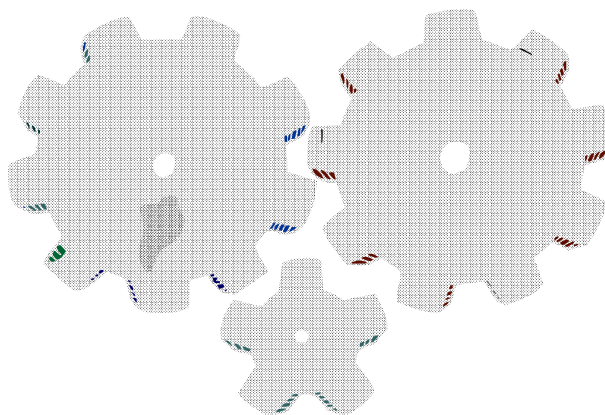


Anregungen für industrielle Metallberufe



Beispiel für ein Schulcurriculum zum Ausbildungsberuf Industriemechaniker/Industriemechanikerin



SACHSEN-ANHALT

Kultusministerium

Richtlinien, Grundsätze, Anregungen (RGA)

Anregungen zur Umsetzung der Lernfelder
des Rahmenlehrplanes der Kultusministerkonferenz zum
Ausbildungsberuf
Industriemechaniker/Industriemechanikerin

Das vorliegende Material soll die Einführung und Umsetzung von Rahmenlehrplänen mit Lernfeldstruktur unterstützen und gleichzeitig ein unverbindliches Angebot zur Entwicklung spezifischer Schulcurricula sein.

Bei der Erstellung der RGA haben folgende Lehrkräfte aus dem berufsbildenden Bereich mitgearbeitet:

Bauer, Hans-Torsten	Zeitz
Gesch, Jens-Uwe	Leuna (zeitweilig)
Göbel, Kerstin	Leuna
Knochenmuß, Christina	Magdeburg
Oehlenberg, Kerstin	Schönebeck
Schmidt-Wollmann, Sylvia	Haldensleben
Graßhoff, Hilmar	Magdeburg

Impressum

Herausgeber:	Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt
Redaktion:	Landesinstitut für Lehrerfortbildung, Lehrerweiterbildung und Unterrichtsforschung von Sachsen-Anhalt (LISA) im Auftrag des Kultusministeriums des Landes Sachsen-Anhalt Marion Spanneberg, Dezernat 2 Curriculumentwicklung
Layout:	Sandra Groh
1. Auflage. 2006. 120	

Vorwort

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

mit dem Schuljahr 2004/05 wurden für die Berufsausbildung in den industriellen Metallberufen neue Rahmenlehrpläne von der Kultusministerkonferenz in Kraft gesetzt.

Die Rahmenlehrpläne für die Ausbildung in den Berufen Industriemechaniker/in, Anlagenmechaniker/in, Konstruktionsmechaniker/in, Werkzeugmechaniker/in und Zerspanungsmechaniker/in strukturieren Ziele und Inhalte in Lernfeldern. Sie sind thematische Einheiten, die sich an beruflichen Anforderungen, Aufgaben und Handlungsabläufen orientieren und didaktisch durch vorgegebene Inhalte und Ziele aufbereitet sind. Ein dieser Lernfeldstruktur entsprechender Unterricht ist wesentlich handlungsorientiert, wobei unter einer solchen Handlungsorientierung nicht nur der gedankliche Nachvollzug von Handlungen zu verstehen ist. Lernfelder (z. B. „Warten technischer Systeme“) sind untergliedert in kleinere didaktische Einheiten, so genannte Lernsituationen („Eine Instandhaltung durchführen“, „Maschinenschäden analysieren“, „Mit elektrischen Maschinen arbeiten“).

Lernfelder sind trotz der vorgegebenen Inhalte und Ziele weitgehend offen. Darum müssen sie von den Lehrkräften - unter Berücksichtigung des Bildungsauftrages der Berufsschule - didaktisch erschlossen und in Lernsituationen umgesetzt werden. So soll es gelingen, Schülerinnen und Schüler zu motivieren und ihre Erfahrungswelt aktiv in die Unterrichtsgestaltung einzubeziehen.

Mit der vorliegenden Broschüre erhalten die Lehrkräfte, die insbesondere im Ausbildungsberuf Industriemechaniker/in tätig sind, Empfehlungen und Anregungen zur Umsetzung des Rahmenlehrplans der Kultusministerkonferenz und zur Gestaltung eines Schulcurriculums.

Ich hoffe und wünsche, dass die Beispiele Mut machen, sich bewusst einem neuen Methodenrepertoire zuzuwenden, Neues auszuprobieren und die bewährten Ansätze unter berufsspezifischen Aspekten weiterzuentwickeln.



Magdeburg im August 2006

Prof. Dr. Jan-Hendrik Olbertz
Kultusminister

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Anliegen der Richtlinien, Grundsätze, Anregungen (RGA).....	8
2 Das Lernfeldkonzept – ein fachdidaktischer Ansatz	10
2.1 Begrifflichkeiten	10
2.2 Vom Lernfeld zur Lernsituation	12
3 Zur Arbeit mit den Richtlinien, Grundsätzen und Anregungen (RGA).....	15
3.1 Intentionen der Neuordnung der industriellen Metallberufe	15
3.2 Zur Entwicklung eines Schulcurriculums	19
3.3 Anforderungen an Lehrkräfte, Auszubildende und Auszubildende	21
4 Grundsätze und Anregungen zur Unterrichtsgestaltung	22
4.1 Unterrichtsverfahren/Unterrichtsorganisation	22
4.2 Leistungsbewertung	25
5 Beispiel für die Erarbeitung eines Schulcurriculums	27
5.1 Struktur eines Schulcurriculums	27
5.2 Übersicht über Lernfelder mit möglichen Lernsituationen und Zeitrichtwerten	28
5.2.1 Übersicht über die Lernfelder für den Ausbildungsberuf Industriemechaniker/Industriemechanikerin	28
5.2.2 Übersicht über Lernfelder mit möglichen Lernsituationen	30
5.3 Beispiele für Lernsituationen und Lehr-Lern-Arrangements	33
5.4 Lernträger zur Umsetzung der Lernsituationen	75
6 Quellenverzeichnis	124
7 Literaturverzeichnis	127

1 Anliegen der Richtlinien, Grundsätze, Anregungen (RGA)

Die Umsetzung der Rahmenlehrpläne mit Lernfeldstruktur, wie sie durch die Kultusministerkonferenz seit 1997 verabschiedet werden, erfolgt in Sachsen-Anhalt auf der Grundlage der Ergänzenden Bestimmungen zur Verordnung über Berufsbildende Schulen (EBBbS-VO), RdErl. des MK vom 14.10.2004.

Danach sind durch die Schulen zur weiteren konkreten Planungsarbeit Bildungsgangteams zu bilden, „denen verbindlich alle Lehrkräfte des berufsbezogenen Unterrichts angehören“ (EBBbS-VO 2004, S. 354).

Mit der vorliegenden Handreichung soll die Implementation des Rahmenlehrplanes am Beispiel des Ausbildungsberufes Industriemechaniker/Industriemechanikerin, als ein neu geordneter Beruf der industriellen Metallberufe, der mit Beginn des Ausbildungsjahres 2004 in Kraft gesetzt wurde, begleitet und unterstützt werden. Dieses Material wird zu einem Zeitpunkt zur Verfügung gestellt, wo die berufsbildenden Schulen vor der Aufgabe stehen, lernfeldstrukturierte Rahmenlehrpläne im Schulalltag umzusetzen. Es sollen hier noch einmal wichtige Intentionen im Zusammenhang mit dem vorliegenden Rahmenlehrplan geklärt werden. Nicht zuletzt dient die begriffliche Definition auch dazu, die Überlegungen der Verfasserinnen und Verfasser bei der Entwicklung des Schulcurriculums nachvollziehen und einordnen zu können.

Die neuen Ausbildungsordnungen der insgesamt fünf industriellen Metallberufe Anlagenmechaniker/in, Industriemechaniker/in, Konstruktionsmechaniker/in, Werkzeugmechaniker/in und Zerspanungsmechaniker/in, deren erstes Ausbildungsjahr identisch ist, ersetzt die seit 1987 geltenden Vorschriften. In diesem Bereich werden bundesweit jährlich ca. 100.000 Auszubildende ausgebildet. Sie repräsentieren damit die ausbildungsstärkste Berufsgruppe und ermöglichen gleichzeitig den flexiblen Einsatz der Fachkräfte innerhalb der Unternehmen sowie ihre berufliche Mobilität zwischen Berufen, Betrieben, Branchen und Wirtschaftszweigen der Metallindustrie.

Ausgehend von den beruflichen Anforderungen und den konkreten Vorgaben im lernfeldstrukturierten Rahmenlehrplan haben Lehrkräfte unter Anleitung des LISA ein Jahr an der Erarbeitung des nun mehr vorliegenden „Beispiel-Schulcurriculums“ für den gesamten Ausbildungsgang Industriemechaniker/Industriemechanikerin gearbeitet. In regelmäßigen Zusammenkünften wurde über geeignete Lernsituationen unter Berücksichtigung curricularer Vorgaben und den schulspezifischen Bedingungen sowie mit einer großen Portion Enthu-

siasmus diskutiert, Lernsituationen verworfen, wieder aufgegriffen und schließlich für gut befunden. Von unschätzbarem Wert für diesen Prozess waren dabei die praxisbezogenen Erfahrungen der Kolleginnen und Kollegen über die Ausbildung im Bereich der industriellen Metallberufe.

An dieser Stelle muss auch darauf hingewiesen werden, dass aus dem Modellversuch SELUBA¹ wesentliche Erkenntnisse für das curriculare Planen und Arbeiten der Lehrkräfte und damit die didaktisch-curriculare Kompetenz auf der Ebene der Curriculumentwicklung (Makroebene), der Bildungsgangplanung (Mesoebene) und der Unterrichtsgestaltung (Mikroebene) genutzt werden konnten.

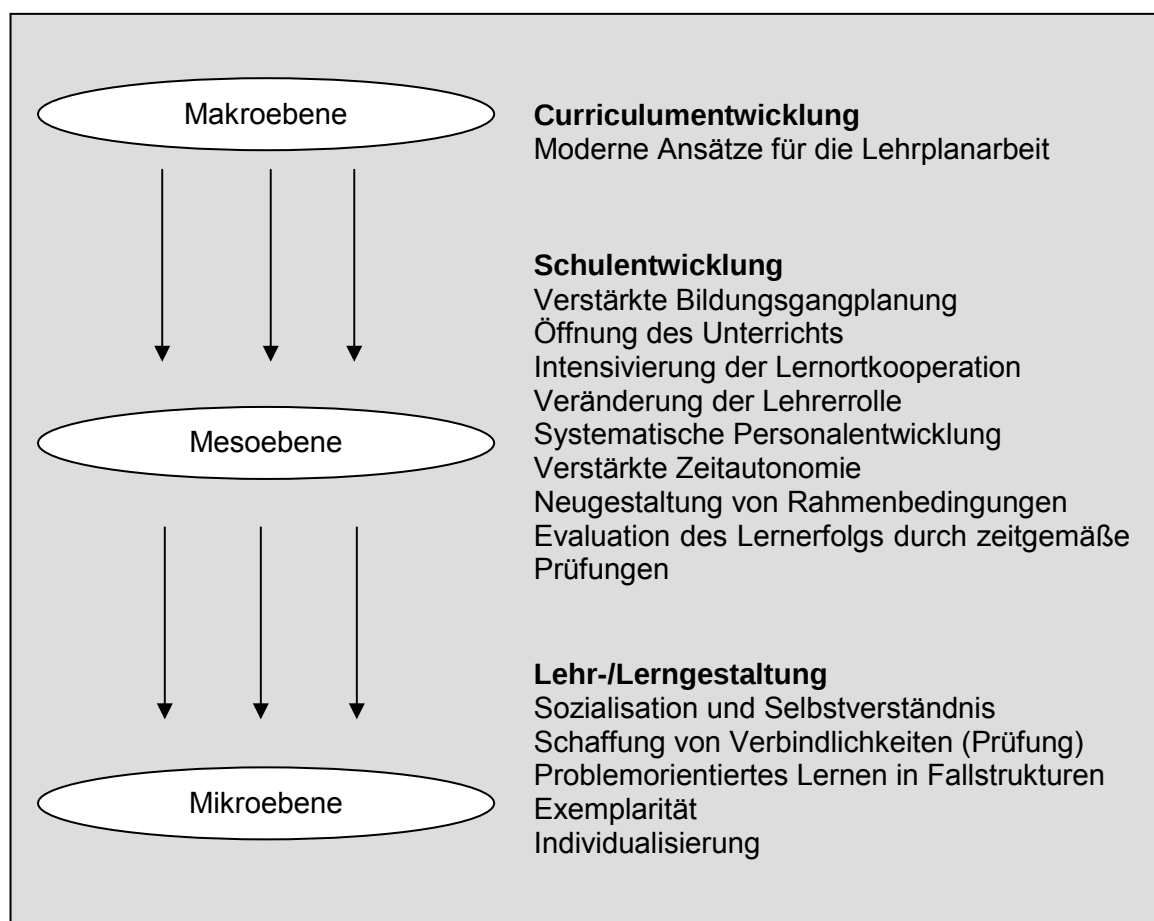


Abb. 1: Handlungsebenen zur Implementation eines Curriculums (Kremer/Sloane 1999, S. 75)

¹ Im Modellversuchsverbund „Steigerung der Effizienz neuer Lernkonzepte und Unterrichtsmethoden in der dualen Berufsausbildung“ arbeiteten vom 01.10.1999 bis 30.09.2002 die Bundesländer Sachsen-Anhalt und Nordrhein-Westfalen zusammen. Zentrale Zielstellung war die wissenschaftlich gestützte Implementation und Evaluation des Lernfeldkonzeptes der bundesweit gültigen KMK-Rahmenlehrpläne für die Berufsschule.

2 Das Lernfeldkonzept – ein fachdidaktischer Ansatz

2.1 Begrifflichkeiten

Im Zusammenhang mit dem Lernfeldkonzept halten neue Begriffe Einzug in und um die Curriculumentwicklung. Einige seien hier näher erläutert. Als Serviceangebot für alle Pädagoginnen und Pädagogen ergänzen sie unsere Erklärungen im folgenden Text. Es sind zum Teil Arbeitsdefinitionen aus den Modellversuchsverbünden NELE und SELUBA (vgl. Müller, Zöller; 2001).

Arbeitsprozess

Arbeitsprozess im weiteren Sinne bezeichnet die Abfolge von Produktions- und Dienstleistungstätigkeiten zum Erreichen bestimmter Zwecke. Im engeren Sinne sind Arbeitsprozesse auf die Produktion materieller Güter gerichtet. Diese korrespondieren in Unternehmen mit kaufmännischen Tätigkeiten des Geschäftsprozesses. Mit der Differenzierung wird in der Didaktik der Berufsbildung vielfach die summierende Bezeichnung Orientierung an Arbeits- und Geschäftsprozessen verwandt. Arbeitsprozessorientierung im Rahmenlehrplan hat die Funktion, das Lernen an fachsystematisch strukturierten Inhalten zu überwinden zugunsten eines Lernens, dessen Inhalte auf Arbeitsprozesse bezogen sind. Hierbei sollen Arbeitsprozesse wissenschaftlich fundiert verstanden werden. Dementsprechend sollen die Benennungen und Inhalte von Lernfeldern sich nicht an Teilgebieten wissenschaftlicher Fächer orientieren, sondern von Arbeitsprozessen in beruflichen Handlungsfeldern ausgehen und entsprechend strukturiert werden.

Curriculum

Der Fachbegriff "Curriculum" wurde 1967 von S. B. Robinson in die erziehungswissenschaftliche Diskussion wieder eingeführt. Er verdrängt den bis dahin geläufigen Begriff des "Lehrplans" vor dem Hintergrund der damaligen Diskussion um neue Formen der didaktischen Gestaltung von Unterricht. Im Konzept der lernfeldorientierten Rahmenlehrpläne ist dem ursprünglich von Robinson entwickelten Ansatz der Situationsanalyse insofern Rechnung getragen worden, als Lernfelder zu entwickeln sind, die an Handlungsfeldern des Berufes ausgerichtet sind. (Pätzold, S. 168)

Exemplarität

Die Inhalte der Rahmenlehrpläne verweisen auf Exemplarität, d. h. auf inhaltliche Vollständigkeit wird verzichtet.

Exemplarisch meint jedoch nicht nur die Auswahl von und die Arbeit mit Beispielen, sondern in diesem Zusammenhang auch ein Erkenntnisprinzip. Durch Wahrnehmung, Auslegung und Zuordnung von Wesen und Erscheinung, Ganzen und Teilen, Strukturen und Prozessen wird es didaktisch realisiert.

Die Exemplarität ist auch nicht primär ein Verfahren der Stoff- und Komplexitätsreduktion. Die Komplexität von Sachverhalten soll in Lernprozessen nicht reduziert, sondern durchschaut werden. Didaktische Reduktion ist somit Resultat der Schritte:

- Zurückführen des Komplizierten auf sein Grundprinzip,
- Aufzeigen des Grundprinzips als strukturprägendes Moment in der Komplexität,
- Herausarbeiten der Verknüchtungs- und Verdichtungszone unterschiedlicher Dimensionen.

Die Verringerung der Stofffülle ergibt sich folglich erst aus dem Herausarbeiten des Exemplarischen in diesem Sinne. (Lispo, 2000, S. 40)

Handlungsfelder

Handlungsfelder sind zusammenhängende Aufgabenkomplexe mit beruflichen sowie lebens- und gesellschaftsbedeutsamen Handlungssituationen, zu deren Bewältigung berufliche Lernprozesse qualifizieren sollen. Handlungsfelder verknüpfen berufliche, gesellschaftliche und individuelle Anforderungen (Pätzold, S. 281). Durch didaktische Reflexion und Aufbereitung entstehen aus den Handlungsfeldern, die an der gegenwärtigen und zukünftigen Berufspraxis der Auszubildenden orientiert sind, Lernfelder in den Rahmenlehrplänen.

Lernfelder

Lernfelder sind für den Unterricht in der Berufsschule didaktisch aufbereitete Handlungsfelder. Sie stellen an beruflichen Aufgabenstellungen und Handlungsabläufen orientierte thematische Einheiten dar, die durch Zielformulierungen, Inhalte und Zeitrichtwerte beschrieben sind (KMK, S. 14). Sie verbinden ausbildungsrelevante berufliche, gesellschaftliche und individuelle Zusammenhänge unter dem Aspekt der Entwicklung von Handlungskompetenz.

Lernfelder sollen Theorie – Praxis – Verknüpfungen zwischen der betrieblichen und berufsschulischen Ausbildung unterstützen. Gleichzeitig ermöglichen sie, durch ihre Offenheit und ihre abstrakte Inhaltsformulierung neue Inhalte schneller in die schulische Ausbildung einzubeziehen und diese damit dem Innovationsdruck flexibel anpassen zu können. Die im Lernfeld gegebene Handlungsorientierung soll nicht zuletzt auch die Motivation der Auszubildenden fördern (Müller/Zöller, 2000, S. 62).

Lernsituationen

Lernsituationen sind curriculare Strukturelemente der Lernfeldkonzeption. Sie gestalten die Lernfelder für den schulischen Lernprozess aus. So gesehen sind Lernsituationen kleinere thematische Einheiten im Rahmen von Lernfeldern. Sie haben für das Lernen im Lernfeld exemplarischen Charakter, indem sie Zielformulierungen und Inhalte aus den Lernfeldern vor dem Hintergrund der beruflichen Aufgabenstellungen und Handlungsabläufe aufnehmen und für die unterrichtliche Umsetzung didaktisch und methodisch aufbereiten. Insgesamt orientieren sich Lernsituationen am Erwerb umfassender Handlungskompetenz und beachten die Entwicklung möglichst aller Kompetenzdimensionen.

Ziel – Inhalt – Angaben

Lernfelder sind durch Ziele und Inhaltsangaben beschrieben. Die Zielformulierung beschreibt die Kompetenzen, die am Ende des schulischen Lernprozesses in einem Lernfeld erwartet werden. Sie bringen den didaktischen Schwerpunkt und das Ausdrucksniveau im Lernprozess (z. B. wissen oder beurteilen) des Lernfeldes zum Ausdruck. Die Inhalte der Lernfelder beschreiben eine didaktisch begründete Auswahl der berufsfachlichen Inhalte, die den Mindestumfang erfassen (fachsystematische Vollständigkeit muss nicht erreicht werden) (KMK, S. 19).

Die Inhaltsangaben ergänzen die bereits in den Zielformulierungen angelegten Inhalte.

2.2 Vom Lernfeld zur Lernsituation

Lernsituationen müssen von den Lehrerinnen und Lehrern im Rahmen bestehender Fachgremien an den jeweiligen berufsbildenden Schulen entwickelt und konzipiert werden. Die didaktisch-methodische Differenzierung und inhaltliche Konkretisierung der curricularen Vorgaben aus dem Rahmenlehrplan erfolgt im Rahmen eines Schulcurriculums bzw. einer didaktischen Jahresplanung für ein Schuljahr an der Berufsschule. Dabei müssen individuelle Lernbedürfnisse der Schülerinnen und Schüler, das Schulprofil und die regionalen Besonderheiten berücksichtigt werden. Das Lehrkräfteteam eines Bildungsganges ist verantwortlich für die eigenständige Weiterentwicklung und kontinuierliche Verbesserung des Curriculums. Das bedeutet, „das Bildungsgangteam analysiert die didaktische Struktur des KMK-Rahmenlehrplanes und entwickelt daraus das handlungssystematische Konzept und die Vorschläge für die schulorganisatorische Umsetzung der einzelnen Lernfelder.“² Die didaktische Jahresplanung wird jeweils zum Ende des Ausbildungsjahres für das neue

² Ergänzende Bestimmungen zur Verordnung über Berufsbildende Schulen, Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt, RdErl. 14.10.2004, S. 354.

Ausbildungsjahr vorgenommen.

Zur didaktischen Jahresplanung gehören:

- die systematische Analyse beruflicher Handlungsfelder unter Berücksichtigung persönlicher und gesellschaftlicher Verantwortung,
- die Identifikation, Sequenzierung und Beschreibung von Lernfeldern,
- die Festlegung von Zielen, die Zuordnung fachlicher Inhalte und methodischer Schwerpunkte zu den Lernfeldern,
- die Differenzierung der Lernfelder in Lernsituationen und die Festlegung von Handlungsphasen.

Hinzu kommen organisatorische Funktionen wie Zeitplanung, Raumplanung und Lehrkräfteeinsatz.

Darüber hinaus können ganz gezielt Vorschläge für Projekttag am Beginn des ersten Ausbildungsjahres zu Kommunikations- und Methodentraining aufgenommen werden.

Der doch recht intensive Planungsablauf für die Entwicklung eines Schulcurriculums soll durch die nachfolgende Darstellung (Abb. 2) einer möglichen Handlungsanleitung für die Lehrerinnen und Lehrer in den Bildungsgangteams verdeutlicht werden.

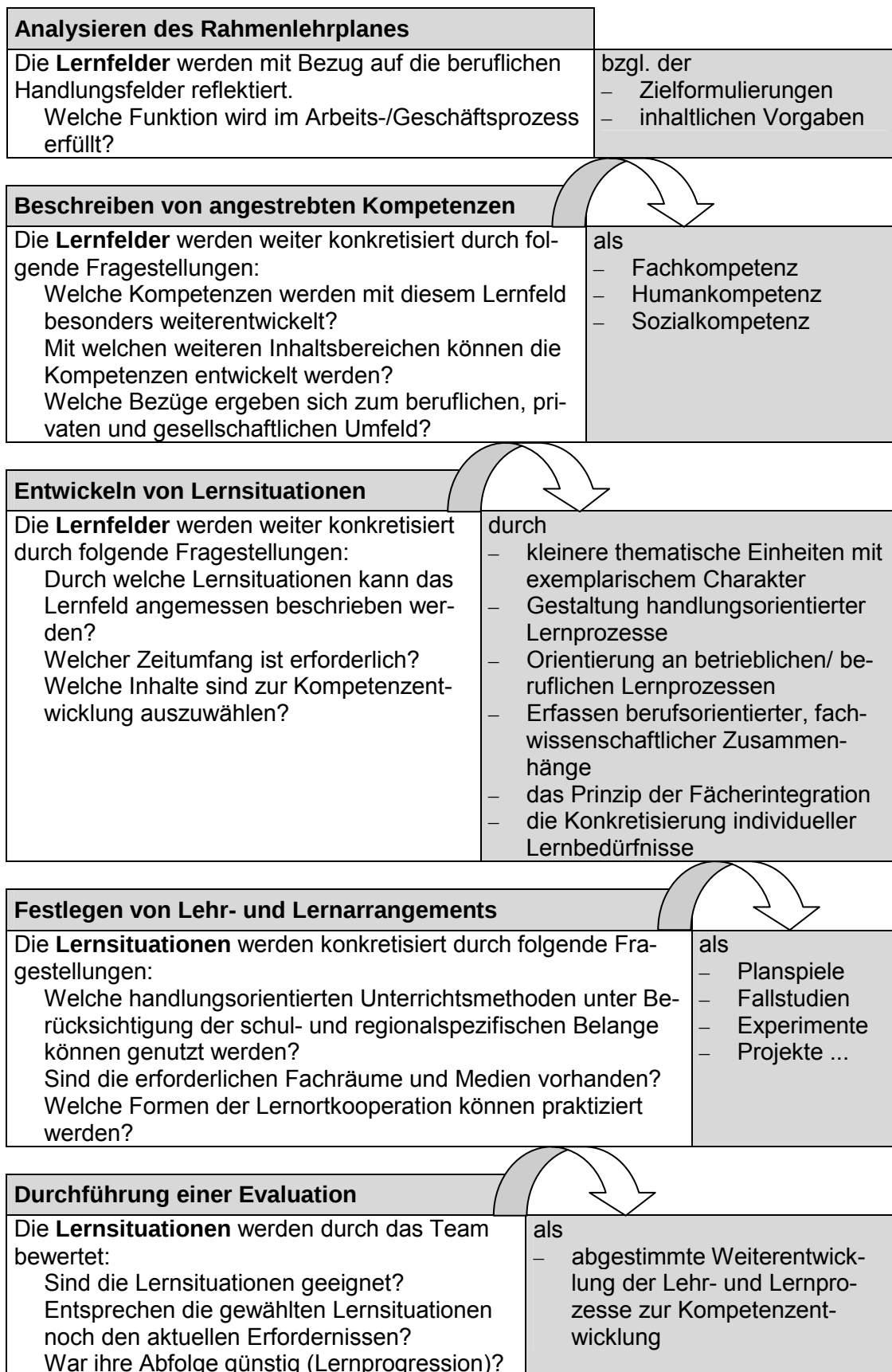


Abb. 2: Handlungsanleitung zur Entwicklung eines Schulcurriculums

3 Zur Arbeit mit den Richtlinien, Grundsätzen und Anregungen (RGA)

3.1 Intentionen der Neuordnung der industriellen Metallberufe

Seit Beginn des Ausbildungsjahres 2004/05 wird die Ausbildung in den industriellen Metallberufen nach neu geordneten Ausbildungsordnungen durchgeführt.

Eine wachsende Bandbreite unterschiedlicher Produkte und Dienstleistungen, der Einsatz immer vielfältigerer Technologien, sich ständig wandelnde Organisationsformen und neue Absatzmärkte sind Kennzeichen der permanenten Veränderungen, denen die Unternehmen unterliegen. Diese anhaltenden Prozesse erfordern flexible Belegschaften, die sich schnell auf Neues einstellen und auf Bedürfnisse unterschiedlicher Kunden reagieren können. Gefordert sind breite berufliche Fachkenntnisse, hohe Flexibilität, Teamfähigkeit, Weiterbildungsmotivation, Qualitätsbewusstsein und eine ausgeprägte Orientierung an den Bedürfnissen der Kunden.

Diesen Qualifikationsanforderungen wird in der Neuordnung mit einer **offenen Formulierung von Ausbildungsinhalten** und der **Ausrichtung der Ausbildung am praktischen Arbeitsprozess** im Betrieb einschließlich seiner vor- und nachgelagerten Bereiche entsprochen. Für die auf 3 ½ Jahre festgelegte Ausbildung heißt das im Einzelnen

- **Wegfall** der bisherigen **18 Fachrichtungen** in den fünf Berufen,
- Vermittlung **gemeinsamer Kernqualifikationen** für alle industriellen Metallberufe,
- Verzahnung mit der Vermittlung **berufsspezifischer Fachqualifikationen**,
- Ausrichtung der Berufsprofile an **betrieblichen Arbeits- und Geschäftsprozessen** und neuen Qualifikationserfordernissen (z. B. eigenverantwortliche Dispositions- und Terminverantwortung, Qualitätsmanagement, Kundenorientierung, Anwendung englischer Fachbegriffe in der Kommunikation etc.),
- Ausrichtung der Ausbildung an **betrieblichen Schwerpunkten** in Einsatzgebieten des jeweiligen Ausbildungsbetriebes,
- Orientierung des **Berufsschulunterrichtes** an konkreten beruflichen Aufgabenstellungen und Handlungsabläufen,
- „**gestreckte**“ **Abschlussprüfung**³ mit zwei Prüfungsteilen.

³ Verordnung über die Berufsausbildung in den industriellen Metallberufen vom 9. Juli 2004, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2004 Teil I Nr. 34, ausgegeben zu Bonn am 13. Juli 2004, S. 1502.

Ausbildungsstruktur

Im Ausbildungsrahmenplan der industriellen Metallberufe ist ein Zeitrahmen vorgegeben. Die Ausbildungsinhalte der Kernqualifikationen können nun gemeinsam mit Inhalten der Fachqualifikationen in 3,5 Jahren vermittelt werden. Um die flexiblen Einsatzmöglichkeiten innerhalb der Unternehmen und die berufliche Mobilität zu gewährleisten, sind in einem Umfang von 21 Monaten (50 Prozent der Ausbildungszeit) gemeinsame Kernqualifikationen für jeden Metallberuf zu vermitteln. Sie werden über die gesamte Ausbildungszeit zusammen mit den jeweiligen Fachqualifikationen vermittelt. Der Anteil der Kernqualifikationen ist im ersten Ausbildungsjahr am größten und nimmt im Laufe der Ausbildungszeit sukzessive ab. In Abbildung 3 werden die Unterschiede zwischen der Ausbildung nach den alten Ausbildungsordnungen und den gültigen Ausbildungsordnungen nach dem Neuordnungsverfahren gegenüber gestellt.

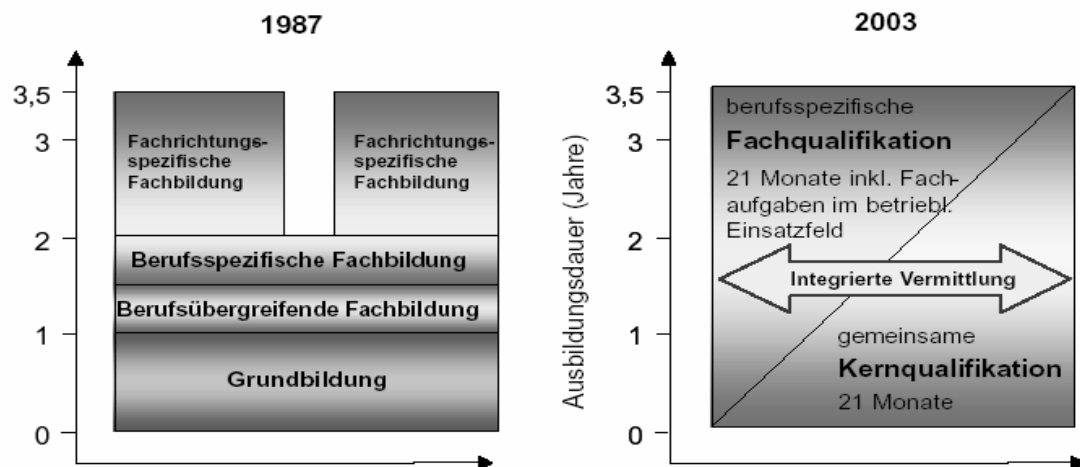


Abb. 3: Vergleich der Ausbildungsstrukturen

Der Industriemechaniker und die Industriemechanikerin sind überwiegend in den beruflichen Handlungsfeldern Herstellen, Montieren, Instandhalten und Automatisieren von technischen Systemen eingesetzt. Die genannten Handlungsfelder werden durch die jeweiligen Lernfelder im Rahmenlehrplan abgebildet. Innerhalb der Handlungsfelder bauen die Lernfelder der Grundstufe und Fachstufen aufeinander auf. Die begriffliche Verknüpfung zwischen Handlungsfeld – Lernfeld – Lernsituation wird in Abbildung 4 verdeutlicht. Aufgenommen wurden die in den Rahmenlehrplänen der fünf industriellen Metallberufe verbindlich ausgewiesenen Grundsätze zur Ausgestaltung von Lernsituationen. Sie sind Ausgangspunkte für die didaktisch-methodische Ausgestaltung der Lernsituationen in den Lernfeldern.

