrolle mit Mess- und Prüfmitteln
- Montage der gefertigten Einzelteile
- Einhaltung von Unfallverhütungs- und Umweltschutzvorschriften

## Schule

- Erarbeitung von Einzelteil-, Baugruppen- und Gesamtzeichnungen
- Normung der Werk- und Hilfsstoffe
- Umgang mit technologischen Informationsquellen
- Fertigungsparameter bei maschinellen Fertigungsverfahren
- Passungen und Toleranzen
- Vorrichtungsbauarten
- Bauelemente, Normalien und Berechnungen an Vorrichtungen
- Form-, kraft- und stoffschlüssige Verbindungen
- Wärmebehandlungsverfahren
- Dokumentationstechniken

Als Ausbildungszeiten sind folgende Richtwerte vorgegeben:

	Ort	Zeit
<b>Betrieb:</b>	Coaching GmbH	3 bis 4 Monate
<b>Schule:</b>	Berufsbildende Schule	ca. 120 Stunden

## 4 Betriebliche Ausbildungselemente

Die Auszubildenden im Volkswagenwerk Hannover fangen jeweils am 1. September eines Jahres ihre Ausbildung an. Aufgrund ihrer Unerfahrenheit müssen sie konkret anhand eines Arbeitsauftrages in die manuellen und maschinellen Fertigungsverfahren von den Ausbildern eingewiesen werden.

Exemplarische Beschreibung eines Ausbildungselementes:

Ein Ausbildungselement bei der Entwicklung und Fertigung einer Bohrvorrichtung ist die Fertigung eines Aufnahmeelementes „Prisma“ für die Lagebestimmung von zylindrischen Werkstücken.

Nach der Einweisung und einer Unfallbelehrung an der Fräsmaschine fräsen die Auszubildenden das Prisma auf die in der Zeichnung vorgesehenen Außenmaße. Nach dem Umbau der Fräsmaschine von Waagrecht- auf Senkrechtfräsen wird durch einen „Sägeschnitt“ der Freischnitt im Prisma erzeugt. Anschließend können die beiden Schrägen für die Auflage der Rundlinge gefräst werden. Nach Beendigung der maschinellen Fertigung wird mit Messmitteln die Endkontrolle durchgeführt.

Die Einstellwerte für die Umdrehungsfrequenzen und die Vorschubgeschwindigkeiten werden errechnet und an der Fräsmaschine eingestellt.

Der Auszubildende hat die Unfallverhütungs- und die Umweltvorschriften sowie die Arbeitsanweisungen strikt zu befolgen. Ebenso müssen die Gesetze und Betriebsvereinbarungen eingehalten werden.

## 5 Schulische Lernsituation

### 5.1 Übersicht

In der industriellen Produktion wird eine wirtschaftliche Fertigung gefordert. Deswegen hat der Einsatz von Vorrichtungen sowohl in der Einzel- und Kleinserie wie auch in der Serien- und Massenfertigung eine große Bedeutung. Das Gebiet der Vorrichtungstechnik nimmt eine Schlüsselstellung in der betrieblichen Praxis und damit auch im Rahmen des schulischen Unterrichtsgeschehens ein.

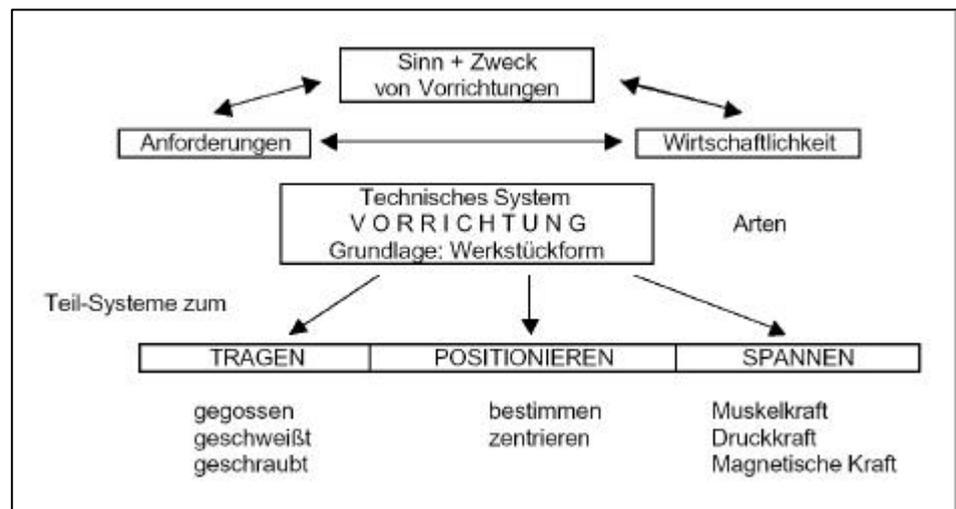
Dies zeigt sich in der Vielfalt auswählbarer berufs- sowie unterrichtsrelevanter Fragestellungen. Beispielsweise können im Rahmen einer Konstruktionsaufgabe von einfachen Vorrichtungen neben den fachspezifischen Lerninhalten sowohl planerische als auch kreative Kompetenzen gefördert werden.

Lernsituation	Beschreibung der Lernsituation	Kompetenzzuwachs	Inhalte
1	Analyse des Aufbaus und der Funktion einer Bohrvorrichtung	Die Schülerinnen und Schüler analysieren technische Systeme und grenzen Teilsysteme ab	Bohrvorrichtung (Realteil)  Zeichnungen
2	Grundlagen der Lagebestimmung (Positionierung) der Werkstücke	Die Schülerinnen und Schüler analysieren die Positionierung für flächige und runde Werkstücke	Bestimmelemente für das Bestimmen und das Zentrieren
3	Analyse der Spannmöglichkeiten bzgl. der auftretenden Fertigungskräfte	Spannkrafterzeugung durch Muskelkraft oder fremderzeugte Kraft	Die Spanneinrichtung muss während des Fertigungsprozesses das Werkstück sicher festhalten
4	Analyse der Aufgabe, der erforderlichen Kräfte und Bewegungen der Bedienelemente einer Vorrichtung	Die Schülerinnen und Schüler planen bedienerfreundliche Elemente unter Berücksichtigung von Normteilen	Die wichtigsten Bedienelemente im Vorrichtungsbau sind Griffe aller Art, Muttern bzw. Handräder
5	Situationsabhängige Konzeption und Fertigung einer neu anzufertigenden Bohrvorrichtung	Die Schülerinnen und Schüler entscheiden situations- und betriebsbedingt die Neuanfertigung einer Bohrvorrichtung, fertigen die Einzelteile und montieren dieselben	Anforderungen an die Bauteile: Werkstoffauswahl, Kraftberechnungen, Verwendung von Normteilen
6	Lernzielkontrolle		

## 5.2 Beschreibung der Lernsituation

Unter dem Gesichtspunkt der Vorrichtung als ein technisches System sollen die Schülerinnen und Schüler in der Lage sein Lösungsvorschläge, Entwurfsskizzen, Stücklisten und die Planung eines Arbeitsauftrages in Einzel- oder Gruppenarbeit zu entwickeln, zu reflektieren und zu präsentieren.

Anhand des u. a. Schemas Technisches System „VORRICHTUNG“ wird eine Übersicht gegeben über den Sinn und Zweck, die Anforderungen an und die Wirtschaftlichkeit von Vorrichtungen. Dabei steht die Werkstückform im Mittelpunkt, und bildet die Grundlage für den konstruktiven Aufbau einer Vorrichtung. Ferner ist in den Teilsystemen zu untersuchen und zu entscheiden, welchen Aufbau die Vorrichtung hat und wie die Werkstücke in ihr positioniert und gespannt werden.



Im Unterricht lassen sich für die Schülerinnen und Schüler folgende Lernziele auf-führen und entsprechende Lerninhalte für den Arbeitsauftrag nennen:

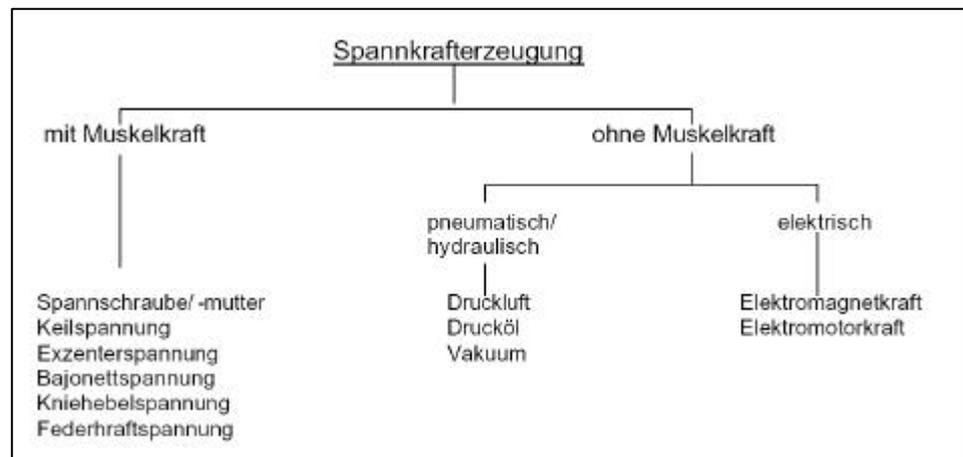
	Lernziele	Lerninhalte
<b>B O H R V O R -</b>	Für zylindrische Werkstücke einfache Vorrichtungen entwerfen	Vorrichtungskörper Werkstückaufnahme Spannwege und Spannkräfte Werkstoffauswahl
	Technische Informationen beschaffen und anwenden	Tabellenbücher, Fachbücher, Normblätter
	Arbeitsabläufe für die Fertigung planen	Fertigungsfolgen der Bauteile Fertigungsverfahren, Maschinen, Werkzeuge Werk- und Hilfsstoffe, Normalien Montagefolgen
	Gesamtzeichnungen von Vorrichtungen auswerten	Funktions-, Fertigungs- und Montagebeschreibungen, Bedienungsanleitungen Einzelteile, Baugruppen
	Aufbau und Funktion von Vorrichtungen erläutern	Gesamtaufbau Lagebestimmung, Spannelemente, Werkzeugführung

<b>R I C H T U N G</b>	Aufbau und Funktion von Gruppen und Elementen in Vorrichtungen untersuchen	Vorrichtungskörper Bauteile zur Lagebestimmung, Werkzeugführung Spannelemente
	Technische und wirtschaftliche Aspekte der Vorrichtungstechnik erörtern	Verkürzung der Nebenzeiten Erhöhung der Wiederholgenauigkeit Wirtschaftliche Losgrößen
	Standardisierte Bauteile angeben und ihre Verwendung begründen	Bohrbuchsen, Füße Aufnahme- und Auflagebolzen Austauschbarkeit, Wirtschaftlichkeit
	Arbeitsergebnisse nach ökologischen und sicherheitsrelevanten Aspekten beurteilen	Umweltschutz Unfallverhütung

Aufgrund der vorgegebenen Richtzeiten könnte eine Reihenfolge des unterrichtlichen Geschehens wie nachfolgend beschrieben erfolgen (in den Lernfeldern 6, 8, 10, 13, 14 und 15 wird den Auszubildenden das Zusammenhangs- und das Vertiefungswissen vermittelt):

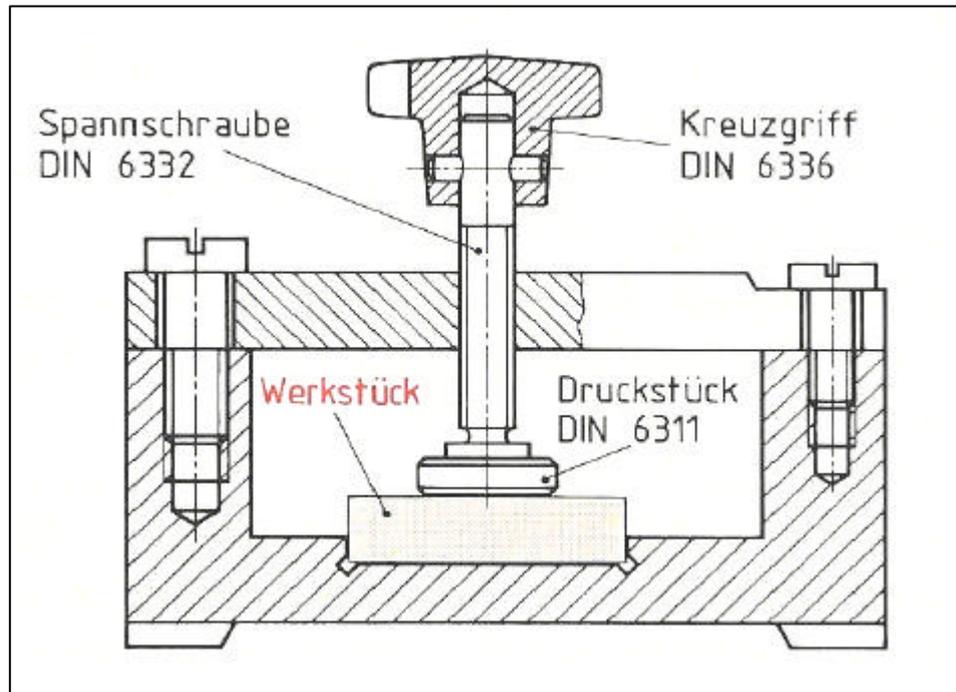
- Allgemeine Begriffsbestimmung von Vorrichtungen
- Erläuterung des Verwendungszweckes
- Verschiedene Arten von Vorrichtungen
- Grundlegender Aufbau einer Bohrvorrichtung
- Lagebestimmung (Positionierung) von zylindrischen Werkstücken
- Einlegen und Entnahme der Werkstücke (Vermeidung falscher Beschickung)
- Wahl geeigneter Spannelemente (Forderung nach ausreichender Spannkraft)
- Handhabung der Vorrichtung (Gewicht, benutzerfreundlich)

Wird sich im Teilsystem auf das SPANNEN konzentriert, dann ist die Wahl der zur Verwendung kommenden Spannelemente abhängig von der Größe der auftretenden Spannkraft. In den Vorüberlegungen sollte bedacht werden, ob diese Elemente mit oder ohne Muskelkraft des Bedieners vorgenommen werden sollen.



Vorrichtungen, wie es bei der zu entwickelnden Bohrvorrichtung auch angebracht ist, die durch Muskelkraft betrieben werden, besitzen einfache Spannelemente und die Spannkraft ist an jedem Ort verfügbar.

### Spannschraube (starres Spannen)



Die Verwendung einer Spannschraube hat folgende Vorteile:

- leichte Herstellbarkeit
- gute Bedienbarkeit
- sichere Wirksamkeit

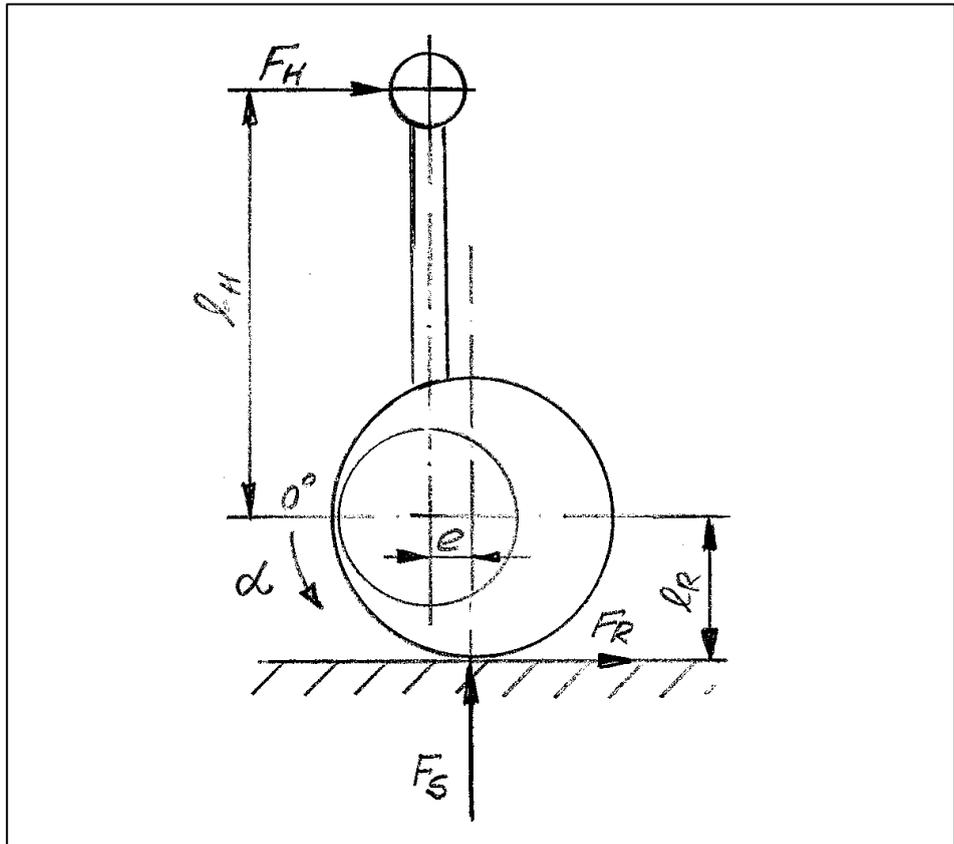
Dabei sind folgende Regeln einzuhalten

- es soll mit einem Druckstück auf das Werkstück gespannt werden
- die Schraubenlänge soll möglichst klein sein
- der Gewindedurchmesser sollte möglichst groß sein

Da die Spannkraft während des Bearbeitungsvorganges konstant gehalten werden muss, kann es beim starren Spannen durch Schwingungen oder Bearbeitungskräfte zu einer geringen Verformung der Oberfläche an der Spannstelle kommen. Dies hat zur Folge, dass eine Verminderung der Spannkraft eintritt und die Verschiebung des Werkstückes möglich wird. Eine Abhilfe dieses Nachteils wird durch ein elastisches Spannen ermöglicht.

### Kreisexzenter

Durch den Einsatz von Exzentern ist es möglich, bei einfachen Spannvorrichtungen mit relativ geringen Handkräften enorm große Spannkraften zu erzielen. Die wenig aufwendige Konstruktion zeichnet sich durch geringes Gewicht und gute Bedienbarkeit aus. Außerdem kann eine verlässliche Funktion und eine lange Lebensdauer erwartet werden.



Die **Selbsthemmung** verhindert das selbstständige Lösen des Exzenter. Sie wird durch das Verhältnis  $d / e$  definiert.

Für Kreisexzenter ist die Grenze der Selbsthemmung:

$$\frac{d}{e} \geq 20$$

Anwendung eines Kreisexzenter

Wird das Exzenterverhältnis  $d : e = 20 : 1$  eingehalten, dann ist der Exzenter über den gesamten Schwenkbereich von  $180^\circ$  selbsthemmend. Am besten nutzbar ist der Bereich von etwa  $60^\circ$  bis  $120^\circ$ , weil hier die Spannkraftzunahme in etwa linear verläuft.

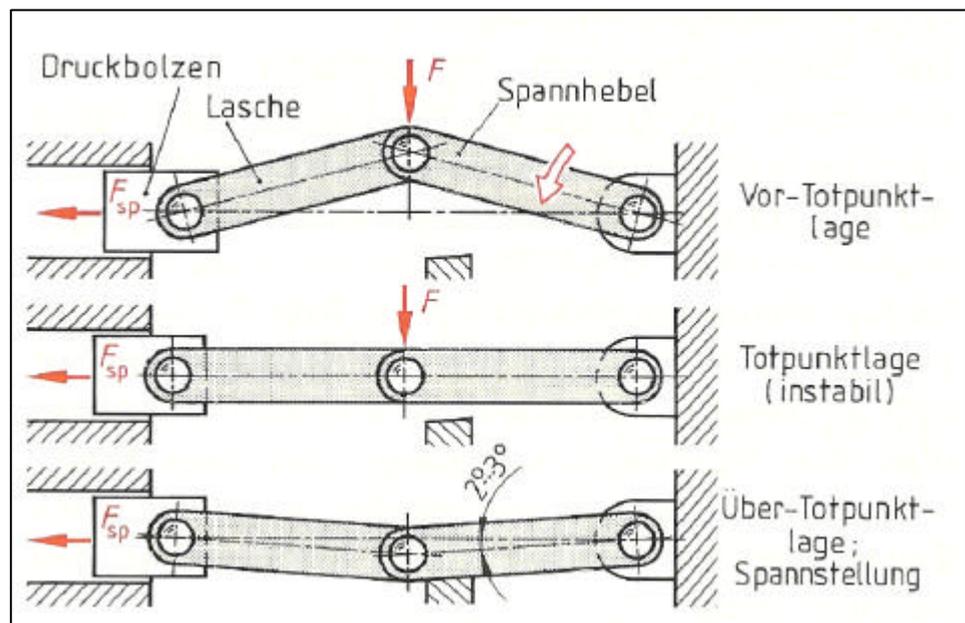
Für die Berechnung der Spannkraft gilt ohne Berücksichtigung der Reibung im Lager beim Spannwinkel  $\alpha = 90^\circ$ :

$$F_H \cdot l_H = F_S \cdot e + F_R \cdot l_R = F_S \cdot e + F_S \cdot \mu \cdot l_R$$

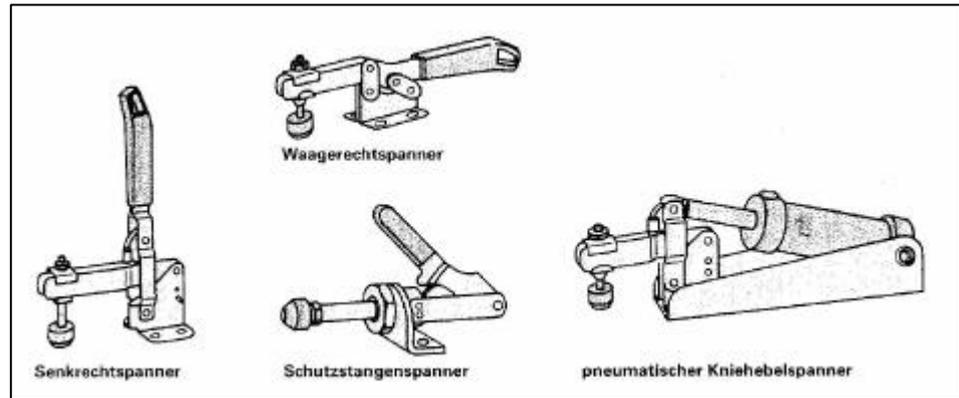
$$F_S = \frac{F_H \cdot l_H}{e + \mu \cdot l_R}$$

### Kniehebel

Beim Spannen mit einem Kniehebel genügt eine kleine Hebelbewegung, um ein Werkstück zu spannen. Der Kniehebel formt kleine Kräfte auf das Mittelgelenk in große Seitenkräfte um. Zur Erreichung einer stabilen Spannstellung bringt man den Kniehebel in die Übertotpunktstellung.



Wirkungsweise des Kniehebelspanners



Beispiele für Kniehebelspanner

Nachstehend aufgeführte Vorteile machen den Kniehebelspanner zu einem vielfältig verwendeten Spannelement in der Vorrichtungstechnik:

- handelsübliches und kostengünstiges Massenerzeugnis
- große Spannkraft durch Kniehebelprinzip
- geringer konstruktiver Aufwand
- unabhängig von bearbeitungsbedingten Erschütterungen
- durch Selbsthemmung keine Gefahr des Lösens zu befürchten
- geringe Spannzeit
- mit elastischen Elementen werden Werkstücktoleranzen ausgeglichen

Im Werkzeugbau und in anderen Bereichen des Volkswagenwerkes werden diese Kniehebelspanner entweder im Original oder in abgewandelter Form, so wie es für den Einsatz erforderlich ist, vielfältig wegen der vorhandenen Vorteile eingesetzt.