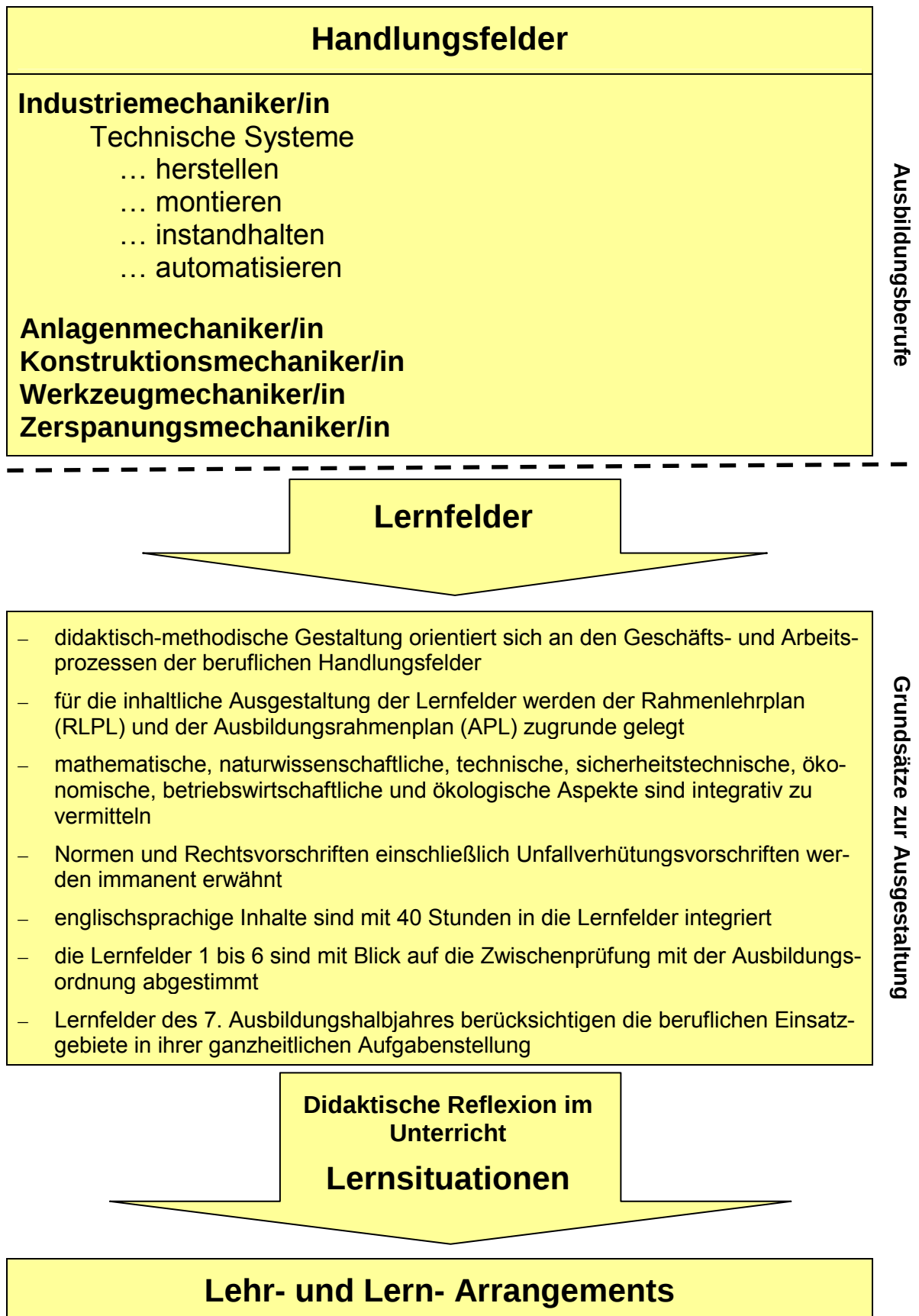


Abb. 4: Grundsätze in den Ausbildungsberufen der industriellen Metallberufe

Neugestaltung der Prüfungen

Nicht nur die Ausbildung ist den neuen beruflichen Anforderungen angepasst worden, sondern auch die Prüfungen. Bei den neuen industriellen Metallberufen gibt es eine so genannte „gestreckte Abschlussprüfung“. Die Zwischenprüfung wird ersetzt durch den ersten Teil der Abschlussprüfung. Weil das Berufsbildungsgesetz eine Zwischenprüfung vorsieht, wird diese Prüfung im Rahmen einer Erprobungsverordnung realisiert. Im ersten Prüfungsteil werden die beruflichen Grundqualifikationen abschließend geprüft. Diese Prüfung findet 18 Monate nach Ausbildungsbeginn statt. Sie setzt sich zusammen aus einem praktischen Teil (1A) und aus einem schriftlichen Teil (1B). Die hieraus resultierenden Prüfungsleistungen fließen zu 40% mit in das Gesamtergebnis ein. Im zweiten Teil der Abschlussprüfung am Ende der Ausbildung ist die berufliche Prozessqualifikation von zentraler Bedeutung. Auch diese Prüfung besteht aus einem praktischen Teil (2A) und einem schriftlichen Teil (2B).

Die berufliche Prozessqualifikation beinhaltet alle Qualifikationen, die für die Bearbeitung eines realen betrieblichen Auftrages notwendig sind, das heißt, es wird nicht nur das Arbeitsergebnis, sondern auch der Arbeitsprozess erfasst und bewertet.

Allerdings sind der generellen Durchführung einer Abschlussprüfung mit einem realen „betrieblichen Auftrag“ Grenzen gesetzt, da die Ausbildungsbetriebe jedes Jahr eine ausreichend große Anzahl von Aufträgen zum Prüfungszeitpunkt anbieten müssten. Diese Aufträge müssten außerdem einen vergleichbaren Schwierigkeitsgrad und Komplexitätsgrad haben. Da sich dies nicht grundsätzlich realisieren lässt, sieht die neue Ausbildungsordnung eine Prüfungsalternative vor. Dabei handelt es sich um eine überbetrieblich entwickelte, betriebsübergreifende „praktische Aufgabe“. Der Betrieb hat die Wahl, ob die Prüfung mit einem „realen“ betrieblichen Auftrag oder mit einer betriebsübergreifenden „praktischen“ Aufgabe durchgeführt wird.

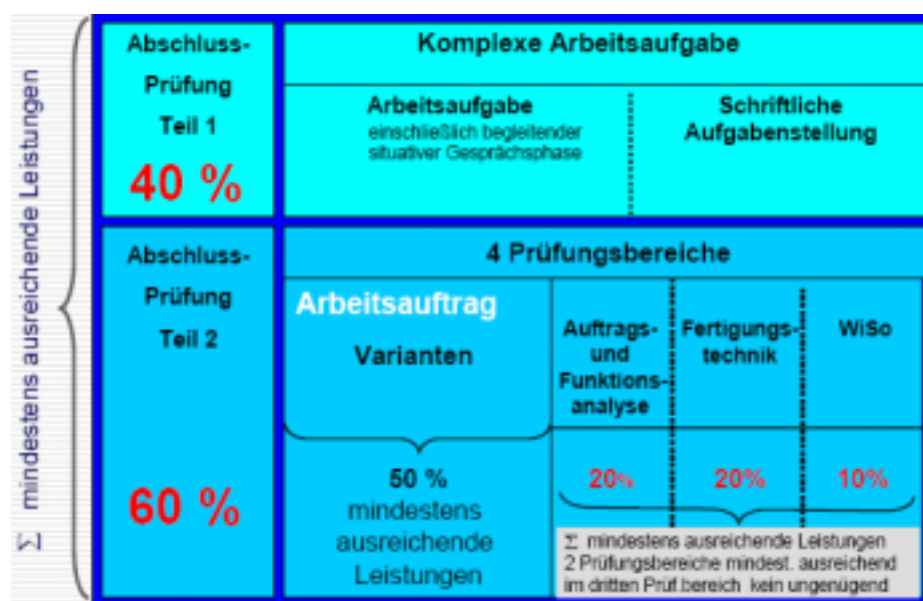


Abb. 5: Bestehensregelung

3.2 Zur Entwicklung eines Schulcurriculums

Ein Schulcurriculum ist die didaktisch-methodische Aufbereitung und Weiterentwicklung des Rahmenlehrplanes. Lehrkräfte entwickeln **Lernsituationen** aus Lernfeldern und berücksichtigen dabei die zugrunde liegenden Handlungsfelder. Dabei sind Lernsituationen kleinere thematische Einheiten im Rahmen von Lernfeldern. Sie haben für das Lernen im Lernfeld exemplarischen Charakter, indem sie Zielformulierungen und Inhalte des Lernfeldes vor dem Hintergrund der beruflichen Aufgabenstellungen und Handlungsabläufe aufnehmen und für die unterrichtliche Umsetzung didaktisch und methodisch aufbereitet sind. Leitziel ist der Erwerb beruflicher Handlungskompetenz in allen Kompetenzdimensionen.

Das Ausgestalten und Formulieren von Lernsituationen durch Konkretisieren der Lernfelder unter Orientierung an den Handlungsfeldern (Bader 2000) kann durch die Berücksichtigung der folgenden Fragen erfolgen:

Auffinden und Analysieren von Lernsituationen

- Durch welche Lernsituationen kann ein bestimmtes Lernfeld konkretisiert werden?
- Auf welchen größeren Arbeitsprozess und auf welche Teilprozesse bezieht sich das Arrangement von Lernsituationen? In welcher Weise sind die Lernsituationen innerhalb des Lernfeldes aufeinander bezogen?
- Stellen die Lernsituationen vollständige Handlungen (Planen, Durchführen, Kontrollieren) dar?
- Knüpfen die Lernsituationen an berufliche und außerberufliche Erfahrungen der Lernenden an (Gegenwartsbedeutung)?
- Sind unterschiedliche Zugangs- und Darstellungsformen zur Differenzierung innerhalb der Lernsituationen möglich?
- Fördert die didaktische Konzeption der Lernsituationen selbstständiges Lernen?
- Sind Lernsituationen für Differenzierungen (z. B. in Bezug auf Betriebsspezifika) offen?
- Müssen für bestimmte Lernsituationen bestimmte Lernvoraussetzungen sichergestellt werden, wie sind diese gegebenenfalls zu realisieren?

Ausgestalten von Lernsituationen

- Welche Kompetenzen (in den Dimensionen von Fach-, Human- und Sozialkompetenz) sollen in einzelnen Lernsituationen besonders entwickelt werden?
- Anhand welcher Inhaltsbereiche (fachwissenschaftliche Aussagen/Gesetzmäßigkeiten, Praxiserfahrungen/Werkregeln ...) können diese Kompetenzen entwickelt werden?

- Welche Ebene der theoretischen Fundierung (Alltagserfahrung, Werkstatterfahrung, Modellbildung, Theoriebildung) ist unter Berücksichtigung der Voraussetzungen der Lernenden in den einzelnen Lernsituationen erreichbar?
- Welche Kompetenzen bzw. Inhalte können als grundlegend, welche als exemplarisch gelten?
- Welche Anknüpfungspunkte bieten die Lernsituationen zur gezielten Förderung der Entwicklung von Methodenkompetenz, kommunikativer Kompetenz und Lernkompetenz?
- An welchen Lernsituationen kann in besonderer Weise deren Bedeutung für die Weiterentwicklung der erreichten Handlungskompetenz in die Zukunft hinein verdeutlicht werden (Zukunftsbedeutung)?
- Auf welche Weise können soziale Lernprozesse (insbesondere Gruppenarbeit) in den Lernsituationen gefördert werden?
- Welche der berufsspezifischen Methoden kommen in den Lernsituationen zum Tragen?

Organisation und Rahmenbedingungen

- Sind die erforderlichen Medien und Fachräume vorhanden, um für die Lernsituationen förderliche Rahmenbedingungen schaffen zu können?
- Welcher zeitliche Umfang ist für die einzelnen Lernsituationen angemessen?
- Durch welche Formen der Lernortkooperation (Absprachen mit Unternehmen, gemeinsame Projektplanung oder -durchführung) lassen sich gute Rahmenbedingungen erreichen?

Überprüfen des Lernerfolgs in den gefundenen Lernsituationen

- Unterstützt die Gestaltung der Lernsituationen Phasen der Reflexion der Arbeits- und Lernprozesse?
- In welcher Weise kann der Erfolg der Lernprozesse überprüft werden?
- Welche Formen der Eigenüberprüfung von Problemlösungen und Lernergebnissen können die Lernenden sich aneignen und nutzen?

3.3 Anforderungen an Lehrkräfte, Ausbildende und Auszubildende

Die konsequente „Zerlegung“ der Unterrichtsprozesse in die „sechs Schritte“ einer Handlung (vgl. Abb. 6) regen die Auszubildenden an, möglichst mit allen Sinnen selbstständig zu lernen.

Dabei erhält jede am Ausbildungsprozess beteiligte Person ihre spezifische Rolle: die Lehrkräfte werden zum Moderator/zur Moderatorin, indem Anregungen und Hilfestellungen gegeben werden. Sie fordern und fördern ein zielgerichtetes Handeln der Auszubildenden, beobachten den Lernfortschritt und überlegen gemeinsam mit den Auszubildenden, wie Lerndefizite ausgeglichen werden können. Die pädagogische Fähigkeit zur indirekten Führung durch die Lehrkraft wird stärker in den Vordergrund gerückt. Die Auszubildenden hingegen werden zu aktiven Mitgestaltenden ihres Unterrichts. Sie sind nicht nur Zuhörende, sondern beschaffen sich selbstständig Informationen, planen ihre Vorgehensweise sowie die benötigte Arbeitszeit und schätzen das Ergebnis ihrer Arbeit ein. Das geschieht oftmals in Gruppenarbeit. Dabei wiederum werden die Komponenten der Handlungskompetenz wie Lernfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit, Teamgeist und vor allen Dingen die Fähigkeit zur Selbsteinschätzung des Könnens und zum planvollen Gestalten von Arbeitsabläufen weiterentwickelt.

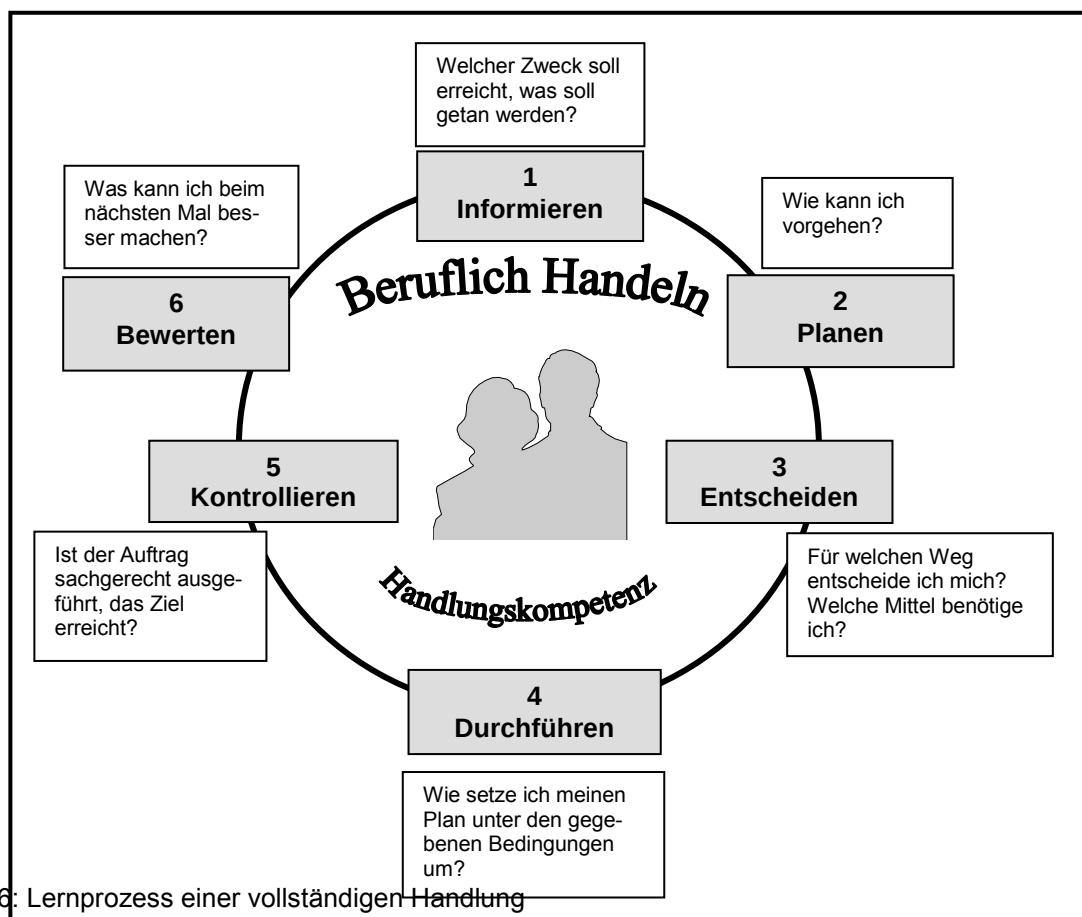


Abb. 6: Lernprozess einer vollständigen Handlung

4 Grundsätze und Anregungen zur Unterrichtsgestaltung

4.1 Unterrichtsverfahren/Unterrichtsorganisation

Handlungsorientiertes Lernen wird durch das Lernfeldkonzept gestützt und etabliert, welches die Abhängigkeit von Handeln und Lernen berücksichtigt. Es fördert entdeckendes, selbstorganisiertes, eigenverantwortliches und kooperatives Lernen.

Im Ausbildungsberuf finden sowohl „linear-zielgerichteter Unterricht“ als auch „offener Unterricht“ ihre Berechtigung. Prinzipiell sollte jeder Unterricht mit einer offenen Konzeption beginnen, an die sich die linear-zielgerichtete Konzeption für die gefundene Teillösung anschließt. Im Lernfeldunterricht erfolgt eine Kombination offener und linear-zielgerichteter Konzeptionen. Dabei ist auch für die Schülerinnen und Schüler das jeweilige Konzept nachvollziehbar offen zu legen. Beide Unterrichtsformen haben mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen in Bezug auf die stärkere Weiterentwicklung der Fach-, Sozial- und Humankompetenz der Lernenden ihren Beitrag zu leisten.

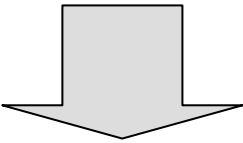
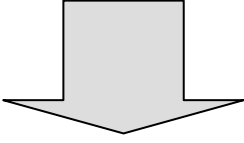
Unterrichtsformen	
Linear-zielgerichteter Unterricht	Offener Unterricht
Frontalunterricht, Unterrichtsgespräch, Gruppenarbeit, Alleinarbeit; traditioneller Unterricht als methodischer Grundbestand für den Unterricht, z. B. Analytisch-synthetische Unterrichtsmethode 	Handlungsorientierter Unterricht; ganzheitliches Lernen durch selbstständiges Handeln erfordert handlungsorientierte Methoden, z. B. Genetische Unterrichtsmethoden Fallstudien Simulationen Mind Map(ping) Erkundung Projekte 
Ziel: fachsystematisch und fachwissenschaftlich orientierte Wissensvermittlung	Ziel: auf Herausbildung von Handlungskompetenz – Fachkompetenz, Sozialkompetenz, Humankompetenz – orientiert

Abb. 7: Unterrichtsformen

Die linear-zielgerichtete Gesamtkonzeption findet dann ihre Anwendung, wenn beruflich-fachliche Systematik und Wissensvermittlung im Vordergrund stehen und die Schülerinnen und Schüler weitgehend vergleichbare Voraussetzungen mitbringen, so dass die zu vermittelnden Inhalte über den Frontalunterricht aufgenommen und verarbeitet werden können. Offene Konzepte reagieren auf Probleme in gestalteten Lernsituationen.

Für das Erkennen von Aufbau und Wirkungsweise technischer Systeme und das Planen von Arbeitsabläufen ist die **analytisch-synthetische Unterrichtsmethode** geeignet, die sich an folgende Lerntätigkeiten orientiert:

- Analysieren der Gesamterscheinung des Lernobjektes nach einem Ordnungsprinzip,
- Erkennen des Wesens der aus dem Ganzen herausgelösten Teile,
- Synthetisieren der erkannten Teile zur Gesamterscheinung.

Die **genetische Unterrichtsmethode** bietet den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit, die Entwicklung von Lernobjekten (aus konstruktiver oder technologischer Sicht) zu bestimmten Themen durch schrittweises Stellen und Lösen von Problemen bzw. Teilaufgaben auf der Basis eines Leitgedanken – unter Verwendung von Lernobjekten – auszuführen. Lerntätigkeiten dabei sind:

- Analysieren des Problems bzw. der Ausgangssituation,
- Ermitteln des zweckmäßigen Lösungsprinzips,
- schrittweises Lösen von Teilaufgaben und Aufdecken von Mängeln, Lücken und Schwachstellen, die zu neuen Teilaufgaben führen,
- Formulieren von Teil- und Gesamtergebnissen.

Bei der **Fallstudie** handelt es sich um eine didaktisch strukturierte Methode, um Lernenden Einsichten in Entscheidungsprozesse zu vermitteln und sie zur selbstständigen Entscheidungsfindung anzuleiten mit den folgenden Phasen:

- Konfrontation mit dem Fall,
- Bestimmen der Problem- und Aufgabenstellung sowie einzelner Fragen,
- Bereitstellen/Beschaffen der erforderlichen Informationen über den Fall und dessen Umfeld,
- Ermitteln von Lösungsvarianten durch Suchen von Lösungswegen bei analogen Aufgabenstellungen,
- Vergleichen und Bewerten der gewonnenen Lösung,
- Verteidigen der optimalen Lösung.

Bei der **Simulation** werden komplexe Situationen, Strukturen oder Prozesse in einem wirklichkeitsnahen Modell abgebildet.

Mind-Map(ping) ist eine Arbeitsmethode, die sprachliches und bildhaftes Denken verbindet, nutzt und fördert. Wörtlich übersetzt könnte man von dem Anfertigen „geistiger Landkarten“ oder dem Aufzeichnen von „Gedankenbildern“ sprechen, bei denen alle Notizen in ihrer Originalfassung zunächst Entwurfscharakter tragen.

Die Methode ist eine sinnvolle Möglichkeit, um die Arbeit und die Kommunikation in einer Gruppe zu verbessern und zu erleichtern. Einsatzmöglichkeiten in Schule und Ausbildung sind u. a.:

in Planungsphasen

- das Planen von Projekten
- das Aufzeigen von spontanen Einfällen (Brainstorming)
- das Vorbereiten und die Durchführung von Besprechungen und Vorträgen
- das Exzerpieren von Texten ...

in Problemlösungsphasen

- das Aufzeigen von Entscheidungsmöglichkeiten
- das gemeinsame Erarbeiten von Problemlösungen im Arbeitsteam
- das Visualisieren von erarbeiteten Lerninhalten ...

in Problemsicherungsphasen

- das Festhalten von Lernergebnissen, z. B. Mitschreiben im Unterricht
- das Auswerten von Lernergebnissen ...

Die **Erkundung** ist mehr als eine Besichtigung. Die Schülerinnen und Schüler gehen gründlicher vor, zielbewusster und zielstrebig.

Der Erkundung, die von den Schülerinnen und Schülern durchgeführt wird, stehen häufig komplexe Probleme in Gestalt der zu besuchenden Realität an; diese können im Sinne exemplarischer Arbeit elementar aufbereitet werden. Dabei kommen die Grundsätze des exemplarischen und orientierenden Lernens im Lernbereich der Erkundung zur Wirkung. Dies bedeutet für die Auswahl der Lerninhalte bei einem Besuch, dass für die Durchschaubarkeit der Erkundenden ein informierender Überblick vorausgeht bzw. eine Reflexion nachfolgen muss.

Eine mögliche Verfahrens- und Vorgehensweise für eine Erkundung ist:

- Vorbereitung

Zielbestimmung: Was soll mit der Erkundung erreicht werden?

Unter welchen Fragestellungen soll die Erkundung durchgeführt werden?

Welches zu erkundende Objekt, welcher Zeitpunkt und welche Dauer der Erkundung werden geeignet sein?

Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten unter Nutzung von Informationsmaterial die Aufgabenstellung, den Fragenkatalog, den Beobachtungsbogen, die Verhaltensregeln usw.

- **Durchführung**
Die Erkundung wird an dem vereinbarten Termin durchgeführt.
- **Auswertung**
Die Schülergruppen sichten und werten die Ergebnisse aus.
Planung und Präsentation (Wandzeitung, Protokoll, Film, Statistik ...) der Ergebnisse werden von den Schülerinnen und Schülern vorgenommen.
Die Reflexion über die durchgeführte Erkundung, die Ergebnisse und ihre Verwendung für den weiteren Unterricht erfolgt meistens im Plenum.

Das **Projekt** dient zur Befähigung der Schülerinnen und Schüler, komplexe technische Probleme und Aufgabenstellungen zu lösen. Dabei wird von einem zunehmend gleichberechtigten Rollenverständnis von Lehrenden und Lernenden ausgegangen.

Phasen im Projekt sind:

- Zielsetzung
- Planung
- Ausführung
- Präsentation
- Auswertung

Die Lernprozesse hinsichtlich Zielsetzung, Vorbereitung und Durchführung werden vorrangig durch die Lernenden organisiert. Dabei findet je nach Umfang eine oder mehrere der o. g. spezielleren Methoden ihre Anwendung.

4.2 Leistungsbewertung

Die Umsetzung des Lernfeldkonzeptes erfordert, handlungsorientierte Lehr- und Lernprozesse zu entwickeln und zu gestalten. In einer solchen didaktischen Konzeption haben Lernerfolgsüberprüfungen über die Funktion der Leistungsmessung hinaus wichtige Funktionen aus pädagogischer Sicht:

Berücksichtigung des Prinzips der Handlungsorientierung – Verknüpfung der Lernerfolgsüberprüfung mit Handlungssituationen.

Angemessenheit – fachliche Inhalte in Abstimmung mit dem vorher erfolgten Unterricht gestuft überprüfen. Ein genaues Abwägen der Leistungsanforderungen (Anforderungsniveaus) an den Lernenden ist erforderlich.

Objektivität – zentraler Aspekt zur Motivationserhöhung der Lernenden.

Trennschärfe – Erfassen von Einzelleistungen in der Lerngruppe in engem Zusammenhang mit der Objektivität.

Handhabbarkeit – realistischen Zeitrahmen ansetzen.

Transparenz – Überblick über das, was von den Lernenden erwartet wird, geben, z. B. Vereinbarung von Zielkategorien und Beurteilungskriterien oder gemeinsame Definition der Kriterien, nach denen der Lernerfolg bewertet werden soll.

Sinnhaftigkeit – als Hilfsmittel für die bessere Bewältigung des Lernens zur Leistungsmotivation verdeutlichen.

Im handlungsorientierten Unterricht stehen

- der Prozess des Zustandekommens eines Ergebnisses,
 - der Verlauf des Wissenserwerbs,
 - der zielgerichtete Umgang mit Wissen und Lerngegenständen,
 - der soziale Bezug zu Mitlernenden,
 - die Bildung der eigenen Persönlichkeit und die Reflexion des eigenen Lernhandels
- im Zentrum der didaktisch-methodischen Konzeption.

Im Vordergrund des didaktischen Handelns steht nicht nur das Vermitteln abfragbaren Wissens. Grundsätzlich sollen die Statusdiagnose (situationsbezogene schriftliche Arbeit, Förder- und Entwicklungsgespräch, Feedbackgespräch, Präsentation) und Prozessdiagnose (Selbsteinschätzung der Lernenden, Fremdeinschätzung, Tätigkeitsbericht, Gruppenbericht) als Formen der Lernerfolgsüberprüfung im handlungsorientierten Unterricht angewendet werden.

5 Beispiel für die Erarbeitung eines Schulcurriculums

5.1 Struktur eines Schulcurriculums

Wie weiter oben beschrieben, werden die vorgegebenen Lernfelder für den Unterricht unter den spezifischen Rahmenbedingungen der jeweiligen Schule konkretisiert. Dabei ist das „Schulcurriculum die didaktisch-methodische Aufbereitung und Weiterentwicklung des Rahmenlehrplanes. Es ist handlungs- und situationsorientiert und erfasst regional- sowie schul-spezifische Rahmenbedingungen.“⁴ Auf der Grundlage des im Modellversuch SELUBA entwickelten „Grundgerüsts“ für ein Schulcurriculum und Beispielen aus anderen Bundesländern wurde das vorliegende Material für den Ausbildungsberuf Industriemechaniker/ Industriemechanikerin entwickelt.

Die „gefundenen“ Lernsituationen konkretisieren in Abhängigkeit der schulischen Rahmenbedingungen die aus dem Rahmenlehrplan vorgegebenen Lernfelder. Die Struktur ist bestimmt durch die Abfolge der Handlungsphasen Informieren, Planen, Entscheiden, Durchführen, Kontrollieren und Bewerten. In der Regel wird ein Lernfeld durch mehrere Lernsituationen, die unterschiedliche Handlungssituationen abbilden, für den Unterricht aufbereitet.

Das vorliegende Beispiel für ein Schulcurriculum im Ausbildungsberuf Industriemechaniker/ Industriemechanikerin wird durch eine Auswahl geeigneter Lernträger zur Umsetzung der Lernsituationen (vgl. Punkt 5.4) ergänzt. Diese Lernträger bilden die Grundlage für die Gestaltung der Lernsituationen und sollen die Ausprägung der angestrebten Kompetenzen unterstützen.

⁴ vgl. Modellversuchsinformation Nr. 3 SELUBA, Lernfeldstrukturierte Rahmenlehrpläne und Schulcurricula – Ergebnisse aus Sachsen-Anhalt

5.2 Übersicht über Lernfelder mit möglichen Lernsituationen und Zeitrichtwerten

5.2.1 Übersicht über die Lernfelder für den Ausbildungsberuf Industriemechaniker/Industriemechanikerin

Nr.	Lernfelder	Zeitrichtwerte			
		1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr
1	Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen	80			
2	Fertigen von Bauelementen mit Maschinen	80			
3	Herstellen von einfachen Baugruppen	80			
4	Warten technischer Systeme	80			
5	Fertigen von Einzelteilen mit Werkzeugmaschinen		80		
6	Installieren und Inbetriebnehmen steuerungstechnischer Systeme		60 + 20		

Für den Teil 1 der Gesellenprüfung sind laut Rahmenlehrplan die Lernfelder 1 bis 6 relevant.