## Anhang



<p><b>Lernfeld 1</b> <b>Lernbereich 1</b></p>	<p><b>Fertigung von Bauteilen</b></p>		<p><b>Zeit</b> Betrieb Schule</p>
<p>Werkzeugmechaniker fertigen als Kernaufgabe ihres Berufs Werkzeuge und Vorrichtungen oder Teile davon an. Dies geschieht mit verschiedenen Fertigungsverfahren sowohl manueller als auch maschineller/automatisierter Art. Als Grundlage der Fertigung dienen technische Zeichnungen, Skizzen oder Modelle. Die Anforderungen an das Einzelteil oder an die Baugruppe bezüglich der Funktionalität, der Qualität (z. B. Oberflächengüte, Maßgenauigkeit, Form- und Lagetoleranzen) und der Kosten sind zu beachten und zu kontrollieren. Ob ein benötigtes Bauteil oder eine Baugruppe in Eigenfertigung hergestellt wird, eine Vergabe des Auftrags in Frage kommt, oder ob ein Normteil (eventuell modifiziert) ebenso die Funktion erfüllt, wird im Rahmen dieser beruflichen Arbeitsaufgabe im Einzelfall ständig zu entscheiden sein.</p>			
<p><b>Bildungs- und Qualifizierungsziele an den Lernorten</b></p>			
<p><b>Betrieb</b> Die Auszubildenden nehmen Aufträge für das Fertigen von Einzelteilen und Baugruppen entgegen. Sie setzen den Auftrag anhand von technischen Unterlagen oder Modellen in eine Arbeitsplanung um, die die Kosten und Fertigungszeit des Fertigungsablaufes berücksichtigt. Sie unterscheiden Werkstoffe und Hilfsstoffe und beurteilen diese im Hinblick auf die Fertigung. Die für das fachgerechte Herstellen notwendigen manuellen und maschinellen Fertigungsverfahren wenden sie auftragsgemäß nach Vorgabezeit an. Abschließend führen sie eine Funktions- und Qualitätskontrolle des Auftrages mit den einschlägigen Prüf- und Messmitteln durch. Sie beachten die Bestimmungen zum Umweltschutz sowie die entsprechenden Unfallverhütungsvorschriften und wenden sie fachgerecht an.</p>		<p><b>Schule</b> Die Schülerinnen und Schüler lesen, ändern bzw. erstellen technische Unterlagen für die Fertigung von Einzelteilen und Baugruppen. Sie beherrschen die theoretischen Grundlagen der für den Arbeitsauftrag in Frage kommenden Technologien. Dafür wählen sie die erforderlichen Werkstoffe, Werkzeuge, Hilfsstoffe, Halbzuge und Normteile aus, legen die Arbeitsorganisation für die Fertigung fest, beschaffen sich die notwendigen technologischen Daten und vergegenwärtigen sich auch die Herstellungskosten. Die Schülerinnen und Schüler erstellen Prüfpläne für die gefertigten Einzelteile und Baugruppen, wählen Prüfmittel aus und interpretieren Prüfprotokolle. Die Lösungen/Ergebnisse der Fertigungs- und Prüfpläne werden von den Schülerinnen und Schüler bewertet um Verbesserungsvorschläge zu entwickeln.</p>	
<p><b>Inhalte von Arbeit und Lernen:</b></p>			
<p><b>Gegenstände</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der zu bearbeitende Arbeitsauftrag/die technischen Unterlagen</li> <li>• Die Fertigung von Bauteilen für Werkzeuge und Vorrichtungen</li> <li>• Die Funktions- und Qualitätsprüfung des Einzelteiles oder der Baugruppe</li> </ul>	<p><b>Werkzeuge</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Zeichnungen, Stücklisten, Arbeitspläne, Funktionspläne und Skizzen</li> <li>• Montagepläne, Modelle, Bedienungsanleitungen, Unfallverhütungsvorschriften</li> <li>• Standard-/Spezialwerkzeuge</li> <li>• Werkzeugmaschinen</li> <li>• Mess- und Prüfmittel</li> <li>• Technische Informationssysteme</li> <li>• Maschinenbelegungspläne, Auftragsdisposition, Ersatzteildisposition</li> </ul> <p><b>Methoden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lesen, Ändern und Erstellen von technischen Unterlagen</li> <li>• Durchführen einer Arbeitsplanung für die Fertigungsaufgabe</li> <li>• Manuelle und maschinelle Fertigungsverfahren</li> <li>• Bestimmen der Fertigungsdaten und Maschinenparametern mit Hilfe von Tabellen, Diagrammen und Handbüchern</li> <li>• Prüfen der gefertigten Bauteile</li> </ul> <p><b>Organisation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Innerbetrieblicher Arbeitsauftrag/Fremdvergabe/interne Vergabe</li> <li>• Maschinenbelegung</li> <li>• Gruppenarbeit/Einzelarbeit</li> <li>• Zentrale/dezentrale Arbeitsverwaltung</li> <li>• Organisation der Auftragsdurchführung</li> <li>• Arbeitsplatzgestaltung und -ausstattung</li> <li>• Arbeitsorganisation: Material und Ersatzteile</li> </ul>	<p><b>Anforderungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausführung des Kundenauftrages gemäß den technischen Unterlagen/Modellen</li> <li>• Sichere und fachgerechte Auswahl, Handhabung und Einsatz von Standard- und Spezialwerkzeugen sowie Mess- und Prüfmitteln</li> <li>• Bedienung von Werkzeugmaschinen entsprechend der Sicherheitsbestimmungen</li> <li>• Einhalten der Vorgaben für Fertigungszeiten und -kosten</li> <li>• Ökonomische Planung der Maschinenbelegung und Werkstattauslastung</li> <li>• Einhalten der Unfallverhütungsvorschriften und des Gesundheitsschutzes</li> <li>• Ökologische Aspekte und Umweltschutzvorschriften</li> </ul>	

Lernfeld 2 Lernbereich 1	<b>Produktion und Qualitätskontrolle von Nutzteilen</b>		Zeit Betrieb Schule
<p>In dieser beruflichen Arbeitsaufgabe steht die Produktorientierung im Mittelpunkt, d. h. die mit Werkzeugen und Vorrichtungen industriell gefertigten Nutzteile/Artikel (z. B. Blech-, Kunststoffteile, Druckgussteile). In der Produktion werden dabei von Facharbeitern bspw. einfache Wartungsarbeiten, Einarbeitungsvorgänge, Einrichtarbeiten, Abmusterungen, Artikel-Entnahmevorgänge und Qualitätskontrollaufgaben ausgeführt. Die Art der Qualitätskontrolle ist abhängig von den Anforderungen an die Nutzteile. Von einer einfachen Sichtkontrolle, über Messungen mit Spezial-Messverfahren (z. B. Farbbestimmungen), bis hin zu Prüfungen durch Vorrichtungen, in die die Nutzteile eingebaut werden müssen, reicht das Spektrum der Kontrollverfahren. Prüfprotokolle dokumentieren das Ergebnis.</p>			
<b>Bildungs- und Qualifizierungsziele an den Lernorten</b>			
<p><b>Betrieb</b></p> <p>Die Auszubildenden prüfen Qualitätskriterien, insbesondere Maß-, Form- und Lagetoleranzen sowie die Oberflächenbeschaffenheit von Nutzteilen. Sie nutzen u. a. Oberflächenprüfgeräte, Grenzlehren und auch die Sichtprüfung. Sie wenden Prüfpläne an und legen Prüf- und Messmittel zur Kontrolle der Nutzteile fest. Die Auszubildenden beurteilen Prüfmerkmale (bspw. Maß-, Form- und Lagetoleranzen sowie Oberflächenbeschaffenheit) von Nutzteilen und können sie zuordnen. Die Auszubildenden bedienen Peripherieeinrichtungen der Produktionsanlagen (z. B. Beschickungseinrichtungen, Entnahmegeräte) und führen Wartungsarbeiten aus. Sie ermitteln Prozesskenngrößen und dokumentieren die für die Nutzteilqualität relevanten Messwerte und Daten. Sie halten die Vorgaben zur Produktion, Arbeitssicherheit und Umweltschutzbestimmungen ein.</p>		<p><b>Schule</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erläutern Zusammenhänge zwischen einem Produkt und seiner Fertigung, wobei sie einen Überblick über den Aufbau und die Anwendung von Umformwerkzeugen, Umformwerkzeugen, Schneidwerkzeugen, Vorrichtungen und Lehren geben können. Sie beschreiben den Aufbau und die Wirkungsweise von Systemen der Massenfertigung (z. B. Pressen, Kunststoffverarbeitungsanlagen) und erläutern deren technische und wirtschaftliche Aspekte. Die Schülerinnen und Schüler beschreiben Verfahren und Geräte der Prüftechnik und erläutern Messprinzipien. Sie klassifizieren Oberflächen, Maß- und Gestaltabweichungen und erläutern grundlegende Maßnahmen zur Qualitätssicherung. Sie erklären Maßnahmen zur Unfallverhütung beim Umgang mit Maschinen und Anlagen für die industrielle Massenfertigung und deren Hilfseinrichtungen.</p>	
<b>Inhalte von Arbeit und Lernen:</b>			
<p><b>Gegenstände</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das gefertigte Nutzteil</li> <li>• Das zu prüfende Nutzteil</li> <li>• Die Funktions- und Qualitätsprüfung der gefertigten Nutzteile</li> </ul>	<p><b>Werkzeuge</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kunststoffverarbeitungsanlagen (z. B. Spritzgießmaschinen, Blasformmaschinen)</li> <li>• Blechverarbeitungsanlagen (z. B. Pressen)</li> <li>• Prüfpläne, Prozessüberwachungspläne</li> <li>• Mess- und Prüfmittel/Prüfvorrichtungen</li> <li>• Peripherieeinrichtungen (z. B. Entnahmeeinrichtungen, Temperiergeräte)</li> <li>• Technische Informationssysteme</li> </ul> <p><b>Methoden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschickung der Produktionssysteme</li> <li>• Qualitätssicherungsmethoden</li> <li>• Prozessüberwachungsmethoden</li> <li>• Überwachung und Bestimmung der Fertigungsdaten und Maschinenparameter anhand von Tabellen, Diagrammen und Handbüchern</li> <li>• Sicht- und Funktionskontrolle</li> <li>• Prüfung und Dokumentation der Anlagen- und Produktqualität, Datensicherung</li> <li>• Überwachung und Kontrolle von Prüfmitteln</li> <li>• Transport und Übergabe der produzierten Nutzteile</li> </ul> <p><b>Organisation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kooperation mit benachbarten Abteilungen (z. B. Qualitätssicherung, Anlagenbedienern)</li> <li>• Maschinenbelegung</li> <li>• Zentrale/dezentrale Arbeitsverwaltung</li> <li>• Organisation der Auftragsdurchführung</li> <li>• Arbeitsplatzgestaltung und -ausstattung</li> </ul>	<p><b>Anforderungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktion von Nutzteilen</li> <li>• Prüfung und Dokumentation der Produktqualität der Nutzteile</li> <li>• Wartung der Produktionseinrichtungen, Werkzeuge, Vorrichtungen und ihrer Peripherie</li> <li>• Überwachung des Produktionsprozesses, Datensicherung</li> <li>• Versorgung eines Produktionssystems mit Rohstoffen und Vorprodukten (z. B. Granulaten, Einlegeteilen) sowie Betriebs- und Hilfsstoffen</li> <li>• Sichere und fachgerechte Auswahl, Handhabung und Einsatz von Standard- und Spezialwerkzeugen, Mess- und Prüfmitteln</li> <li>• Bedienung der Produktionseinrichtungen entsprechend der Sicherheitsbestimmungen</li> <li>• Einhalten der Unfallverhütungsvorschriften und des Gesundheitsschutzes</li> <li>• Ökologische Aspekte und Umweltschutzvorschriften</li> </ul>	

Lernfeld 3 Lernbereich 1	<b>Montage/Demontage von Werkzeugen und Vorrichtungen</b>		Zeit Betrieb Schule
<p>Sowohl bei der Neuanfertigung, wie durch eine notwendig gewordene Instandhaltung, als auch beim Austausch von Verschleißteilen ist eine Montage/Demontage von Werkzeugen und Vorrichtungen notwendig. Die Montage/Demontage wird unter Berücksichtigung der Funktion der Einzelteile vorgenommen. Grundlage ist in den meisten Fällen eine technische Zeichnung (Gesamtzeichnung), aus der das Zusammenwirken der Einzelteile und die Reihenfolge bei der Montage/Demontage herauszulesen ist. Die berufliche Arbeitsaufgabe Montage/Demontage von Werkzeugen und Vorrichtungen beinhaltet auch periphere Systemelemente der Steuerungstechnik, wie bspw. pneumatische und hydraulische Komponenten, sowie elektrische Bauelemente.</p>			
<b>Bildungs – und Qualifizierungsziele an den Lernorten</b>			
<p><b>Betrieb</b></p> <p>Die Auszubildenden montieren und demontieren Baugruppen und Bauteile nach technischen Unterlagen. Sie bauen pneumatische, hydraulische und elektrische Bauelemente und Schaltungen auf und prüfen ihre Funktion. Sie stellen Fügeverbindungen her und prüfen Funktion, Maß- und Lagetoleranzen gefügter Bauteile. Die Auszubildenden planen Arbeitsfolgen, Montage- und Demontearbeiten, lesen und skizzieren Funktions- und Schaltpläne und bereiten Bauteile zur Montage vor. Sie zerlegen Werkzeuge, Vorrichtungen und Lehren unter Beachtung ihrer Funktion und kennzeichnen Bauteile und Baugruppen hinsichtlich ihrer Lage und Funktionszuordnung.</p>		<p><b>Schule</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler unterscheiden Fügeverfahren nach Aufbau und Anwendungen und erklären die Wirkweise kraft-, form- und stoffschlüssiger Verfahren. Sie analysieren komplexe Systeme hinsichtlich ihrer Funktionseinheiten und Funktionen und beschreiben Bauelemente darin. Sie erarbeiten aus technischen Problemstellungen steuerungsgerechte Lösungen und grenzen Fehlerquellen in Steuerungen ein. Die Schülerinnen und Schüler erläutern Wirkungen elektrischen Stroms und seine technischen Anwendungen. Sie begründen die Notwendigkeit von Regeln zur Arbeitssicherheit und erläutern Maßnahmen zum Schutz gegen den elektrischen Schlag.</p>	
<b>Inhalte von Arbeit und Lernen:</b>			
<p><b>Gegenstände</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionseinheiten und Einzelkomponenten von Werkzeugen und Vorrichtungen</li> <li>• Peripherieeinrichtungen</li> </ul>	<p><b>Werkzeuge</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesamtzeichnungen, Einzelteilzeichnungen, Stücklisten</li> <li>• Montagepläne</li> <li>• Schaltpläne</li> <li>• Funktionspläne</li> <li>• Arbeitsanweisungen und Bedienvorschriften</li> <li>• Mess- und Prüfwerkzeuge</li> <li>• Standardwerkzeuge</li> </ul> <p><b>Methoden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung und Kontrolle von Mess- und Prüfmitteln</li> <li>• Ersetzen von Verschleißteilen</li> <li>• Montage/Demontagekonzepte</li> <li>• Dokumentation der durchgeführten Maßnahmen</li> </ul> <p><b>Organisation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kooperation mit benachbarten Abteilungen</li> <li>• Gruppenarbeit und Einzelarbeit</li> <li>• Fertigungsorganisation (Disposition, Planung, Ausführung, Dokumentation)</li> <li>• Zentrale /dezentrale Verfügbarkeit der Auftragsunterlagen und -materialien</li> </ul>	<p><b>Anforderungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionsgerechte Montage/Demontage von Bauteilen und Baugruppen</li> <li>• Termingerechte Bearbeitung</li> <li>• Fachgerechte Dokumentation</li> <li>• Sichere und fachgerechte Auswahl und Handhabung von Mess- und Prüfwerkzeugen</li> <li>• Grundlegende Kenntnisse der Wirkzusammenhänge von Bauteilen und Baugruppen in Werkzeugen und Vorrichtungen</li> <li>• Einhaltung von Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit (z.B. Kenntnisse elektrischer Schutzmaßnahmen nach DIN VDE 0100) sowie der Umweltschutzbestimmungen</li> </ul>	

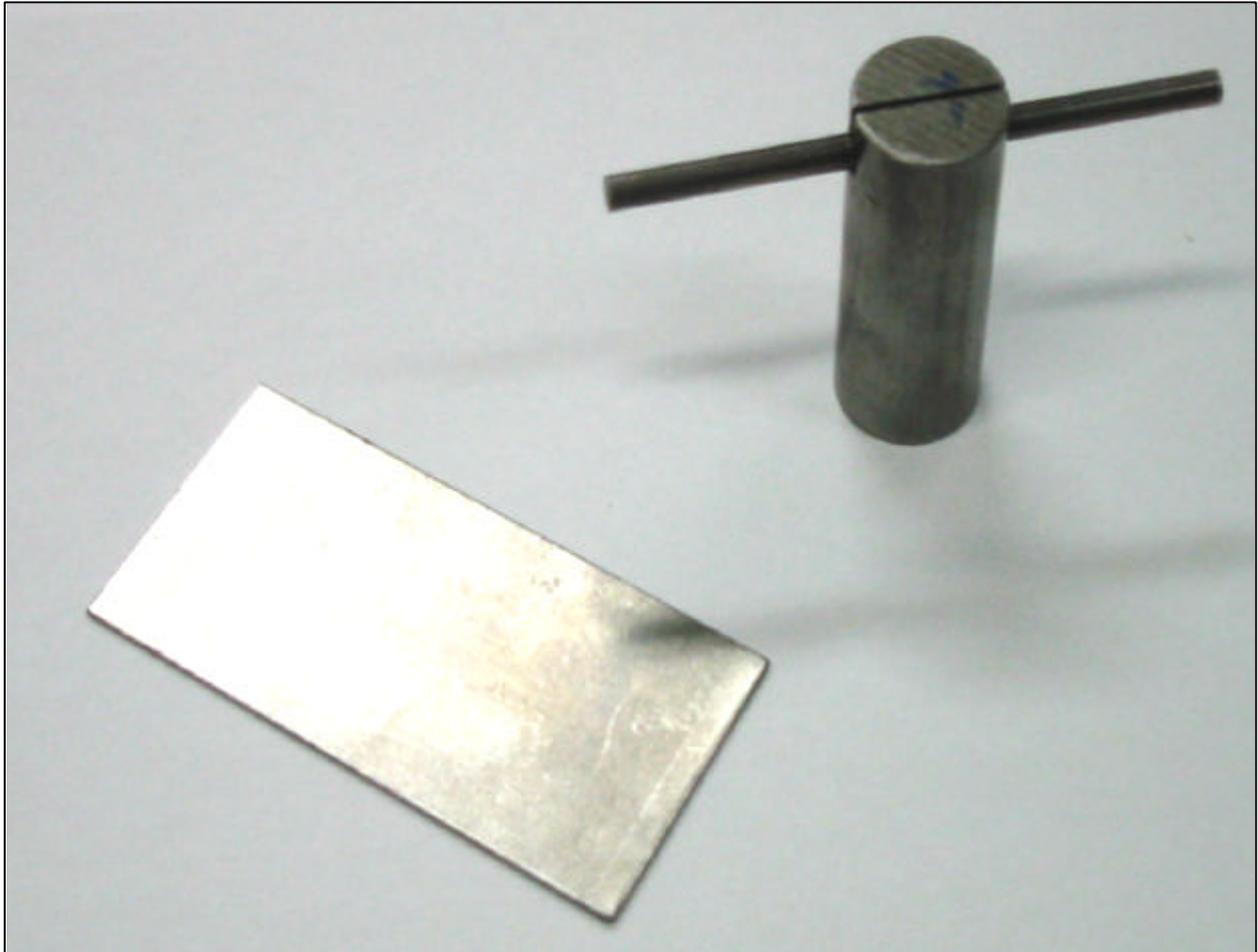
<b>BBS</b> Braunschweig Hannover Wolfhagen Wolfsburg <i>Entwurf</i>	<b>Lernfeld 2</b>  <b>Herstellung einfacher mechanischer Systeme</b>	 Werkzeugmechaniker
<b>Lernbereich 1</b>	Orientierungs- und Überblickswissen	Zeit:
<b>1.1.1.1 BAG 1</b>	Fertigung von Bauteilen	100 h
<p><b><u>Zielformulierung:</u></b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler beherrschen die theoretischen Grundlagen für die Fertigung von Bauteilen eines Arbeitsauftrages aus dem Werkzeug- bzw. Vorrichtungsbau. Sie erstellen Einzelteilzeichnungen, Stücklisten und Arbeitspläne für die Fertigung und Montage. Sie legen die Arbeitsorganisation für die Fertigung fest und wählen die erforderlichen Werkzeuge, Halbzeuge und Normteile aus. Sie beschaffen sich die notwendigen technologischen Unterlagen. Sie beachten die einschlägigen Arbeitssicherheits- und Umweltschutzvorschriften. Sie wählen geeignete Prüfmittel aus, erstellen Prüfpläne und Prüfprotokolle. Sie planen die Montage der Einzelteile und führen eine Funktionsprüfung durch. Sie bewerten die Lösungen und Ergebnisse und entwickeln Verbesserungsvorschläge.</p>		
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einzelteil -, Baugruppen- und Gesamtzeichnungen</li> <li>Werk- und Hilfsstoffe / Normung</li> <li>Umgang mit technologischen Informationsquellen</li> <li>Grundlagen des manuellen und maschinellen Spanens</li> <li>Grundlagen des Umformens</li> <li>Ermittlung der erforderlichen Fertigungsdaten</li> <li>Grundlagen der Längenprüftechnik</li> <li>Prüf- und Messmittel, Prüffehler</li> <li>Passungen und Toleranzen</li> <li>Oberflächenbeschaffenheit</li> <li>Form-, kraft- und stoffschlüssige Verbindungen</li> <li>Verbindungselemente</li> <li>Montagepläne</li> <li>Montagewerkzeuge und Hilfsmittel</li>   <li>Ökologische und ökonomische Aspekte</li> <li>Sicherheitsaspekte und Arbeitsschutz</li> <li>Bewertung und Präsentation des Arbeitsergebnisses</li> </ul>	<p><b>Anmerkung:</b></p> <p>In diesem Lernfeld sollen die Lern- und Arbeitsaufgaben (LAGs) konkrete Arbeitsaufträge beinhalten. Die Arbeitsaufgaben müssen so offen gestellt sein, dass die Schülerinnen und Schüler Gestaltungsräume nutzen können. Die LAGs sollten weitgehend in selbstständiger Gruppenarbeit gelöst werden.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage ,Lösungsvorschläge, Entwurfsskizzen und Planung des Arbeitsauftrags in Gruppenarbeit zu entwickeln, zu diskutieren und vorzustellen.</p> <p>Es besteht auch die Option, dass die Schülerinnen und Schüler den Arbeitsauftrag untersuchen, notwendige Fertigungsverfahren ermitteln und zur Lösung der Aufgabe Berechnungen durchführen.</p> <p>Zum Einsatz sollen hier Tabellenbücher, Fachbücher Kataloge, Modelle und Zeichnungen kommen.</p>	

<b>BBS</b> Braunschweig Hannover Wolfhagen Wolfsburg <i>Entwurf</i>	<b>Lernfeld 3</b>  <b>Einfache Produktionsmittel des Werkzeug- und Vorrichtungsbau</b>	 Werkzeugmechaniker
<b>Lernbereich 1/2</b>	Orientierungs- und Überblickswissen/Zusammenhangswissen	Zeit:
<b>BAG 3</b>	Montage/Demontage von Baugruppen, Werkzeugen und Vorrichtungen	100 h
<p><b>Zielformulierung:</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler analysieren einfache Produktionsmittel der Schneid- und Umformtechnik und Vorrichtungen. Sie sind in der Lage, anhand von technischen Zeichnungen oder Objekten den Aufbau zu erkennen und die Funktion der Bauelemente zuzuordnen.          Sie erstellen Montage- bzw. Demontagepläne und Stücklisten.</p> <p>Sie lernen die Bedeutung verschiedener Fügeverfahren kennen und wählen das geeignete Verfahren aus.          Sie kennen die Bedeutung und Notwendigkeit der Wärmebehandlung von Werkstoffen.</p>		
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Prozesskenngößen</b></li> <li>• Verfahren der Schneid- und Umformtechnik</li> <li>• Berechnungen zu Schneid- und Umformwerkzeugen und Vorrichtungen</li> <li>• Bauelemente von Schneid- und Umformwerkzeugen und Vorrichtungen</li> <li>• Werkzeug- und Vorrichtungsbauarten</li> <li>• Werkzeugführungen</li>   <li>• Montage/Demontage der Schneid- und Umformwerkzeugen und Vorrichtungen</li> <li>• Wärmebehandlungsverfahren</li> <li>• Fügeverfahren</li> <li>• Verbindungselemente</li>   <li>• Ökonomische Aspekte</li> <li>• Unfallverhütung an Schneidwerkzeugen, Vorrichtungen und Pressen</li> <li>• Bewertung und Präsentation der Arbeitsergebnisse</li> <li>• Umweltschutz</li> </ul>	<p><b>Anmerkung:</b></p> <p>In diesem Lernfeld soll ein Überblickswissen über die Bedeutung von Werkzeugen und Vorrichtungen erzeugt werden. Ausgehend von der Erkundung des Betriebs (Produkts) ist dieses Lernfeld projektorientiert angelegt. Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, fachtheoretische Erkenntnisse auf das Werkzeug und die Vorrichtung zu übertragen. Die Bedeutung der mathematischen Zusammenhänge wird durch die Pressenauswahl erkannt.</p> <p>Zum Einsatz sollen hier Tabellenbücher, Fachbücher, Kataloge, Modelle, Zeichnungen kommen.</p> <p>Der PC,.....?... bzw. das Internet ist sinnvoll mit einzubinden.</p>	

<b>BBS</b> Braunschweig Emden Hannover Wolfhagen Wolfsburg <b>Entwurf</b>	<b>Lernfeld 4</b>  <b>Instandhaltung und Wartung von Systemen</b>	 Werkzeugmechaniker
<b>Lernbereich 1</b>	Orientierungs- und Überblickswissen	Zeit:
<b>BAG 4</b>	Vorbeugende Instandhaltung und Wartung von Werkzeugen und Vorrichtungen	60 h
<p><b><u>Zielformulierung:</u></b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erwerben Fähigkeiten und die Bereitschaft zum verantwortlichen Handeln im Betrieb. Sie erkennen, dass die vorbeugende Instandhaltung von Systemen ein wesentlicher Faktor im reibungslosen verketteten Fertigungsprozess darstellt. Sie gelangen zu der Einsicht, dass vorausschauende Maßnahmen Stillstandszeiten von Werkzeugen und Vorrichtungen mindern und die Lebensdauer erhöhen. Sie erwerben den Willen und die Bereitschaft, fachgerechte Maßnahmen durchzuführen, um die Betriebsbedingungen zu erhalten und somit die Kosten zu verringern.</p>		
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschleiß</li> <li>• Ermüdung</li> <li>• Zerstörung</li>   <li>• Betriebliche Einsatzbedingungen          Ein- oder Mehrschichtbetrieb          Einsatzort          Ausnutzungsgrad des Systems</li>   <li>• Wartungspläne          Sichtprüfung          Funktionsprüfung          Einrichten          Erneuerung          Reparatur          Reinigung</li>   <li>• Systeme der Steuerungstechnik</li>   <li>• Bedienungsvorschriften des Systems          Werkzeug          Vorrichtung          Steuerung</li>   <li>• Umweltschutz</li>   <li>• Sicherheitsvorschriften</li>   <li>• Ökonomie</li> </ul>	<p><b>Anmerkung:</b></p> <p>Situative Misserfolge eröffnen Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit, die ökonomische Bedeutung der vorbeugenden Instandhaltung und Wartung von störungsanfälligen Subsystemen zu erwerben.</p> <p>Ferner besteht die Möglichkeit zur Nutzung eines situativen Misserfolgs, um die Instandhaltung und Wartung zu abstrahieren und zu generalisieren.</p> <p>Die Beobachtungen, Erfahrungen und Erkenntnisse aus der Erkundung des Produktionsprozesses können genutzt werden.</p>	