7	Montieren von technischen Teilsystemen		40		
8	Fertigen auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen		60 + 20		

Nr.	Lernfelder	Zeitrictwerte			
		1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr
9	Instandsetzen von technischen Systemen		40		
10	Herstellen und Inbetriebnehmen von technischen Systemen			80 + 20	
11	Überwachen der Produkt- und Prozessqualität			60	
12	Instandhalten von technischen Systemen			60	
13	Sicherstellen der Betriebsfähigkeit automatischer Systeme			80 + 20	
14	Planen und Realisieren technischer Systeme				80
15	Optimieren von technischen Systemen				60 + 20
	Summe	320	320	320	160

Die vom Bund vorgegebenen Zeitrictwerte sind Mindesttrictwerte. Die unter Punkt 5.3 dargestellten Zeitrictwerte gelten für Sachsen-Anhalt entsprechend der BbS-VO und deren Ergänzenden Bestimmungen (EbbS-VO).

5.2.2 Übersicht über Lernfelder mit möglichen Lernsituationen

1. Ausbildungsjahr

	Lernsituation 1	Lernsituation 2	Lernsituation 3	Lernsituation 4
Lernfeld 1 Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen	Eine Werkstattzeichnung erstellen	Ein Werkstück planen, fertigen und prüfen	Selbstständig die Herstellung eines Werkstücks planen	
Lernfeld 2 Fertigen von Bauelementen mit Maschinen	Die maschinelle Fertigung planen	Bohrungen und Gewinde herstellen	Ein Drehteil herstellen	Ein Werkstück durch Fräsen herstellen
Lernfeld 3 Herstellen von einfachen Baugruppen	Eine Baugruppe demonstrieren und montieren	Ein vorhandenes Bauteil konstruktiv verändern	Ein steuerungstechnisches System analysieren	
Lernfeld 4 Warten technischer Systeme	Eine Instandhaltung durchführen	Maschinenschäden analysieren	Mit elektrischen Maschinen arbeiten	

2. Ausbildungsjahr

Lernfeld 5 Fertigen von Einzelteilen mit Werkzeugmaschinen	Die maschinelle Fertigung planen	Ein Drehteil herstellen	Ein Bauteil durch Schleifen bearbeiten	Ein Werkstück durch Fräsen herstellen
Lernfeld 6 Installieren und Inbetriebnehmen steuerungstechnischer Systeme	Den Grundaufbau einer pneumatischen und elektropneumatischen Steuerung planen und realisieren	Pneumatische Ablaufsteuerung planen und inbetriebnehmen	Elektropneumatische und hydraulische Steuerungen entwickeln	

Für den Teil 1 der Gesellenprüfung sind laut Rahmenlehrplan die Lernfelder 1 bis 6 relevant.

Lernsituation 1	Lernsituation 2	Lernsituation 3	Lernsituation 4
-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

Lernfeld 7 Montieren von technischen Teilsystemen	Die Montage einer Baugruppe planen	Passungen zwischen Bauteilen einer Baugruppe bestimmen		
Lernfeld 8 Fertigen auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen	Eine Fertigung mit CNC-Werkzeugmaschinen planen	Ein Bauteil zur Bearbeitung mit CNC-Werkzeugmaschinen vorbereiten	Drehteile programmieren und zur Fertigung mit CNC-Werkzeugmaschinen vorbereiten	Frästeile programmieren und zur Fertigung mit CNC-Werkzeugmaschinen vorbereiten
Lernfeld 9 Instandsetzen von technischen Systemen	Die Instandsetzung einer mechanischen Baueinheit durchführen			

3. und 4. Ausbildungsjahr

Lernfeld 10 Herstellen und Inbetriebnehmen von technischen Systemen	Elektrische Antriebe, Kupplungen und Getriebe analysieren	Einen Reparaturauftrag ausführen
Lernfeld 11 Überwachen der Produkt- und Prozessqualität	Qualitätssicherungsnormen anwenden und deren Einflussgrößen erkennen	Prozessüberwachung planen, durchführen und auswerten
Lernfeld 12 Instandhalten von technischen Systemen	Die Instandhaltung eines technischen Systems planen	Die Instandhaltung einer Bearbeitungsstation durchführen

	Lernsituation 1	Lernsituation 2	Lernsituation 3	Lernsituation 4	Lernsituation 5
Lernfeld 13 Sicherstellen der Betriebsfähigkeit automatisierter Systeme	Elektrohydraulische Systemtechnik planen	Eine elektropneumatische Anlage optimieren und in eine speicherprogrammierte Steuerung ändern	SPS planen und inbetriebnehmen	Handhabungssysteme zur Prozessoptimierung einsetzen	Regelungsvorgänge in automatisierten Fertigungsprozessen erkennen

	Lernsituation 1	Lernsituation 2	Lernsituation 3
Lernfeld 14 Planen und Realisieren technischer Systeme	Projekte planen und realisieren		
Lernfeld 15 Optimieren von technischen Systemen	Optimieren eines bestehenden Systems	Optimieren eines Arbeitsplatzes	Optimieren eine Bearbeitungsstation

5.3 Beispiele für Lernsituationen und Lehr-Lern-Arrangements

Lernfeld 1: Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen

ZRW: 80 Std.

Lernsituation 1.1: Eine Werkstattzeichnung erstellen

ZRW: 30 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Grundaufbau einer technischen Zeichnung erläutern – einen Körper in Ansichten zeichnen – ein Werkstück in verschiedenen Projektionsarten darstellen – eine Werkstattzeichnung normgerecht bemessen – Gesamt- und Explosionszeichnungen lesen – Einteilung und Eigenschaften der Eisen- und Nichteisenmetalle erarbeiten – Eigenschaften metallischer Werkstoffe erläutern – Normbezeichnungen des Baustahls anwenden – Masse- und Stückzahl von Bauteilen berechnen – zur Maßaufnahme des Kundenauftrages das geeignete Prüfmittel auswählen – den Kundenauftrag in eine Werkstattzeichnung umwandeln und eine Stückliste erstellen – Stückliste in englischer Sprache lesen – Arbeitsergebnisse präsentieren	– Informationen selbstständig erarbeiten – Problemstellungen erkennen – Lösungsschritte erarbeiten und anwenden – die Anfertigung technischer Zeichnungen nach Normen und Vorschriften üben – arbeitsteiliges Bearbeiten der Problemstellungen fördern – Kommunikationsbereitschaft entwickeln – Kritik und Selbstkritik anwenden – Hilfsbereitschaft gegenüber Mitschülern entwickeln – Konfliktbewältigung ausbauen – Arbeitsschutzvorschriften beim Umgang mit Prüfmitteln beachten – Englischkenntnisse reflektieren	– Normen und Vorschriften mit dem Tabellenbuch erarbeiten – Gruppen-, Montage- und Explosionszeichnungen – Zeichnungen mithilfe von Werkstückmodellen erstellen – Lehrbücher – Laborunterricht (LAU): Werkstoffbestimmung – Gruppenarbeit – Fachvideos – LAU: Messen und Zeichnen eines Bauteils – Prüfmiteinsatz – Einsatz PC Lernträger: Bohrvorrichtung

Lernfeld 1: Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen

ZRW: 80 Std.

Lernsituation 1.2: Ein Werkstück planen, fertigen und prüfen

ZRW: 25 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– mögliche Fertigungsverfahren festlegen – Grundlagen des Umformens am Verfahren Biegen erarbeiten – Verhalten der Werkstoffe beim Fertigen erkennen – Arbeitsschutz beim Biegen erörtern – Maßeinheiten umrechnen – gestreckte Länge berechnen – Trennverfahren einteilen – Schneidengeometrie beim Trennen analysieren – Satz des Pythagoras und Winkelfunktionen in Berechnungen anwenden – Längenänderungen berechnen – Trennverfahren Zerteilen und Sägen analysieren – Arbeits- und Umweltschutz beim Trennen erörtern – Kräfte beim Fertigen berechnen – Prüfmittel auswählen und Messfehler in der Fertigung erkennen – Prüfprotokolle erstellen	– Informationen auswerten – Kenntnisse der Fachpraxis einbringen – Arbeitsergebnisse selbstständig festhalten – Selbstvertrauen entwickeln – Grundwissen der Haupt- bzw. Sekundar-schule zum Entwickeln mathematischer Lösungswege anwenden – sachgerechten Umgang mit Unterrichtsmitteln erlernen – Lernmethoden weiterentwickeln – Ergebnisse korrekt auswerten – Toleranz gegenüber anderen üben – Fertigungsalternativen finden und Lösungsweg fachgerecht begründen	– Biegen am Modell vorführen – Arbeitsblätter – Partnerarbeit – Unfall- und Arbeitsschutzvorschriften – Schneidengeometrie am Meißelmodell erarbeiten – Prüfmiteileinsatz – Prüfprotokolle – Entsorgungsvorschriften – Arbeit mit Tabellenbuch und Formelsammlungen – Arbeit mit Folien und Fachvideos – Verbindung zur Lernsituation 1.1 – Gruppenarbeit Lernträger: Bohrvorrichtung

Lernfeld 1: Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen

ZRW: 80 Std.

Lernsituation 1.3: Selbstständig die Herstellung eines Werkstücks planen

ZRW: 25 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Funktionsbeschreibung des Werkstücks vornehmen – Unterschied zwischen Halbzeugen und Normteilen analysieren – Arbeit mit handgeführten Werkzeugen erörtern – Elektrowerkzeuge richtig bedienen – Vorteile der Kunststoffe darstellen – Einsatz von Hilfsstoffen planen – Allgemeintoleranzen anwenden – Fertigungspläne und Prüfprotokolle erstellen – Material-, Lohn- und Werkzeugkosten berechnen – Arbeits- und Umweltschutzvorschriften gezielt berücksichtigen – Arbeitsergebnisse präsentieren	– selbstständig die Herstellung des Werkstücks mit technischer Zeichnung, Arbeitsplan, Prüfprotokoll und Montageplan planen – das Einbringen eigener Gedanken und die Akzeptanz der Lösungswege anderer in Teamarbeit erlernen – gegenseitig Hilfestellungen geben – durch die Präsentation der Arbeitsergebnisse das Selbstvertrauen stärken	– Explosionszeichnung, Gruppen- und Montagezeichnungen – Werkstückmodell – Arbeitspläne – Arbeiten mit Fachbüchern – Verbindung zu den Lernsituationen 1.1 und 1.2 – Tabellenbuch – Gruppenarbeit – Einsatz des PC Lernträger: Bohrvorrichtung

Lernfeld 2: Fertigen von Bauelementen mit Maschinen

ZRW: 80 Std.

Lernsituation 2.1: Die maschinelle Fertigung planen

ZRW: 10 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Gesamtzeichnung auswerten – Funktionen der Einzelteile analysieren – Stückliste lesen und ergänzen – prismatische Formen entwickeln und bemessen – Zeichnungen lesen und vervollständigen • Schnittdarstellung • Oberflächenangaben • Toleranzen – Werkstoffe auswählen – Bezeichnungen der Bau- und Automatenstähle erarbeiten	– selbstständig arbeiten – funktionale Zusammenhänge erkennen – untereinander kommunizieren – räumliches Vorstellungsvermögen entwickeln – mit dem Tabellenbuch umgehen	– Partnerarbeit – Tabellenbücher – Einzelteilzeichnungen – Verbindung zur Lernsituation 1.1 Lernträger: Biegevorrichtung

Lernfeld 2: Fertigen von Bauelementen mit Maschinen

ZRW: 80 Std.

Lernsituation 2.2: Bohrungen und Gewinde herstellen

ZRW: 40 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Vorgang und Bewegung beim Bohren erfassen – Werkzeuge und Schneidstoffe auswählen – Vorgänge beim Anschleifen eines Bohrers beschreiben; Standzeit berücksichtigen – Einflüsse der Schneidengeometrie erkennen – Schnittdaten v_c, f, v_f, n berechnen – Hauptnutzungszeit berechnen – Arbeitsablauf planen – Verfahren Senken und Reiben von Bohrungen erklären – Aufbau der Bohrmaschinen beschreiben – Kühlschmierstoffe einsetzen – Spannvorrichtungen auswählen – Arbeitsschutzbestimmungen beim Arbeiten an der Werkzeugmaschine umsetzen – unterschiedliche Schnittdarstellungen analysieren – Gewindeabmessungen kennen lernen – Gewinde in technischen Zeichnungen darstellen und bemaßen – Arbeitsschritte beim Gewindebohrvorgang planen und Werkzeuge aussuchen – Gewinde prüfen	– physikalische Grundlagen anwenden – fachspezifische Formeln anwenden, mathematischer Grundlagen üben – Diagramme lesen – wirtschaftliche Aspekte betrachten – Arbeitspläne erstellen – aus Tabellen auswählen – Arbeitsergebnisse präsentieren und bewerten – Kenntnisse anwenden – Arbeitsschutz beachten – sorgfältigen Umgang und fachgerechte Entsorgung der Kühlschmierstoffe beachten – Bereitschaft zur Anwendung von Arbeitsschutzbedingungen entwickeln – mit der Fachliteratur selbstständig umgehen – gewonnene Erkenntnisse anwenden – Qualitätsansprüche entwickeln – Vorgänge mit unterschiedlichen Werkzeugen optimieren – optimalen Prüfmittleinsatz berücksichtigen – Maßhaltigkeit bewerten	– Fachliteratur – Arbeitsblätter – Umstellen von Formeln üben – Diagramme – Gruppenarbeit – Medientechnik – reale Objekte aus der Praxis – Tabellenbücher – Lehrbücher – Technische Zeichnungen – Verbindung zur Lernsituation 3.1 – reale Objekte – LAU: Prüfmittel Lernträger: Biegevorrichtung

Lernfeld 2: Fertigen von Bauelementen mit Maschinen

ZRW: 80 Std.

Lernsituation 2.3: Ein Drehteil herstellen

ZRW: 20 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– zylindrische Bauteile darstellen und bemaßen, spezielle Zeichnungsangaben lesen – Drehverfahren anwendungsbezogen auswählen – Drehmeißel auswählen • Schneidengeometrie, Standzeit • Zerspanungsvorgang • Kräfte an Werkzeugen u. Bauteilen • Schnittwerte und Schneidstoffe – Spanarten u. -formen erkennen – mögliche Werkzeug- und Werkstückspannmittel kennen lernen – Bau- u. Funktionseinheiten von Drehmaschinen analysieren – Kühl- u. Schmiermittel auswählen – spezielle Prüfmittel anwenden • Messuhr • Messschrauben • Grenzlehren • Oberflächenprüfgeräte – Prüfprotokolle anfertigen, Toleranzen berücksichtigen – Messfehler unterscheiden – Grundkenntnisse der Textverarbeitung erlernen	– Zeichnungen diskutieren – einfache englische Begriffe kennen – notwendige Verfahren anwendungsbezogen auswählen – selbstständig die notwendigen Arbeitswerte ermitteln – den Umgang mit dem Tabellenbuch festigen – wirtschaftliche Betrachtungen anstellen – Rückschlüsse auf Oberflächengüte ziehen – Prüfprotokolle auswerten – mögliche Ursachen der Messfehler erkennen – Ergebnisse in ansprechender Form präsentieren	– Einzelteilzeichnung – Tabellenbuch, Diagramme – Modelle von Oberflächenrauheiten – reale Objekte – Analogiemethode – Textverarbeitung – Verbindung zur Lernsituation 5.2 – LAU: Prüfmittel einsetzen Lernträger: Biegevorrichtung

Lernfeld 2: Fertigen von Bauelementen mit Maschinen

ZRW: 80 Std.

Lernsituation 2.4: Ein Werkstück durch Fräsen herstellen

ZRW: 10 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– ebenflächige Bauteile darstellen und bemaßen, spezielle Zeichnungsangaben lesen – Fräsverfahren anwendungsbezogen auswählen – Fräswerkzeuge auswählen • Schneidengeometrie, Standzeit • Zerspanungsvorgang • Kräfte an Werkzeugen u. Bauteilen • Schnittwerte und Schneidstoffe – Spanarten u. -formen erkennen – mögliche Werkzeug- und Werkstückspannmittel kennen lernen – Bau- u. Funktionseinheiten von Fräsmaschinen analysieren – Kühl- u. Schmiermittel auswählen – spezielle Prüfmittel anwenden – Prüfprotokolle erstellen und Toleranzen berücksichtigen – Messfehler unterscheiden	– Einzelteilzeichnungen auswerten und ändern – Arbeitswerte auswählen, Ergebnisse diskutieren – Prüfergebnisse auswerten, freies Sprechen üben – vorhandenes Wissen anwenden – wirtschaftliche Betrachtungen anstellen – Arbeitsplan erstellen – Ergebnisse bewerten, diskutieren und präsentieren – Schlussfolgerungen ziehen – Alternativen aufzeigen – sachgemäß mit Mess- u. Prüfmitteln umgehen	– Gruppenarbeit – selbstständiges Erarbeiten – Informationen sammeln und analysieren – Schülervortrag – Tabellenbücher – reale Objekte – Übungen zum Lesen und Auswerten – Fachliteratur einsetzen – Verbindung zur Lernsituation 5.4 – LAU: Messen und Prüfen

Lernfeld 3: Herstellen von einfachen Baugruppen

ZRW: 80 Std.

Lernsituation 3.1: Eine Baugruppe demontieren und montieren

ZRW: 40 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Arbeitsaufträge analysieren – unterschiedliche technische Darstellungen erkennen – Funktionsbeschreibungen erstellen und erklären – Montagereihenfolgen festlegen und vergleichen, teilweise in englischer Sprache – Fügetechniken nach Form-, Kraft- und Stoffschluss einordnen – Normteile den Fügetechniken zuordnen – Schraub- und Stiftverbindungen in technischen Darstellungen erkennen und darstellen – Montagehilfsmittel unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit auswählen – Berechnungen bezüglich des Zusammenhangs von Kraft und Drehmoment durchführen und vergleichen – Prüfabläufe festlegen und Prüfprotokolle erarbeiten	– Informationen austauschen – kooperativ arbeiten – Kritik und Selbstkritik üben – zielgerichtet arbeiten – Pläne erstellen – Alternativen finden und bewerten – Informationen ökonomisch auswerten – Dokumentationen aufbereiten und darstellen – Lerntechniken anwenden – mit Medien sachgemäß umgehen	– Gewindeherstellung – Lernsituation 2.3 – Verbesserung Oberflächengüte von Bohrungen – Lernsituation 2.2 – Arbeit mit Tabellenbuch – Montage- und Demontageanleitungen in englischer Sprache – Fachvideos – reale Objekte – LAU: Herstellen einfacher Schraubverbindungen mit Drehmomentenschlüssel – LAU: Experimente zu Kraft, Drehmoment und geneigte Ebene – Fachliteratur – Internet Lernträger: Greifer

Lernfeld 3: **Herstellen von einfachen Baugruppen**

ZRW: 80 Std.

Lernsituation 3.2: **Ein vorhandenes Bauteil konstruktiv verändern**

ZRW: 20 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Kundenaufträge analysieren – vorhandene Teil- und Gruppenzeichnungen verändern und erstellen – Variantenvergleiche diskutieren – neue Stücklisten erstellen – stoffschlüssige Fügetechniken bei gleicher und unterschiedlicher Werkstoffpaarung beschreiben – Herstellungskosten berechnen	– Teamarbeit – Bauteile wirtschaftlich und kundenfreundlich optimieren – Arbeitsergebnisse präsentieren und bewerten – Qualitätsmängel erkennen – fachlich argumentieren – Haftungsrecht beachten – Arbeitsschutzvorschriften anwenden	– Arbeit mit Tabellenbuch – Fachvideos – Werkstoffe – Lernsituation 1.1, 1.3 – manuelle Trennverfahren – Lernsituation 1.2 – maschinelle Trennverfahren – Lernfeld 2 Lernträger: Greifer

Lernfeld 3: **Herstellen von einfachen Baugruppen**

ZRW: 80 Std.

Lernsituation 3.3: **Ein steuerungstechnisches System analysieren**

ZRW: 20 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Steuerungen als informationsumsetzende Systeme erkennen – Steuerungen und Regelungen voneinander unterscheiden – Funktionsglieder einer Steuerung beschreiben – Steuerungsarten berücksichtigen – Funktionsdarstellungen analysieren und darstellen – Bauteile pneumatischer, elektrischer und hydraulischer Steuerungen unterscheiden – drucktechnische Größen berechnen und anwenden – Energieträger unter den Bestimmungen des Arbeits- und Umweltschutzes auswählen	– physikalisches Grundwissen anwenden – Zusammenhänge herstellen – selbstständig arbeiten – Informationsquellen auffinden – gegenseitig Hilfestellungen geben – Informationen austauschen – ökologisches Handeln reflektieren – Arbeitsschutzvorschriften anwenden	– LAU: Steuerungstechnik – Demonstrationsversuche – Simulation von Steuerungen am PC – Aufbau von Bohr-, Dreh-, und Fräsmaschine Lernfeld 2 – Fachbücher Lernträger: Druckluftpresse

Lernfeld 4: **Warten technischer Systeme**

ZRW: 80 Std.

Lernsituation 4.1: **Eine Instandhaltung durchführen**

ZRW: 30 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Grundbegriffe Wartung und Inspektion kennen – Betriebsanleitungen und Wartungspläne lesen und erstellen – Anordnungspläne analysieren – Skizzen anfertigen – berufstypische Maschinen kennen – System Maschine in Einrichtungen, Gruppen und Elemente zerlegen – Arbeitsschutz beachten	– Informationen beschaffen – mit technischen Unterlagen arbeiten – Dokumentationen analysieren – Kenntnisse und Erfahrungen einbringen – sorgfältig nach Anleitung arbeiten – Mitverantwortung tragen – sachlich argumentieren – Arbeitsschutzvorschriften anwenden – Englischkenntnisse reflektieren	– Betriebsanleitung einer Bohrmaschine – Verbindung zu den Lernsituationen 2.2 und 2.3 – Wartungsplan – Instandhaltungsplan – Folie, Lehrbuch, Tabellenbuch

Lernfeld 4: Warten technischer Systeme

ZRW: 80 Std.

Lernsituation 4.2: Maschinenschäden analysieren

ZRW: 20 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Formen der Abnutzung kennen • Ermüdung • Alterung • Verschleiß • Korrosion – vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen anwenden • Schmierung • Korrosionsschutz – Instandhaltungs- und Ausfallkosten berechnen – Reibkräfte berechnen	– Informationen beschaffen – mit technischen Unterlagen arbeiten – Dokumentationen analysieren – Kenntnisse und Erfahrungen einbringen – sorgfältig nach Anleitung arbeiten – Mitverantwortung tragen – Instandhaltungsmaßnahmen bewerten – mathematische Kenntnisse anwenden und vertiefen	– Betriebsanleitung einer Fräsmaschine – Wartungsplan – Schmierplan – Lehrbuch, Tabellenbuch – Video – Verbindung zu den Lernsituationen 2.4 und 2.5 Lernträger: Fräsmaschine

Lernfeld 4: Warten technischer Systeme

ZRW: 80 Std.

Lernsituation 4.3: Mit elektrischen Maschinen arbeiten

ZRW: 30 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Grundlagen der Elektrotechnik kennen – Größen im Stromkreis erfassen – mit einfachen elektrischen Maschinen arbeiten – Gefahren des elektrischen Stromes beurteilen – Regeln zum Umgang mit elektrischen Maschinen beachten – elektrotechnische Größen messen und berechnen • Spannung • Strom • Widerstand – Aufbau pneumatischer Anlagen kennen – einfache pneumatische Steuerungen planen und inbetriebnehmen	– Informationen beschaffen – Dokumentationen analysieren – mit technischen Unterlagen arbeiten – Kenntnisse und Erfahrungen aus der Sekundarschule einbringen – sorgfältig nach Anleitung arbeiten – Gruppenarbeit praktizieren	– Beispiel: Arbeitsmaschinen der Praxis (Bohrmaschine, Flex, Akkuschrauber u. Ä.) – LAU: Kenngrößen der Elektrotechnik ermitteln – LAU: Grundlagen pneumatischer Steuerungen – Grundlagen für Lernsituation 6.1 schaffen – Gruppenarbeit – Lehrbuch, Tabellenbuch – Verbindung zur Lernsituation 3.3 – Verbindung zur Lernsituation 10.1

Lernfeld 5: Fertigen von Einzelteilen mit Werkzeugmaschinen

ZRW: 80 Std.

Lernsituation 5.1: Die maschinelle Fertigung planen

ZRW: 20 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Kundenauftrag analysieren – technische Dokumentation auswerten – Einzelteil skizzieren – Werkstoffeinsatz der Stückliste entnehmen – Werkstoffnormung anwenden – Notwendigkeit zum Stoffeigenschaftsändern feststellen – Glühverfahren kennen lernen – Fertigungsverfahren nach technologischen Aspekten auswählen – Maschinen zuordnen – Schneidstoffe bestimmen	– Informationen austauschen – Problemstellung erkennen – selbstständig planen – Entscheidungen treffen – Abhängigkeiten finden – aus Tabellen auswählen – Arbeitsergebnisse präsentieren – Werkstoffnormung wiederholen und anwenden	– Gesamtzeichnung – Einzelteilzeichnungen – Tabellenbücher – Gruppenarbeit Lernträger: Lagerung einer Laufrolle

Lernfeld 5: Fertigen von Einzelteilen mit Werkzeugmaschinen

ZRW: 80 Std.

Lernsituation 5.2: Ein Drehteil herstellen

ZRW: 20 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– technische Dokumentation ergänzen – Drehverfahren zur Fertigung des Bauteils festlegen – Werkzeuge bestimmen – Bearbeitungsparameter auswählen bzw. berechnen – Hauptnutzungszeit berechnen – Kühlschmierstoffe festlegen – Spannmittel für Werkzeug und Werkstück auswählen – Arbeitsplan erstellen – Fertigungskosten ermitteln – Wirtschaftlichkeit beurteilen	– Informationen entnehmen – notwendige Verfahren anwendungsbezogen auswählen – Praxiserfahrungen austauschen – Lösungen diskutieren – auf Kritik sachbezogen reagieren – Umweltschutz beachten – ökonomische Aspekte benennen – Ergebnisse präsentieren	– Fachbücher – Tabellenbuch – Entsorgungsvorschriften – Arbeitsplan – Gruppenarbeit – Verbindung zur Lernsituation 8.3 Lernträger: Bundbolzen

Lernfeld 5: Fertigen von Einzelteilen mit Werkzeugmaschinen

ZRW: 80 Std.

Lernsituation 5.3: Ein Bauteil durch Schleifen bearbeiten

ZRW: 20 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Einzelteilzeichnung nach Vorgaben anfertigen – Form- und Lagetoleranzen kennen lernen – Vorschläge zur Realisierung erarbeiten – Schleifen als spanendes Fertigungsverfahren charakterisieren – Einflüsse des Fertigungsprozesses untersuchen – Prüfverfahren und Prüfmittel nach Vorgaben auswählen und anwenden – Prüfmerkmale verarbeiten – Prüfpläne erstellen – Kundenauftrag dokumentieren	– Arbeitsziele erkennen – Problemstellung eingrenzen – Informationen auswerten – wirtschaftliche Betrachtungen anstellen – Prüfprotokolle interpretieren – Alternativen entwickeln – Bauteil dem Kunden präsentieren	– Einzelteilzeichnung – Tabellenbuch – Normen – Fachbücher – Informationen sammeln – Vorschriften zum Qualitätsmanagement – LAU: Einsatz von Prüfmitteln Lernträger: Bundbolzen

Lernfeld 5: Fertigen von Einzelteilen mit Werkzeugmaschinen

ZRW: 80 Std.

Lernsituation 5.4: Ein Werkstück durch Fräsen herstellen

ZRW: 40 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Fräsverfahren anhand der technischen Zeichnung auswählen – Arbeitsplan erstellen – Maschineneinsatz planen – Werkzeuge und Spannmittel zuordnen – Bearbeitungsparameter berechnen – Kühlschmierstoff auswählen – Fertigungsstückkosten ermitteln – Arbeitsergebnisse präsentieren	– Problemstellung erkennen und daraus selbstständig Schlussfolgerungen ziehen – vorhandenes Wissen anwenden – Zusammenhänge herstellen – Realisierbarkeit abschätzen – Alternativen finden – durch die Präsentation Selbstbewusstsein stärken	– Einzelteilzeichnung – Gruppenarbeit – Tabellenbuch – Verbindung zur Lernsituation 8.3 – Schülervortrag – Arbeitsplan Lernträger: Bügel

Lernfeld 6: Installieren und Inbetriebnehmen steuerungstechnischer Systeme

ZRW: 80 Std.

Lernsituation 6.1: Den Grundaufbau einer pneumatischen und elektropneumatischen Steuerung planen und realisieren

ZRW: 25 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Funktion ermitteln – Technologieschema erkennen – Logikplan, Weg-Schritt-Diagramm und Funktionsplan lesen (Bewegungseinstellungen) – Stromlaufpläne erstellen – Pneumatikschaltplan erstellen – Kolben- (Schub-) kräfte, Bewegungen, Drücke und Luftverbrauch berechnen – Gerätetechnik wählen – Zylinder auswählen – Bauteilliste erstellen – Simulationssoftware anwenden – Schaltungen präsentieren	– Problemstellung erfassen – Funktionsabläufe festlegen – Schaltungen entwerfen, dokumentieren – Bauteile identifizieren – Kenntnisse wiederholen und umsetzen – physikalische Grundkenntnisse verifizieren – Bauteile dimensionieren und zusammenstellen – Schaltungen im Labor aufbauen – Funktion prüfen, Fehler analysieren und beheben – Ergebnisse diskutieren – Software auch in englischer Sprache bearbeiten – Teamfähigkeit weiterentwickeln	– technische Unterlagen – Tabellenbuch – Gruppenarbeit – Fachbuch – betriebliche Unterlagen – Simulationssoftware – LAU: Steuerung aufbauen und prüfen Lernträger: Werkstor

Lernfeld 6: Installieren und Inbetriebnehmen steuerungstechnischer Systeme

ZRW: 80 Std.

Lernsituation 6.2: Pneumatische Ablaufsteuerung planen und inbetriebnehmen

ZRW: 25 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Technologieschema analysieren – Pneumatikschaltplan erstellen – Vorschubgeschwindigkeit einstellen – Schaltung aufbauen – Steuerung für andere Arbeitsbedingungen erweitern – Bauteile auswählen – Schaltplan ergänzen – Weg-Schritt-Diagramm erstellen – NOT-AUS-Bedingungen umsetzen – Schaltung erweitern, einstellen und inbetriebnehmen – Fehlersuche durchführen	– selbstständig Informationen auswerten – Ablaufsteuerung planen – Ergebnisse darstellen – Ergebnisse selbstständig anwenden – Teamfähigkeit realisieren – betriebsinterne Fachgespräche führen – Auftrag besprechen – Anlagensicherheit berücksichtigen – kommunikativ miteinander umgehen – Arbeitsschritte systematisieren – Ergebnisse protokollieren – Ergebnisse auswerten und schlussfolgern – Vorschläge zur Optimierung umsetzen	– betriebsinterne Dokumente – Tabellen, Bauteilkataloge – Tabellenbuch, Lehrbuch – Schaltpläne – Dokumentationen – betriebliche Unterlagen, auch in englischer Sprache – LAU: Steuerung aufbauen und prüfen – Gruppenarbeit – Simulationssoftware Lernträger: Fräsmaschine

Lernfeld 6: Installieren und Inbetriebnehmen steuerungstechnischer Systeme

ZRW: 80 Std.

Lernsituation 6.3: Elektropneumatische und hydraulische Steuerungen entwickeln

ZRW: 40 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Elektropneumatische Steuerungen entwickeln – Wertetabelle und Logiktablelle erstellen – Pneumatikschaltplan und Stromlaufplan zeichnen – Hydraulische Steuerung entwickeln – Funktionsprinzip erkennen – Hydraulikschaltplan/Weg-Schritt-Diagramm lesen und erstellen – Kräfte, Druck und Volumenstrom berechnen – Gerätetechnik bestimmen – Bauteile auswählen – hydraulische Steuerung aufbauen und inbetriebnehmen – Versuchsmessungen durchführen, protokollieren und optimieren – Funktionen prüfen – Arbeitsschutzmaßnahmen beachten – Ergebnisse bewerten und dokumentieren	– Kenntnisse auf neue Bedingungen projizieren – steuerungstechnische Kenntnisse analogisieren – Sicherheitsbewusstsein weiterentwickeln – Fachgespräche führen	– Schaltpläne verwenden – elektropneumatische und hydraulische Bauteile einsetzen – Dokumentationen – Messprotokolle – LAU: Steuerung aufbauen und prüfen – Simulationssoftware – Verbindung zu Lernfeld 13 Lernträger: Bohrautomat

Lernfeld 7: Montieren von technischen Teilsystemen

ZRW: 40 Std.