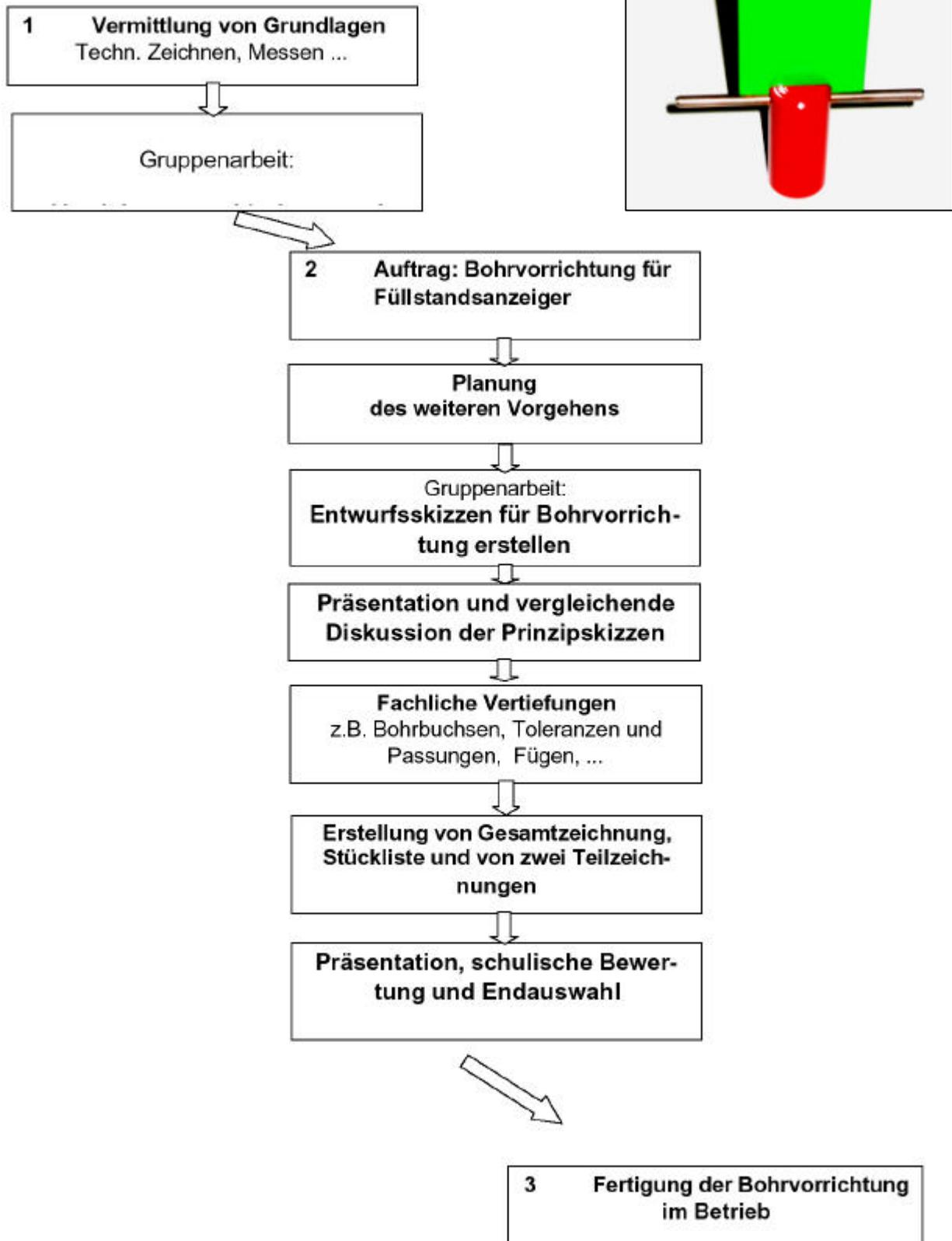


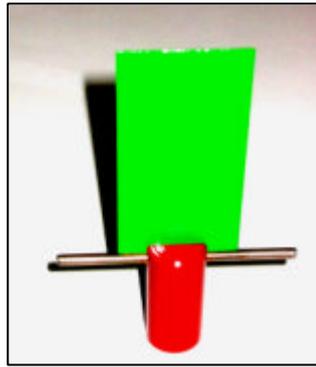
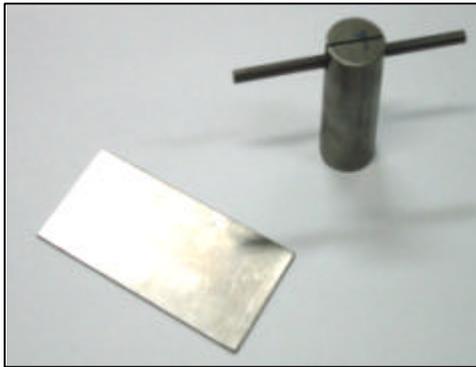
5. Welche *Sollmaße* müssen zur Herstellung des Füllstandsanzeigers in eine *Fertigungszeichnung* eingetragen werden?
6. Wie müssen diese *Sollmaße* normgerecht toleriert werden? (Stichwort: Allgmeintoleranzen)



**Hausaufgabe:**

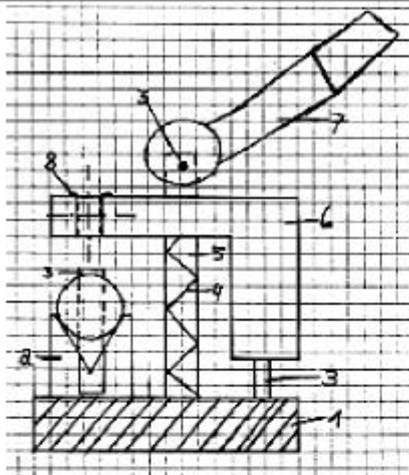
Erstellen Sie eine vollständig *bemaßte Fertigungszeichnung* des Füllstandsanzeigers in den *erforderlichen Ansichten*.



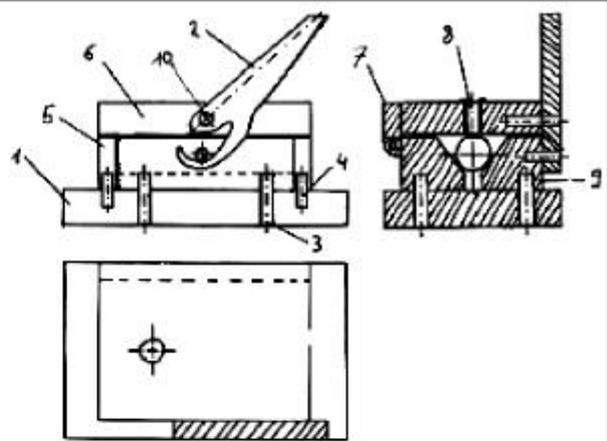


## Planung der Unterrichtsstruktur

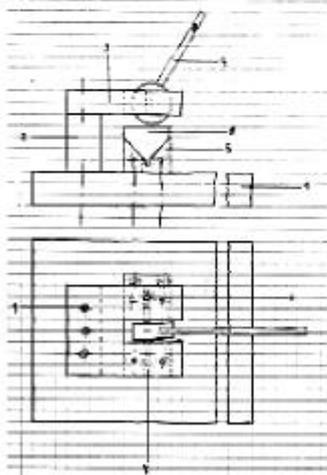
1. **Vermittlung von Grundlagen** insbesondere im Bereich Zeichnungslesen (Funktionsbeschreibungen, Darstellung in Ansichten, Zeichnungsarten, Normteile, Stückliste) und Messen.
2. Gruppenarbeit: **Erstellung von Skizzen (in drei Ansichten) und Funktionsbeschreibungen je einer beliebigem Vorrichtung** (Originalteile) mit anschl. Präsentation vor der Klasse.
3. **Auftrag Füllstandsanzeiger** im Unterrichtsgespräch: vorstellen und erläutern: Verwendung im Betrieb, Funktion, Losgröße, Ausgangswerkstücke/Halbzeuge, Toleranzen und weitere Anforderungen .. (schriftlicher Auftrag, Foto aus betriebl. Einsatz, Modell ...)
4. **Planung** des weiteren Vorgehens: Qualifikationen bestimmen, Vorgehensweise absprechen, Gruppeneinteilung, Bewertungskriterien erläutern (schulische Seite: Bewertung von Dokumentationsunterlagen, Präsentation und Vorgehen → Gruppennote)
5. Gruppenarbeit: **Entwurfsskizzen erstellen** für eine entsprechende Bohrvorrichtung und das Ergebnis der Klasse auf einer Folie präsentieren.
6. Erste **Diskussion der Prinzipskizzen** im Klassengespräch
7. Notwendige **fachliche Vertiefungen**: z.B. Bohrbuchsen, Toleranzen und Passungen, Fügen durch Verstiften und Verschrauben, Schnittdarstellungen ...
8. Weitere Ausarbeitung der Bohrvorrichtung in der Arbeitsgruppe: **Erstellung von**
  - **Gesamtzeichnung,**
  - **Stückliste,**
  - **und von zwei Teilzeichnungen** (z.B. Grundplatte und Prisma) mit Bemaßung. Die Grundplatte wäre im Weiteren als Bohrübung, das Prisma als Fräsübung geeignet.
9. **Präsentation** aller Ergebnisse gemeinsam mit beiden Klassen, Lehrern und Ausbildern der VW-CG und **Bewertung** der Gruppenergebnisse gemeinsam mit VW-CG (Kriterien + Gewichtung?): z.B. Herstellungsaufwand/Kosten, Funktion, Handhabung, Dokumentation.
10. Endauswahl eines Entwurfes (oder mehrerer) und Fortsetzung des Projektes im Betrieb bis zur vollständigen **Fertigung und Montage der Bohrvorrichtung**



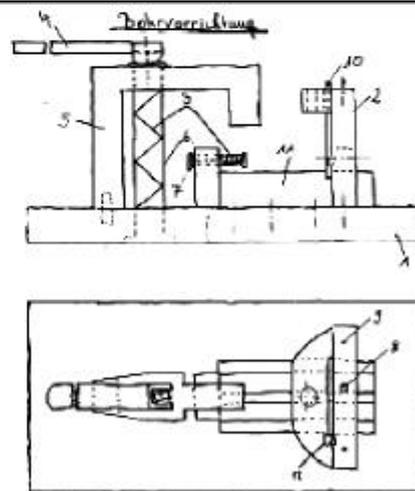
Gruppe 1



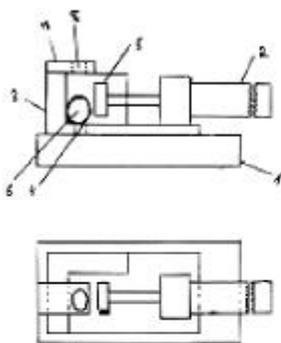
Gruppe 3



Gruppe 2

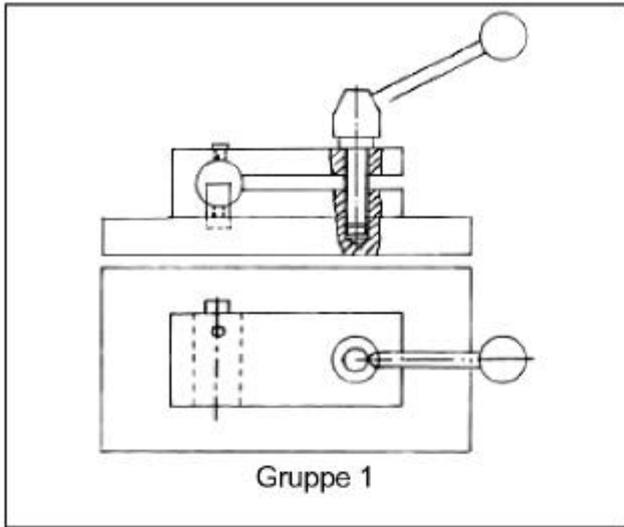


Gruppe 4

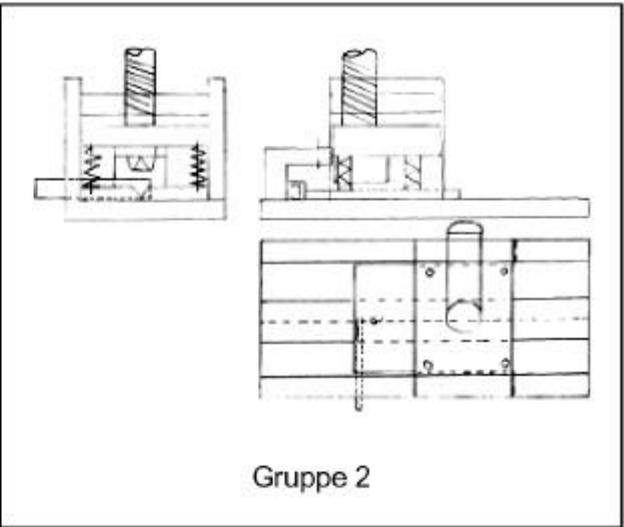


- 1 Grundplatte
- 2 Drehspindel
- 3 Drehspindelbohrer
- 4 Grundplatte
- 5 Drehspindelbohrerbohrer
- 6 Bohrerbohrer

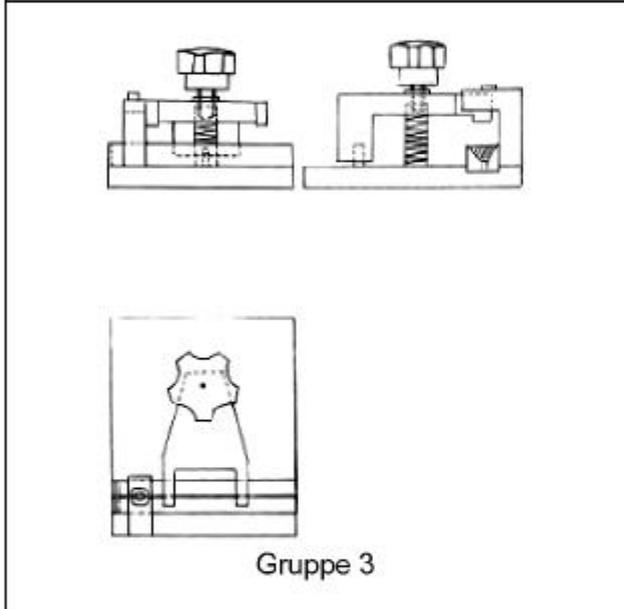
Gruppe 5



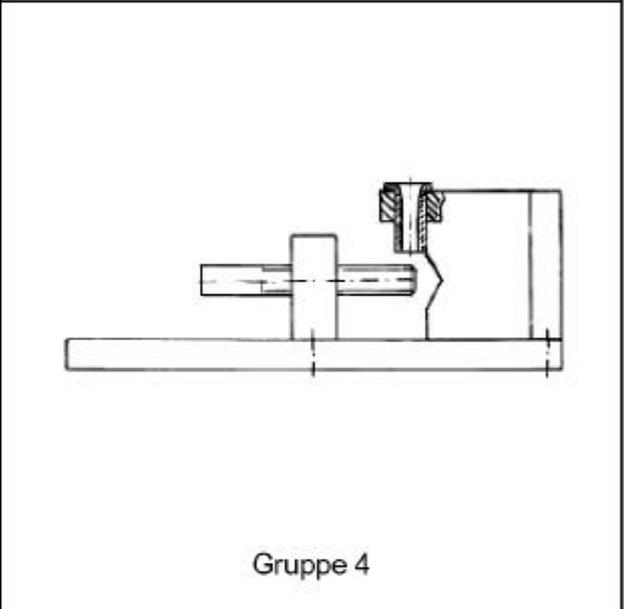
Gruppe 1



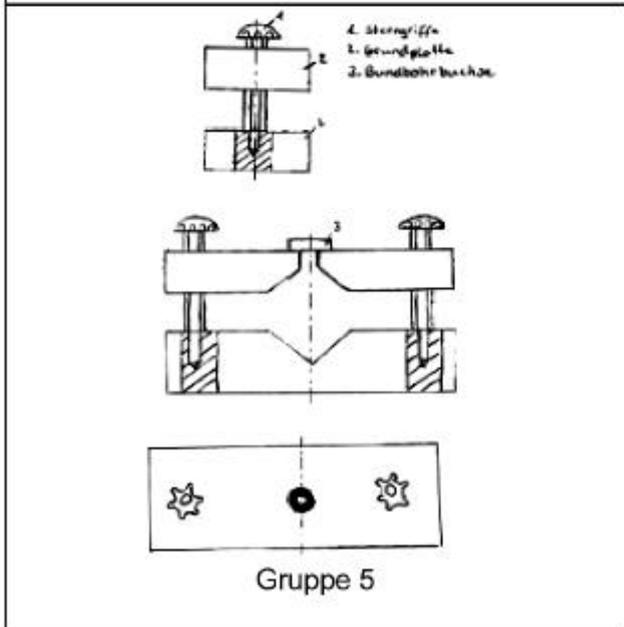
Gruppe 2



Gruppe 3



Gruppe 4



Gruppe 5

# **Werkzeugmechaniker Werkzeugmechanikerin**

Teil II – Fortgeschrittenenprojekt

**Fertigung eines Formeinsatzes  
für eine Spritzgießform**

Horst Wagner



# 1 Beschreibung der betrieblichen Aufgabe

Im Volkswagenwerk Braunschweig werden im „Geschäftsfeld Dämpfer“ jährlich ca. 7 Mio. Dämpfer gefertigt, die in den unterschiedlichsten Fahrzeugtypen des Konzerns verbaut werden. Damit beim Verladen bzw. beim Transport der Neuwagen die Dämpfer nicht durchschlagen und dadurch beschädigt werden, muss der Hub der Dämpfer begrenzt werden. Die Hubbegrenzung erfolgt durch Blockierstücke. Eine Spritzgießform für die Blockierstücke soll gefertigt werden.



Abb. 1: Dämpferbein

## 1.1 Art und Umfang der Arbeiten

Mit Formwerkzeugen werden Blockierstücke für Dämpferbeine in Braunschweig hergestellt. Der Fertigungsauftrag für den Werkzeugbau ist, dass ein veränderter Formeinsatz für die Spritzgießform (Blockierstück) gefertigt werden soll. Hierbei werden die maschinellen Fertigungsverfahren Fräsen, Tieflochbohren und Erodieren genutzt. Durch Auszubildende erfolgt das maschinelle Zerspanen der Bauteile in der Service und Produktionslerninsel (SPL) –Kleinfräsen. In einer angrenzenden Fachabteilung werden die Formeinsätze manuell in das Formwerkzeug eingepasst.

## 1.2 Einbindung in die Geschäfts- und Arbeitsprozesse

Im Volkswagenwerk Braunschweig werden im MWB (Maschinen- und Werkzeugbau) Spritzgießformen für Kunden (aus dem Konzern und von Fremdfirmen) gefertigt. Werkzeuge und Vorrichtungen sind zum Teil hochkomplexe Systeme, die nur dann die geforderte Qualität der mit ihnen hergestellten Nutzteile (Artikel) garan-

tieren können, wenn deren Einzelteile und Baugruppen optimal zusammenwirken. Die unterschiedlichen Spritzgießformen bestehen aus Bauteilen, die im MWB gefertigt und eingepasst werden. Ein Vermessen der Einzelwerkzeuge erfolgt im Werkzeugbau und die Bemusterung des Werkzeugs in der Regel in der gesamten Unternehmung, z. B. in Braunschweig in der Kunststoffteilefertigung (KT-Braunschweig). Die Werkzeuge unterliegen im täglichen Mehrschichtbetrieb einer hohen Beanspruchung und müssen die an sie gestellten Qualitätsmerkmale stets vollständig erfüllen, damit ein störungsfreier Produktionsablauf gewährleistet ist.



Abb. 2: SPL-Kleinfräsen

### 1.3 Ressourcen

Die betriebliche Arbeitsaufgabe wurde in der Service- und Produktionslerninsel (SPL) – Kleinfräsen innerhalb eines Zeitfensters von vierzehn Tagen durchgeführt. Eine Gruppe von vier Auszubildenden war für das Fräsen der Formbacken zuständig. Die SPL-Kleinfräsen ist integriert in den MWB in Braunschweig und wird von einem Ausbilder der Coachinggesellschaft Volkswagen sowie einem betrieblichen Ausbilder mit 12 Auszubildenden im Beruf Werkzeugmechaniker in der Fachrichtung Stanz- und Umformtechnik des Volkswagenwerks gefahren. Ausgestattet ist die SPL mit konventionellen und computergesteuerten Werkzeugzeugmaschinen, die mit Standardwerkzeugen bestückt sind. Die Ausstattung der SPL ermöglicht es, dass die im Werkzeugbau üblichen Stähle bearbeitet werden können und somit die Herstellung von Bauteilen für Kleinwerkzeug möglich ist. (siehe Bremer, Rainer / Brettschneider, Volker/Haasler, Bernd (u. a.): Gemeinsamer Zwischenbericht und 1. Sachbericht des Modellversuchs GAB, Bremen 2001)

## **2 Einordnung in das GAB-Curriculum**

### **2.1 Bezug der betrieblichen Aufgabe zum Lernbereich**

Im Berufsbildungsplan der Werkzeugmechaniker (ITB Arbeitspapier 30) ist im Lernbereich 2 das Lernfeld „Bedienen und Überwachen von spanenden Fertigungsanlagen“ beschrieben. Eine Kernaufgabe des/der (zukünftigen) Werkzeugmechanikers/Werkzeugmechanikerin ist es u. a., mit traditionellen Fertigungsverfahren Bauteile (z.B. Formbacken) für Werkzeuge und Vorrichtungen selbstständig herzustellen. Die am Werkzeug anfallenden Funktionsprüfungsarbeiten werden von den Auszubildenden noch angeleitet in den Fachabteilungen durchgeführt und geben ihnen einen guten Einblick in das notwendige systemübergreifende Zusammenhangswissen im Werkzeugbau. Die Auszubildenden sehen den Einsatz und die Herstellung des Werkzeugs im Geschäfts- und Arbeitsprozess und erfahren in einer prozessorientierten Arbeitssituation, dass sie zum derzeitigen Ausbildungsstand im ersten Halbjahr des zweiten Ausbildungsjahres durchaus Fertigungsanlagen betreuen können. Deshalb ist die Bearbeitung dieser betrieblichen Aufgabe hauptsächlich dem Lernbereich 2 (Zusammenhangswissen wird erworben) zuzuordnen. Teilweise berühren die durchzuführenden Arbeiten zur Herstellung der Formbacke auch den Lernbereich 3 (Detail- und Funktionswissen) – besonders dann, wenn an computergesteuerten Maschinen gefertigt wird.

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

Die Schülerinnen und Schüler erwerben die notwendigen Fähigkeiten, zeitgemäße und moderne Fertigungsanlagen zu bedienen und zu überwachen. Sie untersuchen exemplarisch anhand der gestellten Arbeitsaufgabe, ob traditionelle Verfahren wie Fräsen, Drehen, Schleifen oder moderne Verfahren wie Erodieren, Laserschneiden, High-Speed-Cutting zur Anwendung kommen könnten. Sie lernen den Umgang mit Arbeits- und Richtwerttabellen, um die Einstellwerte zu ermitteln bzw. zu berechnen. Sie bewerten die Wirtschaftlichkeit der Verfahren untereinander hinsichtlich der Bearbeitungszeiten, Oberflächengüte und Maßtoleranzen. Die Ergebnisse werden dokumentiert.

### **2.3 Abgleich mit den Zielen im Lernfeld (im Berufsbildungsplan)**

#### **2.3.1 Betriebliche Bildungs- und Qualifizierungsziele**

Hauptakzente im MWB sind die Herstellung von Werkzeugen und Vorrichtungen. Eine frühzeitige Beteiligung von Auszubildenden bei der Herstellung von Bauteilen für Werkzeuge ist somit eine Kernaufgabe im betrieblichen Ausbildungsprozess. Im Berufsbildungsplan der Werkzeugmechaniker im Lernfeld 7 steht zum betrieblichen Teil:

*„Die Auszubildenden bedienen und überwachen spanende Fertigungsanlagen unter Anwendung geeigneter Methoden, Verfahren und Werkzeuge. Sie beachten die technischen Zusammenhänge von Verschleißerscheinungen an Werkzeugen und nutzen betriebliche und herstelleraufgaben spezifische Fertigungsanweisungen. Die Auszubildenden planen die Zerspanung, rüsten Werkzeugmaschinen und steuern den Fertigungsvorgang. Sie richten Werkstücke und Werkzeuge aus, spannen diese und ermitteln und stellen Maschinenwerte ein. Sie erstellen Programme, legen Ar-*

*beitsfolgen fest, wählen Werkzeuge zum Zerspanen und Spannwerkzeuge aus, kontrollieren Arbeitsabläufe und bewerten diese. Die Auszubildenden reagieren fachgerecht auf Störungen der Fertigung, sie ermitteln Prozesskenngrößen und optimieren den Zerspanungsvorgang. Sie ermitteln den Bedarf an Hilfsstoffen unter Berücksichtigung betrieblicher Vorgaben und beachten bei der Entsorgung die Umweltschutzverordnungen“.*

### 2.3.2 Schulische Bildungs- und Qualifizierungsziele

Die Inhalte des Berufsbildungsplans der Werkzeugmechaniker zum Lernfeld 7 erläutern die Schülerinnen und Schüler anhand verschiedener spanender Fertigungsverfahren und führen Arbeitsplanungen mit Hilfe technischer Vorgaben für Fertigungsaufgaben durch. Sie beschreiben kennzeichnende Merkmale von Werkzeugmaschinen und ermitteln Fertigungsdaten für die Zerspanung. Auch Einflussgrößen maschineller Zerspanung können verglichen, beurteilt und auf andere Verfahren übertragen werden. Die Schülerinnen und Schüler erklären Arten und Aufbau verschiedener Spannwerkzeuge und beschreiben den Einsatz von Spannmitteln. Sie bewerten die wirtschaftlichen bzw. technologischen Zusammenhänge der Fertigung in Abhängigkeit von Losgrößen und Qualitätsanforderungen. Sie können mögliche Auswirkungen moderner Zerspanungstechnologien auf Arbeits- und Lebensbereiche anhand von Beispielen darstellen. Sie bewerten Konzepte der ergonomischen Gestaltung von Fertigungsmaschinen und beachten die einschlägigen Bestimmungen zur Arbeitssicherheit und zum Umweltschutz.