Lernsituation 7.1: Die Montage einer Baugruppe planen

ZRW: 30 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Bauteile der Baugruppe mithilfe einer Stückliste ergänzen • den Unterschied zwischen Achsen und Wellen erarbeiten • eine Einteilung der Lagerarten vornehmen • die Aufgaben von Führungen und Dichtungen erkennen • Welle-Nabe-Verbindungen benennen und erläutern – Montageplan mit erforderlichen Werkzeugen und Prüfmitteln erstellen – Einflüsse physikalischer Größen auf die Betriebsbedingungen der Baugruppe erkennen und berechnen • Reibung • Wärmedehnung • Flächenpressung • Festigkeitskenngrößen – eine unvollständige Gesamtzeichnung ergänzen	– anderen Auszubildenden Hilfestellungen geben – Kritik und Selbstkritik üben – Informationen aus dem Tabellenbuch erarbeiten – Arbeitsergebnisse präsentieren – Montageplan selbstständig erarbeiten – mathematisches Grundwissen anwenden – Qualitätsmanagement beachten – Lösungsvarianten entwickeln – sorgfältiges Anfertigen einer Zeichnung üben – Fachpraxiskenntnisse einbringen	– Normen und Vorschriften mit dem Tabellenbuch erarbeiten – Gruppenarbeit – Lehrbuch und Tabellenbuch – Arbeit mit Folien – Einsatz von Montage- und Explosionszeichnungen – Zeichnung mithilfe einer Stückliste erstellen – CAD-Programmsoftware Lernträger: Stoßelantrieb

Lernfeld 7: Montieren von technischen Teilsystemen

ZRW: 40 Std.

Lernsituation 7.2: Passungen zwischen Bauteilen einer Baugruppe bestimmen

ZRW: 10 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Wiederholung: Passungsarten nach Form und Maßhaltigkeit unterteilen – Passungssysteme „Einheitsbohrung“ und „Einheitswelle“ unterscheiden, berechnen und auswählen – Passungsauswahl an Bauteilpaarungen einer Baugruppe vornehmen	– erworbenes Wissen anwenden – Kritik und Selbstkritik üben – Passungen selbstständig berechnen – Praxiserfahrungen in den theoretischen Unterricht einbringen – erworbene Erkenntnisse sachgerecht darlegen – technische Zeichnungen lesen	– technische Zeichnungen – Einzelarbeit – Arbeit mit dem Tabellenbuch – Einsatz eines Fachvideos – Partnerarbeit – Lehrbücher und Tabellenbuch Lernträger: Schieberäderwechselgetriebe

Lernfeld 8: Fertigen auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen

ZRW: 80 Std.

Lernsituation 8.1: Eine Fertigung mit CNC-Werkzeugmaschinen planen

ZRW: 15 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Grundlagen des Datenflusses in CNC - Werkzeugmaschinen erarbeiten – Zeichnungen CNC-gerecht bemaßen – Koordinatensysteme anhand der Achsrichtungen wählen – Lageregelung an CNC-Werkzeugmaschinen ermitteln – Messverfahren zur Lageregelung wählen • Inkrementale Wegmessung • Absolute Wegmessung – Steuerungsarten an CNC- Werkzeugmaschinen unterscheiden • Punktsteuerung • Streckensteuerung • Bahnsteuerung – Regeln zum Umgang mit elektrischen Maschinen beachten	– Informationen beschaffen – Dokumentationen analysieren – mit technischen Unterlagen arbeiten – sorgfältig nach Anleitung arbeiten – Gruppenarbeit praktizieren – Englischkenntnisse reflektieren – Wegmessverfahren nach fertigungstechnischen Gesichtspunkten auswählen können – mögliche Ursachen für den Einsatz der verschiedenen Steuerungsarten erkennen	– Beispiel: CNC-gesteuerte Werkzeugmaschinen der Praxis – LAU: Wegmessverfahren, Umgang mit elektrischen Maschinen – Gruppenarbeit – Lehrbuch, Tabellenbuch

Lernfeld 8: Fertigen auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen

ZRW: 80 Std.

Lernsituation 8.2: Ein Bauteil zur Bearbeitung mit CNC-Werkzeugmaschinen vorbereiten

ZRW: 15 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– einen Arbeitsablauf beim manuellen Programmieren planen und erstellen – ein Werkzeugplan ermitteln und das Einrichteblatt lesen und erstellen – den Werkstücknullpunkt wählen – Bemaßungsarten für die Programmierung erkennen und darstellen – Bahnbewegungen ermitteln und erstellen • Bearbeitungsrichtung auswählen • Bewegung im Eilgang programmieren • geradlinige und kreisförmige Arbeitsbewegung programmieren – Schaltinformationen programmieren – Programmdaten zu Sätzen zusammenstellen	– wirtschaftliche Betrachtungen anstellen – Zeichnungen diskutieren – notwendige Bemaßungsarten anwendungsbezogen auswählen – Alternativen finden und bewerten – selbstständig die notwendigen Bahnbewegungen und Arbeitswerte ermitteln – den Umgang mit dem Tabellenbuch festigen – wirtschaftliche Betrachtungen anstellen – mögliche Ursachen bei fehlerhafter Zusammenstellung der Programmdaten zu Programmsätzen erkennen	– LAU: Bahnbewegungen – Simulation von Programmabläufen im PC-Fachraum – Fachbücher

Lernfeld 8: Fertigen auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen

ZRW: 80 Std.

Lernsituation 8.3: Drehteile programmieren und zur Fertigung mit CNC-Werkzeugmaschinen vorbereiten

ZRW: 20 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Weginformationen beim Drehen beachten • Koordinatensysteme wählen • Nullpunkt, Referenzpunkt und Werkstücknullpunkt planen und festlegen • Drehteile mit geradliniger Kontur fertigen • Drehteile mit kreisförmiger Kontur fertigen – Werkzeugdaten programmieren • Werkzeuge und Werkzeugmaße wählen • Schneidenradiuskompensation beachten – Drehzyklen beschreiben und erstellen – Werkzeugspannsysteme ermitteln – Regeln zum Umgang mit elektrischen Maschinen beachten – Arbeitsergebnisse repräsentieren	– Programmierungen für Drehteile erstellen – Gruppenarbeit praktizieren – Informationen austauschen – kooperativ arbeiten – selbstständig arbeiten – Kritik und Selbstkritik üben – zielgerichtet arbeiten – Alternativen finden und bewerten – Lerntechniken anwenden – mit dem Tabellenbuch arbeiten – Onlinehilfen der Simulationsprogramme nutzen – Informationen ökonomisch auswerten – Englischkenntnisse anwenden	– Lehrbuch, Tabellenbuch – Arbeit mit Simulationssoftware im PC-Fachraum/Gruppenarbeit – Einrichteblätter von CNC-Werkzeugmaschinen – LAU: Weginformationen und Werkzeugdaten Lernträger: Kupplungsflansch

Lernfeld 8: Fertigen auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen

ZRW: 80 Std.

Lernsituation 8.4: Frästeile programmieren und zur Fertigung mit CNC-Werkzeugmaschinen vorbereiten

ZRW: 30 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Weginformationen beim Fräsen programmieren • Achsrichtungen beim Fräsen beachten • Maschinennullpunkt, Referenzpunkt und Werkstücknullpunkt planen und festlegen • Werkzeugbahnkorrekturen beachten – Fräszyklen und Unterprogramme erstellen • Zyklen beim Fräsen erstellen • Manipulation von Programmteilen beachten • Unterprogramme planen und erstellen • Einbau von Unterprogrammen und Zyklen in Hauptprogramme planen und erstellen – Programmierung von Schaltinformationen • Programmieren von Schnittdaten beachten • Programmieren von Werkzeugdaten beachten – Werkzeugüberwachungssysteme wählen – Werkzeugspannsysteme ermitteln • Paletten als Spannsystemträger wählen • Rasterspannsysteme nach dem Baukastenprinzip wählen • Planung der Aufspannung erstellen – Korrekturerstellung extern am Computer mit automatischer Programmerstellung an CNC-Maschinen ermitteln	– Programmierungen für Frästeile erstellen – Teamarbeit praktizieren – Informationen austauschen – eigene Gedanken einbringen und Lösungswege anderer Schülerinnen und Schüler akzeptieren – gegenseitig Hilfestellungen geben – gewonnene Erkenntnisse anwenden – Qualitätsansprüche entwickeln – Fräszyklen selbstständig erstellen – Schaltinformationen beachten und anwenden – Spannsysteme im Team selbstständig wählen und wirtschaftlich einsetzen – mit der Fachliteratur selbstständig umgehen	– Teamarbeit mit Einsatz der Simulationssoftware – LAU: Weginformationen, Fräszyklen und Unterprogramme, Werkspannsysteme, Werkzeugüberwachungssysteme – Lehrbuch, Tabellenbuch – Fachvideo einsetzen – reale Objekte Lernträger: Exzenterhebel

Lernfeld 9: Instandsetzen von technischen Systemen

ZRW: 40 Std.

Lernsituation 9.1: Die Instandsetzung einer mechanischen Baueinheit durchführen

ZRW: 40 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Begriffe der Wartung; Inspektion und Instandsetzung wiederholen – Instandsetzung mechanischer Baueinheiten als technische Teilsysteme erarbeiten – Trag- und Stützeinheiten analysieren – Kraftübertragung und Drehmoment erläutern und darstellen – Zusammenwirken einzelner mechanischer Einheiten erarbeiten – Montage- und Demontagepläne erstellen – Wartung mechanischer Baueinheiten vornehmen • Schmieren und Reinigen nach Schmierplan erarbeiten • Hilfsstoffe auswählen – Inspektionsarten unterscheiden – Ursachen des Verschleißes erkennen und Gegenmaßnahmen aufzeigen – Maßnahmen zur Instandsetzung ableiten – Instandsetzungsmaßnahmen zusammenfassen und darstellen – Wartung, Inspektion und Instandsetzung dokumentieren – ökonomische Aspekte der Instandsetzung diskutieren	– erworbenes Wissen anwenden – Fehler analysieren und Entscheidungen treffen – Arbeitsergebnisse präsentieren – Instandsetzungsvarianten diskutieren – fachgerechte Entsorgung der defekten Bauteile und Hilfsstoffe veranlassen – Bestimmungen zur Arbeitssicherheit und zum Umweltschutz einhalten – Englischkenntnisse reflektieren – Kommunikation mit anderen Fachabteilungen durchführen – Praxiserfahrungen einbringen	– Lehrbuch, Tabellenbuch – Arbeitsmaterialien: Instandhaltungspläne, Wartungspläne, Schmierpläne, Ersatzteilliste, Abnahmeprotokoll, Inspektionspläne einsetzen – Gruppenarbeit – Rollenspiel – Dokumentationen in englischer Sprache einsetzen – Internet nutzen – Verbindung zu Lernfeld 12 Lernträger: Instandsetzung Fräsmaschine

Lernfeld 10: **Herstellen und Inbetriebnehmen von technischen Systemen**

ZRW: 100 Std.

Lernsituation 10.1: **Elektrische Antriebe, Kupplungen und Getriebe analysieren**

ZRW: 60 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Hebezeuge auswählen • Anschlagen von Lasten • Sicherheitseinrichtungen beachten • Berechnungen durchführen – Antriebseinheiten analysieren – elektrische Antriebe auswählen – elektrische Kenngrößen und Kennlinien analysieren – Leistung und Wirkungsgrad berechnen – Kupplungen auswählen • Berechnungen durchführen – Getriebearten kennen lernen • Kenngrößen und Belastungen am Getriebe berechnen • Kraft- und Energiefluss beschreiben und zeichnen – Pumpenarten unterscheiden • Kenngrößen an Pumpen berechnen – korrekte Bedienungsanleitungen lesen und erstellen	– erworbenes Wissen zur Berechnung anwenden – sorgfältiges Anfertigen einer Einzelteilzeichnung üben – Fachpraxiskenntnisse einbringen – Arbeitsergebnisse sachgerecht darlegen – Pumpenkennlinien lesen können – Vorschriften des Arbeitsschutzes beachten	– Arbeit mit dem Lehrbuch und Tabellenbuch – Zeichnen mit PC-Software – Arbeit mit Getriebemodellen Lernträger: Stirnradgetriebe

Lernfeld 10: Herstellen und Inbetriebnehmen von technischen Systemen

ZRW: 100 Std.

Lernsituation 10.2: Einen Reparaturauftrag ausführen

ZRW: 40 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– einen Kundenauftrag entgegen nehmen – ein Pflichtenheft erstellen • Vorgaben des Auftraggebers analysieren (Lastenheft) • Realisierungsanforderungen und systematische Lösungen beschreiben • Lösungsschritte festlegen – fertigungsspezifische Schweiß- und Klebverfahren auswählen – Kundengespräch nach Fertigstellung des Reparaturauftrages	– korrektes Auftreten im Gespräch mit dem Kunden – systematisches Vorgehen bei der Aufnahme der durch den Kunden genannten Systemfehler – Informationen austauschen können – Planung der Reparatur, dabei auf Arbeitsplatzgestaltung in den eigenen Betrieben eingehen (ergonomische Gesichtspunkte) – arbeitsteilig Demontage und Montage planen – Teilergebnisse korrekt dokumentieren – Ergebnisse überprüfen – Kritik und Selbstkritik üben – Kunden bei der Übergabe des reparierten Systems fachgerecht Auskunft geben – selbstständig arbeiten	– Kundenauftrag auf der Grundlage des Lernträgers 10.1 – Gesamtzeichnungen – Einzelarbeit – Arbeit mit Lehr- und Tabellenbuch – Gruppenarbeit – Getriebemodell – Verbindung zu Lernfeld 7 Lernträger: Winkelgetriebe

Lernfeld 11: Überwachen der Produkt- und Prozessqualität

ZRW: 60 Std.

Lernsituation 11.1: Qualitätssicherungsnormen anwenden und deren Einflussgrößen erkennen

ZRW: 40 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Qualitätssicherungsnormen anwenden • Begriffsklärungen vornehmen und diese interpretieren • DIN ISO 9000, 9001, 9002, 9003 und 9004 unterscheiden und anwenden – Einflussgrößen auf Qualität ermitteln und unterscheiden • Einflußgröße Mensch, Maschine, Material, Umwelt, Management, Messbarkeit – Qualitätssicherung in der Fertigung • Maschinen- und Prozessfähigkeit interpretieren • Maschinenfähigkeitsuntersuchungen vornehmen • Prozessfähigkeitsuntersuchungen durchführen • Prozessfähigkeitsindizes interpretieren • Test zur Normalverteilung durchführen • zeitlichen Verlauf eines Prozesses dokumentieren • Korrekturmaßnahmen ableiten • Ergebnisse sichern	– Gruppenarbeit praktizieren – eigene Gedanken einbringen und Lösungswege anderer Schülerinnen und Schüler akzeptieren – gegenseitig Hilfestellungen geben – Informationen austauschen – kooperativ arbeiten – selbstständig arbeiten – Kritik und Selbstkritik üben – zielgerichtet arbeiten	– Lehrbuch, Tabellenbuch – Gruppenarbeit – Einsatz von Anwendersoftware Lernträger: Drehautomat

Lernfeld 11: Überwachen der Produkt- und Prozessqualität

ZRW: 60 Std.

Lernsituation 11.2: Prozessüberwachung planen, durchführen und auswerten

ZRW: 20 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Prozessüberwachung planen und durchführen – Arten von Qualitätsregelkarten erkennen • Mittelwertkarte und Spannweitenkarte (R-Regelkarte und X-R-Qualitätskarte) unterscheiden und auswerten – Qualitätsregelkarten erstellen – Qualitätsregelkarten auswerten – Bewertungskriterien anwenden – statistischen Berechnungsmethoden auswählen und anwenden – Kurvenverläufe dokumentieren und interpretieren • Ausreißer • Trends • Runs • Middle-Trid	– Teamarbeit praktizieren – Informationen austauschen – eigene Gedanken einbringen und Lösungswege anderer Schülerinnen und Schüler akzeptieren – gegenseitig Hilfestellungen geben – gewonnene Erkenntnisse anwenden – Qualitätsansprüche entwickeln – mit der Fachliteratur selbstständig umgehen – mit technischen Unterlagen arbeiten – sorgfältig nach Anleitung arbeiten – Englischkenntnisse reflektieren	– Fachvideo einsetzen – Lehrbuch, Tabellenbuch – reale Objekte Lernträger: Verbindungsstück

Lernfeld 12: Instandhalten von technischen Systemen

ZRW: 60 Std.

Lernsituation 12.1: Die Instandhaltung eines technischen Systems planen

ZRW: 20 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Begriffe ausfallbedingte, zustandsbedingte und vorbeugende Instandhaltung erarbeiten – Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit im technischen System bewerten – Verfahren der Werkstoffprüfung und Schadensanalyse wiederholen – Wärmebehandlungsverfahren In Verbindung mit dem Werkstoffeinsatz erläutern • Glühen, Härten und Vergüten – Instandhaltungsmaßnahmen in Abhängigkeit der Werkstoffprüfung und Wärmebehandlungsverfahren festlegen – Prüfverfahren und Prüfmittel auswählen und anwenden – Fehlerursachen erkennen – Fehleranalyse durchführen und berechnen – aus der Fehlersuche und Fehlerhäufigkeit Schwachstellen analysieren und bewerten	– Informationen selbstständig erarbeiten – Problemstellungen erkennen – Lösungsschritte erarbeiten und anwenden – Handhabung mit technischen Plänen üben – Teamarbeit – Prüfmittel aussuchen und anwenden – Maßhaltigkeit bewerten – aus Tabellen auswählen – Kenntnisse anwenden – mathematische Berechnungen durchführen – Diagramme erstellen – mit Fachliteratur selbstständig umgehen – die Arbeitsergebnisse optimieren und vergleichen – wirtschaftliche Aspekte betrachten – Arbeitsergebnisse präsentieren	– Fachliteratur – Tabellenbücher – Arbeitsmaterialien z. B. Instandhaltungspläne von Maschinen und Anlagen – Diagramme – Berechnungen ausführen – Lehrbücher – technische Dokumentation – Gruppenarbeit – Internet – Verbindung zum Lernfeld 9 – LAU: Einsatz von Prüfmitteln

Lernfeld 12: Instandhalten von technischen Systemen

ZRW: 60 Std.

Lernsituation 12.2: Die Instandhaltung einer Bearbeitungsstation durchführen

ZRW: 40 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Kundenauftrag annehmen – Funktionsstruktur analysieren und Schnittstellen aufzeigen – ereignisorientierte, zustandsabhängige und intervallabhängige Instandhaltungsmaßnahmen auswählen • Systemsicherheit gewährleisten • Produktqualität und Anlagenzustand bewerten • systematische Fehlersuche durchführen und Fehlersuchstrategien entwerfen • Fehlerbehebung als Ereignisablauf darstellen – Ausfallzeiten berechnen – Instandhaltung durchführen • Prüfmittel auswählen und Prüfverfahren anwenden • Abhängigkeiten zwischen Bewegungszyklus, Benutzungsdauer mit der Warnschwelle in Verbindung aufzeigen – statistische Fehlerauswertung mit Hilfe der Paretoanalyse vornehmen – Instandhaltungsmaßnahmen dokumentieren • Störungskarte • Qualitätsregelkarte einsetzen – Kosten berechnen – Instandhaltungsstrategien vergleichen – Instandhaltungsmaßnahmen optimieren – technische Instandhaltungsunterlagen in englischer Sprache nutzen	– vorhandenes Wissen anwenden – Arbeitspläne erstellen – Berechnungen durchführen, analysieren, bewerten – wirtschaftliche Betrachtungen anstellen – Ergebnisse bewerten, diskutieren und darstellen – Qualitätsmängel aufzeigen – ökonomische Aspekte benennen	– Fachliteratur – Tabellenbücher – Arbeitsmaterialien z. B. Instandhaltungspläne von Maschinen und Anlagen – Diagramme – Berechnungen – Lehrbücher – technische Dokumentation – Gruppenarbeit – Internet – Verbindung zu den Lernfeldern 9 und 11 Lernträger: Bearbeitungsstation

Lernfeld 13: **Sicherstellen der Betriebsfähigkeit automatischer Systeme**

ZRW: 100 Std.

Lernsituation 13.1: **Elektrohydraulische Systemtechnik planen**

ZRW: 10 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– hydraulischen Schaltplan für Spann- und Vorschubzylinder lesen – Stromlaufplan entwickeln – systemtechnische Bauteile dimensionieren und bestimmen – Schaltung aufbauen	– Problemstellung analysieren – Funktionsabläufe erkennen und planen – Bauteile zusammenstellen – Kenntnisse verifizieren – Varianten diskutieren und Entscheidungen treffen	– Verbindung zu Lernfeld 6 – technische Unterlagen – Tabellenbuch – Teamarbeit – LAU: Steuerungstechnik Lernträger: Ständerfräsmaschine

Lernfeld 13: **Sicherstellen der Betriebsfähigkeit automatischer Systeme**

ZRW: 100 Std.

Lernsituation 13.2: **Eine elektropneumatische Anlage optimieren und in eine speicherprogrammierte Steuerung ändern**

ZRW: 25 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Schaltplan lesen und optimieren – Sensoren, druck- und zeitabhängige Bauteile, Not-Aus Funktion ergänzen – Steuerung aufbauen, inbetriebnehmen – Fehlersuche aktivieren – Grundaufbau einer SPS kennen lernen – Funktionsplan erstellen – Zuordnungsliste schreiben – Steuerungsablauf in Programmiersprachen darstellen • Kontaktplan • Anweisungsliste – Steuerung aufbauen und testen – Fehler ermitteln und beheben	– Schaltplan analogisieren – Kenntnisse erweitern – Steuerung modifizieren – Schaltung dokumentieren – Schaltung präsentieren – verschiedene Lösungen diskutieren – gesellschaftliche Aspekte reflektieren – Arbeitsschutzvorschriften berücksichtigen	– betriebliche Dokumentationen – praktische Aufgaben – Unterlagen in englischer Sprache – Schülervortrag – Teamarbeit – LAU: Steuerungen – typische Software Lernträger: Bohrvorrichtung

Lernfeld 13: **Sicherstellen der Betriebsfähigkeit automatischer Systeme**

ZRW: 100 Std.

Lernsituation 13.3: **SPS planen und inbetriebnehmen**

ZRW: 15 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Technologieschema analysieren – pneumatischen Schaltplan lesen – Funktionsdiagramm ableiten und erstellen – Zuordnungsliste erstellen – unterschiedliche Betriebsarten erkennen und anwenden – Programmiersprachen anwenden – SPS-Anwenderprogramm in Anweisungsliste(AWL) und Funktionsbaustein-Sprache(FBS) schreiben – SPS aufbauen und inbetriebnehmen – Fehler an Systemen suchen – Fehler auf Hardware- bzw. Softwareseite beheben	– Steuerungen sorgfältig planen – Steuerungen analysieren – Fehler auswerten – System optimieren – Steuerungen dokumentieren – Ergebnisse bewerten – kritische Anmerkungen umsetzen	– branchenbezogene Systemtechnik – Herstellerunterlagen – LAU: SPS aufbauen und prüfen – betriebstypische Projekte Lernträger: Verzinnungsanlage

Lernfeld 13: Sicherstellen der Betriebsfähigkeit automatischer Systeme

ZRW: 100 Std.

Lernsituation 13.4: Handhabungssysteme zur Prozessoptimierung einsetzen

ZRW: 30 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– technologische Situation erfassen – Arten der Handhabungsroboter (HHR) analysieren und auswählen – Aufbau eines HHR kennen lernen – Gestaltung der Roboterumgebung planen – Schutzeinrichtungen planen – HHR programmieren – Bewegungen planen – Programmablaufplan schreiben – Programmcode erstellen – Programmiergerät einsetzen – HHR inbetriebnehmen • im Einrichtebetrieb testen • Ergebnisse dokumentieren • Gefahrenbereiche abtrennen – HHR für Automatikbetrieb freigeben	– Anforderungen an das Gesamtsystem berücksichtigen – Ergebnisse protokollieren – Dokumente auswerten – Lösungsvarianten vorstellen und bewerten – Handhabungssystem demonstrieren – Prozessfähigkeit gewährleisten – ökonomische und gesellschaftliche Aspekte der Automatisierungstechnik berücksichtigen	– technische Dokumentationen, auch in Englisch – Lehrbuch – technische Zeichnungen – betriebstypische Planungsunterlagen – Gruppenarbeit – Podiumsdiskussion – Betriebs- bzw. Abteilungsbesichtigung – LAU: Flexible Handhabungstechnik Lernträger: Handhabungssystem

Lernfeld 13: Sicherstellen der Betriebsfähigkeit automatischer Systeme

ZRW: 100 Std.

Lernsituation 13.5: Regelungsvorgänge in automatisierten Fertigungsprozessen erkennen

ZRW: 20 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Baugruppen und Funktion einer Fräsmaschine analysieren – Besonderheiten der Steuerungs- und Regelungseinheiten erkennen und beschreiben – Grundbegriffe des Regelns anwenden – Wirkungsplan eines Regelkreises darstellen – Wegmesssysteme anwenden – stetige und unstetige Regler unterscheiden – stetige Regler auswählen	– Kenntnisse wiederholen und verallgemeinern – Informationen selbstständig erarbeiten und strukturieren – Funktionsanläufe erkennen und analysieren – Varianten diskutieren – sachlich argumentieren – Entscheidungen treffen – Ergebnisse darstellen und präsentieren	– Teamarbeit – Tabellenbuch – Lehrbuch – Herstellerunterlagen – Betriebsanweisungen Lernträger: CNC-Fräsmaschine

Lernfeld 14: Planen und Realisieren technischer Systeme

ZRW: 80 Std.

Lernsituation 14.1: Projekte planen und realisieren

ZRW: 80 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Kundenauftrag entgegennehmen – Projektdefinition erstellen • Definition des Projektzieles • Lastenheft – Projektplanung strukturieren • Projektstrukturplan • Pflichtenheft – Projekt durchführen • Projektdokumentation • Projektberichterstattung • Evaluation – Projekt kontrollieren • Terminkontrolle • Kostenkontrolle • Qualitätskontrolle • ständiger Soll-/Ist-Vergleich – Projekt abschließen • Abnahme • Abschlussanalyse • Erfahrungssicherung • Projektauflösung	– Problemstellung erfassen und beschreiben – Lösungsvarianten entwickeln – Entscheidungen treffen – Verantwortung gegenüber anderen Gruppenmitgliedern aufzeigen – realistische Lösungswege finden und aufzeigen – Informationen austauschen – im Team arbeiten – sachlich die eigene Meinung vertreten – Kritik und Selbstkritik üben – gewonnene Erkenntnisse sachgerecht darstellen – wenn notwendig: Änderung der Planungsvorgaben	– Arbeit mit Lehrbüchern und dem Tabellenbuch – mit PC- Software arbeiten – Gruppenarbeit – reale Objekte Lernträger: Zahnradpumpe

Lernfeld 15: **Optimieren von technischen Systemen**

ZRW: 80 Std.

Lernsituation 15.1: **Optimieren eines bestehenden Systems**

ZRW: 30 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Auftrag analysieren – Produktionsablauf untersuchen – Istbestand feststellen – Lastenheft aufstellen – technisches System planen – Ideensammlung anfertigen – harte Kriterien aufstellen – weiche Kriterien auswählen – Entscheidungen treffen – Auftrag realisieren und dokumentieren	– Problemstellung erkennen – Lösungsschritte erarbeiten – Selbstvertrauen entwickeln – Kommunikationsbereitschaft signalisieren – fachgerechten Umgang mit Kühlschmierstoffen anregen – Umweltschutzvorschriften durchsetzen – Wirtschaftlichkeit erkennen – Lösungswege begründen – Ergebnis präsentieren	– Arbeit mit Vorschriften/Verordnungen – Gruppenarbeit – Schülervorträge – Ideenmanagement Lernträger: Gewindeschneidmaschine

Lernfeld 15: Optimieren von technischen Systemen

ZRW: 80 Std.

Lernsituation 15.2: Optimieren eines Arbeitsplatzes

ZRW: 30 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Arbeitsplatz analysieren – Stärken und Schwächen des Systems aufzeigen – Lastenheft analysieren – harte und weiche Kriterien bewerten – Ideensammlung anfertigen – Änderungen planen – Kundenauftrag realisieren • technische und räumliche Möglichkeiten erfassen – Arbeitssicherheit berücksichtigen – Arbeitsbedingungen verbessern	– Informationen austauschen – Erfahrungen einsetzen – Unfallgefahren minimieren – Kreativität entwickeln – funktionale Zusammenhänge erkennen – Schlussfolgerungen ziehen – Gesundheitsschutz berücksichtigen	– Skizzen oder Zeichnungen – Bestelllisten für Material – Gruppenarbeit – Simulationssoftware – Arbeitsorganisation Lernträger: Materiallager

Lernfeld 15: **Optimieren von technischen Systemen**

ZRW: 80 Std.

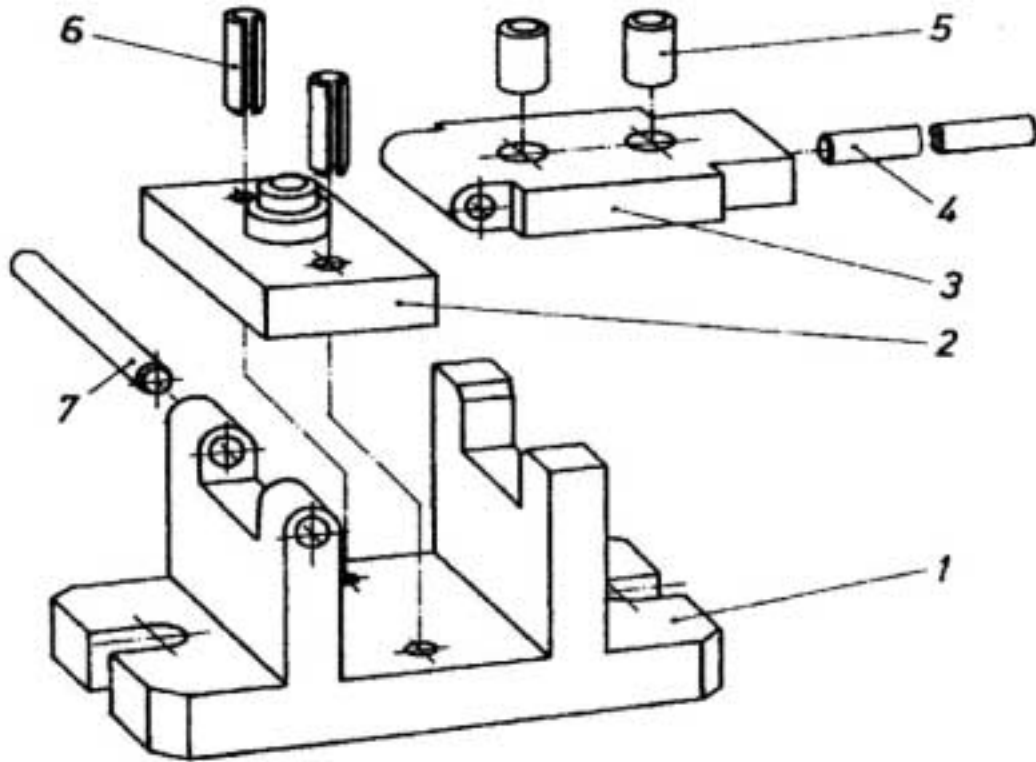
Lernsituation 15.3: **Optimieren einer Bearbeitungsstation**

ZRW: 20 Std.