Abb. 3: Programmeingabe

## 2.4 Schnittstellen zu anderen Lernfeldern

Erfolgt der Zerspanungsprozess mit einer CNC-Maschine in der SPL, so werden die erforderlichen Programmierarbeiten von Auszubildenden im dritten Lehrjahr, Lernbereich 3, durchgeführt. Hier, im Lernfeld 11 „Erstellen von Fertigungsstrategien (Programmen) und deren Anpassung an Werkzeugmaschinen und Fertigungssysteme“, lernen die Schülerinnen und Schüler u. a.

- die Integration von Computern in der Fertigung kennen,
- die Bedeutung von Information neben Werkstoffen und Werkzeugen zu interpretieren,
- das Planen und Steuern des Fertigungsablaufs im Werkzeugbau kennen.

Dualkooperativ erstellt und den Lernorten übermittelt werden z. B.

- CNC gerechte Zeichnungen mit den erforderlichen Angaben,
- Schnitt- und Fertigungsdaten,
- CNC-Programme.



Abb. 4: CAD- Zeichnung Spannvorrichtung

## **2.5 Gestaltungspotenzial der betrieblichen Aufgabe**

Die Fertigung des Formeinsatzes ist eine offene Arbeitsaufgabe. Es besteht in dieser Fertigungsaufgabe die grundsätzliche Möglichkeit, Normalien zu nutzen (ökonomischer Gesichtspunkt) und das Bauteil dann konventionell bzw. auf einer CNC-Maschine zu fertigen. Es sind Entscheidungen von den Auszubildenden hinsichtlich der Fertigungsart, Werkzeugauswahl mit den Schnittparametern zu treffen und auch grundsätzliche Möglichkeiten der Werkstückaufnahme bei der betrieblichen Aufgabe sind auszuwählen und anzuwenden. Einschränkend muss aber angemerkt werden, dass der betriebliche Fertigungsprozess durch termingerechte Fertigung (Zeitfenster oftmals sehr eng) und wirtschaftliche Fertigung überwiegend determiniert wird. Für die Schule besteht aber die Option, Lösungen, die der betrieblichen Realität widersprechen, als Potential zu nutzen, um die Schülerinnen und Schüler mit den ökonomischen und ökologischen Inhalten von Facharbeit (ITB-Arbeitspapiere 30, Berufsbildungsplan, Lernfeld 7, hier: Anforderungen) vertraut zu machen. Es wurden „schöne und aufwendige“ Spannvorrichtungen für den Fertigungsauftrag Formbacke von den Auszubildenden entwickelt und präsentiert, die aber im Betrieb aufgrund der hohen Kosten nicht realisiert werden konnten. Ein enges Steuern des Lernprozesses ist in der Fertigungsaufgabe nicht nötig, da die Umsetzung der betrieblichen Aufgabe im Betrieb und in der Schule im Team erfolgt. Weiterhin liegt eine systematische Arbeitsaufgabe vor, die es ermöglicht, das notwendige Zusammenhangswissen (Lernbereich 2) des Werkzeugmechanikers zu erlernen und auf weitere Fertigungsaufträge zu übertragen.

## **3 Dual kooperative Ausbildungsplanung**

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

#### **3.1.1 Arbeitsgegenstände**

Gemeinsame Schnittmenge für Betrieb und Schule ist der reale Arbeitsauftrag. Eine Umsetzung erfolgt anhand der Auftragsunterlagen des Betriebs, die in der Schule genutzt werden zur Strukturierung des realen Fertigungsprozesses und um den beruflichen Lerngegenstand „spannende Fertigungsanlagen“ zu erschließen. Auch Strukturen, die die Schülerinnen und Schüler im Lernbereich 1, besonders auch im Politik- und Deutschunterricht der Berufsbildenden Schulen, kennen gelernt haben, ermöglichen systematisch geführte Kundengespräche.

#### **3.1.2 Werkzeuge, Methoden und Organisation**

Die schwerpunktmäßige Thematisierung des Gebietes des Lernfelds 7 „Bedienen und Überwachen ...“ erfolgt am betrieblichen Auftrag. Betrieb und Schule nutzen das Auftragsgespräch, die technischen Dokumente zum Fertigungsauftrag und zur Fertigungsanlage, um besonders in der Schule die Fertigungsstrategie zu verallgemeinern. Somit wird gewährleistet, dass das Erlernete zur Werkzeugmaschine, zu Spann- und Prüfmitteln oder auch der Umgang mit Betriebsstoffen auf unterschiedliche Fertigungsanlagen übertragen und genutzt werden kann. Es werden z.B. aber auch die Grundbegriffe der Programmierung von Werkzeugmaschinen nach DIN 66025 mit dem Eingeben des Programms und die Werkstattprogrammierung mit erarbeitet.

### 3.1.3 Anforderung an Facharbeit und Technik

Während im Betrieb die praktische Durchführung des Auftrages von der Annahme bis zur Übergabe im Vordergrund steht, richtet sich der Fokus in der Schule auch auf Kompetenzen wie Kommunikations- und Teamfähigkeit. Diese Anforderungen gehören aufgrund der Arbeitsplatzgestaltung, der Organisationsstruktur im MWB zum täglichen Geschäft, um den Fertigungsauftrag zu analysieren, das Bauteil zu fertigen und termingerecht zu übergeben. Zu der Facharbeit gehören somit fundierte Kenntnisse zum Bedienen und Überwachen der im Werkzeugbau vorhandenen spanenden Fertigungsanlagen.

### 3.2 Struktur der Aufgabenbearbeitung

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

Nach dem Modell der vollständigen Handlung sollten sich die Auszubildenden über den betrieblichen Auftrag informieren, die Auftragsbearbeitung selbstständig planen, eine Entscheidung treffen und danach den Arbeitsauftrag selbstständig durchführen, das Arbeitsergebnis einer Qualitätskontrolle unterziehen und abschließend eine Reflexion der durchgeführten Arbeit vornehmen. Diese Struktur findet sich auch im Auftragsbuch der VW-CG wieder, in dem die Auszubildenden regelmäßig die von ihnen bearbeiteten betrieblichen Aufträge dokumentieren.

Für das Projekt „Fertigen eines Formeinsatzes für eine Spritzgießform“ ist das Modell anwendbar. Im Einzelnen beginnt die Durchführung des Fertigungsauftrages Werkzeugformeinsatz damit, dass sich die Auszubildenden zunächst über die Einbindung und Bedeutung des Bauteils im Werkzeug (Auftragsgespräch) informieren. Sie erkennen, dass das einwandfreie Zusammenwirken der einzelnen Bauteile die Funktion des Werkzeuges bestimmt und somit die Qualität des Nutzteils bedingt. Wenn die Auszubildenden ihre Planung (offen gestalteter Arbeitsauftrag) erläutern und begründen können und alle Unklarheiten (komplexe Zeichnungen) und Unsicherheiten beseitigt sind, wird die Durchführung des Auftrages freigegeben. Der Prozess der Planung muss aufgrund der Lösungsvielfalt mehrmals durchlaufen werden, bis eine von Betrieb und Schule vertretbare Lösung gefunden worden ist, die auf andere Fertigungsaufträge übertragen werden kann.

Die Schule orientiert sich an grundsätzlichen Leitfragen, die es ermöglichen, erworbenes Wissen auf weitere betriebliche Aufträge zu übertragen. Berührt werden auch Grundbegriffe der Programmierung von Werkzeugmaschinen nach DIN 66025, um das Einspielen eines CNC-Programms (erstellt von Auszubildenden im dritten Ausbildungsjahr) oder die Werkstattprogrammierung nachvollziehen zu können.

Die zentralen Leitfragen lauten:

- Wie ist eine Werkzeugmaschine aufgebaut?
- Welche Struktur hat eine Fertigungsaufgabe?
- Wie wird eine Werkzeugdatenbank genutzt?
- Wie erfolgt die Gestaltung von Fertigungsstrategien unter Beachtung des Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutzes?
- Wie erfolgt eine Maschinenbelegung?

Die Erarbeitung dieser Fragen lässt sich in der Berufsschule am ehesten in Gruppenarbeit durchführen, wobei sinnvollerweise in jeder Gruppe ein bereits in der SPL eingesetzter Schüler als „Experte“ zur Verfügung steht. Eine erste Überprüfung der gefundenen Lösung erfolgt selbstständig im Team, aber auch anhand einer Ergebnispräsentation, wobei der Austausch mit den anderen Schülerinnen und Schülern im Vordergrund steht. Dabei ist selbstverständlich, dass den Schülerinnen und Schülern entsprechende Original-Zeichnungen, Fachbücher, Kataloge zur Verfügung stehen und sie nicht zuletzt über den möglichen Budgetrahmen informiert sind.

### **3.3 Planung und Abstimmung der Ausbildungsorte und -zeiten**

Grundsätzlich sind in Braunschweig die Werkzeugmechaniker zu zwei verschiedenen Zeiträumen in der SPL-Kleinfräsen eingesetzt, und zwar

- zu Beginn des zweiten Ausbildungsjahres (mit 8 Wochen):

Hier werden die im Lernfeld 7 genannten Bildungs- und Qualifizierungsziele im Bereich konventionelle Fertigung verfolgt, und zwar anhand der in diesem Zeitraum anfallenden Fertigungsaufgaben in der SPL.

- zum Ende des zweiten Ausbildungsjahres (mit 12 Wochen):

Es werden dann die im Lernfeld 11 beschriebenen Ziele zur Fertigung auf computergesteuerten Maschinen dualkooperativ erarbeitet.

Die im Lernfeld 7 bzw. 11 beschriebenen beruflichen Bildungsziele erfordern einen permanenten Datenaustausch (Mail, Gespräch, Programm) und detaillierte Abstimmungen zwischen den Lernorten Schule und Betrieb.

## Aufgabenverteilung zum Lernfeld 7

Betrieb	Schule
Informationen über die Arbeitssicherheit im Zusammenhang mit spanenden Werkzeugmaschinen	Ergonomische Gestaltung von Fertigungsmaschinen und einschlägige Bestimmungen der Arbeitssicherheit
Begriffsbestimmung betriebliche und herstellereigene Wartungsanweisung	Unterscheidung und Zuordnung von Betriebsstoffen auch unter ökologischen Aspekten
Planen von Zerspanungsprozessen und Rüsten von Werkzeugmaschinen	Wirtschaftliche bzw. technologische Zusammenhänge der Fertigung als Funktion von Losgröße und Qualitätsanforderung
Arbeiten mit Dokumentationen, wie zu den technischen Zusammenhängen von Verschleißerscheinungen und Maschinen- bzw. Schnittdaten	Analyse Verschleißursachen an Spanwerkzeugen Auftragsdokumentation
Bestimmung von Span- und Spannwerkzeugen	Möglichkeiten der Werkzeug- und Werkstückaufnahme
Durchführung von Spanungsaufgaben unter Verwendung von Standardwerkzeugen, Betriebs- und Hilfsstoffen sowie Prüfmitteln	Präsentieren von Gruppenergebnissen Methoden der Qualitätssicherung
Überwachung von konventionellen und CNC gesteuerten Fertigungsanlagen	Formen der Betriebs- und Arbeitsorganisation

#### 4 Übersicht der betrieblichen Ausbildungselemente

Die Auszubildenden informieren sich mit Unterstützung des Ausbilders über den Auftrag.

Sie erfahren, welche Bedeutung eine einwandfreie Fertigung der Formbacke auf die Funktion der Spritzgießform beim Betreiber/Kunden hat.

Die für die Fertigung benötigten Zeichnungen und Stücklisten, aber auch Werkzeuge, Hilfsmittel und Betriebsstoffe werden den Auszubildenden zur Verfügung gestellt bzw. müssen beschafft werden. Unter Beachtung der betrieblichen Vorgaben (einschließlich der Maßnahmen zum Arbeits- und Umweltschutz) wird der Arbeitsablauf diskutiert und festgelegt. Die Arbeitsregeln und -methoden werden, soweit es noch erforderlich ist, vom Ausbilder erläutert. Bei der Durchführung des Auftrages, besonders bei der Handhabung der CNC-Maschine, erfolgt noch ein angeleitetes Handeln, jedoch die Handhabung der konventionellen Werkzeugmaschinen erfolgt überwiegend selbstständig. Nach der Programmeingabe bzw. Korrektur des CNC-Programms wird das Bauteil gefertigt, kontrolliert, dokumentiert und anschließend in angrenzende Fachabteilungen eingeschleust. In einer abschließenden gemeinsamen Reflexionsphase der Auszubildenden mit dem zuständigen Ausbildungsbeauftragten wird die erfolgte Vorgehensweise gemeinsam ausgewertet.

Die Auszubildenden erkennen, dass das einwandfreie Zusammenwirken der einzelnen Bauteile die Funktion des Werkzeuges bestimmt und somit die Qualität des Nutzteils bedingt. Die für den Auftrag benötigten Zeichnungen und Stücklisten, aber auch Werkzeuge, Hilfsmittel werden vom Auszubildenden beschafft bzw. müssen ihm übergeben werden.

## 5 Schulische Lernsituationen

### 5.1 Übersicht

Am Lernort Betrieb steht die reale Herstellung von Bauteilen für Werkzeuge und Vorrichtungen nach dem Modell des vollständigen Handelns im Vordergrund und es werden hier die Lernfelder 7 und 11 berührt. Die Schule richtet jedoch den Blick bei der beschriebenen Fertigungsaufgabe auf das Lernfeld 7 mit seiner vorliegenden systematischen Ausprägung. Die nachfolgende Darstellung soll die schulischen Lernsituationen verdeutlichen.

Herstellung eines Formeinsatzes für ein Spritzgießwerkzeuges

Auftrag	Lernsituation	Unterrichtssequenz	Zeit	Leitfragen
F O R M E I N S A T Z	Analyse der Fertigungsaufgabe	Wirtschaftlichkeit in der Fertigung  Betriebs- und Hilfsstoffe	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Welche Werkzeugmaschine ist für die Fertigungsaufgabe sinnvoll bzw. steht zur Verfügung</li> <li>- Welche Kenngrößen bedingen den Einsatz einer Hilfsvorrichtung?</li> <li>- Welcher Kühlschmierstoff wird ausgewählt?</li> </ul>
	Spanen und Spannmöglichkeiten	Spanparameter Spannmittel Spanwerkzeuge Einrichten von Werkzeugmaschinen	20	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wie bestimmen die Werkzeugmaschine, der Werkstoff die Qualität und die Schnittwerte?</li> <li>- Wie erfolgen die Auswahl und der Einsatz der Span- und Spannmittel?</li> <li>- Wie erfolgt das Rüsten der Werkzeugmaschine?</li> </ul>
	Datenübertragung	Werkstattprogrammierung Eingabe von Programmen Qualitätssicherung	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Welche Bedeutung hat die Werkstattprogrammierung im Fertigungsprozess?</li> <li>- Wie bestimmt die Qualitätsanforderung das Fertigungsverfahren?</li> </ul>

Für die am GAB-MV beteiligten Schulen wurde ein schulischer Lehrplan, in Anlehnung an die Rahmenlehrplanvorgaben der KMK und die durch das Institut für Bildung erhobenen beruflichen Arbeitsaufgaben, entwickelt. Dieser Lehrplan steht nicht in Konkurrenz zum Berufsbildungsplan; sondern, der schulische Lehrplan soll die Arbeit der Kollegen vor Ort erleichtern, da das Instrument an den oben angeführten Vorgaben in der Struktur angeglichen ist. Auch muss angemerkt werden, dass die Inhalte und Ziele des schulischen Lehrplans in den Berufsbildungsplan eingeflossen sind. Die folgende Übersicht soll anhand des beschriebenen Projekts den Kompetenzzuwachs, bezogen auf das Lernfeld 7, verdeutlichen.

Lernsituation	Beschreibung der Lernsituation	Kompetenzzuwachs	Inhalte	Medien	Anmerkung
1.1	Analyse der Fertigungsaufgabe Formeinsatz im Geschäfts- und Arbeitsprozess	Die Schülerinnen und Schüler erkennen die Prozesskette der Werkzeugherstellung. Sie erstellen eine Übersicht der beteiligten Fachabteilungen.	Grundstruktur der maschinellen Fertigung	Zeichnung Artikel	Abb. 1 u.1.1
1.2	Auswahl eines wirtschaftlichen Fertigungsverfahren	Die Schülerinnen und Schüler unterscheiden betriebliche Fertigungsverfahren. Sie erläutern diese und ordnen der Fertigungsaufgabe wirtschaftliche und technologische Verfahren zu.	Spanen mit geometrisch bestimmter Schneide Schnittleistung	Fachbücher Tabellen	
1.3	Planen des Fertigungsprozesses	Die Schülerinnen und Schüler beschaffen und erstellen einen Fertigungsplan. Sie arbeiten mit Vorgaben und Tabellen der Fachabteilung bzw. der Werkzeughersteller.	Umgang mit Betriebsvorschriften, Bestimmungen zum Arbeitsschutz	Tabellen Umweltschutzvorschriften	Abb. 2 Arbeitsblatt
1.4	Methoden der Werkstückaufnahme	Die Schülerinnen und Schüler untersuchen Möglichkeiten der Werkstückaufnahme. Sie treffen Entscheidungen.	Spannelemente	Modelle Bauteile	Arbeitsblatt
1.5	Präsentation von Hilfsspannvorrichtungen	Die Schülerinnen und Schüler stellen Lösungsvorschläge dar. Sie erläutern mögliche Veränderungen als Gruppenergebnis.	Fachgespräch Feedback		Abb. 6 u. 7 Arbeitsblatt

1.6	Rüsten von Werkzeugmaschinen	Die Schülerinnen und Schüler erstellen Einrichte- und Spannpläne. Sie arbeiten mit Tabellen.	Arbeitssicherheit, Fertigungsstruktur	Anleitungen Handbücher	Abb. 8 Arbeitsblatt
1.7	Überwachen des Fertigungsprozesses	Die Schülerinnen und Schüler erläutern Einflüsse auf die Zerspanbarkeit von Werkstoffen und die Anforderung an Kühlschmierstoffen	Spannbildung Schneidstoffe Verschleißarten Standzeit Schnittwertoptimierung Kühlschmierstoffe	Spanformen n. VDI 3332 Schneidenbelastung n. ISO/TR 11255 Standvermögen DIN 6583 Kühlschmierstoffe n. DIN 51385, 51520, 51521 ISO6743-7	.
1.8	Programmierverfahren	Die Schülerinnen und Schüler erläutern manuelle und rechnergestützte Programmierverfahren.	Werkstatt-AV-, WOP-Programmierung	DIN 66025	Abb. 3

## 5.2 Beschreibung der Lernsituationen

### Lernsituation 1

Lernsituation: „Analyse der Fertigungsaufgabe Formeinsatz im Geschäfts- und Arbeitsprozess“

Die Fertigung von Formen erfolgt mit verschiedenen Werkzeugmaschinen in den Fachabteilungen des Werkzeugbaus. Für die Umsetzung des Fertigungsauftrags ist ein hoher Informationsfluss notwendig, damit die gefertigten Bauteile zum richtigen Zeitpunkt im Bankbereich angepasst und gefügt werden können. Hierzu werden verschiedene Informationsunterlagen genutzt, die aus dem Fertigungsauftrag mit einer technischen Zeichnung bestehen. Die bereitgestellten Informationsunterlagen sind zu einer Einheit zu verknüpfen, um kostengünstig und funktionsgerecht zu fertigen. Die Kenntnis vom grundsätzlichen konstruktiven Aufbau von Werkzeugmaschinen mit der Unterteilung in Funktionssysteme und ihr Zusammenwirken erleichtert das Verständnis von der Arbeitsweise einer Werkzeugmaschine im Arbeitsprozess.

Die Schülerinnen und Schüler erhalten den Auftrag, eine Funktionsanalyse der Spritzgießform vorzunehmen und dabei die Bedeutung des Bauteils Formeinsatz zu untersuchen. Besonders soll hier untersucht werden, mit welchen spannenden Fertigungsverfahren in welchen Abteilungen des Werkzeugbaus der Fertigungsauftrag durchgeführt werden kann, damit die zu fertigenden Bauteile in den geforderten Qualitäten bereitstehen.

## **Lernsituation 2**

Lernsituation: „Auswahl eines wirtschaftlichen Fertigungsverfahrens“

Die Schülerinnen und Schüler erhalten den Auftrag, anhand von üblichen Auftragsbegleitpapieren und Informationsmaterial dem Bauteil Formeinsatz mögliche Fertigungsverfahren des Werkzeugbaus zuzuordnen. Hierbei sind die Bedeutung von Fertigungsalternativen und die wirtschaftlichen Folgen einer nicht termingerechten Fertigung im Geschäftsprozess aufzuzeigen. Das ausgewählte Fertigungsverfahren ist zu begründen und die Realisierung der gewählten Entscheidung in der Fachabteilung einzuschätzen.

Durch die Übertragung der Erkenntnisse auf andere Fertigungsaufgaben und durch die Erstellung von Gruppenpräsentationen wird der Lernerfolg vertieft, gesichert und gefestigt.

## **Lernsituation 3**

Lernsituation: „Planen des Fertigungsprozesses“

Die Schülerinnen und Schüler erstellen bezogen auf das ausgewählte Fertigungsverfahren einen Fertigungsplan. Als Ordnungskriterien sind die Umweltschutzvorschriften und die Bestimmungen des Arbeits- und Unfallschutz hervorgehoben zu beachten. Die realen Maschinendaten und die zur Verfügung stehenden Werkzeuge und Schneidstoffe der Fachabteilung mit den betriebsüblichen Kriterien sollen von den Schülerinnen und Schülern berücksichtigt werden. Sie arbeiten mit Vorgaben und Tabellen der Fachabteilung bzw. der Werkzeughersteller und planen die Reihenfolge der Fertigungsschritte selbstständig. Sie erläutern die Qualitätsangaben am Werkstück bzw. der Fertigungszeichnung (Maßtoleranzen, Form- und Lagetoleranzen und Oberflächengüten). Der gefundene zweckmäßige Ablauf der Fertigung ist den Mitschülern vorzustellen. Hierbei sollen die Schülerinnen und Schüler mögliche Alternativen in der Abfolge aufzeigen können.

## **Lernsituation 4**

Lernsituation: „Methoden der Werkstückaufnahme“

Die Schülerinnen und Schüler sollen in Gruppenarbeit herausfinden, welche Spannungsmöglichkeiten für die Fertigungsaufgabe geeignet sein könnten. Sie sollen hierbei die Bedeutung von Spannvorrichtungen bei komplexen Bauteilen beurteilen. Dabei soll das Bewusstsein für eine wirtschaftlich vertretbare Lösung geschärft werden.

## **Lernsituation 5**

Lernsituation: „Präsentation von Hilfsspannvorrichtungen“

Die Schülerinnen und Schüler erstellen in Partnerarbeit in Verbindung mit Phasen des selbstständigen Arbeitens Skizzen einer Hilfsspannvorrichtung. Dabei sollen die Regeln des technischen Zeichnens durch eine fertigungsgerechte Bemaßung berücksichtigt werden. Die gefundenen Lösungen werden der Lerngruppe präsentiert und dabei soll dargestellt werden, welche bestimmenden Kriterien zu ihrem Lösungsvorschlag führten. Weiterhin sollen sie anhand der Nachfragen sinnstiftende Verbesserungsvorschläge zu ihrer Skizze erkennen und diese bei der Anfertigung der Zeichnung beachten.

## **Lernsituation 6**

Lernsituation: „Rüsten von Werkzeugmaschinen“

Die Schülerinnen und Schüler erstellen anhand der gewählten Spanneinrichtung und der genutzten Werkzeuge einen Arbeitsplan, der einen schonenden Umgang mit den Arbeitsmitteln bei einem unterbrechungsfreien Fertigungsablauf gewährleistet. Die Bedeutung der Einrichtewerkzeuge, der Prüfverfahren und Prüfmittel, bezogen auf die Werkzeugmaschine und den Fertigungsauftrag, stellen sie dar.

### **Lernsituation 7**

Lernsituation: „Überwachen des Fertigungsprozesses“

Die Schülerinnen und Schüler bekommen den Auftrag, den Zusammenhang zwischen Maschine, Werkstück und Werkzeug darzustellen. Hierbei sind die zu erwartenden Veränderungen am Werkzeug zu beschreiben. Auftretende Fräsprobleme wie geringe Standzeit, fehlende Prozessfähigkeit oder Überlastung der Maschine sind zu erläutern. Anschließend sollen Abhilfe-Maßnahmen den Störungsursachen zugeordnet werden. Sie stellen in einem Fachgespräch Verfahren der Qualitätskontrolle dar und begründen die gewählte Prüfmethode.

### **Lernsituation 8**

Lernsituation: „Datenübertragung“

Die Schülerinnen und Schüler erhalten den Auftrag, den durchgehenden Computereinsatz vom Auftragseingang bis zur Auslieferung des Bauteils zu erläutern. Anschließend erhalten sie den Auftrag, einen Bearbeitungsplan, als vorbereitende Maßnahme zur Programmerstellung, zu analysieren. Danach sollen sie anhand von Fachbüchern oder der erlebten betrieblichen Realität die Möglichkeiten der Dateneingabe darstellen.