Kompetenzentwicklung		Didaktisch-methodische Anregungen/ Unterrichtsmittel/Verbindungen zu anderen Lernfeldern bzw. Lernsituationen
Fachkompetenz	Human- und Sozialkompetenz Methoden- und Lernkompetenz	
– Überblick zum System verschaffen – Mitarbeitergespräche führen – Schwachstellen ermitteln – Lastenheft erstellen – System ergonomisch gestalten – Ideensammlung anfertigen – harte und weiche Kriterien aufstellen – Entscheidung treffen – Lösungen realisieren – System optimieren und Ergebnisse dokumentieren	– Unterlagen auswerten – kooperativ arbeiten – Alternativen finden – Ergonomie beachten – fachlich begründete Entscheidungen treffen – Nutzen einschätzen – Leistungen anderer Schüler anerkennen – Ergebnisse präsentieren	– Skizzen/Fotos – Gesundheitsschutz – Arbeitsaufträge – Materiallisten – Teamarbeit – Schülervorträge – Medien zur Präsentation einsetzen Lernträger: Montagegrube

5.4 Lernträger zur Umsetzung der Lernsituationen

Beispiel – Lernsituation 1.1 – Bohrvorrichtung



Stückliste:

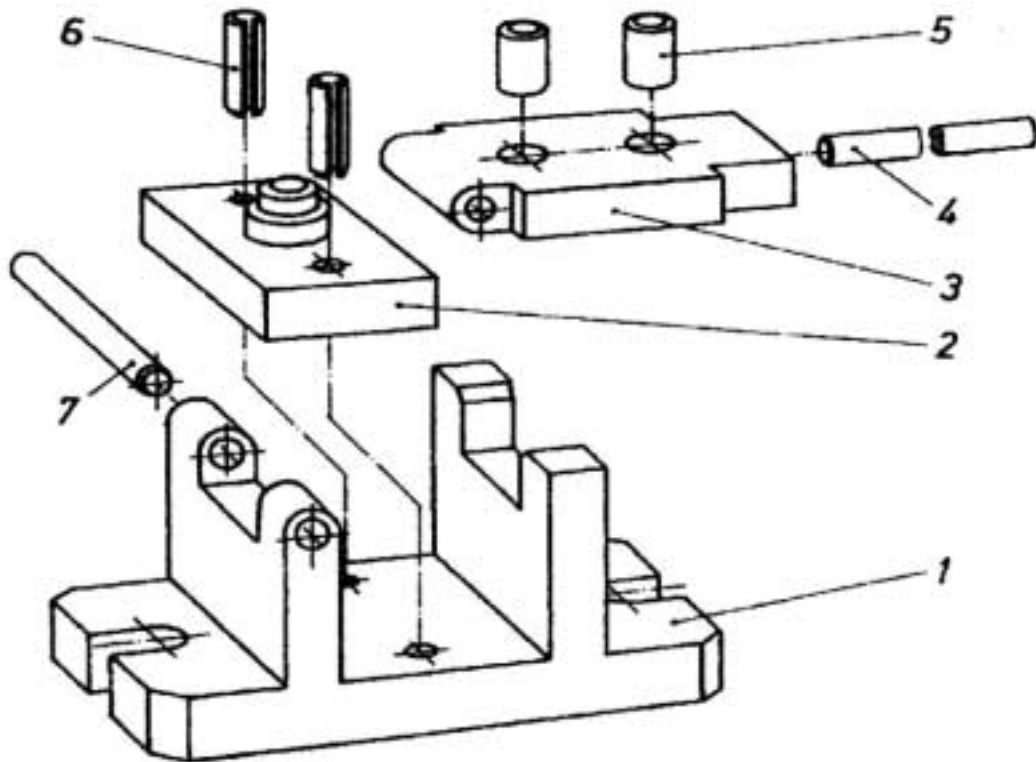
7	1	Stck.	Zylinderstift	ISO 2338 – 6 m6 x 60 – St	
6	2	Stck.	Spannstift	ISO 8752 – 5 x 20 – St	
5	2	Stck.	Bohrbuchse	DIN 179 – A 15 x 12	
4	1	Stck.	Hebel	Rd EN 10278 – 6 x 80	10S20 + C
3	1	Stck.	Bohrklappe		S235JRG2C
2	1	Stck.	Werkstückhalter		S235JRG2C
1	1	Stck.	Grundplatte		S235JRG2C
Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Sachnr./Normbezeichnung	Bemerkung

didaktisch-methodische Anregungen:

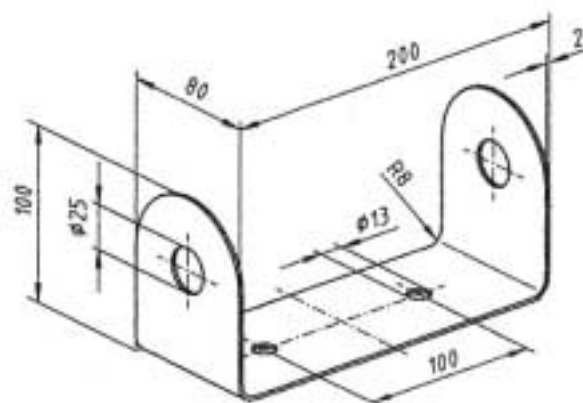
- Grundplatte (Pos.1) in Ansichten und räumlich zeichnen
- Interpretieren und ergänzen der Stückliste
- Werkstoff der Bauteile bestimmen und einzelne Masse- und Stückzahlen berechnen
- Normbezeichnung des Baustahls erarbeiten

- Prüfen mit dem Stahllineal und Messschieber üben
- Werkstückhalter (Pos. 2) selbstständig als Werkstattzeichnung zeichnen lassen

Beispiel – Lernsituation 1.2 – Bohrvorrichtung



- in der Bohrvorrichtung zu bohrendes Werkstück z. B.:

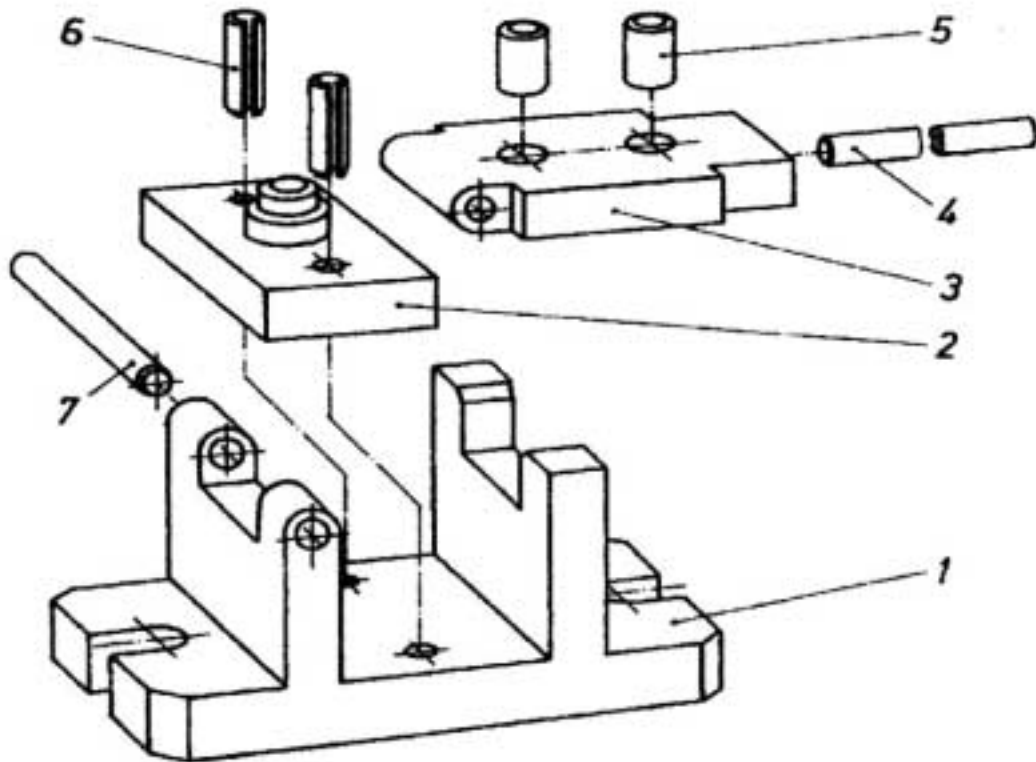


didaktisch-methodische Anregungen:

- am Werkstück den Biegevorgang erarbeiten
- gestreckte Länge des Werkstückes berechnen
- das Ablängen und Anfasen des Hebels (Pos. 4) durch Trennen festlegen

- geeignete Prüfmittel und erwartete Messfehler bei der Herstellung des Werkstückes besprechen
- Prüfprotokoll erstellen

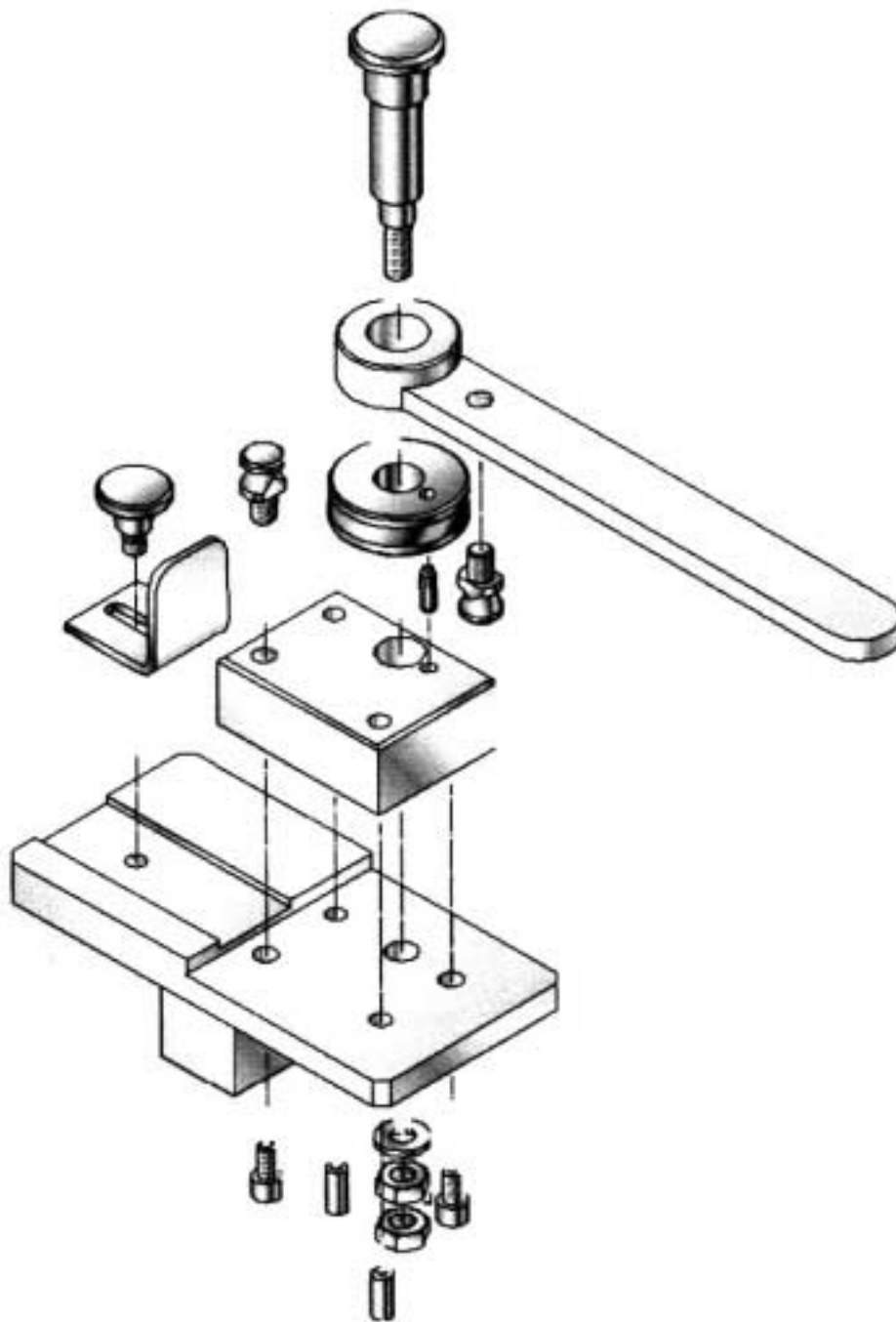
Beispiel – Lernsituation 1.3 – Bohrvorrichtung

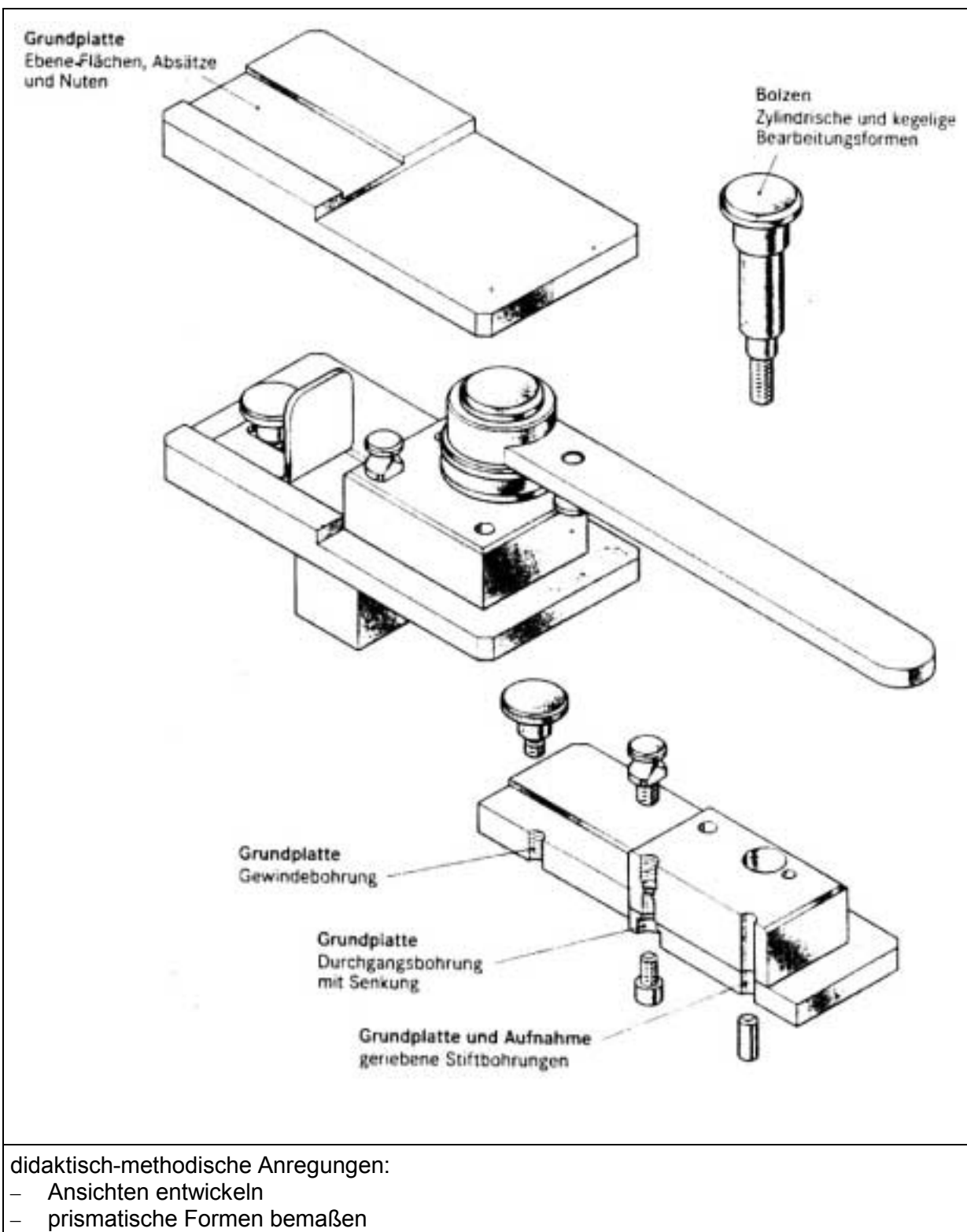


didaktisch-methodische Anregungen:

- Unterschied zwischen Halbzeugen und Normteilen erarbeiten
- die Fertigung der Bohrklappe (Pos. 3) selbstständig Planen und Präsentieren der Ergebnisse, inhaltliche Schwerpunkte z. B.:
 - Werkstattzeichnung
 - Fertigungsplan
 - Masseberechnung, Material-, Lohn- und Werkzeugkosten
 - Prüfprotokoll

Beispiel – Lernsituation 2.1 – 2.4 – Biegevorrichtung





didaktisch-methodische Anregungen:

- Ansichten entwickeln
- prismatische Formen bemaßen

Beispiel – Lernsituation 2.1, 2.2, 2.3, 2.5

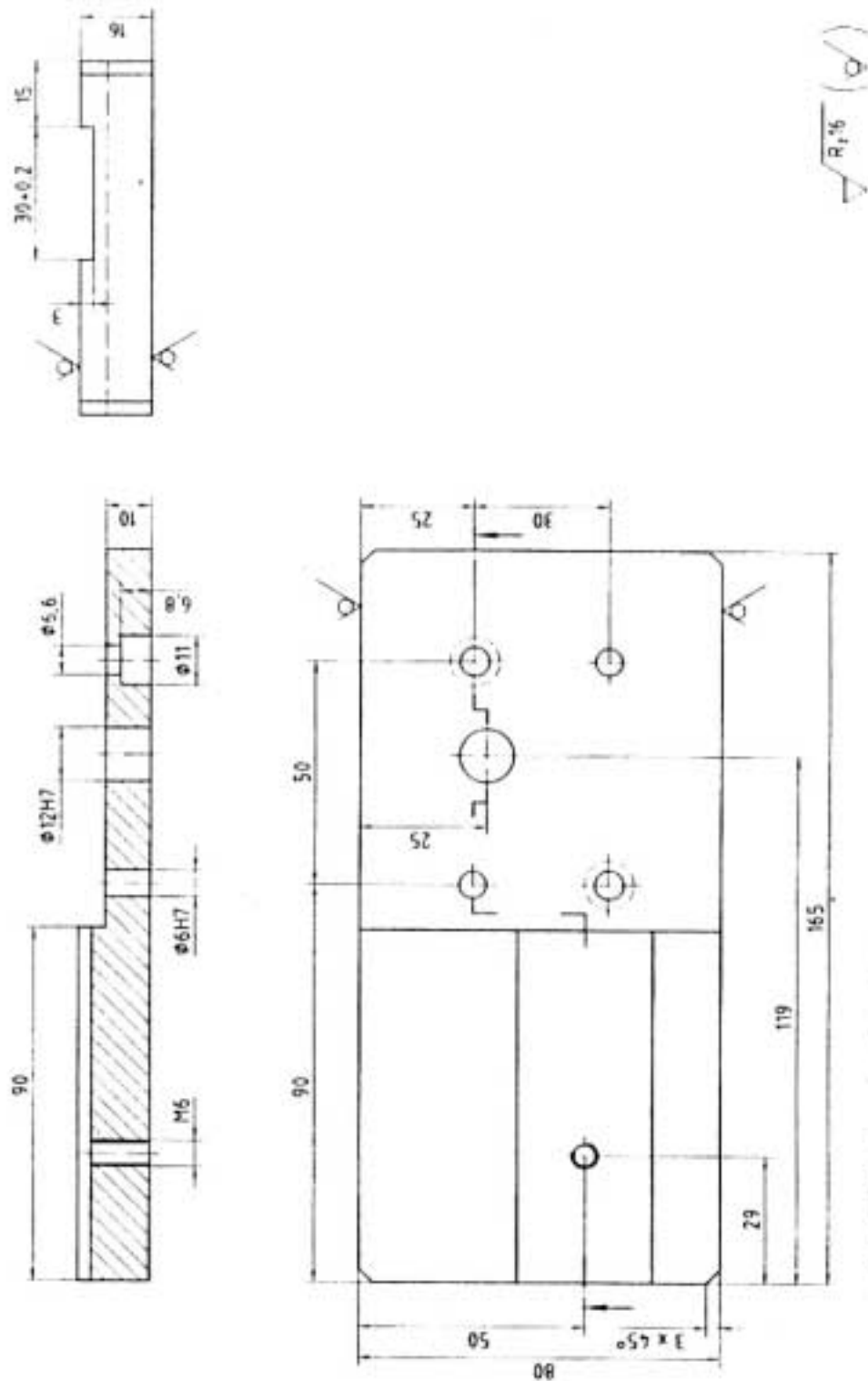
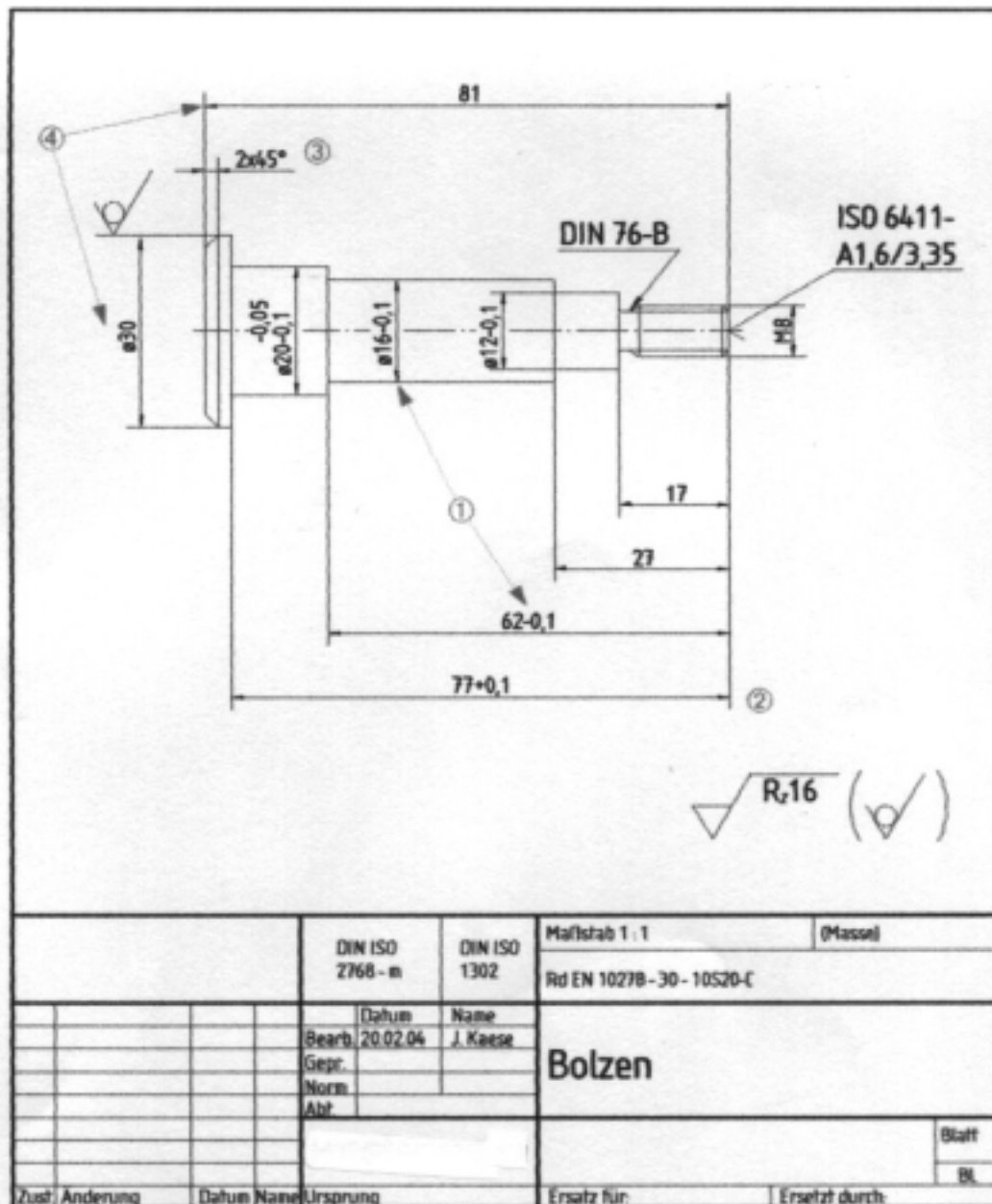


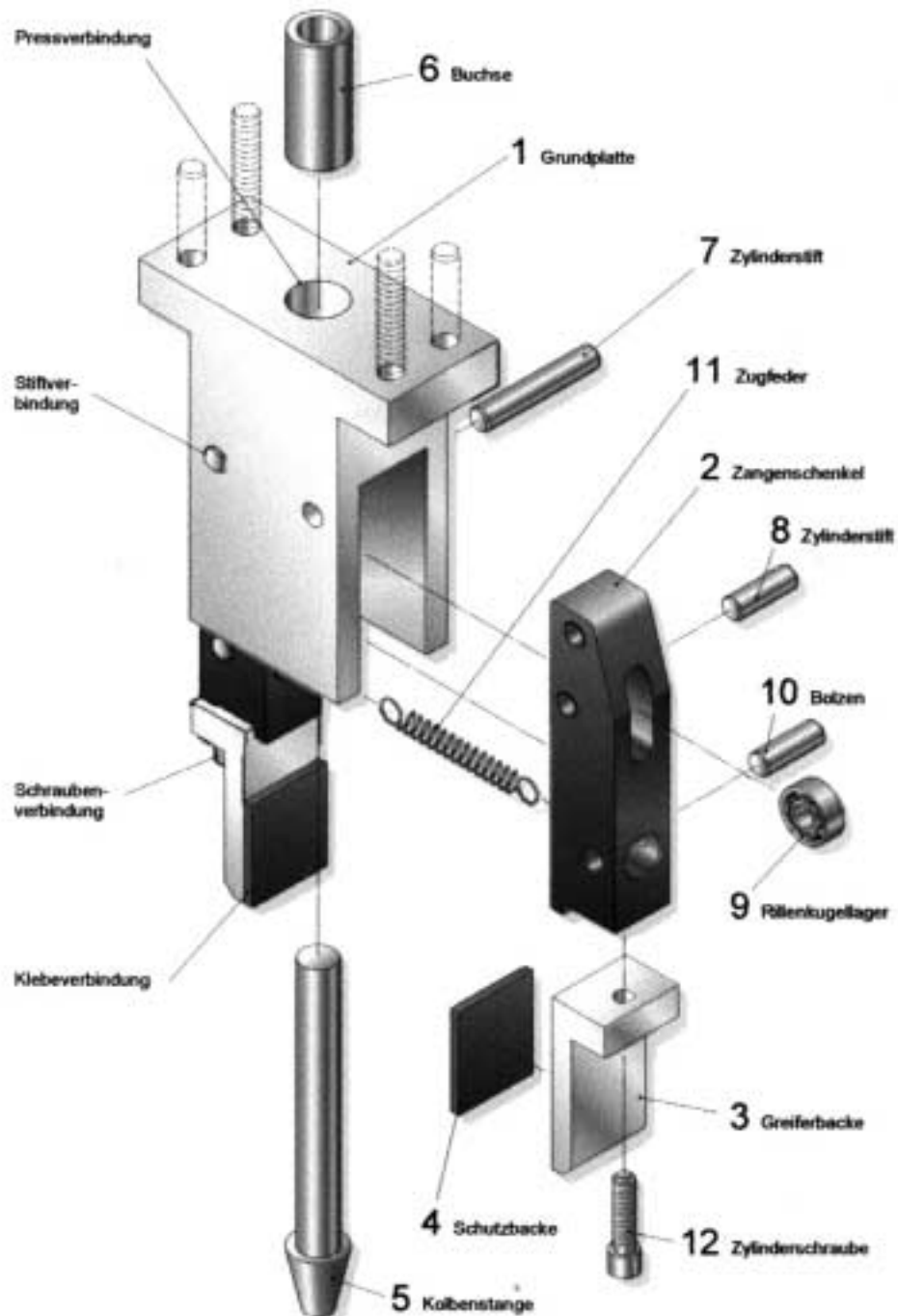
Abb. 1: Teilzeichnung der Grundplatte



didaktisch-methodische Anregungen:

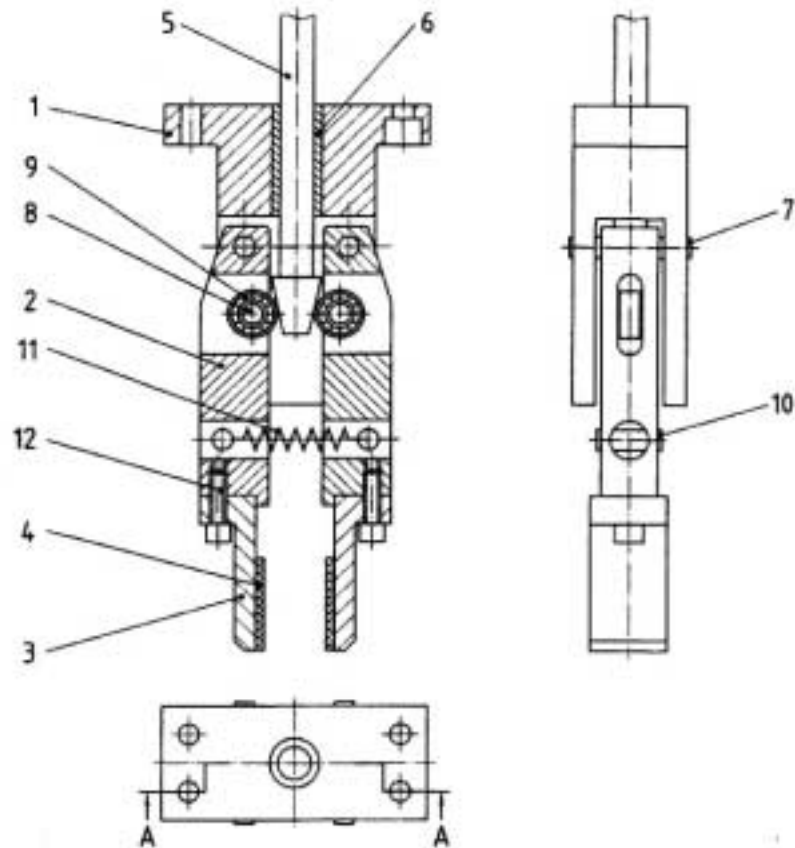
- Zeichnungsangaben analysieren
- Verfahren und Werkzeuge auswählen

Beispiel – Lernsituation 3.1, 3.2 – Greifer



didaktisch-methodische Anregungen:

- Zeichnungsarten analysieren
- Stücklisten erstellen
- Fügetechniken analysieren



Stückliste Greifer

Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Sachnummer / Normkurzbezeichnung	Bemerkung
1	1	Stück	Grundplatte		EN AW-Al Cu 4 Mg 1
2	2	Stück	Zangenschenkel		EN AW-Al Cu 4 Mg 1
3	2	Stück	Greiferbacke		EN AW-Al Cu 4 Mg 1
4	2	Stück	Schutzbacke		SBR
5	1	Stück	Kolbenstange		C 45
6	1	Stück	Buchse		Cu Sn 8 F 39
7	2	Stück	Zylinderstift	ISO 8734 - 5 x 32 - A	St
8	2	Stück	Zylinderstift	ISO 2338 - 5 m6 x 14	St
9	2	Stück	Rillenkugellager	DIN 625-16001	
10	2	Stück	Bolzen	ISO 2340-A-5 x 14	
11	1	Stück	Zugfeder		55 Cr 3
12	2	Stück	Zylinderschraube	ISO 4762 - M4 x 16	6.8