## **Literatur**

Bremer, Rainer/Brettschneider, Volker/Haasler, Bernd (u. a.): Gemeinsamer Zwischenbericht und 1. Sachbericht des Modellversuchs GAB, Bremen 2001

Haasler, Bernd: Dokumentation des Workshops der Berufsgruppe »Werkzeugmechaniker«. In: Rauner, Felix/Reinhold, Michael (Hrsg.): GAB – Zwei Jahre Praxis – Dokumentation der 2. GAB Fachtagung, ITB-Arbeitspapiere Nr. 36, Universität Bremen 2002, Seite 49 – 57

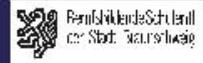
Rauner, u. a.: Berufsbildungsplan für den Werkzeugmechaniker, ITB-Arbeitspapier 30, Universität Bremen 2001

Reichard: Fertigungstechnik, Handwerk und Technik 2002

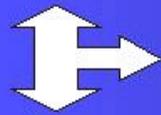
Fachkunde Metall, Europa Lehrmittel  
Tabellenbuch Metall, Europa Lehrmittel

## Anhang





# Entwurf Spannvorrichtung



WM 99/1

- Kommunikation im Team
- Orientierung der Lösung am Geschäfts- und Arbeitsprozess
- Kalkulation
- Präsentation der Entwürfe

weiter

Abb. 5: Schülerarbeitsgruppe

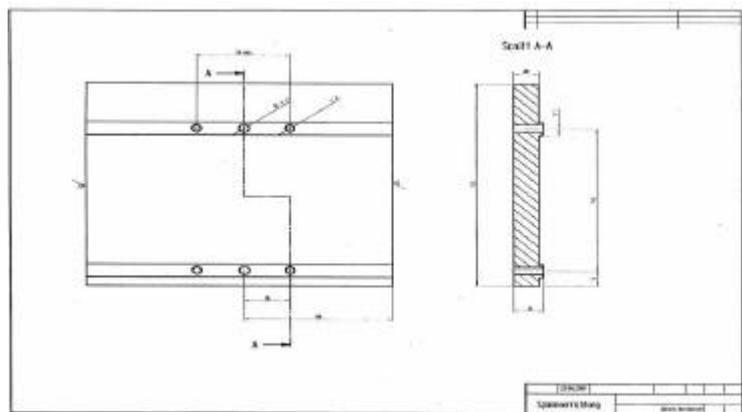
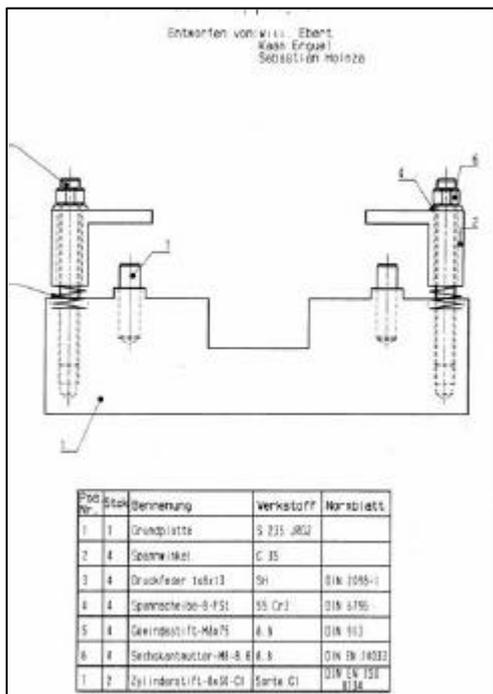


Abb. 7: Spannvorrichtung „wirtschaftlich“ wird gefertigt

Abb. 6: Entwurf „unwirtschaftlich“ wird verworfen



Abb. 8: Rüsten der Werkzeugmaschine, Einsatz der Spannvorrichtung

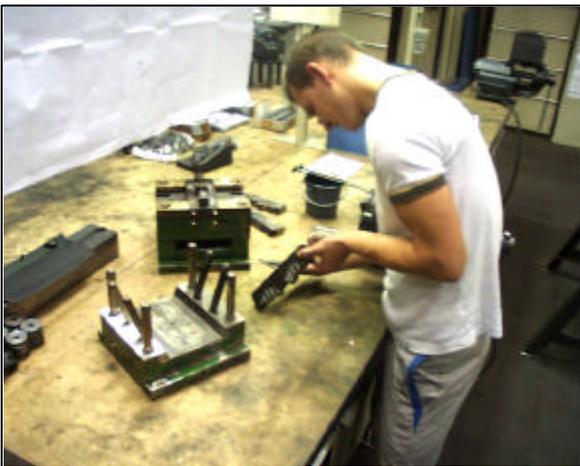


Abb. 9: Montage des Formeinsatzes



Abb. 10: Produktion der Nutzteile

<b>BBS</b> Braunschweig Emden Hannover Wolfhagen Wolfsburg	<b>Lernfeld 7</b>  <b>Bedienen und Überwachen von          Fertigungsanlagen</b>	 Werkzeugmechaniker
Lernbereich 2	Zusammenhangswissen	Zeit:
BAG 7	Bedienen und Überwachen von spanenden Fertigungsanlagen	80 h
<p><u>Zielformulierung:</u></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erwerben die notwendigen Fähigkeiten, zeitgemäße und moderne Fertigungsanlagen zu bedienen und zu überwachen. Sie untersuchen exemplarisch anhand der gestellten Arbeitsaufgabe, ob traditionelle Verfahren wie Fräsen, Drehen, Schleifen u.a. oder Verfahren wie Erodieren, Laserschneiden, High-Speed-Cutting u.a. zur Anwendung kommen. Sie lernen den Umgang mit Arbeits- und Richtwerttabellen, um die Einstellwerte zu ermitteln bzw. zu berechnen. Sie bewerten die Wirtschaftlichkeit der Verfahren untereinander hinsichtlich der Bearbeitungszeiten, Oberflächengüte und Maßtoleranzen. Die Ergebnisse werden dokumentiert.</p>		
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertigungstechniken             <ul style="list-style-type: none"> <li>Drehen</li> <li>Fräsen</li> <li>Schleifen</li> <li>Kennwerte</li> </ul> </li> </ul> <p><b>1.1.1.1 Diagramme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Elektrotechnik</b></li> <li>• Abtragende Techniken im Werkzeugbau             <ul style="list-style-type: none"> <li>Elektroerosive Verfahren</li> <li>Energiestrahilverfahren</li> <li>Chemisches Abtragen</li> <li>Elektrochemisches Abtragen</li> </ul> </li> </ul> <p><b>1.1.1.2 Prozesskennwerte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programmierung</li> <li>• Hochgeschwindigkeits-Schneiden</li> <li>• Sonderverfahren des Trennens             <ul style="list-style-type: none"> <li>Hartbearbeitung</li> <li>Trockenbearbeitung</li> </ul> </li> <li>• Unfallverhütungsvorschriften</li> </ul>	<p><b>Anmerkung:</b></p> <p>In diesem Lernfeld ist das fachgerechte Bedienen von Fertigungsanlagen der Unterrichtsgegenstand. Ausgehend von dem zu erzeugenden Nutzteile wird der Zusammenhang zwischen dem Fertigungsverfahren und der zu erzeugenden Qualität des Nutzteils als Funktion der Prozesskenngrößen beschrieben.</p> <p>Die Schüler sind in der Lage, fachtheoretische Erkenntnisse unter Berücksichtigung von Richtwerten der Maschinenhersteller auf das gewählte Fertigungsverfahren zu übertragen. Die Bedeutung der fachmathematischen Zusammenhänge wird durch die Auswahl der Fertigungstechnik deutlich. Anhand der abtragenden Techniken im Werkzeugbau sollten die mathematischen Grundlagen der Elektrotechnik verallgemeinert werden.</p> <p>Zum Einsatz sollen hier Tabellenbücher, Fachbücher, Kataloge, Richtwerttabellen, Diagramme und Zeichnungen kommen.</p>	

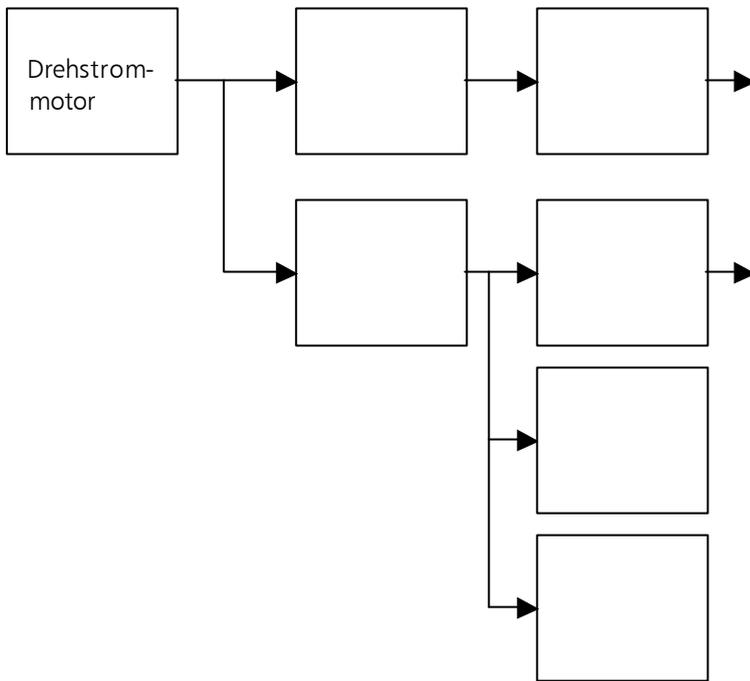
Lernfeld 7 Lernbereich 2	<b>Bedienen und Überwachen von spanenden Fertigungsanlagen</b>		Zeit Betrieb Schule
<p>Das Herstellen von Bauteilen des Werkzeugbaus erfolgt zum großen Teil auf spanenden Fertigungsanlagen. Neben den manuellen handwerklichen Arbeitstechniken wird die maschinelle spanende Fertigung zunehmend wichtiger in der Facharbeit der Werkzeugmechaniker. Die Bedienung und Überwachung von spanenden Fertigungsanlagen gilt somit als eine Kernaufgabe des Werkzeugmechanikers. Traditionelle maschinelle Fertigungsverfahren wie z. B. Fräsen, Drehen und Schleifen werden ergänzt durch Erodierverfahren, Laserschneidverfahren, High-Speed-Cutting u. a. moderne Technologien. Im Aufgabenbereich der Werkzeugmechaniker liegt oft die Betreuung mehrerer Fertigungsanlagen, an denen der Prozess überwacht, Rohlinge gespannt und Spanwerkzeuge eingesetzt und gewartet werden müssen.</p>			
<b>Bildungs- und Qualifizierungsziele an den Lernorten</b>			
<p><b>Betrieb</b></p> <p>Die Auszubildenden bedienen und überwachen spanende Fertigungsanlagen unter Anwendung geeigneter Methoden, Verfahren und Werkzeuge. Sie beachten die technischen Zusammenhänge von Verschleißerscheinungen an Werkzeugen und nutzen betriebliche und herstellerspezifische Wartungsanweisungen. Die Auszubildenden planen die Zerspanung, rüsten Werkzeugmaschinen und steuern den Fertigungsvorgang. Sie richten Werkstücke und Werkzeuge aus, spannen diese und ermitteln und stellen Maschinenwerte ein. Sie erstellen Programme, legen Arbeitsfolgen fest, wählen Span- und Spanwerkzeuge aus, kontrollieren Arbeitsabläufe und bewerten diese. Die Auszubildenden reagieren fachgerecht auf Störungen der Fertigung, sie ermitteln Prozesskenngrößen und optimieren den Zerspanvorgang. Sie ermitteln den Bedarf an Hilfsstoffen unter Berücksichtigung betrieblicher Vorgaben und beachten bei der Entsorgung die Umweltschutzverordnungen.</p>	<p><b>Schule</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erläutern verschiedene spanende Fertigungsverfahren und führen Arbeitsplanungen mit Hilfe technischer Vorgaben für Fertigungsaufgaben durch. Sie beschreiben kennzeichnende Merkmale von Werkzeugmaschinen und ermitteln Fertigungsdaten für die Zerspanung. Einflussgrößen maschineller Zerspanung können verglichen, beurteilt und auf andere Verfahren übertragen werden. Die Schülerinnen und Schüler erklären Arten und Aufbau verschiedener Spanwerkzeuge und beschreiben den Einsatz von Spanmitteln. Sie bewerten die wirtschaftlichen bzw. technologischen Zusammenhänge der Fertigung in Abhängigkeit von Losgrößen und Qualitätsanforderungen. Sie können mögliche Auswirkungen moderner Zerspanungstechnologien auf Arbeits- und Lebensbereiche anhand von Beispielen darstellen. Sie bewerten Konzepte der ergonomischen Gestaltung von Fertigungsmaschinen und beachten die einschlägigen Bestimmungen zur Arbeitssicherheit und zum Umweltschutz.</p>		
<b>Inhalte von Arbeit und Lernen:</b>			
<p><b>Gegenstände</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Auftragsgespräch mit dem Kunden</li> <li>• Der Fertigungsauftrag mit Auftragsunterlagen</li> <li>• Die spanenden Fertigungsanlagen</li> </ul>	<p><b>Werkzeuge</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeugmaschinen</li> <li>• Maschinendateien, Auftragsdisposition</li> <li>• Standard-/Spezialwerkzeuge</li> <li>• Betriebs- und Hilfsstoffe</li> <li>• Spanmittel</li> <li>• Spanwerkzeuge</li> <li>• Mess- und Prüfmittel</li> <li>• Wartungsvorschriften und Betriebsanleitungen</li> </ul> <p><b>Methoden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einspielen von Programmen</li> <li>• Werkstattprogrammierung</li> <li>• Ermittlung von Zerspanungsparametern und Fertigungsdaten</li> <li>• Ermittlung möglicher Verschleißursachen von Spanwerkzeugen</li> <li>• Methoden des funktionalen Rüstens und Einrichtens von Fertigungsmaschinen</li> <li>• Unterscheiden, Zuordnen und Handhaben von Betriebsstoffen (z. B. Schmierstoffe, Öle, Bohremulsionen) entsprechend der Betriebsvorschriften</li> </ul> <p><b>Organisation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeits- und Betriebsorganisationsformen</li> <li>• Organisation der Auftragsdurchführung</li> <li>• Arbeitsplatzgestaltung und -ausstattung</li> <li>• Arbeitsorganisation der Ver- und Entsorgung</li> </ul>	<p><b>Anforderungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestaltung von Fertigungsprozessen für anforderungsgerechte wirtschaftliche Fertigung</li> <li>• Termingerechte Fertigung</li> <li>• Schnelle, zielgerichtete Auswahl benötigter Fertigungs-Informationen</li> <li>• Beachtung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes (Gefahrstoffe, Arbeit an automatisierten Anlagen)</li> <li>• Fachgerechte Zuführung und Entnahme von zu zerspanenden Rohlingen</li> <li>• Zuverlässige Überwachung der Zerspanung</li> <li>• Ergonomische Gestaltung der Werkstückaufspannungen</li> <li>• Ökonomische Planung der Belegung und Auslastung der Fertigungsanlagen</li> <li>• Ökologische Aspekte und Umweltschutzvorschriften bei der Ver- und Entsorgung</li> </ul>	



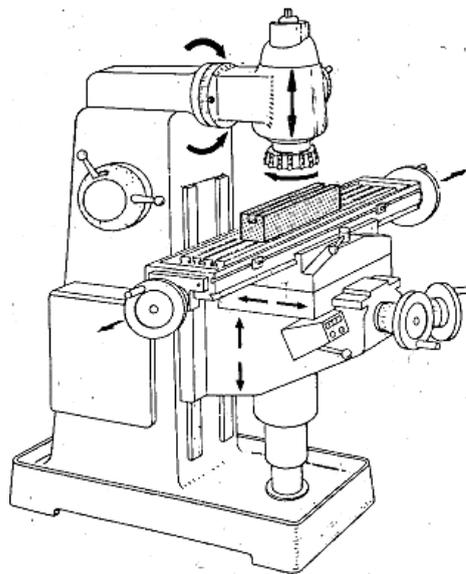
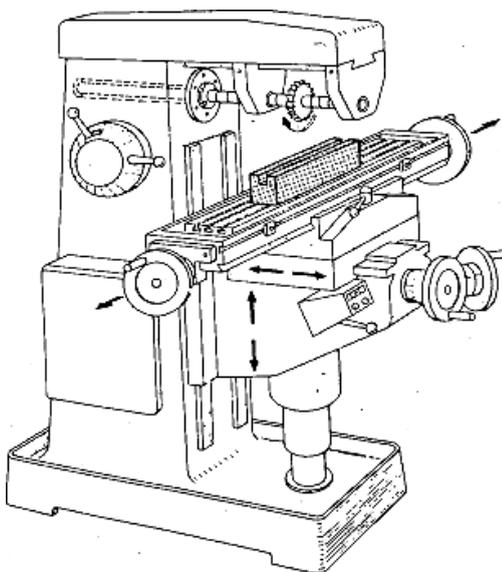


### Grundsätzlicher Aufbau einer Werkzeugmaschine

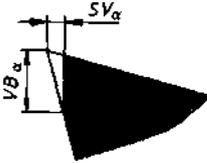
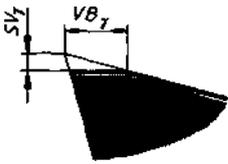
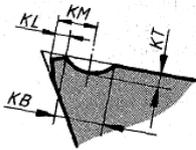
Ergänzen Sie das Blockschaltbild einer Fräsmaschine



Kennzeichnen und beschriften Sie die Baugruppen und Achsen



**Ergänzen Sie**

Verschleißart	Verschleißort	Skizze	Ursache	Bemerkung
<b>Kantenab- rundung</b>	Schneidkante		Zähe Werkstoffe verursachen Abrieb	
<b>_____ - verschleiß</b>	Frei- fläche			
	Span- fläche			
			Oxidation Diffusion	
		<b>Risse</b> 		treten z. B. an Fräterschneiden auf

**VB:**

**KT:**

**KB:**

**Der Verschleiß**

---



---

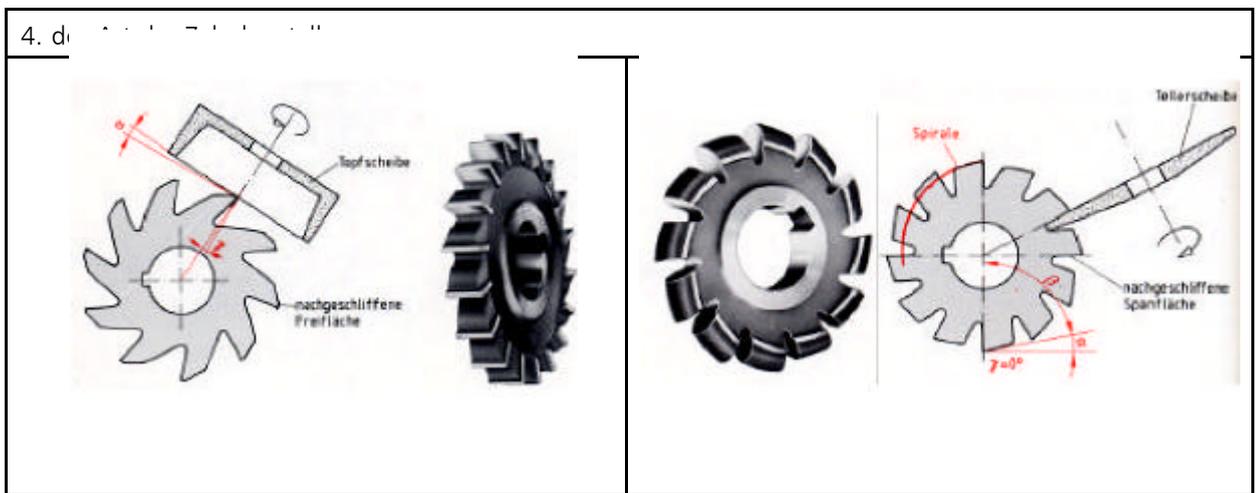
### Fräswerkzeuge

Die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten des Verfahrens erfordern entsprechend vielfältige Werkzeugausführungen. Eine systematische Einteilung ist kaum möglich. Je nach Erfordernissen kann man einteilen nach

1. der Art der Mitnahme	

2. der Lage und geometrischen Form der Schneiden	

3. dem Zweck	



weitere Einteilungsmöglichkeiten:

Werkzeuganwendungsgruppen

-----

Schrupp-/Schlichtfräser

-----

Schneidstoff/Einsatz des Schneidstoffes am Werkzeug

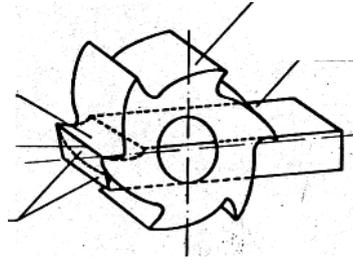
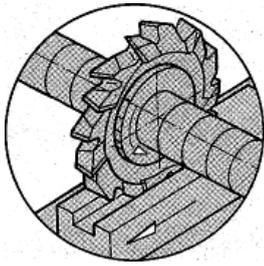
-----

dem konstruktiven Aufbau

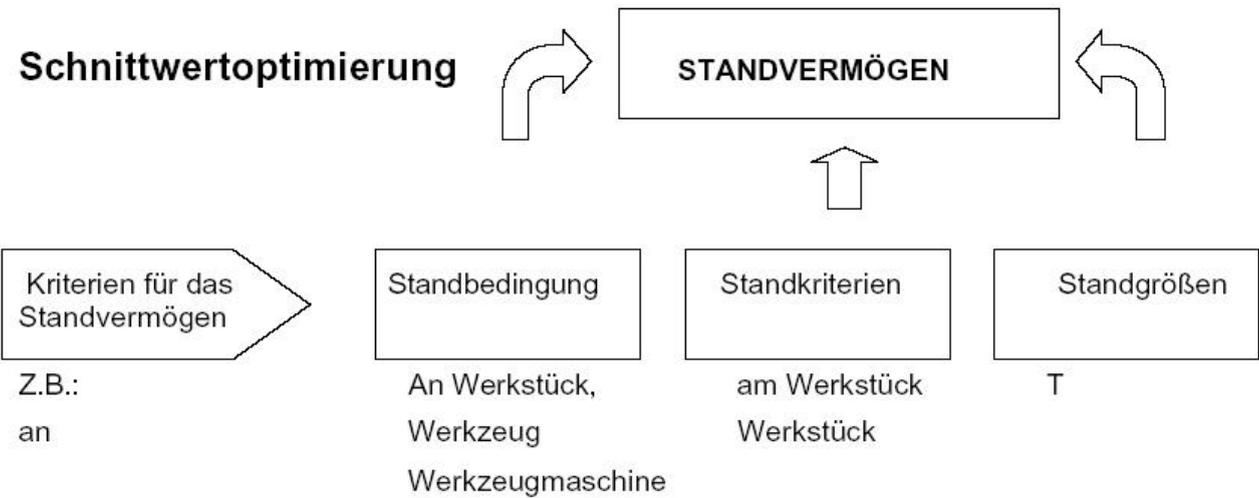
-----

### Fräswerkzeuge und Verschleiß

Bezeichnen Sie die Fräsverfahren und das Fräswerkzeug



Verschleißformen	Benennung	Ursache/ Abhilfe/Bemerkung
<p>The 'Verschleißformen' column contains six small diagrams, each showing a different type of wear on a cutting tool's edge or surface. From top to bottom: 1. Flank wear (a dark, narrow groove along the flank face). 2. Crater wear (a dark, V-shaped groove on the rake face). 3. Built-up edge (a jagged, irregular layer of material on the cutting edge). 4. Nose wear (a dark, rounded area at the tip of the tool). 5. Edge chipping (a dark, irregular chip missing from the cutting edge). 6. Crater wear (a dark, V-shaped groove on the rake face, similar to the second diagram but with a different profile).</p>		



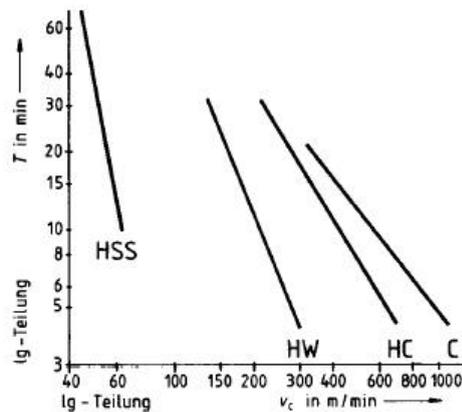
Ergänzen Sie:

**Standvermögen ist die Fähigkeit**

**Standzeit T ist**

Festlegung von

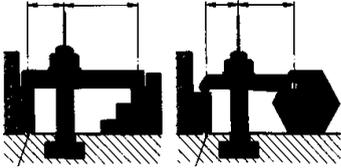
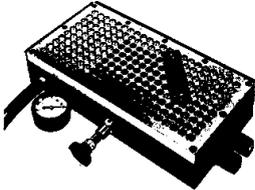
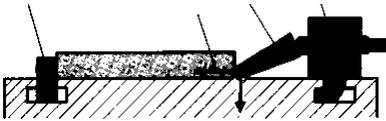
- Schneidstoff--HSS, HW, HC ,C
- Schnittgeschwindigkeit  $v_c =$
- Standzeit  $T =$



➤ Durch die Beschichtung mit **TiN** (goldfarbig), **TiCN** (grauviolett) oder **TiAlN** (schwarzviolett), also mit ----- ergeben sich erweiterte Anwendungsgebiete für **Schneidstoffe** und das Standvermögen wird.....!

## Spannen des Werkstücks

Die **Werkstücke** dürfen nicht verspannt werden, aber sie müssen **fest** sitzen. Gewünscht ist, dass die Spannkraft die Schnittkraft direkt aufnimmt, sonst \_\_\_\_\_

Möglichkeit	Anwendung/Besonderheiten	Skizze/ Bild
Maschinen- schraubstock		
Spanneisen		
Vakuum- bzw. Magnet- spannplatte		
Spannfinger		
Vorrichtung		

# Kühlschmierstoff

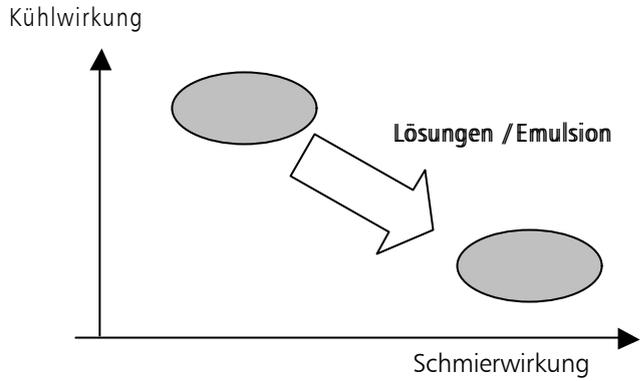
Entsprechend der Fertigungsaufgabe müssen Kühlschmierstoffe bestimmte Anforderungen erfüllen (s. VDI 33979) wie z.B:

---

---

---

---



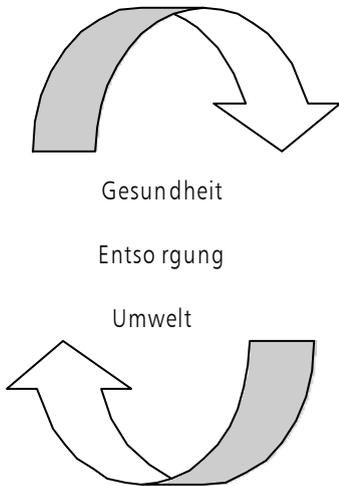
Gewählt nach Tabellenbuch \_\_\_\_\_ Seite \_\_\_\_\_

Gekühlt werden muss

---

Geschmiert werden muss

---





# **Werkzeugmechaniker Werkzeugmechanikerin**

Teil III – Expertenprojekt

## **Instandhaltung von Verbundwerkzeugen**

Bernhard Weiser



# 1 Beschreibung der betrieblichen Aufgabe

Im Volkswagenwerk Wolfsburg werden im Geschäftsfeld des Presswerkes verschiedene Deformierungselemente für den Einbau in bestimmte Fahrzeuge gefertigt. Sie werden im Bereich der Stoßfänger in die Karosserie eingeschweißt und sollen bei einem Aufprall (Unfall) Verformungskräfte aufnehmen. Die Fertigung der Deformationselemente erfolgt durch Folgewerkzeuge, die in Pressen eingebaut werden. An die gefertigten Deformationselemente werden hohe Qualitätsansprüche gestellt, damit sie entsprechend der Qualitätsanforderungen in die Fahrzeugkarosserie eingeschweißt werden können.



Abbildung: Deformationselement

## 1.1 Art und Umfang der Arbeiten

Durch den ständigen Produktionsablauf kommt es zu einem Verschleiß an den Werkzeugen. Nach einem gefertigten Produktionsauftrag (z. B. 60.000 Teile) werden die Werkzeuge nach dem Ausbau aus der Presse auf einem Lagerplatz abgestellt.

Bei Beanstandungen und/oder Ablaufschwierigkeiten werden die Werkzeuge mit einem Auftrag der Produktion in den Werkstattbereich der Werkzeuginstandhaltung gebracht. Der Instandhaltungsauftrag, das beanstandete Blechteil und die Blechfolge werden mitgeliefert. Die Auszubildenden erkennen die Fehler (Gratbildung, Riefen an der Oberfläche, Fehler an den Radien, u. a.) am Nutzteil (Artikel), die sichtbar markiert sind und führen mit dem ABBA (Ausbildungsbeauftragten) eine Fehleranalyse am Werkzeug durch. Sind Fehler an den Bauteilen analysiert, werden die Teile (z. B. Stempel, Schneidmatrize) ausgetauscht oder es wird eine Nacharbeit (Biegestempel) erforderlich. Sind benötigte Bauteile nicht vorhanden, erfolgt eine Einzelteulfertigung.

## 1.2 Einbindung in die Geschäfts- und Arbeitsprozesse

Den Produktionsauftrag über die Programm-Stückzahl und den Fertigungstermin erteilt die Prozesssteuerung mit einer Arbeitsauftragskarte der Produktion. Mögliche Störungen werden verschlüsselt auf der Auftragskarte dokumentiert. An jeder Presse liegt ein Straßenbuch aus, in dem zusätzliche Fehler im Prozessablauf festgehalten werden. In der Regel wird nach ca. 60.000 gefertigten Teilen eine Instandsetzungsmaßnahme an den Werkzeugen durchgeführt. Eine Sofortmaßnahme wird vom Team der Instandhaltung im 3-Schicht-Rhythmus schnellstens durchgeführt und beinhaltet sehr oft nur kleine Fehler im Produktionsablauf. Während des Instandhaltungsdurchlaufs durch die verschiedenen Bereiche der Instandhaltung werden auf einer Werkzeug-Begleitkarte wichtige Daten (Teilebezeichnung, Teilenummer, Werkzeug-Nr., Gewicht) notiert. Nach erfolgter Instandsetzung oder Wartung wird das Werkzeug an die Produktion ausgeliefert. Nach dem Einbau in die Presse wird das Werkzeug eingefahren. Dabei werden die Deformationselemente von der Qualitätssicherung auf Maßhaltigkeit und Oberflächengüte überprüft. Das erste gefertigte Deformationselement verbleibt zur jederzeitigen Kontrolle an der Presse.

## 1.3 Ressourcen

Für die Durchführung einer Störungsbeseitigung, Instandsetzung oder Wartung sind der zuständige Meister der Instandhaltung Mechanik oder Elektrik und die Facharbeiter verantwortlich. Die in der betrieblichen Ausbildungsstelle eingesetzten 7 Auszubildenden führen mit wechselnder Anzahl, je nach Umfang der Arbeit, unter Anleitung ihres Ausbildungsbeauftragten eigenständig die Instandhaltungsmaßnahmen durch. Der zeitliche Umfang (z. B. 3 – 10 Tage) richtet sich nach Vorgaben, wann das Werkzeug in der Produktion benötigt wird. Dabei werden Bohrmaschinen sowie Handschleifer und Standard- und Spezialwerkzeuge verwendet. Bei der Fertigung von Ersatzteilen wird der Auftrag mit einer Arbeitsbegleitkarte versehen an die Arbeitsvorbereitung weitergeleitet. In der Arbeitsvorbereitung wird der Auftrag über ein Datensystem (IBIS) erfasst und an den Maschinenpark weitergeleitet, wo er von Zerspanungsmechanikern durch Drehen, Fräsen oder/und Schleifen bearbeitet wird. Abgenutzte oder ausgebrochene Schneidkanten werden von der Schweißerei aufgetragen. Die Qualitätskontrolle wird durch Güteprüfer an der Presse oder im Prüffeld, z. B. an CNC-Messmaschinen durchgeführt und auf Qualitätsregelkarten (Prüfanweisung/Prüfaufzeichnung) dokumentiert.

## 2 Einordnung in das GAB-Curriculum

### 2.1 Bezug der betrieblichen Aufgabe zum Lernbereich

Im Berufsbildungsplan für den Werkzeugmechaniker (ITB – Berufsbildungsplan) sind dem Lernbereich 3 und 4 die Lernfelder „Fein- und Nachbearbeitung von Oberflächen“ und „Fehleranalyse an Werkzeugen und Vorrichtungen“, zugeordnet worden, aus dem Lernbereich 2 „Instandsetzung defekter Bauteile an Werkzeugen und Vorrichtungen.“ Die Auszubildenden werden im dritten und vierten Ausbildungsjahr in die Instandhaltung Presswerk versetzt und führen dort verschiedene Instandhaltungsarbeiten aus. Bevor die Auszubildenden Instandhal-

tungsarbeiten durchführen, ist eine Fehleranalyse am Nutzteile (Artikel) und am Werkzeug notwendig. Die Fehleranalyse ist Grundlage für eine Instandhaltungsmaßnahme, die abhängig vom Umfang oder vom Schwierigkeitsgrad, selbstständig oder mit Hilfe eines Ausbildungsbeauftragten (ABBA) durchgeführt wird. Die Bewältigung der Arbeitsaufgabe benötigt ein breites Detail- und Funktionswissen über den Werkzeugbau, damit die im Lernbereich 4 angesiedelten Aufgaben bewältigt werden können. Die Auszubildenden lernen die Einbindung des Werkzeuges in den Geschäfts- und Arbeitsprozess kennen und erfahren in einer übersichtlichen Arbeitssituation den Zusammenhang der Facharbeiten. Die Bearbeitung dieser betrieblichen Aufgabe ist im Lernbereich 3 (Detail- und Funktionswissen) und dem Lernbereich 4 (Erfahrungsbasiertes, fachsystematisches Vertiefungswissen) zuzuordnen.

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

Ziel des Lernfeldes 12 ist die systematische Vorgehensweise bei der Fehlersuche an Werkzeugen und Vorrichtungen. Die Schüler sollen selbstständig alle Möglichkeiten ausnutzen, Fachinformationen zu bekommen, die zur Fehleranalyse herangezogen werden, da die Fehleranalyse die Grundlage ist, Instandhaltungsmaßnahmen einleiten zu können. Sie müssen den Arbeitsprozess kennen lernen, um die Arbeitsschritte für eine Instandsetzungs- oder Wartungsmaßnahme zügig durchführen zu können, damit große Stillstandzeiten vermieden werden. Die Auszubildenden dokumentieren die Ergebnisse der Fehleranalyse, die Durchführung der Instandhaltungsmaßnahme und die Qualitätskontrolle der ersten gefertigten Nutzteile.

## **2.3 Abgleich mit den Zielen im Lernfeld (im Berufsbildungsplan)**

### **2.3.1 Betriebliche Bildungs- und Qualifizierungsziele**

Im Berufsbildungsplan werden im Lernfeld 12 (siehe Anhang „Fehleranalyse an Werkzeugen und Vorrichtungen“) Maßnahmen aufgezeigt, wie eine Fehleranalyse durchgeführt wird, wenn die mit Hilfe von Werkzeugen oder Vorrichtungen hergestellten Nutzteile nicht mehr den geforderten Qualitätsanforderungen gerecht werden. Die Fehleranalyse ist die Grundlage, um Instandsetzungsmaßnahmen einzuleiten, Änderungsvorschläge für die Konstruktion zu machen oder den Produktionsprozess zu optimieren. Die Auszubildenden analysieren anhand von fehlerhaft gefertigten/geprüften Nutzteilen Störungen an Werkzeugen und Vorrichtungen. Sie planen auf der Grundlage der vorgenommenen Fehleranalyse die folgenden Instandsetzungsmaßnahmen und auch zukünftige Maßnahmen zur vorbeugenden Instandhaltung. Die Auszubildenden beschreiben Möglichkeiten zur Beseitigung der Fehlerursachen, wählen geeignete Varianten aus und realisieren diese. Sie wenden dabei bspw. Methoden der Werkstoffprüfung an, analysieren die thermische und mechanische Belastung, die Gestaltung der fehlerhaften Bauteile und die Arbeitsorganisation. Die Auszubildenden dokumentieren die Ergebnisse der Fehleranalyse und wenden Maßnahmen zur Verbesserung der Arbeitssicherheit an.

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

Die Schülerinnen und Schüler analysieren mögliche Störfaktoren in Produktionssystemen mit Werkzeugen und Vorrichtungen und bewerten diese. Sie beschreiben Strategien der Fehlersuche und beurteilen deren Anwendungsmöglichkeiten. Die Schülerinnen und Schüler erläutern die Funktion von Baugruppen und erkennen Fehler an der Baugruppe bzw. an deren Einzelteilen. Anhand von Nutzteilfehlern erkennen sie Störungen im Produktionssystem. Sie erkennen die wirtschaftliche bzw. technologische Notwendigkeit von Instandhaltungsmaßnahmen. Sie planen nach einem Auftrag Instandhaltungsmaßnahmen. Sie erklären den Aufbau und die Funktion von Mess- und Prüfeinrichtungen und beschreiben den Umgang mit ihnen zur Fehleranalyse.

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

Die von den Auszubildenden durchgeführten Arbeiten berühren das Lernfeld 4 „Vorbeugende Instandhaltung und Wartung an Werkzeugen und Vorrichtungen“, Lernfeld 6 „Fein- und Nachbearbeitung von Bauteilen des Werkzeug – und Vorrichtungsbaus“ und das Lernfeld 8 „Instandsetzung defekter Bauteile an Werkzeugen und Vorrichtungen“. Dabei erkennen die Auszubildenden die wirtschaftliche und technologische Bedeutung und Notwendigkeit von Instandhaltungsmaßnahmen. An den Werkzeugoberflächen müssen Fein- und Nachbearbeitungen durchgeführt werden, um die geforderten Oberflächengüten zu erreichen. Das Einpassen von Schiebern, die Teilkonturen in Formwerkzeugen bilden, ist z.B. Bestandteil des Lernfeldes 9 „Fein- und Nachbearbeitung von Oberflächen (konturgebenden Formflächen)“. Die Fein- und Nachbearbeitung wird meist mit handgeführten Schleifmaschinen, aber auch mit unterschiedlichsten Feilen, Abziehsteinen, Schmirgelleinen und Schleifpasten ausgeführt. Trotz zunehmender Oberflächenqualität, die moderne spanende maschinelle Fertigungsverfahren erzeugen, ist die traditionelle Handarbeit des Werkzeugmechanikers weiterhin eine Kernaufgabe. Im Sinne der Instandhaltungsmaßnahmen müssen an den gefertigten Nutzteilen Qualitätskontrollen durchgeführt werden. Diese Qualitätskontrollen berühren das Lernfeld 2 „Produktion und Qualitätskontrolle von Nutzteilen“. Die Art der Qualitätskontrolle ist abhängig von den Anforderungen an die Nutzteile. Von einer einfachen Sichtkontrolle, über Messungen mit Spezial-Messverfahren (z.B. Farbbestimmungen) bis hin zu Prüfungen durch Vorrichtungen, in die die Nutzteile eingebaut werden müssen, reicht das Spektrum der Kontrollverfahren. Prüfprotokolle dokumentieren das Ergebnis.

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

Das Gestaltungspotenzial bei der Durchführung dieser betrieblichen Aufgabe ist unterschiedlich. Ist nur eine Wartung durchzuführen, wird nach einem vorgegebenen Wartungsplan vorgegangen. Liegt eine Instandsetzung vor, führt der Auszubildende eine Fehleranalyse teilweise selbstständig oder mit dem ABBA (Ausbildungsbeauftragten) durch, plant dann die Instandsetzung, z.B. die Vorgehensweise für die Ersatzteilmontage. Da unterschiedliche Werkzeuge zur Instandsetzung in die Abteilung kommen, ist die Organisation der Instandsetzung immer wieder neu zu planen (offen gestalteter Arbeitsauftrag). Bei der Analyse von Produktionssystemen im Unterricht findet, basierend auf dem Detail- und Funktions-

wissen (Lernbereich 3) eine Anwendung an konkreten Aufgaben statt und führt zur Vertiefung (Lernbereich 4) der Inhalte.

## **3 Dual-kooperative Ausbildungsplanung**

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

#### **3.1.1 Arbeitsgegenstände**

Grundlage für den Betrieb und der Schule ist ein realer Arbeitsauftrag. Arbeitsgegenstände, ausgehend von Störungen im Produktionsprozess, sind der Instandhaltungsauftrag für die verschiedenen Werkzeuge oder Vorrichtungen und die Qualitätskontrollen an Nutzteilen. Dem Instandhaltungsauftrag ist eine Fehleranalyse am Nutzteile und am Werkzeug vorgeschaltet, die es nötig macht, den Aufbau und die Funktion von Folgewerkzeugen, Umformwerkzeugen und Vorrichtungen zu kennen. Nur dann ist das Planen von Instandsetzungs- oder Wartungsmaßnahmen möglich.

#### **3.1.2 Werkzeuge, Methoden und Organisation**

Betrieblicherseits zählen dazu die Auftrags- und Ersatzteildisposition, Wartungsvorschriften und Betriebsanleitungen, Fehlerprotokolle und technische Zeichnungen, Standard- und Spezialwerkzeuge zur Durchführung des Auftrages, Ermitteln des Wartungs- und Austauschbedarfs, Funktionsanalyse durch Maß- und Sichtkontrolle sowie Mess- und Prüfverfahren zur Eingrenzung der Störung, Ermitteln möglicher Verschleißursachen, die Dokumentation der Störungen, Organisation der Auftragsdurchführung, Arbeitsplatzgestaltung und -ausstattung sowie die Arbeitsorganisation der Ver- und Entsorgung.

In der Schule werden Strategien zur Fehleranalyse von Produktionssystemen, das Ermitteln von Mängeln an Werkzeugen bzw. Vorrichtungen, Instandhaltungspläne nach DIN 31051/31052 und die Organisation der Auftragsdurchführung zum Unterrichtsgegenstand.

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

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

Im Betrieb stehen im Vordergrund die werkstattgerechte Auftragsannahme, die Gestaltung und Organisation der Annahme bzw. Auftragsenerweiterung, die termingerechte Instandhaltung, die Einhaltung der Arbeits- und Gesundheitsschutzvorschriften unter Produktionsbedingungen und die Beachtung ökologischer Aspekte der Umweltvorschriften. In der Schule müssen Informationen und Kenntnisse zu einer systematischen Anwendung genutzt werden, damit Probleme aus der praktischen Tätigkeit gelöst werden können. Eine fachgerechte Anwendung der Störungsanalyse ist notwendig.

### 3.2 Struktur der Aufgabenbearbeitung

Die Aufgabenbearbeitung erfolgt mit Hilfe des Ausbildungsbeauftragten nach dem Modell der vollständigen Handlung. Im Lernbereich 4 ist vorgesehen, dass die Auszubildenden weitgehend selbstständig ihre Arbeiten durchführen. Das der ABBA in die Tätigkeiten noch mit eingebunden wird, hat mit der Komplexität der Arbeiten zu tun und dass die Auszubildenden die Arbeitsabläufe in den Abteilungen noch nicht ausreichend kennen. Werden die Werkzeuge kurzfristig wieder in der Produktion benötigt, dürfen keine Fehler und somit Verzögerungen eintreten. Die Auszubildenden informieren sich beim Kunden (Anlagenführer, Qualitätssicherung) oder anhand des letzten fehlerhaften Nutzteils (Artikel) und eines Begleitschreibens (Instandhaltungsauftrages) über den Arbeitsauftrag. Sie analysieren die Fehler am Produkt und formulieren daraus den konkreten Arbeitsauftrag. Die Auszubildenden besorgen sich die benötigten technischen Unterlagen für die Planung und Durchführung der Instandhaltung (z. B. FA-Beleg, Zeichnungen, Stücklisten, Qualitätsregelkarte). Die Auszubildenden planen und dokumentieren aufgrund ihrer Analyse den Arbeits- und Fertigungsprozess, z. B. mit Hilfe von Zeichnungen, Datensätzen, Prüfmitteln und Hilfsvorrichtungen und bestellen je nach Umfang der Instandhaltung die benötigten Materialien und Werkzeuge. Die Planung des Arbeitsablaufs wird an den unterschiedlichen Lernorten (Betrieb – Schule) erarbeitet.

Die Auszubildenden stellen ihre Vorgehensweise dem Ausbildungsbeauftragten vor. Dieser entscheidet, ob die Vorgehensweise/ der Lösungsweg in Ordnung ist und die Auszubildenden beginnen mit der Durchführung des Auftrages. Ist der Auszubildende erst kurz in der Abteilung, erfolgt ein angeleitetes Handeln bei der Durchführung des Auftrages. Erkenntnisse sind zu notieren, die Arbeitsschritte systematisch zu dokumentieren, dabei Maßnahmen zum Arbeits- und Umweltschutz beachten. Nach 6 bis 8 Wochen führen die Auszubildenden ihre Aufträge weitgehend selbstständig durch. Ist der Arbeitsauftrag ausgeführt, wird ein Produktionsauftrag (Beleg: an Produktion s. Anlage) mit den an dem Werkzeug durchgeführten Instandhaltungsarbeiten geschrieben, sowie Hinweise für den Einbau des Werkzeuges, z. B. Einarbeitung nur in der Presse möglich. Die Abnahme und/oder die Inbetriebnahme des Werkzeuges ist zu dokumentieren. Das erste gefertigte Nutzteile (Artikel) wird kontrolliert und ein Messprotokoll angefertigt.

In der anschließenden Reflexionsphase wird das Messprotokoll und die Vorgehensweise der Auftragsbearbeitung vom Auszubildenden und Ausbildungsbeauftragten ausgewertet. Die Ergebnisse sind zu dokumentieren und beim nächsten Auftrag zu verwerten.

In der Schule werden mit den zur Verfügung gestellten Original-Zeichnungen und Daten (Auftragskarte, Werkzeug-Begleitkarte, Arbeitsbegleitkarte) und Büchern folgende zentrale Leitfragen bearbeitet:

- Wie sind die Werkzeuge aufgebaut?
- Wie ist die Funktion der Werkzeuge?
- Was sind die Ursachen für die Fehler am Nutzteile?
- Wie wird eine Instandhaltung durchgeführt?
- Wie erfolgt die Instandhaltung unter Beachtung des Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutzes?
- Wie wird eine Qualitätskontrolle am Werkzeug und am Nutzteile durchgeführt?

Die Erarbeitung der Fragen wird in Gruppen durchgeführt. Bei der Zusammensetzung der Gruppen ist darauf zu achten, dass je ein Auszubildender aus den verschiedenen Abteilungen (s. 3.3) der Instandsetzung einer Gruppe zugeordnet wird, damit sie ihre jeweiligen Kenntnisse und Erfahrungen einbringen können. Exemplarisch wird ein Produktionssystem (Folgeverbundwerkzeug) analysiert, um dann am konkreten Beispiel eine Fehleranalyse für eine Instandhaltungsmaßnahme durchzuführen. Anschließend wird eine Instandsetzung oder eine Wartung geplant. Die Schülerinnen und Schüler werden darauf hingewiesen, durchgeführte Tätigkeiten zu dokumentieren und eine Qualitätskontrolle durchzuführen.

### **3.3 Planung und Abstimmung der Ausbildungsorte und -zeiten**

Die betriebliche Aufgabe „Fehleranalyse an Werkzeugen und Vorrichtungen“ ist Bezugspunkt für die geplanten Ausbildungselemente und Lernsituationen. Für die Bearbeitung dieser Aufgabe stimmen sich die Lernorte Betrieb und Schule hinsichtlich der schwerpunktmäßigen Vermittlung der Inhalte aus dem vorstehenden Lernfeld des Berufsbildungsplanes ab. Die Inhalte (s. 5.1) müssen in der Schule exemplarisch vermittelt werden, da viele Werkzeuge und Vorrichtungen nur kurzzeitig in der Instandhaltung des Presswerkes bleiben. Die Schule kann nicht zu kurzfristig auf einen Tätigkeitswechsel (andere Werkzeuge) reagieren. Jeweils 5 – 8 Auszubildende einer Schulklasse sind für 3 Monate in der Werkstatt und bearbeiten mit unterschiedlicher Anzahl und vorgegebener Zeit die Aufträge. Zur gleichen Zeit sind die übrigen Schülerinnen und Schüler in anderen Abteilungen (Instandhaltung) und bekommen ähnliche Arbeiten an Werkzeugen. In der Schule sind 60 Stunden für das Lernfeld vorgesehen.

## **4 Betriebliche Ausbildungselemente**

Die betrieblichen Elemente sind in der Werkzeuginstandhaltung für den ABBA (Ausbildungsbeauftragten) überschaubar, für den Auszubildenden teilweise neu, somit muss er sich auf neue Situationen einstellen. Die Instandhaltung geschieht überwiegend an gleichen Werkzeug-Typen. Die Schule kann den Unterricht auf wiederkehrende Tätigkeiten aufbauen und exemplarisch den Unterricht gestalten. Die Instandhaltungsaufgaben beinhalten im Betrieb z. B. folgende Tätigkeiten:

- Montage und Demontage von Baugruppen
- Bearbeiten von Flächen und Konturen an gehärteten und ungehärteten Werkzeugteilen
- Anwenden standardisierter Prüfverfahren
- Planen von Instandhaltungsmaßnahmen
- Fehlerursachen beschreiben und beseitigen
- Dokumentation der Fehleranalyse

## 5 Schulische Lernsituationen

### 5.1 Übersicht

Für die Werkzeugmechaniker ist aus dem Berufsbildungsplan ein schulischer Lehrplan extrahiert worden (siehe Materialien). Im Betrieb steht die Instandsetzung und Wartung von Werkzeugen und Vorrichtungen nach dem Modell des vollständigen Handelns im Vordergrund. In der Schule ist die Analyse von Produktionssystemen und das systematische Ermitteln (Fehleranalyse) von Mängeln an Werkzeugen und Vorrichtungen Unterrichtsgegenstand.

Übersicht über die Lernsituationen

Lernsituation	Beschreibung der Lernsituation	Kompetenzzuwachs	Inhalte	Medien
1.1	Anwendung von Instandhaltungsstrategien	Die Schülerinnen und Schüler erstellen und beschaffen sich Instandhaltungsmaßnahmen.	Checkprotokolle von Werkzeugen und Platinenschnitten	Stücklisten Zeichnungen Anleitungen DIN- Normen
1.2	Fehleranalyse am Nutzteil	Die Schülerinnen und Schüler stellen Zusammenhänge fest zwischen Werkzeugverschleiß und Fehler am Nutzteil (Artikel)	Schneidspalt, Schneidstempel, Schneidplatte, Schnittfläche, Schneidvorgang	Nutzteile Fachbücher Arbeitsblatt
1.3	Funktionsanalyse des Folgewerkzeuges	Die Schülerinnen und Schüler erkennen die Funktion und den Aufbau von Folgewerkzeugen.	Folgewerkzeuge	Original- Zeichnungen Fachbücher Blechfolge
1.4	Analyse der Instandhaltungsmaßnahme	Die Schülerinnen und Schüler erläutern die Prozesskette zur Herstellung eines Nutzteils und erkennen die Notwendigkeit von Instandsetzungs- und Wartungsmaßnahmen.	Fertigungsablauf zur Herstellung eines Nutzteils	Fachbücher Zeichnungen Normalien
1.5	Planen der Instandhaltungsmaßnahme	Die Schülerinnen und Schüler erstellen Instandsetzungspläne, Fertigungspläne von Verschleißteilen.	Umgang mit Betriebsvorschriften, Bestimmungen zum Arbeitsschutz	Stücklisten Fachbücher Zeichnungen Anleitungen
1.6	Prüfung und Dokumentation der durchgeführten Instandhaltungsmaßnahme	Die Schülerinnen und Schüler prüfen und dokumentieren Instandsetzungs- und Wartungsmaßnahmen.	Umgang mit Betriebsanleitungen und Wartungsvorschriften	
1.7	Funktions- und Qualitätskontrolle	Die Schülerinnen und Schüler prüfen das erste Nutzteil und dokumentieren die Ergebnisse.	Prüfmittel, Prüfpläne, Fachgespräche	

## 5.2 Beschreibung einer Lernsituation

Die Werkzeuge kommen aus der Produktion in die Fachabteilung. Anhand des mitgelieferten Nutzteils wird eine Fehleranalyse durchgeführt.