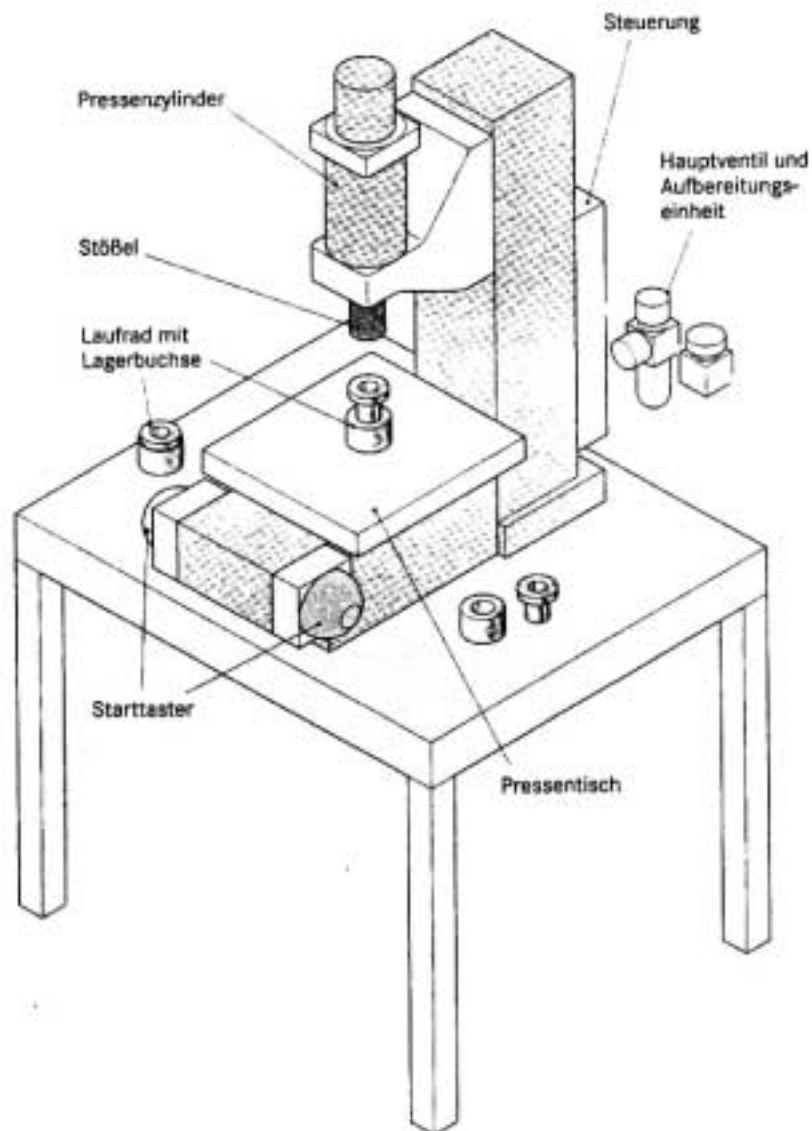
didaktisch-methodische Anregungen:

- Aufbau und Funktion beschreiben
- Schrittverlauf erkennen

westermann		Arbeitsplan		Blatt-Nr. 1	Anzahl 1
Benennung: Greifer		Zeichn.Nr. 026.04.24		Auftraggeber:	Name:
☐ Einzelteil ☒ Demontage		☐ Montage		Ausstell-Datum:	Vorname:
				Stückzahl:	Klasse/Gr.:
					Kont.-Nr.:
Lfd. Nr.	Arbeitsvorgang	Arbeitsplatz	Arbeitsmittel	Bemerkungen	
1	Kompletten Greifer vom Roboter demontieren	Roboter			
2	Zylinderstifte (7) austreiben	Werkbank	Hammer, Durchschlag		
3	Beide Greiferarmbeuggruppen aus der Grundplatte entnehmen			Feder beim Ausbau nicht überdehnen	
4	Kolbenstange (5) nach unten aus der Grundplatte (1) ziehen				
5	Buchse (6) austreiben		Hammer, Dorn	Dorn mit passendem Durchmesser verwenden	
6	Bolzen (10) an beiden Greiferarmen entfernen		Hammer, Durchschlag		
7	Zugfeder (11) entnehmen				
8	Zylinderschrauben (12) lösen und Greiferbacke (3) entnehmen		Winkelschraubendreher		
9	Schutzbacken (4) und Klebstoffreste an der Greiferbacke (3) entfernen		Schabwerkzeuge, Schmirgelleinen, Lösungsmittel	Austausch nur bei beschädigten Schutzbacken vornehmen	
10	Zylinderstifte (8) aus dem Zangenschenkel (2) austreiben und Rillenkugellager (9) entnehmen		Hammer, Durchschlag		

westermann		Arbeitsplan		Blatt-Nr. 1	Anzahl 1
Benennung: Greifer		Zeichn.Nr. 026.04.25		Auftraggeber:	Name:
☐ Einzelteil ☐ Demontage		☒ Montage		Ausstell-Datum:	Vorname:
				Stückzahl:	Klasse/Gr.:
					Kont.-Nr.:
Lfd. Nr.	Arbeitsvorgang	Arbeitsplatz	Arbeitsmittel	Bemerkungen	
1	Schutzbacke (4) auf Greiferbacke (3) kleben	Werkbank	Klebstoff (Omnihit 250, Schmirgelleinen, Lösungsmittel)	Abzug verwenden, Topfzeit und Aushärtezeit beachten	
2	Rillenkugellager (9) in Zangenschenkel (2) positionieren und Zylinderstift (8) einpressen		Hammer, Durchschlag	Beweglichkeit des Lagers prüfen	
3	Greiferbacke (3) mittels Zylinderschraube (12) an Zangenschenkel (2) befestigen		Winkelschraubendreher		
4	Zweiten Greiferarm montieren entsprechend Nr. 1 - 3			Die Arbeitsschritte 1 bis 3 gelten für beide Greiferarme	
5	Zugfeder (11) positionieren und Bolzen (10) in beide Zangenschenkel (2) einpressen		Hammer, Durchschlag, Zange	Zugfeder nicht überdehnen	
6	Buchse (6) in Grundplatte (1) einpressen		Hammer, abgesetzter Dorn	Buchse nicht beschädigen	
7	Kolbenstange (5) in Buchse (6) einsetzen			Leichtgängigkeit prüfen	
8	Greiferarmbeuggruppe in Grundplatte (1) positionieren und Zylinderstifte (7) einpressen			Beweglichkeit prüfen	
9	Kompletten Greifer am Roboter montieren	Roboter			

Beispiel – Lernsituation 3.3 – Druckluftpresse



didaktisch-methodische Anregungen:

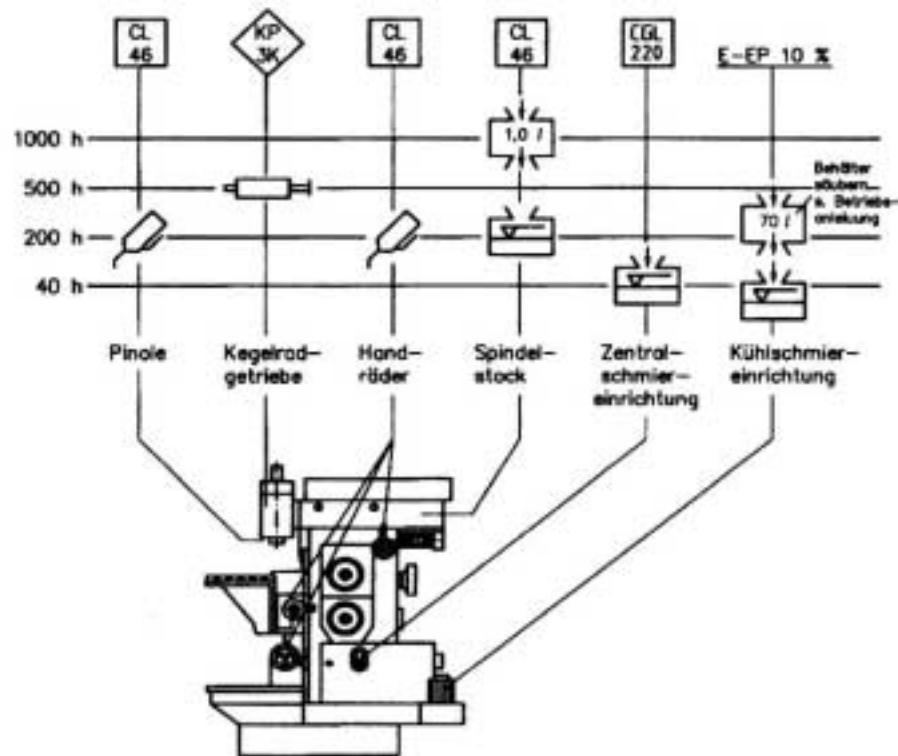
Entwickeln Sie eine pneumatische Steuerung für folgende Bedingungen:

- Start durch Betätigung zweier Taster
- verzögertes Herausfahren des Pressenstempels
- Rückhub durch Rückzugfeder

Beispiel – Lernsituation 4.2 – Fräsmaschine
Wartungsplan einer Fräsmaschine erstellen

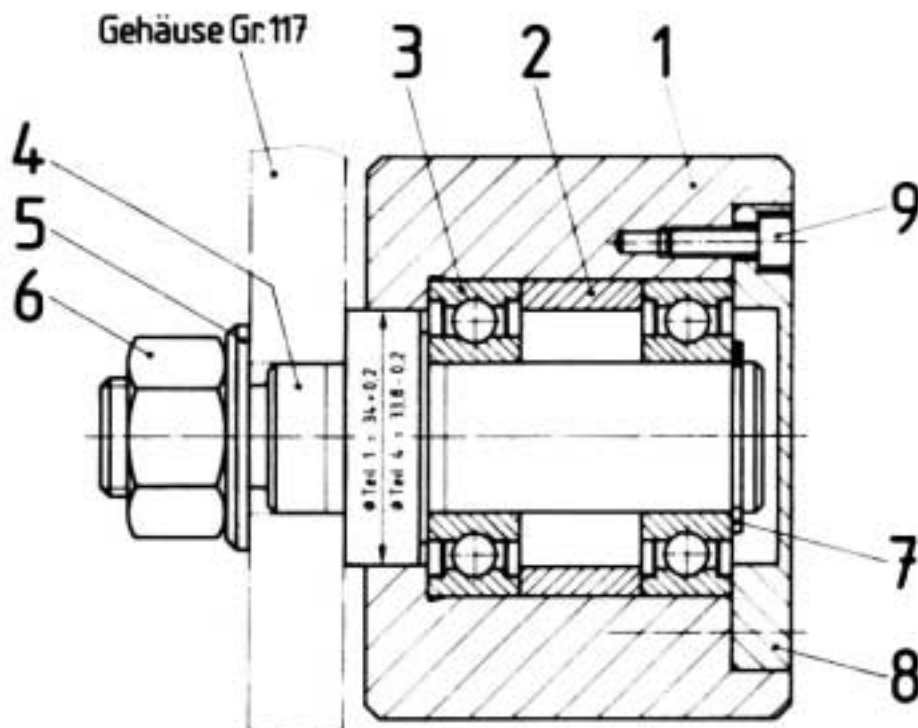
Situationsbeschreibung:

In der Werkstatt wurde in der 4. Kalenderwoche (4.KW) eine Fräsmaschine aufgestellt. Diese wurde vor der Inbetriebnahme komplett gewartet. In der Betriebsanleitung zur Maschine wird u. a. folgende Schmieranleitung vorgegeben.



Erstellen Sie anhand der Schmieranleitung eine Auflistung der verschiedenen Arbeiten, geordnet nach den Kalenderwochen, in denen diese anfallen. Berücksichtigen Sie dabei, dass die Fräsmaschine in der Woche einmal etwa 20 Stunden in Betrieb ist. Fassen Sie gleichzeitig auszuführende Tätigkeiten zusammen und tragen Sie diese in die Tabelle – wie vorgegeben – ein.

Kalender- woche	Schmierstelle	Art der Tätigkeit	Schmierstoffe/ sonstige Hilfsmittel
4.		Anlieferung, Inbetriebnahme, vollständige Wartung	
6., 8., 10., ...	Zentralschmierein- richtung	Ölstand kontrollieren, ggf. nach- füllen	Umlaufschmieröl mit korro- sionshemmenden Zusätzen, Viskositätsgrad 220
	Kühlschmiermittel- einrichtung	Flüssigkeitsstand kontrollieren, ggf. nachfüllen	Kühlschmierstoffemulsion mit 10% Öl und Zusätzen

Beispiel – Lernsituation 5.1 – Lagerung einer Laufrolle

9	3	Zylinderschraube	DIN EN ISO 4762 M4 x 12-8.8	
8	1	Lagerdeckel	E 295	Rd 65 x 10 lg
7	1	Sicherungsring	DIN 471-20 x 1,2	
6	1	Sechskantmutter	DIN EN 24032 M16 x 1,5	
5	1	Scheibe	DIN 125-B17	
4	1	Bolzen	E 295	Rd 36 x 90 lg
3	2	Rillenkugellager	DIN 625-6004-2RS	
2	1	Abstandsring	S 235 G 2 T	Rohr DIN 2391-1-2 42,4 x 4,5 x 20
1	1	Laufrolle	C45 E	Rd 80 x 60 lg
Pos-Nr.	Menge Einheit	Benennung	Werkstoff/Norm-Kurzbezeichnung	Bemerkung

didaktisch-methodische Anregungen:

- Kunde übergibt den Auftrag, ein defektes Bauteil der Baugruppe neu zu fertigen
- es ist der Bolzen als Einzelteil zu zeichnen
- die Fertigungsverfahren, Maschinen, Werkzeuge einschließlich Schmierstoffe sind zu bestimmen

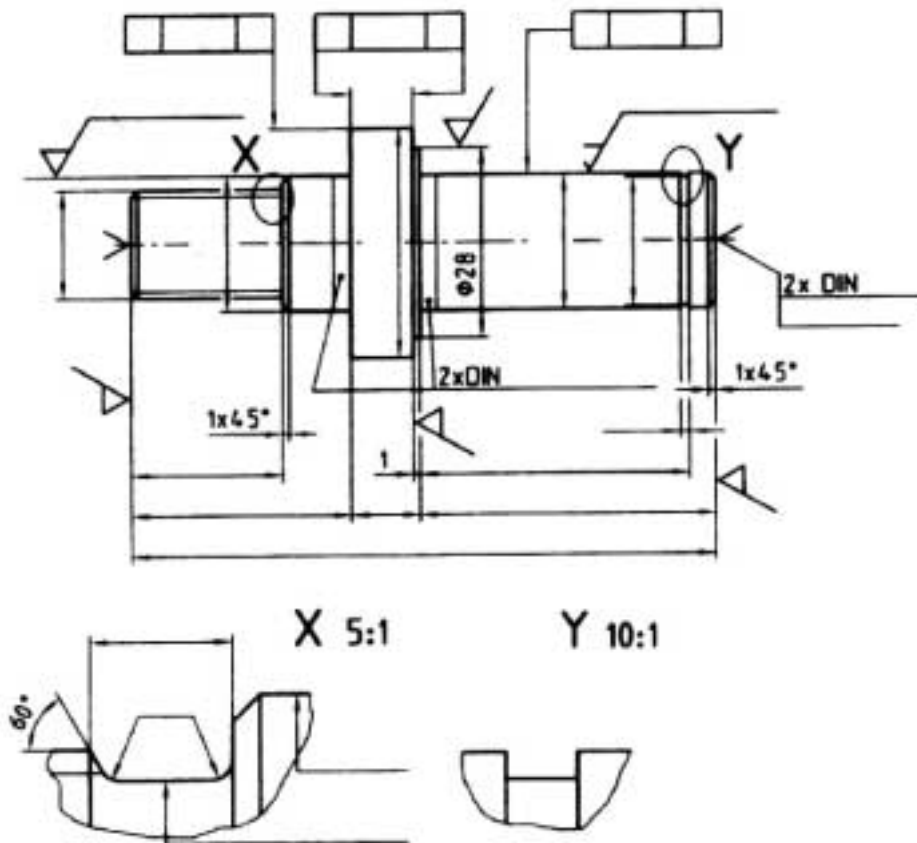
Beispiel – Lernsituation 5.2 und 5.3 – Bundbolzen

Tragen Sie bei dem nicht maßstäblich dargestellten Bundbolzen die fehlenden Fertigungsangaben ein und ergänzen Sie die nicht vollständigen Angaben. Beachten Sie die Gesamtzeichnung und folgende Hinweise:

Zentrierungen:	Form A mit $d_1 = 3,15$ mm.
Wälzlageraufnahme:	Toleranzlage nach DIN 5425, Toleranzgrad 6.
Nut für Sicherungsring:	Maße nach DIN 471; die Lage der Nut ist mit $0/+0,1$ zu tolerieren.
Lagetoleranzen:	Bezugselement ist die Achse des Zapfens im Gehäuse Gr. 117. Die Rundlauftoleranz der gekennzeichneten Flächen ist $20 \mu\text{m}$, die Rechtwinkligkeitstoleranz $50 \mu\text{m}$.
Oberflächenangaben:	Alle Flächen werden spanend hergestellt. Der Bezugsdurchmesser und der Wälzlager-Aufnahmedurchmesser werden geschliffen mit einem R_a -Höchstwert von $0,8 \mu\text{m}$; die Schleifzugabe beträgt $0,3$ mm. Alle übrigen, bisher noch nicht gekennzeichneten Flächen, erhalten einen R_a -Höchstwert von $3,2 \mu\text{m}$.
Werkstückkanten:	Die Kanten des Einstiches für den Sicherungsring sind mit einer Abweichung von $\pm 0,02$ mm fast scharfkantig; alle übrigen Werkstück-Außenkanten werden mit höchstens $0,3$ mm und mindestens $0,1$ mm gerundet oder gefast.

4 Bundbolzen E 295

$Ra3,2$ (✓)



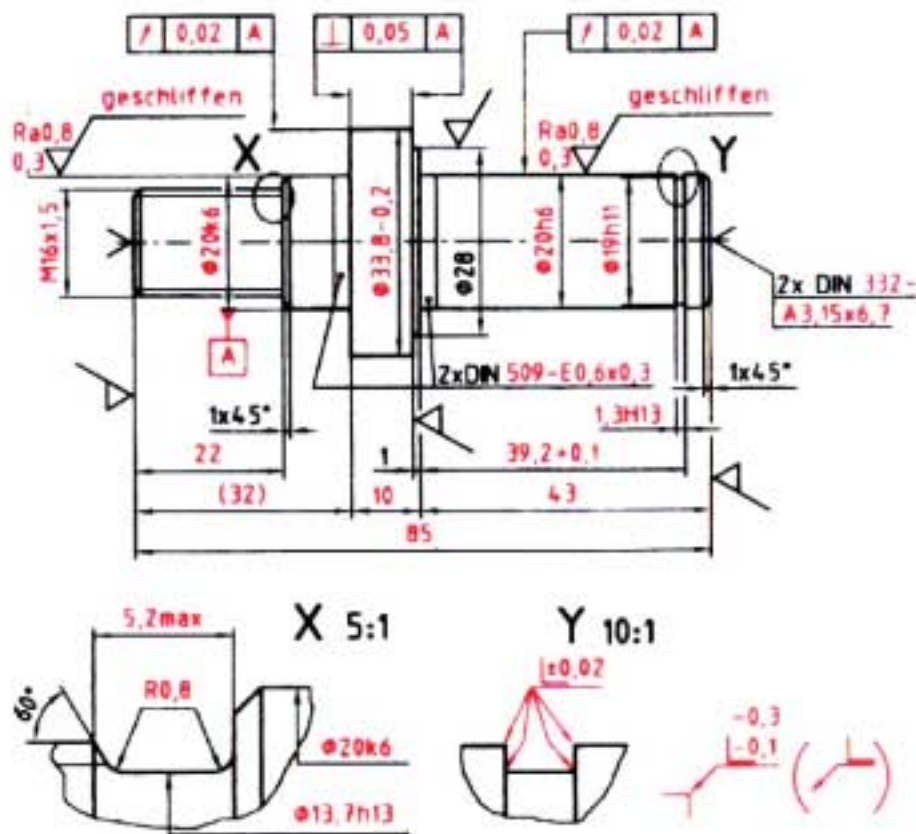
Beispiel – Lernsituation 5.2 und 5.3 – Lösung

Tragen Sie bei dem nicht maßstäblich dargestellten Bundbolzen die fehlenden Fertigungsangaben ein und ergänzen Sie die nicht vollständigen Angaben. Beachten Sie die Gesamtzeichnung und folgende Hinweise:

Zentrierungen:	Form A mit $d_1 = 3,15$ mm.
Wälzlageraufnahme:	Toleranzlage nach DIN 5425, Toleranzgrad 6.
Nut für Sicherungsring:	Maße nach DIN 471; die Lage der Nut ist mit $0/+0,1$ zu tolerieren.
Lagetoleranzen:	Bezugselement ist die Achse des Zapfens im Gehäuse Gr. 117. Die Rundlauftoleranz der gekennzeichneten Flächen ist $20 \mu\text{m}$, die Rechtwinkligkeitstoleranz $50 \mu\text{m}$.
Oberflächenangaben:	Alle Flächen werden spanend hergestellt. Der Bezugsdurchmesser und der Wälzlager-Aufnahmedurchmesser werden geschliffen mit einem R_a -Höchstwert von $0,8 \mu\text{m}$; die Schleifzugabe beträgt $0,3$ mm. Alle übrigen, bisher noch nicht gekennzeichneten Flächen, erhalten einen R_a -Höchstwert von $3,2 \mu\text{m}$.
Werkstückkanten:	Die Kanten des Einstiches für den Sicherungsring sind mit einer Abweichung von $\pm 0,02$ mm fast scharfkantig; alle übrigen Werkstück-Außenkanten werden mit höchstens $0,3$ mm und mindestens $0,1$ mm gerundet oder gefast.

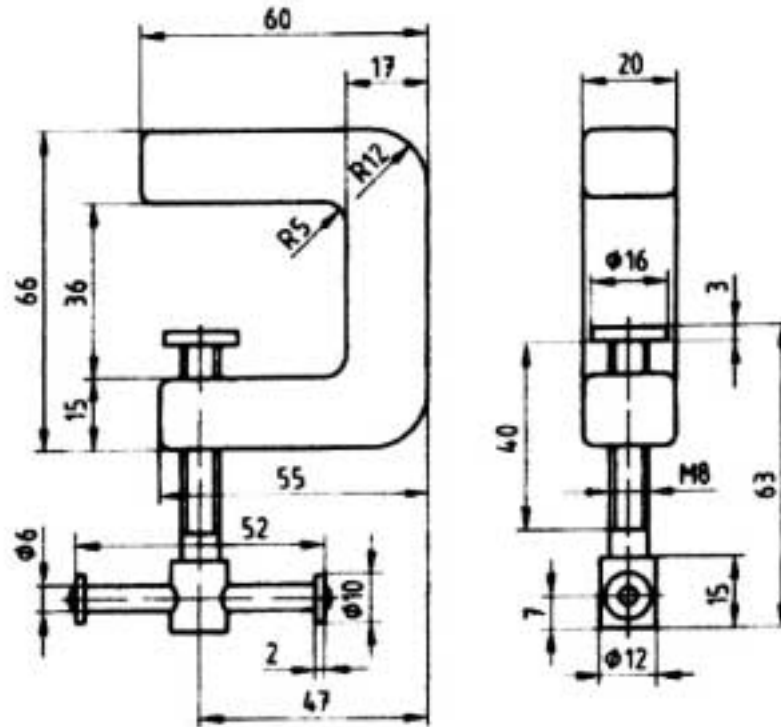
4 Bundbolzen E 295

$Ra3,2$ (✓)



Beispiel – Lernsituation 5.4 – Bügel

Der Bügel der Schraubzwinde soll durch Fräsen hergestellt werden. Es steht Flachstahl aus S 235 mit 60 mm Breite und 24 mm Dicke zur Verfügung. Planen Sie die Herstellung und Prüfung, einschließlich der Herstellung der Bohrung des Gewindes für die Spindel.



Daten der zur Verfügung stehenden HSS-Werkzeuge:
 Bohrer mit den Durchmessern 5; 6; 6,5; 6,8; 8; 10 mm
 Zentrierbohrer, Kegelsenker 90°

Schaftfräser: $\varnothing$ 10 mm x 45 mm, Schneidenlänge, 4 Schneiden
 $\varnothing$ 20 mm x 38 mm, Schneidenlänge, 4 Schneiden

Scheibenfräser: $\varnothing$ 63 mm x 6 mm, 12 Schneiden, $f_z = 0,10$ mm, $v_c = 16$ m/min
 $\varnothing$ 160 mm x 10 mm, 22 Schneiden, $f_z = 0,10$ mm, $v_c = 16$ mm/min

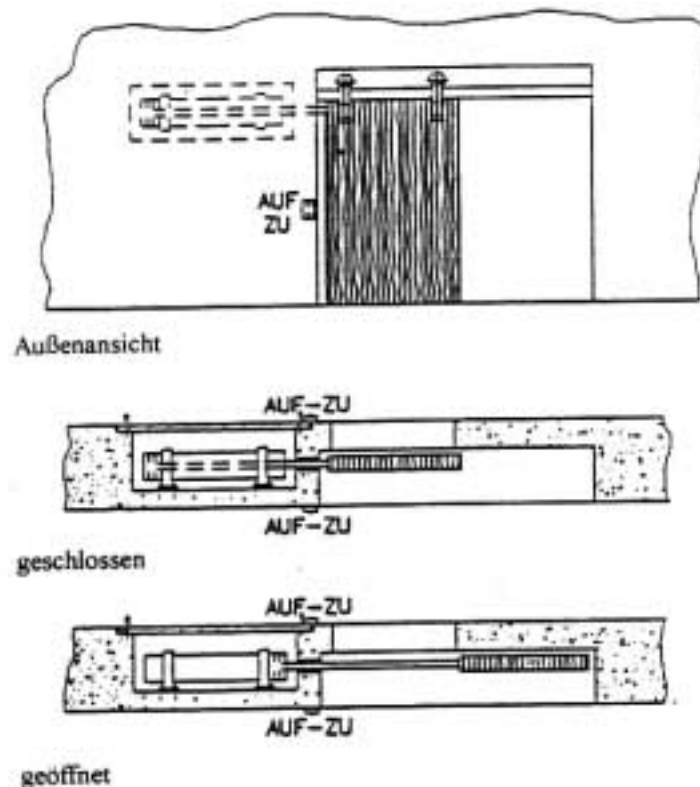
Walzenfräser: $\varnothing$ 50 mm x 40 mm, 8 Schneiden, $f_z = 0,10$ mm, $v_c = 22$ m/min
 $\varnothing$ 100 mm x 70 mm, 10 Schneiden, $f_z = 0,10$ mm, $v_c = 22$ m/min

Walzenstirnfräser: $\varnothing$ 40 mm x 40 mm, 8 Schneiden, $f_z = 0,15$ mm, $v_c = 22$ m/min
 $\varnothing$ 110 mm x 35 mm, 12 Schneiden, $f_z = 0,15$ mm, $v_c = 22$ m/min

Beispiel – Lernsituation 6.1 – Werkstor

Das Tor einer Werkhalle soll pneumatisch betätigt werden. Zwei Druckknöpfe für „AUF“ und „ZU“ befinden sich auf der Hofseite des Tors und zwei weitere innerhalb der Werkhalle. Es soll möglich sein, das Tor von außen oder von innen zu öffnen und auch wechselseitig wieder zu schließen. Die Geschwindigkeit für das Öffnen und Schließen des Tors soll einstellbar sein.

Technologieschema:



Mögliche Arbeitsaufträge:

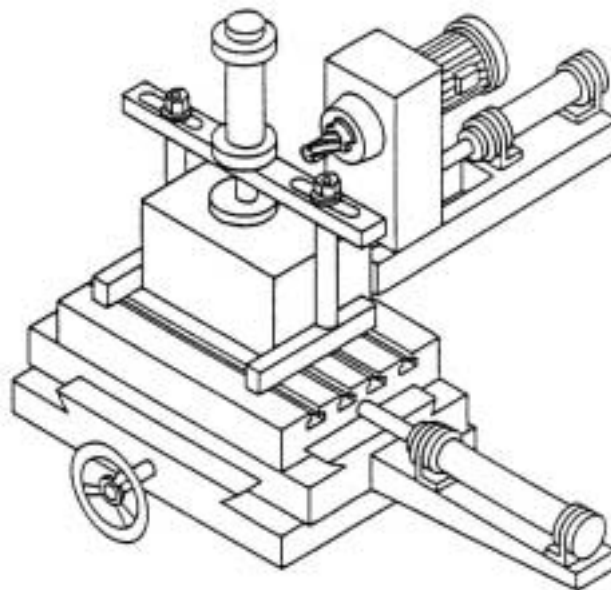
- Schreiben Sie die Funktionsgleichung, die Wertetabelle und den Logikplan für die Tätigkeiten „Werkstor öffnen“ und „Werkstor schließen“.
- Zeichnen Sie den Pneumatikschaltplan für die Steuerung des Werktors. Verwenden Sie für die Bauteile normgerechte Schaltsymbole.
- Bezeichnen Sie die Bauteile des Schaltplanes und beschriften Sie die Leitungsanschlüsse an den Wegeventilen.
- Erstellen Sie für die Steuerung des Werktors den Funktionsplan.
- Überprüfen Sie die Lösung durch den Aufbau der pneumatischen Steuerung.
- Die Signalverarbeitung der Türsteuerung soll elektrisch erfolgen:
- Zeichnen Sie für die Elektro-Pneumatische Steuerung den Pneumatikschaltplan und den Stromlaufplan.
- Welche Bedeutung haben Relais bei elektropneumatischen Steuerungen?
- Berechnen Sie nach vorgegebenen Werten die erforderliche Schubkraft, um das Tor zu öffnen bzw. zu schließen. Bestimmen Sie den erforderlichen Zylinderdurchmesser.
- Ermitteln Sie nach vorgegebenen Werten den Luftverbrauch des Pneumatikzylinders und legen Sie den Leitungsquerschnitt fest.

Beispiel – Lernsituation 6.2 – Fräsmaschine

In einer Fräsmaschine sollen Nuten in ein Werkstück gefräst werden. Zylinder 1A spannt die Werkstücke. Zylinder 2A schiebt die Antriebseinheit mit dem Fräser auf die eingestellte Nuttiefe. Danach startet Zylinder 3A die Vorschubeinheit. In der vorderen Endlage von Zylinder 3A ist der Fräsvorgang beendet. Jetzt zieht Zylinder 2A die Antriebseinheit zurück. Hat diese ihre Ausgangslage erreicht, fährt Zylinder 3A die Vorschubeinheit zurück.

Randbedingungen:

- Ein Start der Anlage (Spannen der Werkstücke) soll möglich sein, wenn der Anlagenbediener einen Starttaster oder ein Fußpedal betätigt und der Spannzyylinder (1A) sich in der hinteren Endlage befindet.
- Ist der Spannvorgang beendet und hat der Spannzyylinder einen Spanndruck von 4 bar erreicht, dann schiebt Zylinder 2A die Antriebseinheit mit dem Fräser auf Nuttiefe.
- Die Werkstückspannung wird 5 Sekunden nach der Beendigung des Zurückfahrens der Vorschubeinheit und durch Betätigung eines Tasters ausgelöst.
- Die Ausfahrgeschwindigkeiten aller drei Zylinder sollen einstellbar sein.
- Das Einfahren der Zylinder 1A und 2A soll besonders schnell erfolgen.
- Zur Erhöhung der Bediensicherheit bekommt die Fräsemaschine eine NOT-AUS Schaltung. Nach Auslösen von NOT-AUS fahren die Zylinder 1A und 2A sofort in ihre hintere Endlage und Zylinder 3A bleibt stehen und ist entlüftet.

Technologieschema:**Mögliche Arbeitsaufträge:**

- Die Steuerungsaufgabe ist pneumatisch zu lösen.
- Schreiben Sie die Funktionsgleichung, die Wertetabelle und den Logikplan für den Start des Zylinders 1A.
- Erstellen Sie für die Steuerung der Fräsmaschine den Funktionsplan.
- Zeichnen Sie den Pneumatikschaltplan.
- Vergleichen Sie die Möglichkeiten der Geschwindigkeitsbeeinflussung (Zu- und Abflussdrosselung).
- Erkennen Sie Signalüberschneidungen und geben Sie Möglichkeiten der Beseitigung an.
- Überprüfen Sie die Lösung durch den Aufbau der Steuerung.