In der Schule werden Gruppen gebildet und Nutzteile (Artikel) verteilt. Anhand der Nutzteile wird die Oberfläche (Riefenbildung) und der Zustand der Schnittflächen überprüft. Die Schülerinnen und Schüler untersuchen die Schnittflächen hinsichtlich der Aufteilung 1/3 Schnitt, 2/3 Bruch und der Gratbildung. Aus dem Istzustand des Nutzteils werden Rückschlüsse auf die Baugruppen/Elemente gezogen und bei vorhandenen Mängeln Instandsetzungsmaßnahmen beschlossen.

### Lernsituation 1

Mit den Schülerinnen und Schülern wird die Vorgehensweise in der Instandhaltung erarbeitet (s. Schema in der Anlage: Vorgehensweise in der Instandhaltung). Mit Hilfe von Checkprotokollen, die im Betrieb eingesetzt werden, wird eine Analyse am Werkzeug durchgeführt und als Grundlage für eine Instandsetzungs- oder Wartungsmaßnahme verwendet. Eine Wiederholung der Begriffe über eine Instandhaltung wird mit den DIN – Blättern 31051 und 31052 durchgeführt.

### Lernsituation 2

Die Werkzeuge kommen aus der Produktion in die Fachabteilung. Anhand des mitgelieferten Nutzteils wird eine Fehleranalyse durchgeführt.

In der Schule werden Gruppen gebildet und Nutzteile (Artikel) verteilt. Anhand der Nutzteile wird die Oberfläche (Riefenbildung) und der Zustand der Schnittflächen überprüft. Die Schülerinnen und Schüler untersuchen die Schnittflächen hinsichtlich der Aufteilung 1/3 Schnitt, 2/3 Bruch und der Gratbildung. Aus dem Istzustand des Nutzteils werden Rückschlüsse auf den Zustand der Baugruppen/Elemente gezogen und bei vorhandenen Mängeln Instandsetzungsmaßnahmen beschlossen. Die konkrete Umsetzung der Instandhaltung findet in der Praxis statt.

### Lernsituation 3

In Gruppen wird der Aufbau von Folgewerkzeugen erarbeitet. Als Informationsmaterial werden Fachbücher benutzt. Um den Aufbau der Werkzeuge aus dem Betrieb zu verstehen, werden Originalzeichnungen und Blechfolgen von einem Folgebundwerkzeug analysiert. Die Gruppen präsentieren ihre Ergebnisse.

### Lernsituation 4

Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten in Gruppen den Fertigungsablauf für das Deformationselement. Unter Einbeziehung der Fehleranalyse am Nutzteile (Lernsituation 1.2) wird festgestellt, welche Instandsetzungsmaßnahme erforderlich ist. Ist dieses Werkzeug in der Instandhaltung, erfolgt eine Überprüfung am folgenden Arbeitstag.

### Lernsituation 5

Die Schülerinnen und Schüler erstellen Instandsetzungspläne. Für die Auftragsbearbeitung werden die erforderlichen Werkzeuge und Materialien definiert. Müssen Bauteile neu angefertigt werden sind Teilzeichnungen zu erstellen, das Material wird bestimmt und ein Fertigungsplan entwickelt. Betriebliche Abläufe und die Bestimmungen zum Arbeitsschutz sind zu beachten und in die Pläne mit aufzunehmen.

### **Lernsituation 6**

Die Schülerinnen und Schüler überprüfen die Instandsetzungs- oder Wartungsmaßnahme mit Hilfe der Checkprotokolle des Folgeverbundwerkzeuges und dokumentieren die Ergebnisse. Die Schüler stellen ihre Ergebnisse vor. Am realen Auftrag wird die Vorgehensweise überprüft.

### **Lernsituation 7**

Die Schüler erarbeiten in Gruppen unter Berücksichtigung von Kundenwünschen eine Funktions- und Qualitätskontrolle. Betriebsübliche Datenblätter (Prüfanweisung, Prüfprotokoll) werden ausgewertet und aus den Ergebnissen Rückschlüsse auf die Anforderungen an die Werkzeuge gezogen. Die Ergebnisse werden protokolliert. Im Betrieb wird die Qualität des Nutzteils und des Werkzeuges überprüft. Die Stationen der Qualitätskontrollen werden durchlaufen und Erkenntnisse protokolliert.

## Anhang



Lernfeld 4 Lernbereich 1	<b>Vorbeugende Instandhaltung und Wartung von Werkzeugen und Vorrichtungen</b>		Zeit Betrieb Schule
<p>Um die Betriebsbereitschaft der Produktionsanlagen sicherzustellen und Stillstandzeiten zu vermeiden, muss an den darin eingesetzten Werkzeugen und Vorrichtungen eine regelmäßige Inspektion und eine vorbeugende Instandhaltung durchgeführt werden. Die Inspektion beinhaltet die Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustandes der Werkzeuge und einen Vergleich mit dem dokumentierten Soll-Zustand. Bei Abweichungen müssen Maßnahmen zur Instandsetzung geplant, vorbereitet und schließlich durchgeführt werden. Die vorbeugende Instandhaltung und Wartung kann für Werkzeugmechaniker, deren Facharbeit eng an die Produktion angegliedert ist, eine Kernaufgabe ihres Berufes darstellen. In Abhängigkeit von der Unternehmensorganisation kann auch der Anlagenführer oder die entsprechende Fachabteilung für die vorbeugende Instandhaltung zuständig sein, wobei der Facharbeiter des Werkzeugbaus in unterschiedliche Formen der Zusammenarbeit eingebunden werden kann. Die Anforderungen an Wartung und Instandhaltung variieren stark mit Art und Einsatzbedingungen des Werkzeugs/der Vorrichtung.</p>			
<b>Bildungs- und Qualifizierungsziele an den Lernorten</b>			
<p><b>Betrieb</b></p> <p>Um die Betriebsbereitschaft von Produktionsanlagen, bestückt mit Werkzeugen und Vorrichtungen sicherzustellen, führen die Auszubildenden regelmäßige Instandhaltungsaufgaben durch. Dazu erfassen und analysieren sie den Ist-Zustand der technischen Systeme. Anhand von betrieblichen und herstellereigenen Instandhaltungsanweisungen vergleichen sie den Ist- mit dem Soll-Zustand. Bei Abweichungen entscheiden sie unter Anwendung geeigneter Methoden, Verfahren und Werkzeuge, wie der Sollzustand erreicht werden kann. Sie ermitteln den Ersatzteil- und Hilfsstoffbedarf und stimmen ihre Tätigkeiten mit anderen angrenzenden Abteilungen ab. Neben Werkzeugen und Vorrichtungen warten die Auszubildenden auch Produktionsanlagen und Werkzeugmaschinen. Bei den vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen halten sie die Sicherheitsvorschriften und Umweltschutzbestimmungen ein.</p>		<p><b>Schule</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler beschreiben Einflüsse auf die Betriebsbereitschaft von Werkzeugen und Vorrichtungen und die Bedeutung vorbeugender Instandhaltung. Sie beurteilen verschiedene Instandhaltungsstrategien auf der Grundlage der anfallenden Reparatur- bzw. Ausfallkosten und prüfen Abnutzungserscheinungen. Dabei nutzen sie technische Informationsquellen für die Instandhaltung technischer Systeme, erstellen Fehleranalysen und bereiten die Ergebnisse auf. Sie beschreiben, ob und welche Unterstützung von anderen Fachabteilungen zur Instandhaltung notwendig ist und begründen diese. Sie erläutern Vorgänge bei der Korrosion und Möglichkeiten des Korrosionsschutzes. Die Schülerinnen und Schüler stellen die Bedeutung von Sicherheitsvorkehrungen an Werkzeugen, Vorrichtungen, Produktionssystemen und Werkzeugmaschinen dar.</p>	
<b>Inhalte von Arbeit und Lernen:</b>			
<p><b>Gegenstände</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Systeme, deren Betriebsbereitschaft gewährleistet sein muss</li> <li>• Die vorbeugende Instandhaltung</li> <li>• Die Prüfung und Dokumentation von Zuständen an Werkzeugen und Vorrichtungen im Produktionsprozess</li> <li>• Funktionsgruppen und Funktionselemente von Werkzeugen und Vorrichtungen in Produktionsanlagen</li> </ul>	<p><b>Werkzeuge</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Unterlagen, z. B. Schaltpläne, Demontage-/Montagepläne, Abnahmeprotokolle</li> <li>• Inspektionspläne und Betriebsanleitungen</li> <li>• Auftragsdisposition, Ersatzteildisposition</li> <li>• Standard-/Spezialwerkzeuge</li> <li>• Diagnosesysteme, Mess- und Prüfmittel</li> </ul> <p><b>Methoden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planung und Dokumentation der Instandhaltung</li> <li>• Auswahl geeigneter Instandhaltungsstrategien</li> <li>• Vergleich des Ist- und Sollzustandes von technischen Systemen</li> <li>• Austausch von Verschleißkomponenten</li> <li>• Identifikation und Bewertung von Verschleißursachen</li> <li>• Werkstoffanalyse/Materialanalyse</li> <li>• Funktionsanalyse</li> </ul> <p><b>Organisation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strategien der Instandhaltung</li> <li>• Zentrale/Dezentrale Instandhaltung</li> <li>• Organisation der Auftragsdurchführung</li> <li>• Kooperation zwischen verschiedenen Fachabteilungen</li> </ul>	<p><b>Anforderungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherstellen der Betriebsbereitschaft von Werkzeugen/Vorrichtungen im Produktionsprozess</li> <li>• Verringerung und Verhinderung von möglichen Stillstandszeiten der Produktionsanlagen</li> <li>• Gestaltung von Vorrichtungen und Werkzeugen für schnelle und zuverlässige Wartungsdiagnose</li> <li>• Minimierung der möglichen Instandsetzungskosten durch vorbeugende Instandhaltung</li> <li>• Ersatzteildisposition zur termingerechten und kostengünstigen Auftragsdurchführung</li> <li>• Gestaltung und Anpassung von Instandhaltungsstrategien</li> <li>• Auswahl der benötigten Informationen</li> <li>• Werkstoffkenntnisse zur Beurteilung von Verschleißursachen</li> <li>• Arbeits-, Gesundheits-, und Umweltschutz</li> </ul>	

Lernfeld 8 Lernbereich 2	<b>Instandsetzung defekter Bauteile an Werkzeugen und Vorrichtungen</b>		Zeit Betrieb Schule
<p>In der laufenden Produktion von Nutzteilen (z. B. Blech- und Kunststoffteilen) kommt es immer wieder zu Beschädigungen der eingesetzten Werkzeuge und Vorrichtungen. Dabei können die eingesetzten Produktionsmittel vor Ort in der Produktion repariert werden, manchmal ist aber auch der Ausbau und damit der Produktionsstillstand notwendig. Die dann eingeleitete Instandsetzung der beschädigten Bauteile muss oftmals unter dem Druck des Produktionsausfalls erfolgen. Dabei kann es vorkommen, dass die Instandsetzung nur zur Wiederherstellung der mittelfristigen Funktion des Werkzeugs durchgeführt wird und die dauerhafte Reparatur auf Stillstandzeiten der Produktion verschoben wird. Normteile müssen in dieser Arbeitsaufgabe ebenso betrachtet werden (z. B. auf mögliche Garantiesprüche), wie Alternativen zur internen Auftragsdurchführung, nämlich Fremdvergabe des Auftrages oder die Neubeschaffung eines Bauteiles.</p>			
<b>Bildungs- und Qualifizierungsziele an den Lernorten</b>			
<p><b>Betrieb</b></p> <p>Die Auszubildenden stellen den Bedarf zum Austausch oder zur Neuanfertigung von defekten Bauteilen in Werkzeugen und Vorrichtungen fest. Hierzu beschaffen oder erstellen sie die notwendigen technischen Unterlagen und setzen diese in eine fertigungsgerechte Arbeitsplanung um. Sie wenden die für die Neuanfertigung notwendigen manuellen und maschinellen Fertigungsverfahren fachgerecht an. Die Auszubildenden arbeiten schadhafte Bauteile von Werkzeugen und Vorrichtungen nach, stellen nach Zeichnungen, Skizzen oder Mustern (der defekten Bauteile) Ersatzteile her und tauschen defekte Normteile aus. Abschließend führen sie eine Funktions- und Qualitätskontrolle des Auftrages mit den einschlägigen Prüf- und Messmitteln durch.</p>		<p><b>Schule</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler entnehmen grundlegende Funktionszusammenhänge aus technischen Darstellungen und erläutern diese. Sie analysieren Fehler, die Instandsetzungen notwendig machen und beurteilen verschiedene Instandsetzungsstrategien. Sie beschreiben die Gestaltung und Funktion von Baugruppen und Elementen in Werkzeugen und Vorrichtungen, in Bezug auf die Betriebsbereitschaft der Systeme. Sie analysieren und prüfen die Funktion von Subsystemen, wie Steuer- und Regeleinrichtungen. Die Schülerinnen und Schüler wählen Bauteile zur Instandsetzung von Werkzeugen und Vorrichtungen aus und begründen dies. Sie wenden Bauteilkataloge und Datenbanken an und erläutern die Ersatzteildisposition. Sie zeichnen Teilzeichnungen aus Gesamtzeichnungen heraus und skizzieren defekte Bauteile nach Mustern.</p>	
<b>Inhalte von Arbeit und Lernen:</b>			
<p><b>Gegenstände</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das defekte Bauteil in Werkzeugen und Vorrichtungen</li> <li>• Produktionssysteme, deren Betriebsbereitschaft gewährleistet sein muss</li> <li>• Die Instandsetzung von Bauteilen</li> </ul>	<p><b>Werkzeuge</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Zeichnungen, Skizzen, Stücklisten, Arbeitspläne, Montagepläne, Bedienungsanleitungen, Unfallverhütungsvorschriften</li> <li>• Standard-/Spezialwerkzeuge</li> <li>• Normteilkataloge/Datenbanken</li> <li>• Werkzeugmaschinen</li> <li>• Mess- und Prüfmittel</li> <li>• Technische Informationssysteme</li> <li>• Maschinendatei, Auftragsdisposition, Ersatzteildisposition</li> </ul> <p><b>Methoden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführen einer Arbeitsplanung für eine Instandsetzungsaufgabe</li> <li>• Manuelle Fertigungsverfahren</li> <li>• Maschinelle Fertigungsverfahren</li> <li>• Bestimmen der Fertigungsdaten und Maschinenparameter anhand von Tabellen, Diagrammen und Handbüchern</li> <li>• Funktionskontrolle</li> <li>• Dokumentation der Instandsetzungsmaßnahmen</li> </ul> <p><b>Organisation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fremdvergabe/interner Arbeitsauftrag</li> <li>• Maschinenbelegung</li> <li>• Gruppenarbeit/Einzelarbeit</li> <li>• Zentrale/dezentrale Arbeitsverwaltung</li> <li>• Organisation der Auftragsdurchführung</li> <li>• Arbeitsplatzgestaltung und -ausstattung</li> </ul>	<p><b>Anforderungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umsetzung des Instandsetzungsauftrages gemäß der technischen Unterlagen</li> <li>• Anpassen und Gestalten der Einzelteile und Baugruppen</li> <li>• Einhalten der Vorgaben für Fertigungszeiten und -kosten</li> <li>• Ökonomische Planung der Maschinenbelegung und Werkstattauslastung</li> <li>• Sichere und fachgerechte Auswahl, Handhabung und Einsatz von Standard- und Spezialwerkzeugen, Mess- und Prüfmitteln</li> <li>• Bedienung von Werkzeugmaschinen entsprechend der Sicherheitsbestimmungen</li> <li>• Einhalten der Unfallverhütungsvorschriften und des Gesundheitsschutzes</li> <li>• Ökologische Aspekte und Umweltschutzvorschriften</li> </ul>	

Lernfeld 9 Lernbereich 3	<b>Fein- und Nachbearbeitung von Oberflächen (konturbegleitenden Formflächen)</b>		Zeit Betrieb Schule
<p>Im Anschluss an spanende Bearbeitungsverfahren sind vor allem im Formen- und Gesenkbau Fein- und Nachbearbeitungen der Werkzeugoberflächen notwendig, um die geforderten Oberflächengüten zu erreichen. Das Einpassen von Schiebern, die Teilkonturen in Formwerkzeugen bilden, ist ebenfalls Bestandteil dieser Arbeitsaufgabe. Die Fein- und Nachbearbeitung wird meist mit handgeführten Schleifmaschinen, aber auch mit unterschiedlichsten Feilen, Abziehsteinen, Schmirgelleinen und Schleifpasten ausgeführt. Auch mechanisches Strahlen von Oberflächen oder chemische Oberflächenbearbeitungen werden angewandt. Trotz zunehmender Oberflächenqualität, die moderne spanende maschinelle Fertigungsverfahren erzeugen, ist diese traditionelle Handarbeit des Werkzeugbauers weiterhin eine Kernaufgabe, mit Schwerpunkt im Formen- und Gesenkbau.</p>			
<b>Bildungs- und Qualifizierungsziele an den Lernorten</b>			
<p><b>Betrieb</b></p> <p>Die Auszubildenden bearbeiten Flächen und Konturen an gehärteten und ungehärteten Werkzeugteilen (bspw. Formwerkzeugen) von Hand und mit handgeführten Maschinen. Sie prüfen die Ebenheit von nachgearbeiteten Flächen, sowie die Formgenauigkeit und Oberflächengüte unter Beachtung der Toleranzen. Sie polieren Flächen mithilfe von Polierhilfsmitteln zur Verbesserung der Oberflächengüte. Die Auszubildenden passen Schieber an Konturbereiche an und nutzen einschlägige Prüfverfahren wie z. B. Tuschiervorgänge mithilfe von Konturmodellen der Nutzteile. Sie bringen Gravuren mit unterschiedlichen Verfahren in Formflächen ein. Die Auszubildenden prüfen Werkzeug-Trennflächen hinsichtlich Dichtungsanforderungen und passen diese an.</p>		<p><b>Schule</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erläutern den Zusammenhang zwischen der Oberflächengüte des Werkzeugs und den Qualitätskriterien der zu fertigenden Nutzteile. Sie erklären verschiedene Verfahren der Feinbearbeitung und begründen deren Anwendungen im Werkzeug- und Vorrichtungsbau. Sie beschreiben Prüfverfahren für Oberflächengüten und deren Anwendungen. Sie erläutern die Funktion von Grundelementen in Werkzeugen und Vorrichtungen (bspw. Kennmarken für Einlegeteile in Schäumformen, Kernen in Gießformen und Schiebern im Formwerkzeugbau). Sie beschreiben die Auswirkungen verschiedener Massenfertigungsverfahren (z. B. Innen-Hochdruck-Umfomen, Tixofforming) auf die Gestaltung der Werkzeugkonstruktion (bspw. Formschrägen) und Oberflächengüten der Werkzeuge.</p>	
<b>Inhalte von Arbeit und Lernen:</b>			
<p><b>Gegenstände</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abnahmeartikel (Muster-Nutzteile)</li> <li>• Teilkonturmodelle (z. B. Laminat)</li> <li>• Bauteile mit Teilkonturen (bspw. Schieber)</li> </ul>	<p><b>Werkzeuge</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Handgeführte Schleifmaschinen</li> <li>• Tuschiervorgänge, Tryout-Pressen</li> <li>• Feilen, Abziehsteine, Schmirgelleinen, Schleifpasten</li> <li>• Mess- und Prüfwerkzeuge</li> </ul> <p><b>Methoden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einarbeitung von Schiebern für Formflächenkonturen</li> <li>• Tuschieren</li> <li>• Chem. Verfahren (bspw. Ätzen, Beschichten)</li> <li>• Handgeführte Bearbeitungsverfahren</li> <li>• Prüfen von Oberflächengüten, Form- und Lagetoleranzen (z. B. Versatz am Nutzteile)</li> </ul> <p><b>Organisation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kooperation mit Nachbarabteilungen (z. B. Modellbau, Zerspanung)</li> <li>• Arbeitsplatzgestaltung</li> </ul>	<p><b>Anforderungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sichere und fachgerechte Auswahl der Bearbeitungsverfahren</li> <li>• Termingerechte Bearbeitung</li> <li>• Fachgerechte Dokumentation der Fertigung</li> <li>• Qualifizierte Bedienung von Tuschiervorgängen und Einarbeitungspressen</li> <li>• Sichere und fachgerechte Auswahl und Handhabung von Mess- und Prüfwerkzeugen</li> <li>• Gestaltung des Arbeitsplatzes nach ergonomischen Gesichtspunkten</li> <li>• Einhaltung von Arbeitsschutz und –sicherheit sowie der Umweltschutzbestimmungen</li> </ul>	

<b>Lernfeld 12</b> <b>Lernbereich 4</b>	<b>Fehleranalyse an Werkzeugen und Vorrichtungen</b>		<b>Zeit</b> Betrieb Schule
<p>Fehleranalysen sind notwendig, wenn die mit Hilfe von Werkzeugen und Vorrichtungen hergestellten Nutzteile nicht mehr den geforderten Qualitätsanforderungen gerecht werden oder im Produktionsprozess Beschädigungen des Werkzeugs/der Vorrichtung auftreten. Die Fehleranalyse ist Grundlage, um Instandsetzungsmaßnahmen einzuleiten, Änderungsvorschläge für die Konstruktion zu machen oder den Produktionsprozess zu optimieren. Eine schnelle Wiederherstellung der Betriebsbereitschaft ist notwendig, um die Kosten, die durch den Stillstand entstehen, möglichst gering zu halten. Auch bei neuen Werkzeugen können Schwierigkeiten beim Produktionsanlauf auftreten. Je nach Schwierigkeitsgrad und Häufigkeit der Fehler und der Erfahrung des Facharbeiters, kann die Analyse erfahrungsgelenkt und/oder systematisch vorgenommen werden. Tritt ein Fehler zum ersten Mal auf und lässt sich nicht auf analoge, schon öfter aufgetretene Fehler zurückgreifen (Fehlerhypothese), dann wird die systematische Fehlersuche dominieren. Zur Fehleranalyse gehören auch Vorschläge zur Beseitigung der gefundenen Fehlerursachen unter Qualitäts- und Kostengesichtspunkten.</p>			
<b>Bildungs- und Qualifizierungsziele an den Lernorten</b>			
<b>Betrieb</b> <p>Die Auszubildenden analysieren anhand von fehlerhaft gefertigten/geprüften Nutzteilen Störungen an Werkzeugen und Vorrichtungen. Sie planen auf Grundlage der vorgenommenen Fehleranalyse die folgenden Instandsetzungsmaßnahmen und auch zukünftige Maßnahmen zur vorbeugenden Instandhaltung. Die Auszubildenden beschreiben Möglichkeiten zur Beseitigung der Fehlerursachen, wählen geeignete Varianten aus und realisieren diese. Sie wenden dabei bspw. Methoden der Werkstoffprüfung an, analysieren die thermische und mechanische Belastung, die Gestaltung der fehlerhaften Bauteile und die Arbeitsorganisation. Die Auszubildenden dokumentieren die Ergebnisse der Fehleranalyse und wenden Maßnahmen zur Verbesserung der Arbeitssicherheit an.</p>		<b>Schule</b> <p>Die Schülerinnen und Schüler analysieren mögliche Störfaktoren in Produktionssystemen mit Werkzeugen und Vorrichtungen und bewerten diese. Sie beschreiben Strategien der Fehlersuche und beurteilen deren Anwendungsmöglichkeiten, Stärken und Schwächen. Die Schülerinnen und Schüler erläutern Ausführung und Funktion von Baugruppen und einzelnen Elementen in Werkzeugen und Vorrichtungen hinsichtlich möglicher Fehlerquellen. Sie beschreiben anhand der Wirkungsweise von Umform- und Umformwerkzeugen Zusammenhänge zwischen Nutzteilefehlern und Störungen im Produktionssystem. Sie erläutern den Aufbau und die Funktion von Mess- und Prüfeinrichtungen und beschreiben den Umgang mit ihnen zur Fehleranalyse.</p>	
<b>Inhalte von Arbeit und Lernen:</b>			
<b>Gegenstände</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Störungen im Produktionsprozess</li> <li>• Die Fehleranalyse in Produktionssystemen, Bauteilen und Baugruppen</li> </ul>	<b>Werkzeuge</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Zeichnungen, Schaltpläne</li> <li>• Fehlerprotokolle, Betriebsanleitungen</li> <li>• Mess- und Prüfmittel</li> <li>• Expertensysteme</li> </ul> <b>Methoden</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strategien zur Fehleranalyse</li> <li>• Mess- und Prüfverfahren zur Eingrenzung der Störungen</li> <li>• Nutzung von Diagnosesystemen und herstellerspezifischen Vorschriften zur Störungsanalyse</li> <li>• Dokumentation der Störungen</li> </ul> <b>Organisation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kooperation mit Anlagenbedienern und Instandhaltern</li> <li>• Vorbereitung der Instandsetzungsmaßnahmen</li> </ul>		<b>Anforderungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachgerechtes Anwenden von Strategien der Störungsanalyse und der Fehlerdiagnose</li> <li>• Einbinden von Diagnosesystemen</li> <li>• Eingrenzen der Störungsursachen</li> <li>• Fehleranalyse unter Produktionsbedingungen</li> <li>• Einhalten der Unfallverhütungsvorschriften bei Fehleranalyse unter zeitkritischen Produktionsbedingungen</li> </ul>

<b>BBS</b> Braunschweig Emden Hannover Wolfhagen Wolfsburg <b>Entwurf</b>	<b>Lernfeld 12</b>  <b>Fehleranalyse an Werkzeugen und          Vorrichtungen</b>	 Werkzeugmechaniker
<b>Lernbereich 4</b>	Vertiefungswissen	Zeit
<b>BAG 12</b>	Fehleranalyse an Werkzeugen und Vorrichtungen	60 h
<p><b><u>Zielformulierung:</u></b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler analysieren und bewerten Produktionssysteme mit Werkzeugen und Vorrichtungen, deren Produkte nicht mehr den geforderten Qualitätsansprüchen gerecht werden oder Beschädigungen aufweisen. Sie führen eine Fehleranalyse erfahrungsorientiert oder systematisch durch, beschreiben und beurteilen Strategien der Fehlersuche an Bauteilen, Werkzeugen und Vorrichtungen und erkennen Zusammenhänge zwischen Nutzteilfehlern und Störungen im Produktionsprozess. Sie beschreiben Möglichkeiten zur Beseitigung der Fehlerursachen, bewerten und prüfen sie. Sie dokumentieren Ergebnisse der Fehleranalyse und Verbesserungsvorschläge.</p>		
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnosesysteme Fehlerprotokolle Fehlerhypothesen Betriebsanleitungen Technische Zeichnungen</li> <li>• Fehleranalysen Störungsursachen Prüfsysteme Werkstoffprüfung Schaltpläne</li> <li>• Qualitätsfaktoren</li> <li>• Kostenfaktoren</li> <li>• Betriebliche Kommunikation</li> </ul>		<p><b>Anmerkung:</b></p> <p>In diesem Lernfeld ist die Analyse von Produktionssystemen und das Ermitteln von Mängeln an Werkzeugen bzw. Vorrichtungen Unterrichtsgegenstand. Die Schülerinnen und Schüler suchen Ursachen für Fehler, finden Verbesserungsvorschläge und beurteilen diese.</p> <p>Die Fehleranalyse ist Grundlage, um Instandsetzungsmaßnahmen an Ur- und Umformwerkzeugen einzuleiten, Änderungsvorschläge für die Konstruktion zu machen oder den Produktionsprozess zu optimieren.</p>

## Checkprotokoll Werkzeuge

Presse/Strasse: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	Checkdatum: <input type="text"/> <input type="text"/> - <input type="text"/> <input type="text"/> - <input type="text"/> <input type="text"/>
Teilbezeichnung: _____ Teilnummer: <input type="text"/> - <input type="text"/> - <input type="text"/> - <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	Name: _____ KostenSt: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> - <input type="text"/> Schicht: _____
Werkzeugnummer: <input type="text"/> <input type="text"/> - <input type="text"/> <input type="text"/> - <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	nächster Check: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Checkzyklus/Hub: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <b>Afo</b> <input type="text"/> <input type="text"/>	Unterschrift: _____ (Meister)
Oberteil <input type="checkbox"/> Unterteil <input type="checkbox"/>	
<b>Anweisungen:</b> Vorherige Checkliste/Lebenslaufkarte einsehen Durchführen bzw. einleiten von Reparaturen	Werkstatt: <input type="checkbox"/> Fertigungsstrasse: <input type="checkbox"/>

	Werkzeug	Checkung	Checkung				
			ja	ja	nein	erl.am	Kurzz.
1	Ziehstempel	Beschädigung, Zinkabrieb					
2	Matrize	Beschädigung, Fresser, Verschleiss, Zinkabrieb					
3	Blechhalterfläche	Beschädigung, Fresser, Verschleiss, Zinkabrieb					
4	Form - und Prägestempel	Beschädigung, Fresser, Verschleiss, Zinkabrieb					
5	Abkant und Einstellsegmente	Beschädigung, Fresser, Risse					
6	Niederhalter	Beschädigung, Fresser, Risse					
7	Distanzen, Ziehhilfen, Ruheelemente	Beschädigung, fester Sitz					
8	Anschläge, Aufnahmen, Sucher	Beschädigung, fester Sitz					
9	Sicherungselemente	Beschädigung, fester Sitz					
10	Werkzeug und Schieberführungen	Verschleiss, Schmierung					
11	Schraubverbindungen	fester Sitz					
12	Schnittelemente	Ausbruch, Risse, Vorweite (Schnittgrat am Teil)					
13	Abdruck und Beruhigungsstifte	Funktion					
14	Federelemente	Verschleiss					
	Schutzeinrichtungen	Beschädigung					
16	Teileheber	Beschädigung, fester Sitz, Verschleiss					
17	Magnete	Abnutzung, Haltekraft					
18	Gasdruckfedern	Beschädigung, Verschmutzung					
19	Abfallableitung	Beschädigung, Funktion					
20	Förderbänder, Schüttelrutschen	Beschädigung, fester Sitz, Funktion					
21	Schmierung, Leitungen, Perma Geber	Sichtkontrolle					
22	E - Installation	Sichtkontrolle					
23	Lagekontrollen	Beschädigung, Funktion					
24	pneumatische Installation	Sichtkontrolle					

## Checkprotokoll Platinienschnitte

Presse/Strasse:      
 Checkdatum:   -   -

Teilbezeichnung:          
 Name:

Teilnummer:  -  -  -        
 KostenSt:           Schicht:

Werkzeugnummer:          
 nächster Check:

Checkzyklus/Hub           **Afo**  
 Unterschrift:

Oberteil  Unterteil

Anweisungen:  
 Vorherige Checkliste/Lebenslaufkarte einsehen  **Werkstatt:**   
 Durchführen bzw. einleiten von Reparaturen  **Fertigungsstrasse:**

	Werkzeug	Checkung	Checkung				
			ja	ja	nein	erl.am	Kurzz.
1	Magnete	Beschädigt					
2	Zahnriemen	Verschleiß					
3	Wellen für Zahnriemenantrieb	Verschleiß					
4	Kupplungen	Verschleiß					
5	Zahnriemenräder	Verschleiß					
6	Spannvorrichtung - Zahnriemen	Verschleiß					
7	Spannvorrichtung - Motor	Verschleiß					
8	Antriebsriemen - Motor	Verschleiß					
9	Rahmen ( Bruchstellen )	Dämpfung - Schweißnähte					
10	Abfallableitung	Rutsche Formschlüssigkeit					
11	Rollenböcke	Verschleiß					
12	Pneumatik	Dichtigkeit - Verschleiß					
13	Probelauf	Funktionsprüfung					
14							
15							
16	Führungselemente	Verschleiss					
17	Schnittelemente	Ausbruch, Risse, Vorweite (Schnittgrat am Teil)					
18	Abstreifergummis	Verschleiss					
19	Gummifedern	Verschleiss					
20	Schraubverbindungen	fester Sitz					
21	Distanzen	Beschädigung, fester Sitz					
22							
23							
24							

## Werkzeug-Begleitkarte

Teilbezeichnung \_\_\_\_\_

Teilnummer \_\_\_\_\_

Werkzeugnummer \_\_\_\_\_

Gewicht \_\_\_\_\_

### Von/Nach

Nutzer K'st. \_\_\_\_\_

Halle \_\_\_\_\_

Feld \_\_\_\_\_

Meister \_\_\_\_\_

Telefonnr. \_\_\_\_\_

Änderung nach KK \_\_\_\_\_

Oberteil fertig Unterteil fertig Änd. gezeichnet Sichtkontrolle i.O. \_\_\_\_\_ 

### Von/Nach

Änd. Mstr. \_\_\_\_\_

Halle \_\_\_\_\_

Feld \_\_\_\_\_

Telefonnr. \_\_\_\_\_

DLV. \_\_\_\_\_

WA. \_\_\_\_\_

Kurzbeschreibung der Änd.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### Von/Nach

Einarb. Mstr. \_\_\_\_\_

Halle \_\_\_\_\_

Feld \_\_\_\_\_

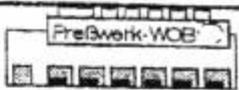
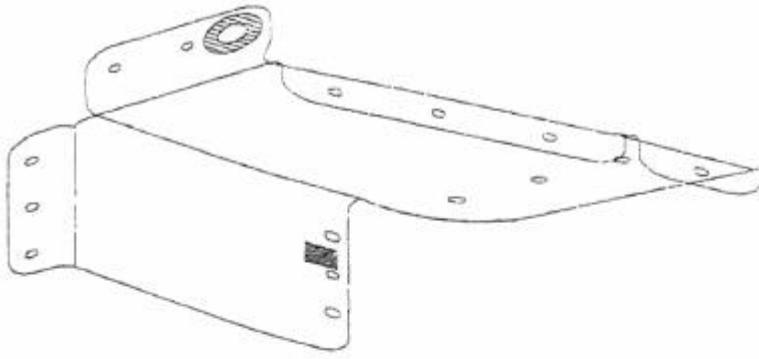
Telefonnr. \_\_\_\_\_

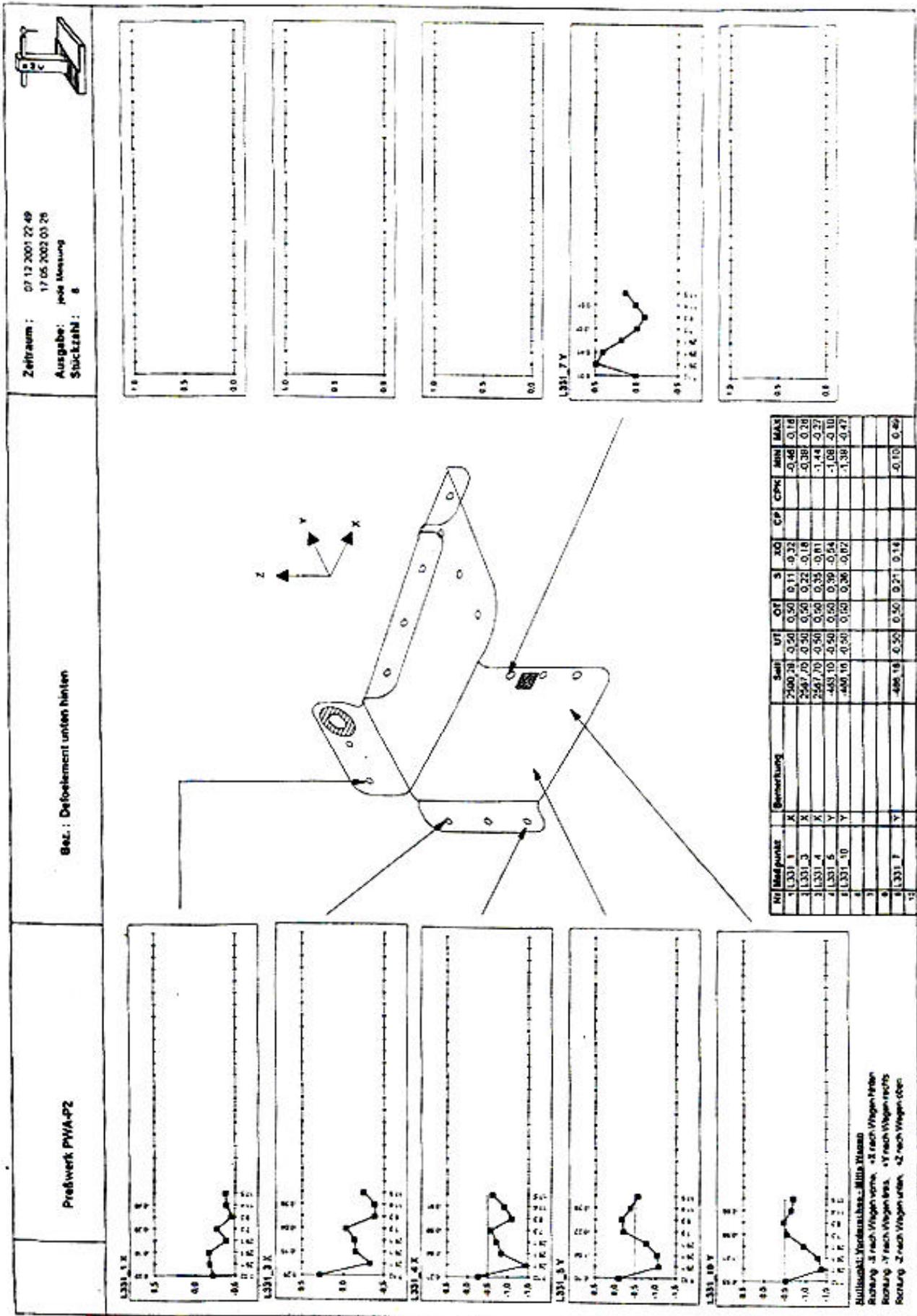
Änderung von \_\_\_\_\_ bis \_\_\_\_\_

Einarbeit von \_\_\_\_\_ bis \_\_\_\_\_

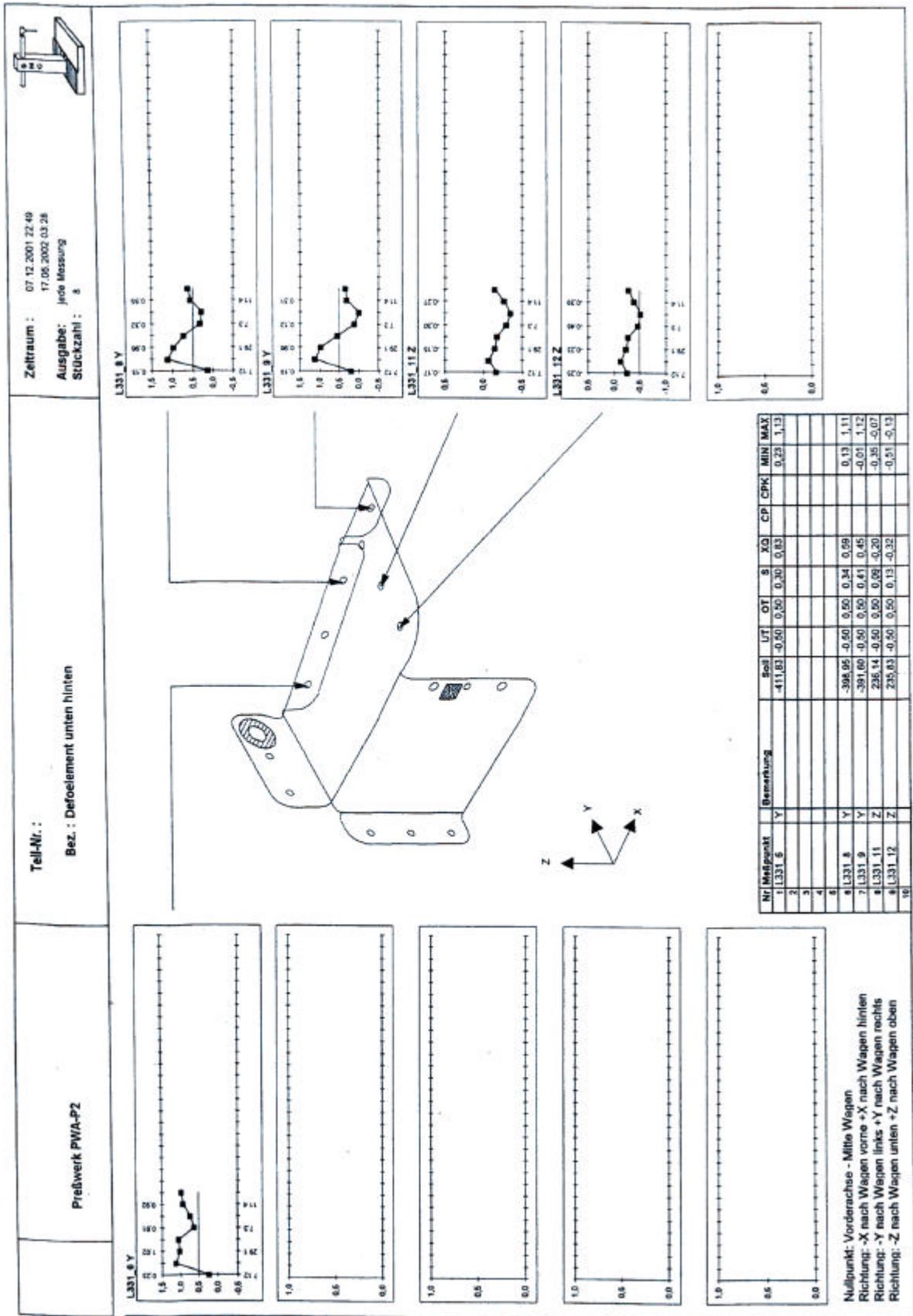
Transport bestellt \_\_\_\_\_ Uhr \_\_\_\_\_ Datum \_\_\_\_\_

<h1>IBIS / FA-Beleg</h1>							BLATT 1
<b>P.-TEIL-BENENNUNG</b> Allgemein		<b>P.-TEIL-NR</b> ALGD.000.000		<b>T-Z-DAT</b>	<b>F.-RFO</b>	<b>VORHABEN</b> DLV02	<b>PROJEKT</b>
<b>BEMI-NR</b> 0. Z.		<b>B-Z-DAT</b>	<b>MENGE</b> 1	<b>AUFTR-TEXT</b> DLV		<b>H-KST</b> 1370	<b>IND</b> 00
0 1 9890 DRUSCHKE 1380		1		2		3	
<b>BEMI-NR-UNTERGRUPPE</b> 0. Z.			<b>FA-TEXT</b> DLV			<b>FA-NR.</b> <b>00979523</b>	
<b>POS.-NR</b> 0001	<b>BL-NR</b> 0000	<b>MENGE</b> 11					
POS.-NR	MENGE	RFO	MATERIAL-/RFO-/KOMPONENTENBESCHREIBUNG			RIZ	APL
180602	11	0100	DREHEN FERTIGMAß 009795230000 LOCHBUCHSEN L10			3,5	1 6110
190602		0200	VAKKUM HRC 58*2 L10			0,1	1 2610
240602		0300	LUECK 29035			0,1	1 9890

	Prüfanweisung	NR.: PA SE 10																																	
Teilnummer :		Teilbenennung : Defo Elem. hinten, oben																																	
																																			
<p><b>1.Schritt</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">Attributive Prüfmerkmale</div> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Allg. Sichtprüfung auf Materialfehler, Risse, Einschnürungen, Pickel, Beschädigung, Falten und Welligkeit, sowie Riefen</li> <li><input type="checkbox"/> Oberfläche / Sichtflächen mit Abziehlatern abziehen (gemäß Arbeitsanweisung)</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Vergleichsprüfung mit F-Muster/Grenzmuster (Anzahl, Größe der Löcher, Beschnitt)</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrat in Abstimmung bis 0,3 mm zulässig</li> </ul> <p><b>Prüfung des Teiles auf Einfachlehre</b>      11 - 37 D      1 2 2 8 8</p> <p>Es ist nach folgenden Schritten vorzugehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- das zu prüfende Teil ist in die Lehre einzulegen</li> <li>- Aufnahmeforme sind einzustecken</li> <li>- Teil mittels Schelle spannen (ggf. vorgegebene Spannreihenfolge beachten)</li> <li>- Formverlauf (Meßspalt), Aufsprung u. Lochlage prüfen</li> <li>- Bündigkeit an den angegebenen Stellen prüfen</li> </ul> <p>ist das Ergebnis der Prüfung der attributiven Merkmale I.O., ist das Teil der Meßmaschine anzuliefern. (Formblatt a_mess.xls verwenden)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; font-size: 0.8em;">Bis zum I.O. Ergebnis der Meßmaschinenprüfung sind die Teile nur bedingt freigegeben</div> <p>Ergebnisse in Regelkarten eintragen Bei Abweichungen von der Vorgabe Maßnahmen einleiten</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">Prüfzyklus</div> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 0.8em;"> <tr> <td style="text-align: center;">Anlauf / Einbau</td> <td style="text-align: center;">7 x / Schicht</td> <td style="text-align: center;">Arbeits</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">↓</td> <td style="text-align: center;">↓</td> <td style="text-align: center;">↓</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>			Anlauf / Einbau	7 x / Schicht	Arbeits	↓	↓	↓	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>											
Anlauf / Einbau	7 x / Schicht	Arbeits																																	
↓	↓	↓																																	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																	
<p><b>2.Schritt</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">Variable Prüfmerkmale</div> <p><b>Messen des Teiles auf Meßaufnahme</b>      11 - 37 D      1 2 2 8 9</p> <p>Zu messen ist gemäß teilpezifischem Meßprogramm auf der Meßmaschine</p> <p>Die Ergebnisse der Messungen sind zu bewerten, bei Abweichungen von Vorgaben sind die betroffenen Qualitätsregelkreise unverzüglich zu informieren. (Formblatt a_mess.xls verwenden)</p> <p>Ergebnisse PC unterstützt dokumentieren (QUIRL-Datendarstellung) Bei Abweichungen von der Vorgabe Maßnahmen einleiten (QRK's informieren)</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">Prüfzyklus</div> <p style="text-align: center;">1x / Losgröße</p>																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Erstvergabe:</td> <td style="width: 25%;">Gültig ab:</td> <td style="width: 25%;">Änderung</td> <td style="width: 25%;">Änderung</td> </tr> <tr> <td>15.10.99</td> <td>15.10.99</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Erstellt:</td> <td>Genehmigt:</td> <td>Name:</td> <td>Name:</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Erstvergabe:	Gültig ab:	Änderung	Änderung	15.10.99	15.10.99			Erstellt:	Genehmigt:	Name:	Name:					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Änderung</td> <td style="width: 25%;">Änderung</td> <td style="width: 25%;">Änderung</td> <td style="width: 25%;">Änderung</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Name:</td> <td>Name:</td> <td>Name:</td> <td>Name:</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			Änderung	Änderung	Änderung	Änderung					Name:	Name:	Name:	Name:				
Erstvergabe:	Gültig ab:	Änderung	Änderung																																
15.10.99	15.10.99																																		
Erstellt:	Genehmigt:	Name:	Name:																																
Änderung	Änderung	Änderung	Änderung																																
Name:	Name:	Name:	Name:																																



546



**Fehleranalyse am Nutzteile** (Lernsituation 1.2)

Bild 1: Fertigungsstufe 1



Bild 2: Fertigungsstufe 2



Bild 3: Fertigungsstufe 3



Bild 4: Fertigungsstufe 4

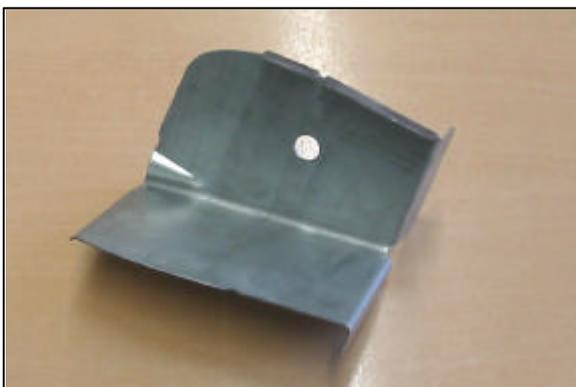


Bild 5: Fertigungsstufe 5

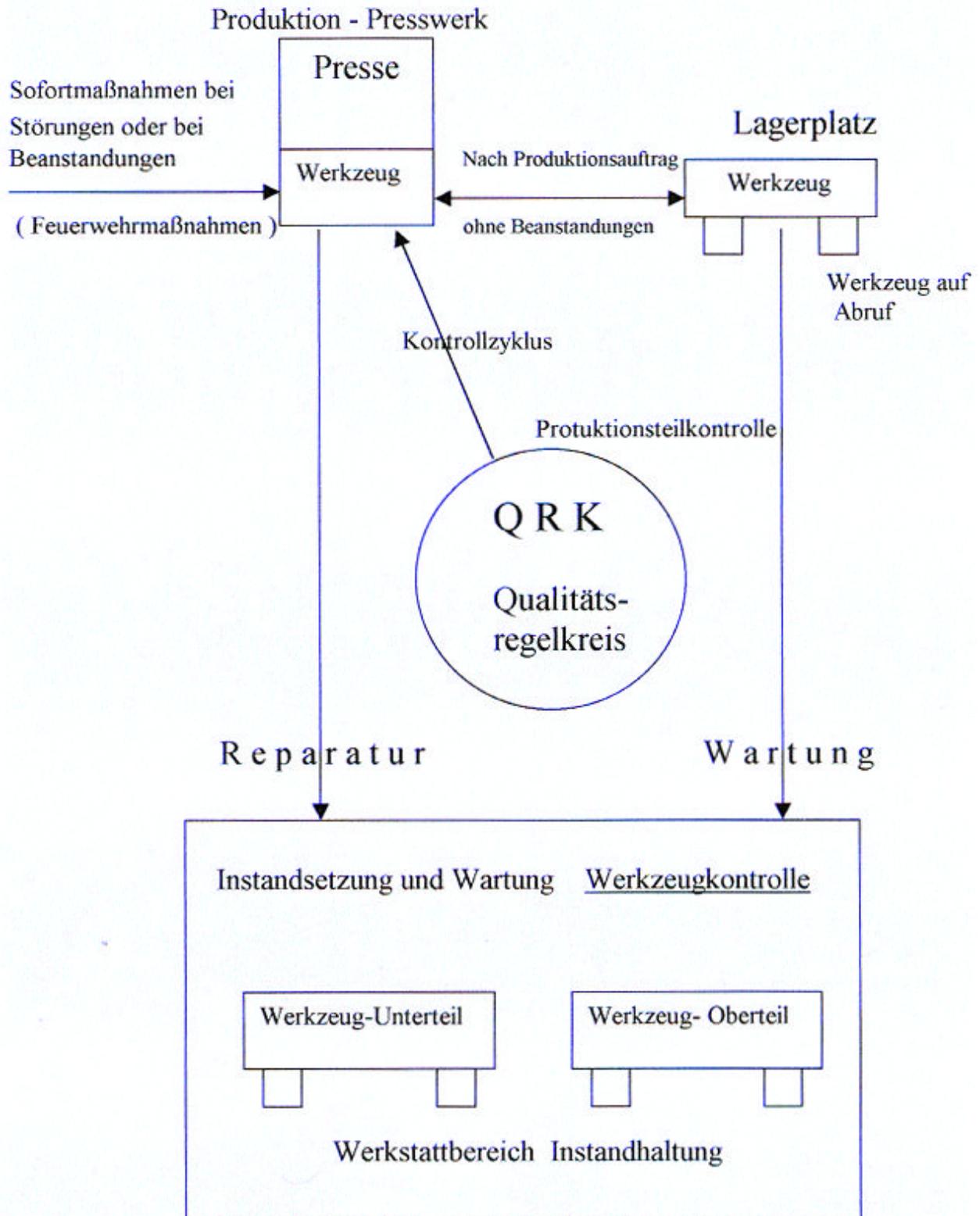


Bild 6: Fertigungsstufe 6

**Aufgabe:**

Die vorliegenden Nutzteile (Artikel) sind die letzten Teile einer Fertigungsreihe von 60.000 Stück. Überprüft die Teile, ob sie in einem fachgerechten Zustand sind. Wenn Beanstandungen vorliegen, stellt fest, an welchen Bauteilen am Werkzeug Beschädigungen vorliegen und eine Instandsetzungsmaßnahme erfolgen muss.

# Vorgehensweise in der Instandhaltung



Übersicht: Instandhaltung