- Erstellen Sie für die Steuerungsplanung der Fräsemaschine das Funktionsdiagramm (Weg-Schritt-Diagramm).

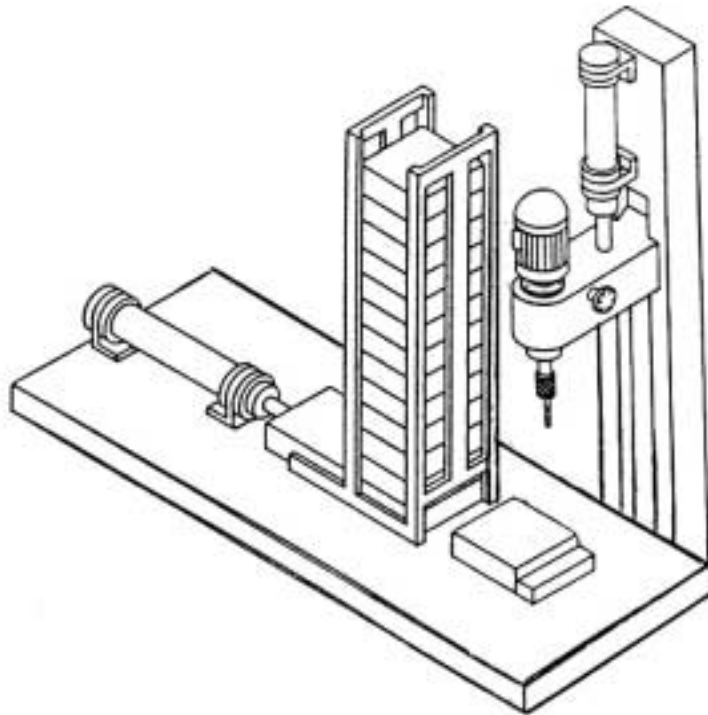
Beispiel – Lernsituation 6.3 – Bohrautomat

Im Bohrautomat werden Werkstücke durch Zylinder 1A aus dem Fallmagazin geschoben und gegen einen Anschlag gedrückt. Der Zylinder 2A schiebt die Bohreinheit vor und die Werkstücke werden gebohrt. Anschließend fährt Zylinder 2A und danach 1A in die hintere Endlage, um die Werkstücke entnehmen zu können.

Randbedingungen:

- Ein Start der Anlage soll möglich sein, wenn der Anlagenbediener einen Starttaster oder ein Fußpedal betätigt, sich Werkstücke im Fallmagazin befinden und der Bohrzylinder (2A) sich in der hinteren Endlage befindet.
- Die Ausfahrgeschwindigkeiten beider Zylinder sollen einstellbar sein.
- Das Einfahren des Zylinders 2A soll besonders schnell erfolgen.
- Zylinder 2A (Bohren) darf erst ausfahren, wenn Zylinder 1A (Schieben/Spannen) die Werkstücke mit einem Spanndruck von 5 bar hält.
- Zur Einhaltung vorgegebener Taktzeiten darf ein Neustart des Bohrautomaten erst 10 Sekunden nach Beendigung des vorhergehenden Arbeitsschrittes erfolgen.

Technologieschema:



Mögliche Arbeitsaufträge:

- Die Steuerungsaufgabe ist elektro-pneumatisch zu lösen.
- Schreiben Sie die Funktionsgleichung, die Wertetabelle und den Logikplan für den Start des Zylinders 1A.
- Erstellen Sie für die Steuerung des Bohrautomaten den Funktionsplan.
- Zeichnen Sie den Pneumatikschaltplan und den Stromlaufplan.
- Beschreiben Sie den Aufbau und die Wirkungsweise des Bauteiles, mit dem Sie das Zeitverhalten der Steuerung realisieren.
- Erkennen Sie Signalüberschneidungen und geben Sie Möglichkeiten der Beseitigung an.
- Erstellen Sie für den Bohrautomat das Funktionsdiagramm (Weg-Schritt-Diagramm).
- Überprüfen Sie die Lösung durch den Aufbau der Steuerung.

Beispiel – Lernsituation 6.3 – Bohrautomat – Hydraulik

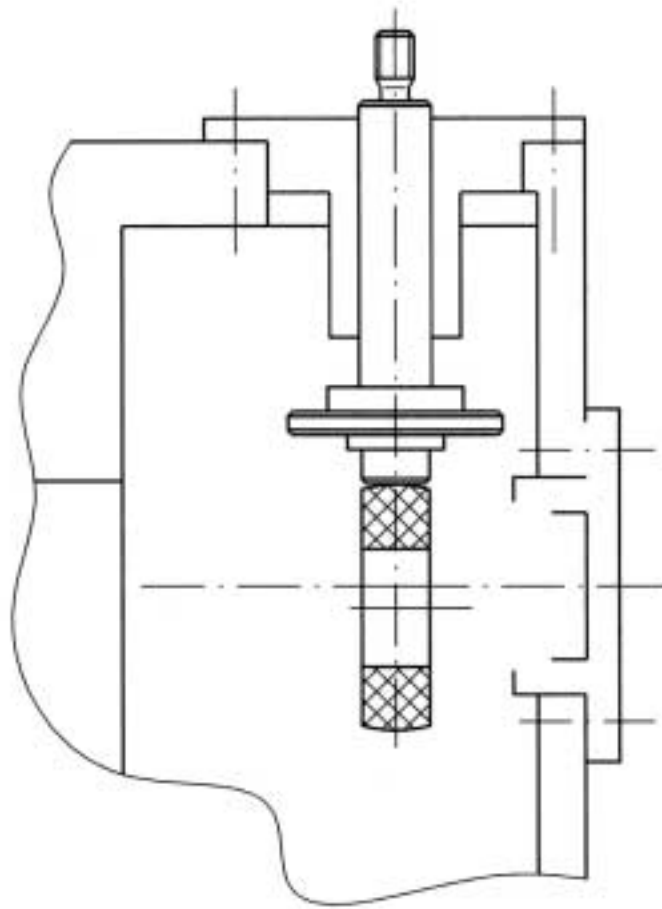
Im Betrieb des Bohrautomaten zeigte sich, dass der Zylinder 2A keine langsame, gleichmäßige und kraftvolle Vorschubbewegung ausführen kann. Durch Ruck-Gleiten (Strick-Slip-Effekt) kam es zu häufigem Werkzeugbruch. Die Problemlösung soll durch eine technische Veränderung erreicht werden. Der Bohrautomat wird durch eine Hydraulikanlage erweitert, so dass die Vorschubbewegung für den Bohrer (Zylinder 2A) hydraulisch erzeugt wird.

Technologieschema:

siehe Bild Bohrautomat

Mögliche Arbeitsaufträge:

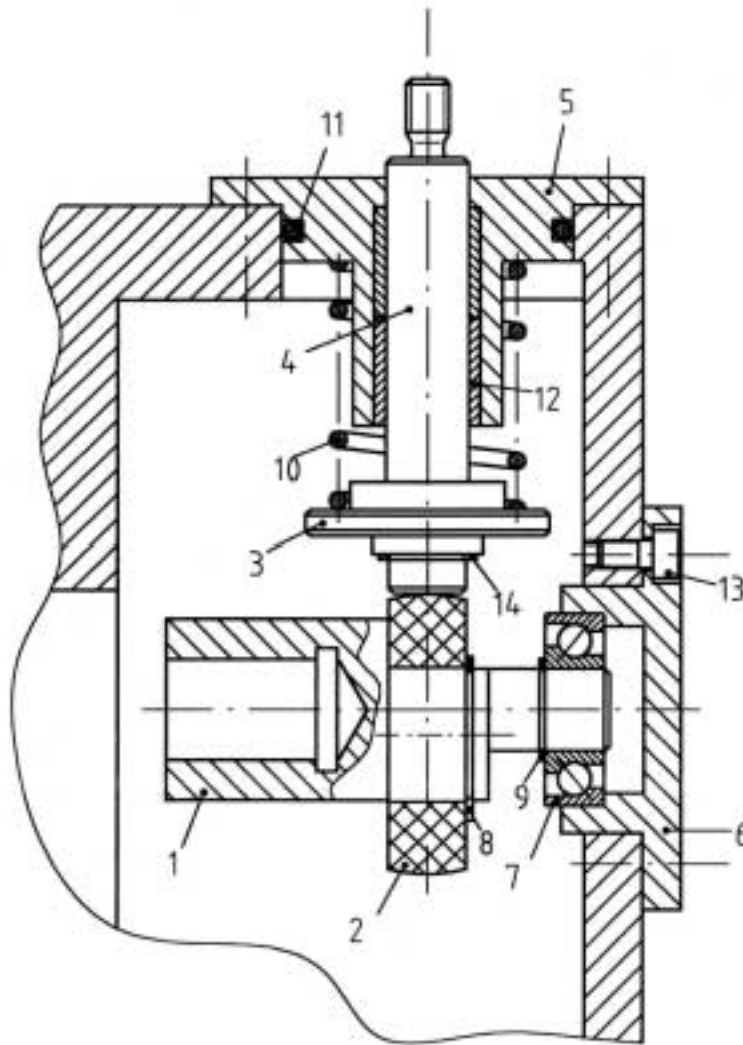
- Nennen Sie die Bauelemente einer Hydraulikanlage. Geben Sie deren Aufgaben an.
- Welche Hydraulikflüssigkeiten kennen Sie?
- Erläutern Sie den Aufbau und die Wirkungsweise einer Zahnradpumpe.
- Zeichnen Sie den Hydraulikschaltplan für die Vorschubeinheit des Bohrautomaten.
- Bauen Sie eine Primär- und eine Sekundärsteuerung nach vorgegebenem Schaltplan auf, führen Sie Versuchsmessungen durch und stellen Sie die Vor- und Nachteile beider Schaltungen dar.
- Bauen Sie vorgegebene Schaltungen (Drosselrückschlagventil oder Druckbegrenzungsventil) auf, führen Sie Versuchsmessungen durch, protokollieren Sie die Ergebnisse und wählen Sie eine Schaltung für die Vorschubeinheit des Bohrautomaten aus.
- Optimieren Sie die Schaltung, in dem Sie unterschiedliche Kolbengeschwindigkeiten als Eilvorschub, Arbeitsvorschub und Rückhub einstellen können.
- Stellen Sie die Vor- und Nachteile der Pneumatik- und Hydraulikanlagen gegenüber.

Beispiel – Lernsituation 7.1 – Stößelantrieb

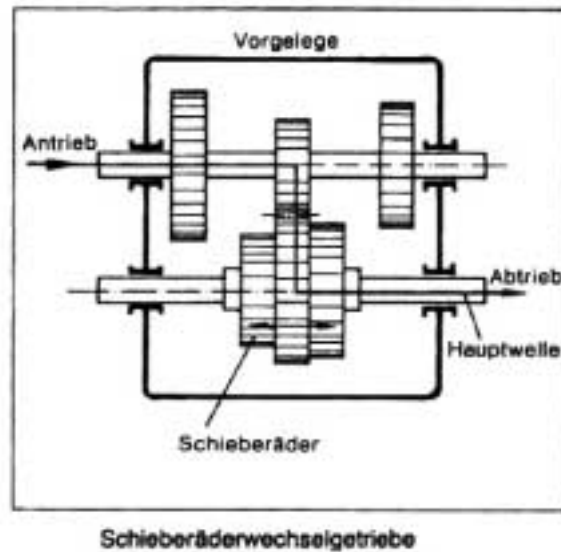
14		Stck.			
13		Stck.			
12		Stck.			
11		Stck.			
10		Stck.			
9		Stck.			
8		Stck.			
7		Stck.			
6		Stck.			
5		Stck.			
4		Stck.			
3		Stck.			
2		Stck.			
1		Stck.			
Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Sachnr./Normbezeichnung	Bemerkung

didaktisch-methodische Anregungen:

- Themen der Lernsituation 7.1 erarbeiten
- die Gesamtzeichnung ergänzen

Beispiel – Lernsituation 7.1 – Stoßelantrieb – Lösung

14	1	Stck.	Sicherungsring	DIN 471 – 14 x 1	
13	6	Stck.	Zylinderschraube	ISO 4762 – M5 x 10 – 10.9	
12	2	Stck.	Lagerbuchse	ISO 4379 – C15 x 19 x 20	
11	1	Stck.	O-Ring	DIN 3771 – 45 x 3,55 – N – EPDM70	
10	1	Stck.	Druckfeder	DIN 2098 – 3,2 x 32 x 58,5	
9	1	Stck.	Sicherungsring	DIN 471 – 15 x 1	
8	1	Stck.	Sicherungsring	DIN 471 – 24 x 1,2	
7	1	Stck.	Schräggugellager	DIN 628 – 7202 B	
6	1	Stck.	Lagerdeckel		
5	1	Stck.	Gehäusedeckel		
4	1	Stck.	Stößel		
3	1	Stck.	Federteller		
2	1	Stck.	Kunststoffrolle		
1	1	Stck.	Exzenterrolle		
Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Sachnr./Normbezeichnung	Bemerkung

Beispiel – Lernsituation 7.2 – Schieberäderwechselgetriebe

didaktisch-methodische Anregungen:

- nach der Wiederholung zuerst das Passungssystem „Einheitsbohrung“ erarbeiten
- danach das Beispiel des Schieberäderwechselgetriebes mittels Folie vorstellen und das Montageproblem für das Schieberad und die Wellenlager auf die Hauptwelle klären, wenn hier das Passungssystem „Einheitsbohrung“ gewählt werden würde
- Ergebnis: es muss ein neues Passungssystem gewählt werden, das Passungssystem „Einheitswelle“

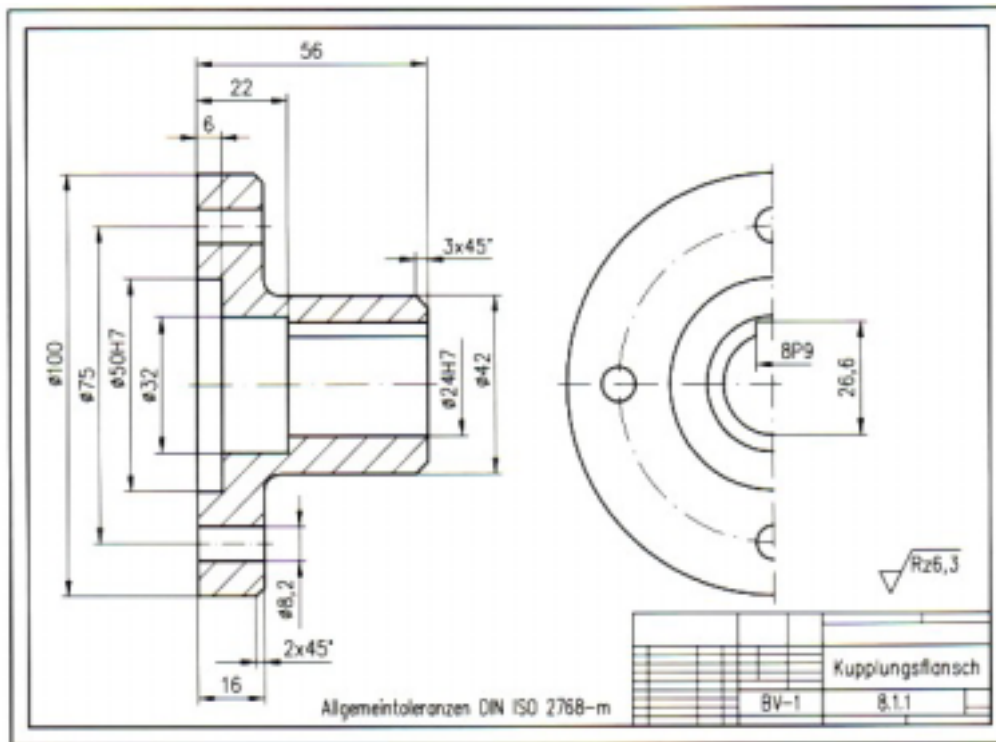
Reflexion des Erlernten:

- für die Bauteile des Stößelantriebes (LS 7.1) sind selbstständig Passungen auszuwählen z. B.
 - Lagerdeckel (Pos. 6)/Außenring des Schrägkugellagers (Pos. 7) – $\varnothing 35$ JS9/h9
 - Federtellerbohrung (Pos. 3)/Stößeldurchmesser (Pos. 4) – $\varnothing 14$ H7/g6

Beispiel – Lernsituation 8.3 – Fertigen eines Kupplungsflansches auf einer CNC-Drehmaschine

Situationsbeschreibung:

Für eine Sonderausführung einer Maschine haben Sie einen Kupplungsflansch anzufertigen. Für das Drehen steht Ihnen eine CNC-Drehmaschine nach DIN zur Verfügung.



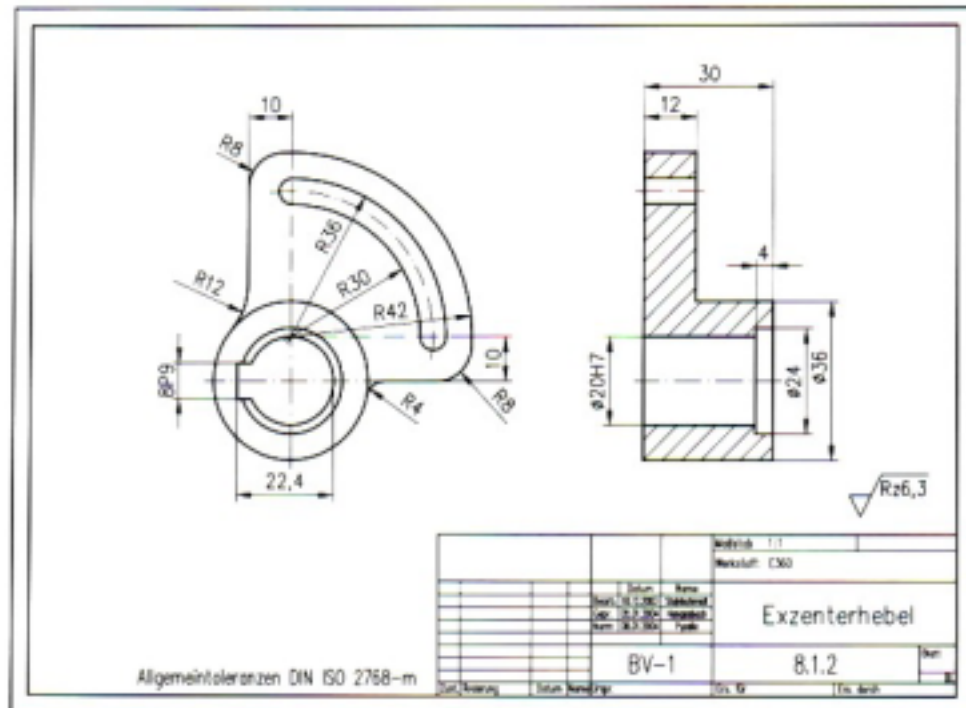
didaktisch-methodische Anregungen:

- Arbeitsauftrag analysieren
 - Fertigungsverfahren zur Herstellung des Kupplungsflansches festlegen
 - Rohteilabmessungen bestimmen (Stangenmaterial)
- Programmierung der Drehbearbeitung planen
 - Skizzieren des Werkstücks und festlegen des Werkstücksnullpunktes
 - Bestimmen der Arbeitsabfolge und festlegen der Schnittfolgen am Drehteil
 - Einsatz der Drehmeißel und der zugehörigen Schneidstoffe planen
 - Schnittdaten ermitteln
 - Arbeitsplan festlegen
- CNC-Programm erstellen
 - Schreiben des CNC-Programms zur Werkstückfertigung
- CNC-Werkzeugmaschine einrichten
 - Nullpunktbezugsebenen beim Umspannen beachten

Beispiel – Lernsituation 8.4 – Fertigen eines Exzenterhebels auf einer CNC-Fräsmaschine

Situationsbeschreibung:

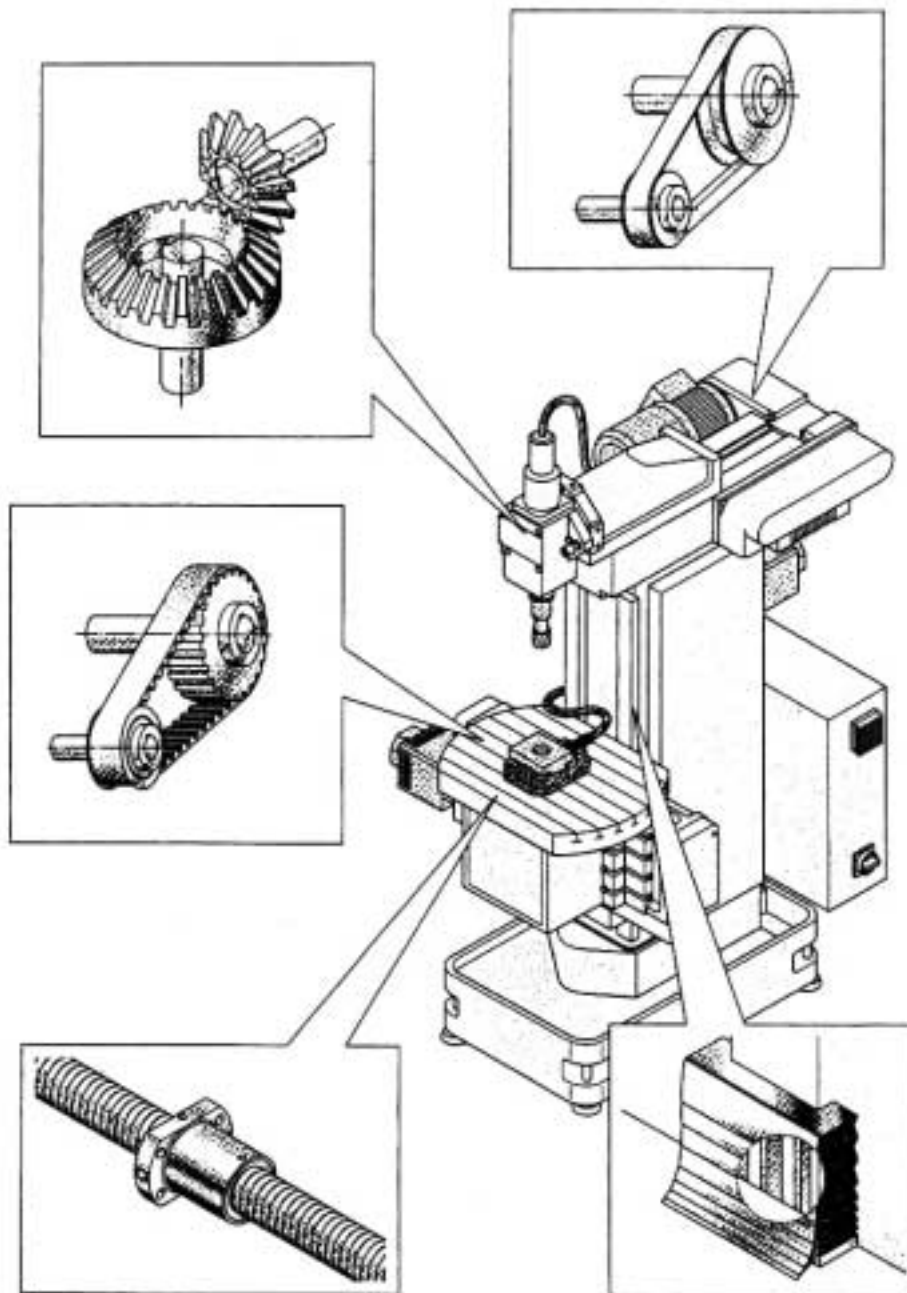
Für einen Exzenterspanner ist der Spannhebel herzustellen. Für die Fräsarbeit steht Ihnen eine CNC-Fräsmaschine nach DIN zur Verfügung.



didaktisch-methodische Anregungen:

- Arbeitsauftrag analysieren
 - Fertigungsverfahren zur Herstellung des Exzenterspanners festlegen
 - Rohteilabmessungen bestimmen
- Programmierung der Fräsbearbeitung planen
 - Skizzieren des Werkstücks und festlegen des Werkstücksnullpunktes
 - Bestimmen der Arbeitsabfolge
 - Einsatz der Fräser planen
 - Schnittdaten ermitteln
 - Arbeitsplan festlegen
- CNC-Programm erstellen
 - Schreiben des CNC-Programms zur Werkstückfertigung
- CNC-Werkzeugmaschine einrichten

Beispiel – Lernsituation 9.1 – Instandsetzung Fräsmaschine



didaktisch-methodische Anregungen:

- Darstellung der mechanischen Einheiten im Zusammenhang mit den Antriebseinheiten, Energieübertragungseinheiten, Arbeitseinheiten zu den Trag- und Stützeinheiten
- daraus ableitend die Beanspruchung der Funktionseinheiten
- Abdeckungen und Führungen
- diese Beanspruchung und die Instandsetzungsmaßnahmen in einer Tabelle erarbeiten

Beispiel – Lernsituation 9.1 – Instandsetzung Fräsmaschine**Tabelle zur Instandsetzung von Abdeckungen**

Bauteile	Abnutzungserscheinungen	Instandsetzungsmaßnahmen
<i>Faltenbeläge</i>	Abnutzung, Verformung, Risse	
<i>Teleskopabdeckungen</i>	Verformung der Bleche	
	verschlissene Führungs- und Stützelemente	
	abgenutzte oder eingerissene Abstreifer	

Tabelle zur Instandsetzung von Führungen

Abnutzungserscheinungen	Ursachen		Instandsetzungsmaßnahmen
<i>Adhäsion</i>	– hoher Druck an Berührungsflächen bei geringer Geschwindigkeit		
	– Verschleiß durch Abscheren, Verformen und Abreißen		
<i>Abrasion</i>	– Rauheitsspitzen der Führungsflächen führen zum Abtrag		
<i>Oberflächenzerrüttung</i>	– Bestandteile des Abtriebs oder Späne gelangen zwischen die Gleitfläche – wechselnde Bewegungsrichtungen und -beträge		
<i>Korrosion</i>	– ungenügender aktiver und passiver Korrosionsschutz		
<i>zu großes Spiel zwischen den Führungsflächen</i>	– Verschleiß der Führungen – Lockerung der Nachstell- und Keilleisten		

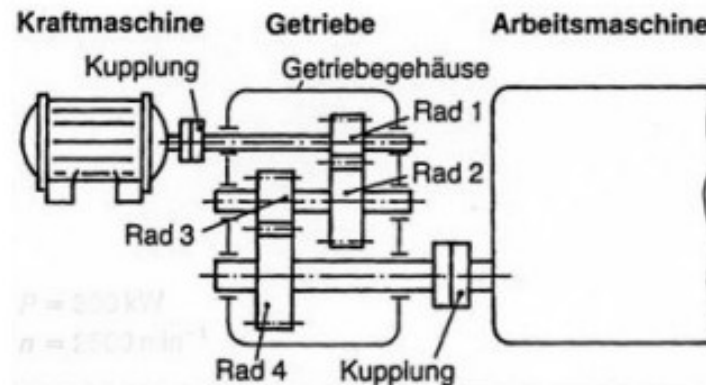
Beispiel – Lernsituation 9.1 – Instandsetzung Fräsmaschine – Lösung**Tabelle zur Instandsetzung von Abdeckungen**

Bauteile	Abnutzungserscheinungen	Instandsetzungsmaßnahmen
<i>Faltenbeläge</i>	Abnutzung, Verformung, Risse	Austausch
<i>Teleskopabdeckungen</i>	Verformung der Bleche	Austausch
	verschlissene Führungs- und Stützelemente	Austausch
	abgenutzte oder eingerissene Abstreifer	Austausch

Tabelle zur Instandsetzung von Führungen

Abnutzungserscheinungen	Ursachen		Instandsetzungsmaßnahmen
<i>Adhäsion</i>	– hoher Druck an Berührungsflächen bei geringer Geschwindigkeit – Verschleiß durch Abscheren, Verformen und Abreißen	mangelhafte und falsche Schmierung	Ersetzen durch neue Führungsbahnen
<i>Abrasion</i>	– Rauheitsspitzen der Führungsflächen führen zum Abtrag		Schleife und Schaben; Verschleißleisten aufschrauben; Streifen aus Hartgewebe oder Kunststoff aufkleben
<i>Oberflächenzerrüttung</i>	– Bestandteile des Abtriebs oder Späne gelangen zwischen die Gleitfläche – wechselnde Bewegungsrichtungen und -beträge		Ausfräsen schadhafter Stellen und Aufkleben neuer Führungsflächen
<i>Korrosion</i>	– ungenügender aktiver und passiver Korrosionsschutz		
<i>zu großes Spiel zwischen den Führungsflächen</i>	– Verschleiß der Führungen – Lockerung der Nachstell- und Keilleisten		Führungen nachstellen; Justieren der Nachstellleisten und Keilleisten

Beispiel – Lernsituation 10.1 – Stirnradgetriebe

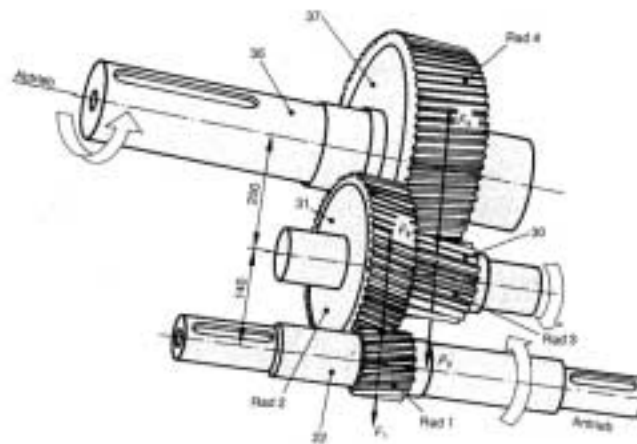


technische Daten zum zweistufigen Stirnradgetriebe:

Pos.	Benennung	d in mm
22	Antriebswellenende	50
36	Abtriebswellenende	110
22	Rad 1	69,527
31	Rad 2	205,271
30	Rad 3	88,865
37	Rad 4	302,948

- **Antrieb:** Drehstrommotor
 - Nennleistung $P = 300 \text{ kW}$
 - Nennumdrehungsfrequenz $n = 2500 \text{ min}^{-1}$
 - Spannung, an der der Motor liegt $U = 3 \text{ kV}$
 - Leistungsfaktor $\cos \varphi = 0,8$
 - Wirkungsgrad $\eta = 0,92$
- **Verbindung zwischen Motor und Getriebe:**
 - Fliehkraftkupplung
- **Getriebe:**
 - schrägverzahnte Stirnräder mit einem Schrägungswinkel $\beta = 8^\circ$

Einzelheit:

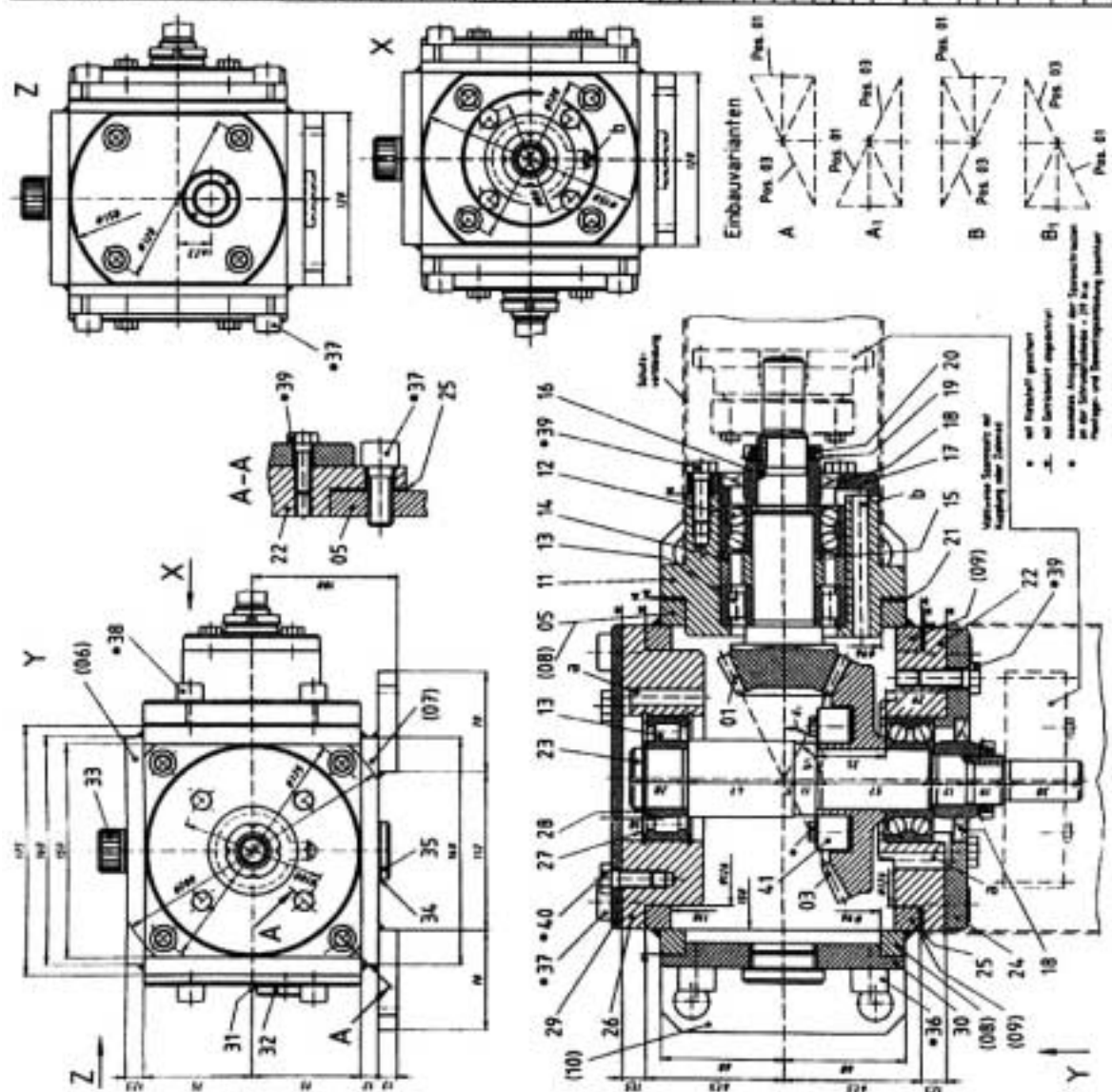


didaktisch-methodische Anregungen:

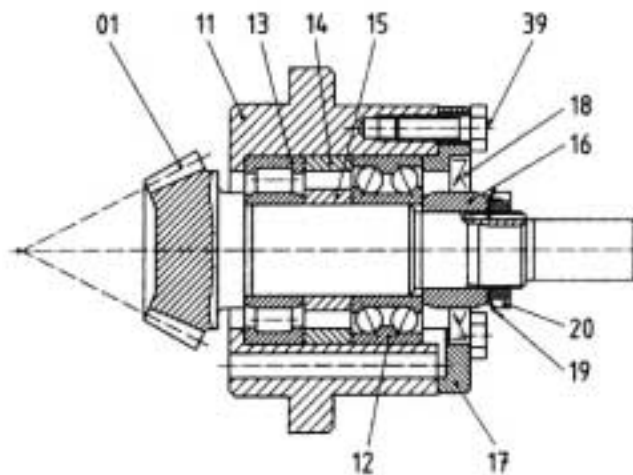
- für das dargestellte System können Berechnungen zum Antrieb, zum Getriebe und zu den Zahnrädern durchgeführt werden
- Getriebe und Arbeitsmaschine sind durch eine Scheibenkupplung (DIN 116) verbunden
- Scheibenkupplung soll defekt sein, Demontage beschreiben und Scheibenkupplung (DIN 116) unter Angabe des Wellendurchmessers mithilfe des Tabellenbuches zeichnen
- bei der Demontage den Einsatz von Hebezeugen planen
- als Arbeitsmaschine kann eine Pumpe geplant werden

Beispiel – Lernsituation 10.2 – Winkelgetriebe

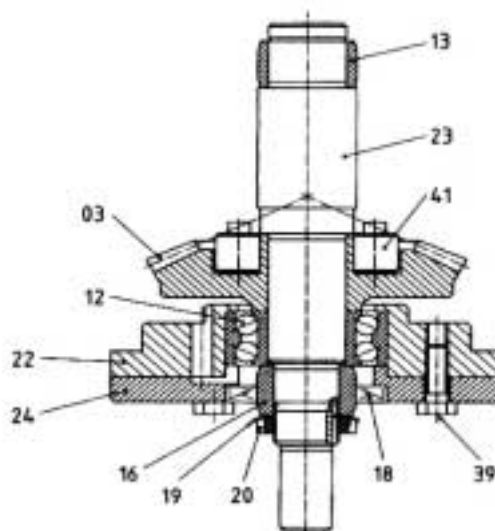
Bezeichnung der Baugruppe Winkelgetriebe WGT 100 Zeichn.-Nr. A 110-10000-000					
Pos. Nr.	Mei- ße	Bezeichnung	Normblatt Normbezeichnung	Zeichn.- Nr.	Bezeichnung
00	-	Winkelgetriebe Ausführung A		110-10000-001	Ausführung A
01	1	Kugellager	ISO 30	110-10000-101	m = 2 mm N ₁ = 20
02	-	-	-	110-10000-102	m = 2 mm N ₂ = 20
03	1	Exp.-Ring	ISO 30	110-10000-103	m = 2 mm N ₃ = 20
04	-	-	-	110-10000-104	m = 2 mm N ₄ = 20
05	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-105	m = 2 mm N ₅ = 20
06	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-106	m = 2 mm N ₆ = 20
07	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-107	m = 2 mm N ₇ = 20
08	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-108	m = 2 mm N ₈ = 20
09	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-109	m = 2 mm N ₉ = 20
10	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-110	m = 2 mm N ₁₀ = 20
11	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-111	m = 2 mm N ₁₁ = 20
12	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-112	m = 2 mm N ₁₂ = 20
13	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-113	m = 2 mm N ₁₃ = 20
14	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-114	m = 2 mm N ₁₄ = 20
15	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-115	m = 2 mm N ₁₅ = 20
16	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-116	m = 2 mm N ₁₆ = 20
17	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-117	m = 2 mm N ₁₇ = 20
18	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-118	m = 2 mm N ₁₈ = 20
19	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-119	m = 2 mm N ₁₉ = 20
20	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-120	m = 2 mm N ₂₀ = 20
21	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-121	m = 2 mm N ₂₁ = 20
22	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-122	m = 2 mm N ₂₂ = 20
23	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-123	m = 2 mm N ₂₃ = 20
24	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-124	m = 2 mm N ₂₄ = 20
25	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-125	m = 2 mm N ₂₅ = 20
26	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-126	m = 2 mm N ₂₆ = 20
27	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-127	m = 2 mm N ₂₇ = 20
28	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-128	m = 2 mm N ₂₈ = 20
29	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-129	m = 2 mm N ₂₉ = 20
30	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-130	m = 2 mm N ₃₀ = 20
31	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-131	m = 2 mm N ₃₁ = 20
32	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-132	m = 2 mm N ₃₂ = 20
33	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-133	m = 2 mm N ₃₃ = 20
34	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-134	m = 2 mm N ₃₄ = 20
35	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-135	m = 2 mm N ₃₅ = 20
36	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-136	m = 2 mm N ₃₆ = 20
37	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-137	m = 2 mm N ₃₇ = 20
38	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-138	m = 2 mm N ₃₈ = 20
39	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-139	m = 2 mm N ₃₉ = 20
40	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-140	m = 2 mm N ₄₀ = 20
41	1	Getriebegehäuse Ausführung A		110-10000-141	m = 2 mm N ₄₁ = 20



Vormontage der Teilgruppe A:



Vormontage der Teilgruppe B:



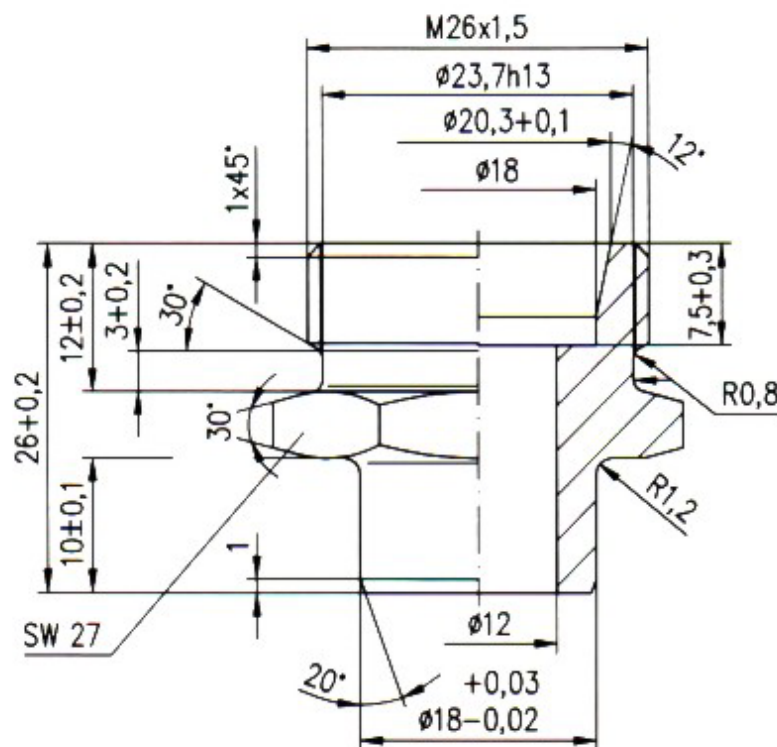
didaktisch-methodische Anregungen:

- **Kundengespräch:**
 - der Kunde beschreibt Geräusche im Getriebe und am Gehäuse ist ein Riss zu erkennen
- Pflichtenheft in Absprache mit dem Kunden erstellen
- Riss im Gehäuse:
 - es erfolgt eine Prüfung, ob dieser Riss mithilfe der Fertigungsverfahren Schweißen oder Kleben beseitigt werden kann
 - Überprüfung, ob Gehäuse nach dieser Reparatur noch den technischen Anforderungen entspricht
- Geräusche im Getriebe:
 - zum Beispiel: Ritzelwelle (Pos.1) defekt
 - die Lehrlinge planen mithilfe der Gesamtzeichnung die Demontage und Montage des Winkelgetriebes
 - hierbei sollen sie erkennen, dass eine Vormontage von Baugruppen notwendig wird
 - Montageplatzgestaltung und Montageorganisationen in Betrieben

Beispiel – Lernsituation 11.1 – Feststellen der Maschinenfähigkeit bei einem Drehautomaten

Situationsbeschreibung:

Der abgebildete Ansatzstutzen soll auf einem CNC-Drehautomaten gefertigt werden. Der Kunde fertigt für das Durchmessermaß 18 mm vor der Auftragserteilung einen Nachweis der Maschinenfähigkeit.



didaktisch-methodische Anregungen:

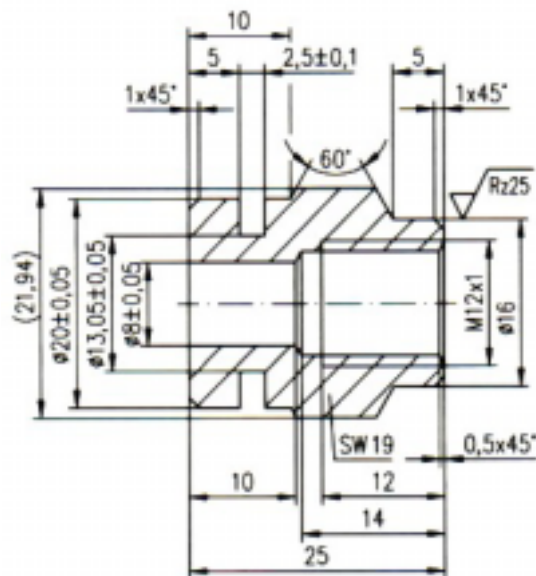
Arbeitsauftrag analysieren

- Prüfmerkmale festlegen
- Entscheidungen zum Nachweis der Maschinenfähigkeit treffen und begründen
- Prüfumfang bestimmen
- Maschinenfähigkeitsuntersuchung (MFU) planen
 - Auswahl geeigneter Messmittel mit Begründung
 - Prozessdatenaufnahme mit einem geeigneten Tabellenkalkulationsprogramm
- Maschinenfähigkeitsuntersuchung durchführen
 - Messwerte in Tabellenkalkulationsprogramm übernehmen
 - vollständige Maschinenfähigkeitsuntersuchung durchführen
 - Ergebnis beurteilen
- Maschinenfähigkeitsuntersuchung bewerten
 - nach Auftragsvorgaben und festgelegten Verfahren Ergebnisse bewerten
 - beurteilen der Prozessdatenaufnahme und der Prozessdatendokumentation

Beispiel – Lernsituation 11.2 – Feststellen der Maschinenfähigkeit mit Wahrscheinlichkeitsgerade – Verbindungsstück

Situationsbeschreibung:

Für das abgebildete Verbindungsstück ist vor der Annahme eines Großauftrages der Nachweis der Maschinenfähigkeit zu erbringen. Der firmeninterne Ablaufplan sieht für einen solchen Nachweis u. a. das Hilfsmittel „Wahrscheinlichkeitsgerade“ vor. Führen Sie diesen Nachweis durch!



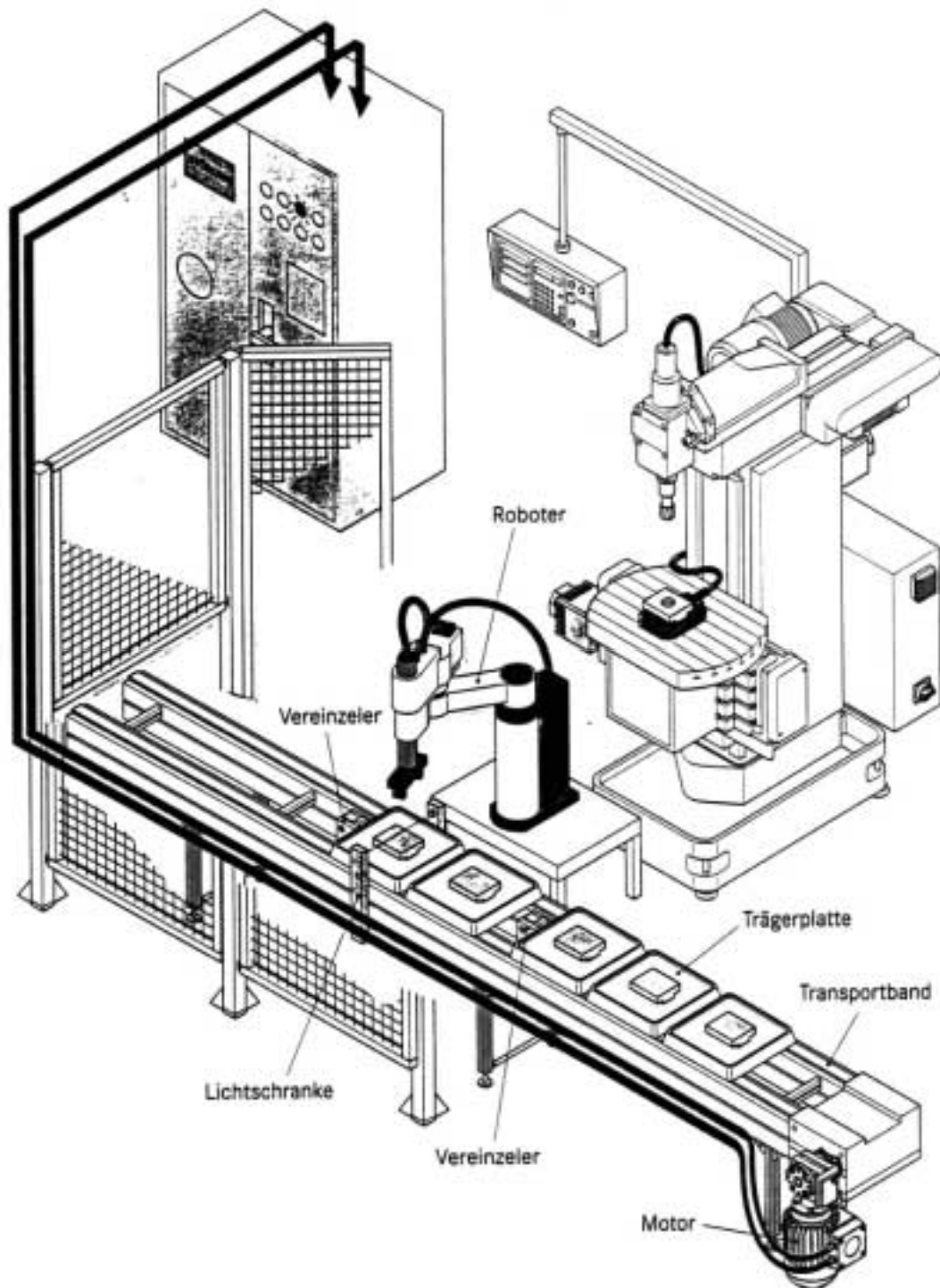
didaktisch-methodische Anregungen:

- Arbeitsauftrag analysieren
 - Vorschläge für Maße machen, die für MFU in Frage kommen
- Maschinenfähigkeitsuntersuchung planen
 - Bestimmung der *Klassenzahl* k , der *Klassenweite* w und der *Klassenober-* sowie der *Klassenuntergrenze* anhand der Messwerte und eintragen in die Häufigkeitstabelle
 - Ermittlung der Messwerte die in der Häufigkeitstabelle liegen, mittels Strichliste
 - Eintragen der *Häufigkeit* f an entsprechender Stelle der Häufigkeitstabelle
- Maschinenfähigkeitsuntersuchung durchführen
 - Für das Maß $\varnothing 20 \pm 0,05$ mm die Wahrscheinlichkeitsgerade gemäß Planung erstellen

Zeit	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	00:00
x_1	20,00	19,97	20,02	20,00	20,02	20,04	20,01	19,99	20,03	20,01
x_2	19,99	20,00	20,00	20,02	20,00	20,04	20,02	20,01	19,99	20,01
x_3	19,96	20,04	19,97	20,00	20,01	20,03	19,98	20,03	20,01	20,00
x_4	19,98	19,99	20,03	20,03	20,05	20,05	19,98	20,01	20,01	20,01
x_5	20,02	20,03	20,04	20,04	19,99	20,04	20,01	20,02	20,01	20,03

- Maschinenfähigkeitsuntersuchung bewerten
 - Beurteilen, ob mit dem eingesetzten Verfahren der Maschinenfähigkeitsnachweis erbracht werden kann

Beispiel – Lernsituation 12.2 – Instandhalten der Bearbeitungsstation



didaktisch-methodische Anregungen:

- die Bearbeitung als technisches System analysieren lassen
- das Transportband zur ereignisorientierten Instandhaltung auswählen
- dazu eine komplette Schadensanalyse in Tabellenform durchführen
- die Maßnahmen der Wartungsarbeiten, Inspektionsarbeiten und Instandsetzungsarbeiten erarbeiten und dokumentieren

Beispiel – Lernsituation 12.2 – Schadensanalyse**1. Schadensanalyse (Arbeitsblatt)**

Verschleißarten	Auftreten des Verschleißes	Verhinderung des Verschleißes	Hinweise
<i>Gleitverschleiß</i>			
<i>Roll- und Wälzverschleiß</i>			
<i>Prall- oder Stoßverschleiß</i>			
<i>Schwingungverschleiß</i>			
<i>Diffusionsverschleiß</i>			

<i>Spülverschleiß und Kavitation</i>			

Beispiel – Lernsituation 12.2 – Schadensanalyse – Lösung**1. Schadensanalyse – Lösungen**

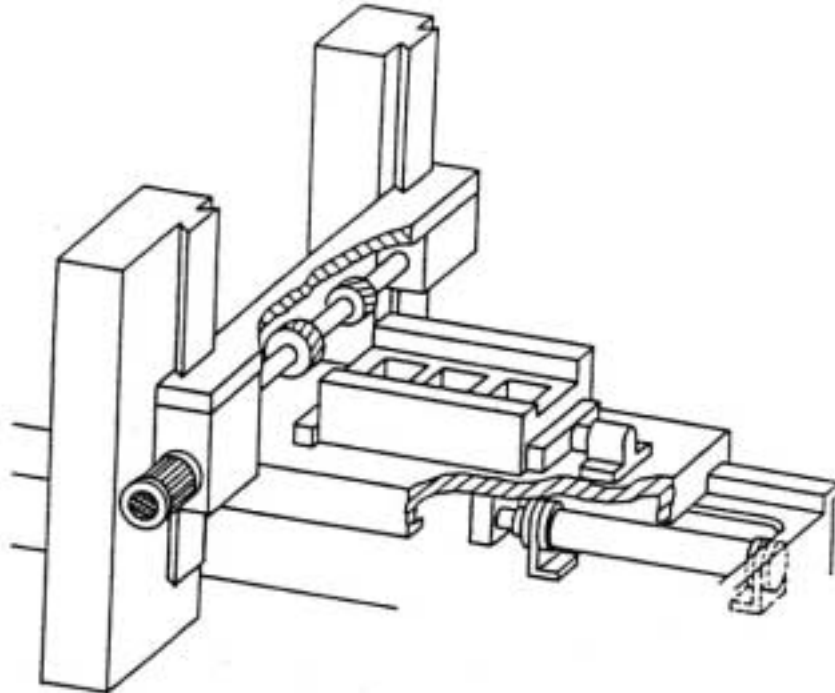
Verschleißarten	Auftreten des Verschleißes	Verhinderung des Verschleißes	Hinweise
<i>Gleitverschleiß</i> Abtragung – Abrasion	bei Überhitzung und Schmierstoffmangel	Einsatz von Schmierstoffen mit unterschiedlicher Viskosität in Abhängigkeit vom Werkstoff und von der Geschwindigkeit/auftretende Kräfte	Oberflächenbeschaffenheit der Bauteile beachten Messen der Oberflächenbeschaffenheit
<i>Roll- und Wälzverschleiß</i> Grübchenbildung	in Wälzlager, bei Zahnflanken von Getrieben entsteht eine Oberflächenzerrüttung	Belastung der Bauteile ist zu beachten, ebenso der Einsatz spröder Werkstoffe	
<i>Prall- oder Stoßverschleiß</i> Adhäsion	in Wälzlager, bei Zahnflanken von Getrieben entsteht eine Oberflächenzerrüttung durch stoßartige Belastung	Belastung der Bauteile ist zu beachten ebenso der Einsatz spröder Werkstoffe	
<i>Schwingungverschleiß</i> Passungsrost-Korrosion	an ruhenden Passflächen treten Schwingungen auf – diese führen zu Verschweißungen		
<i>Diffusionsverschleiß</i>	die tribochemischen Vorgänge entstehen bei hohen Temperaturen und hohen Druck	Einsatz bestimmter Werkstoffe, die nicht miteinander reagieren (auf chemischem Weg)	

<i>Spülverschleiß und Kavitation</i> Erosion – Hohlraumbildung (Diffusionsvorgänge)	durch Flüssigkeiten und Gase werden Teilchen aus der Oberfläche durch ständige Oberflächenreibung weggespült; das Aufschlagen von Gasbläschen auf die Oberfläche bewirkt das Herausreißen der Werkstoffteilchen; es entsteht ein Hohlraum		
---	--	--	--

Beispiel – Lernsituation 13.1 – „Ständerfräsmaschine“
Elektrohydraulische Steuerung und hydraulische Systemtechnik

Die Ständerfräsmaschine fertigt in einem Arbeitsgang Gleitbahnen (Gleitführungen) von Werkzeugmaschinenbetten. Die Vorschubbewegung der Fräsmaschine wird hydraulisch ausgeführt und das Spannfutter wird hydraulisch betätigt.

Technologieschema:



Mögliche Arbeitsaufträge:

- Lesen Sie den vorgegebenen Hydraulikschaltplan für den Spann- und den Vorschubzylinder.
- Beschreiben Sie das Geschwindigkeitsverhalten des Vorschubzylinders.
- Erstellen Sie für den Hydraulikschaltplan des Vorschubzylinders den Stromlaufplan.
- Wählen Sie für die Fräsmaschine erforderliche Hydraulikzylinder aus.
- Ermitteln Sie den Förderstrom der Hydraulikpumpe und wählen Sie aus Datenblättern eine Hydraulikpumpe aus.
- Bestimmen Sie die erforderliche elektrische Antriebsleistung.
- Berechnen Sie die erforderlichen Durchmesser der Druck- und Rückflussleitungen.

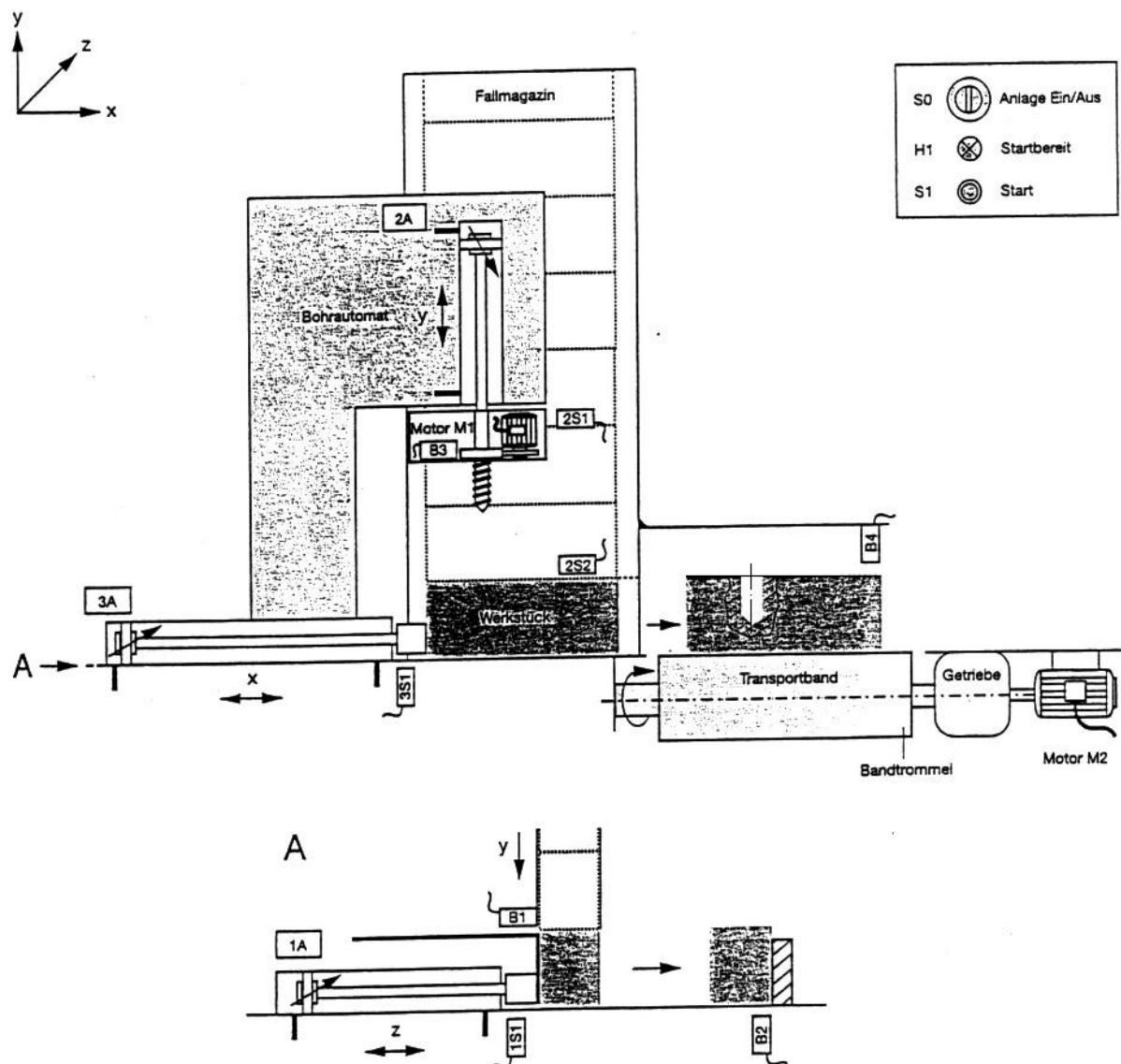
Für die Lösung der systemtechnischen Aufträge sind Bedingungen und Werte vorzugeben, z. B.:

- Strömungsgeschwindigkeit in Druck- und Rückflussleitungen
- Schließgeschwindigkeit der Spannbacken und Spannkraft
- Arbeits-, Eilgang- und Rückfahrgeschwindigkeit des Vorschubzylinders
- Wirkungsgrad der Zylinder und volumetrischer Wirkungsgrad
- Systemdruck der Anlage

Beispiel – Lernsituation 13.2 – „Bohrvorrichtung“
Elektropneumatische Anlage optimieren und in eine speicherprogrammierte Steuerung wandeln

An der Bohrvorrichtung werden Werkstücke aus einem Fallmagazin einer Bohrmaschine zugeführt, indem Zylinder 1A die Werkstücke aus dem Magazin gegen einen Anschlag drückt und sie spannt. Der Motor M1 erzeugt jetzt die Schnittbewegung für den Bohrer, der dann durch Zylinder 2A die Vorschubbewegung ausführt.

Technologieschema:



Mögliche Arbeitsaufträge:

- Lesen Sie den vorgegebenen Pneumatikplan und den Stromlaufplan für die Ansteuerung des Motors M1 und die Zylinder 1A und 2A und beschreiben Sie den Steuerungsablauf.
- Zeichnen Sie für den vorgegebenen Ablauf das Weg-Schritt-Diagramm.
- Überprüfen Sie die Steuerungsbeschreibung durch den Aufbau der Steuerung.

Steuerungserweiterung:

Die Bohrvorrichtung wird durch ein Transportband, das die gebohrten Werkstücke zur nächsten Bearbeitungsstation befördert, durch den Zylinder 3A, der die gebohrten Werkstücke auf das Transportband schiebt, und durch ein Bedienfeld erweitert.

Für den Steuerungsablauf in der erweiterten Fassung gelten folgende Randbedingungen:

- Einbau eines Hauptschalters S0 zum Ein- und Ausschalten der Anlage.
- Meldeleuchte H1 signalisiert die Startbereitschaft der Anlage.
- Starttaster S1 und das Vorhandensein von Werkstücken im Fallmagazin ermöglichen einen Start der Anlage.
- Zylinder 2A (Bohren) darf erst ausfahren, wenn Zylinder 1A (Schieben/Spannen) die Werkstücke mit einem Spanndruck von 5 bar hält.
- Zylinder 3A (Schieben) darf erst ausfahren, wenn die Zylinder 1A und 2A eingefahren sind.
- Zur Einhaltung von Taktzeiten darf der Antriebsmotor der Bandtrommel M2 erst 5 Sekunden nach dem Einfahren von Zylinder 3A starten.
- Zur Erhöhung der Bediensicherheit wird eine NOT-AUS-Schaltung installiert. Nach dem Auslösen des NOT-AUS-Signals fahren die Zylinder 1A und 2A sofort ein (hintere Endlage) und Zylinder 3A bleibt sofort stehen und ist entlüftet.

Mögliche Arbeitsaufträge:

- Die Steuerungserweiterungen mit den entsprechenden Bedingungen sind im Pneumatikplan, im Stromlaufplan und im Weg-Schritt-Diagramm einzuarbeiten.
- Überprüfen Sie die Lösung durch den Aufbau der Steuerung (evtl. Fehlersuche).
- Wählen Sie für die Signalglieder B1 bis B4 geeignete Bauteile aus.

Umwandlung der verbindungsprogrammierten Steuerung (VPS) in eine speicherprogrammierte Steuerung (SPS)

Die Steuerung der „Bohrvorrichtung“ in der erweiterten Fassung wird von der verbindungsprogrammierten Lösung in eine speicherprogrammierte Lösung umgewandelt.

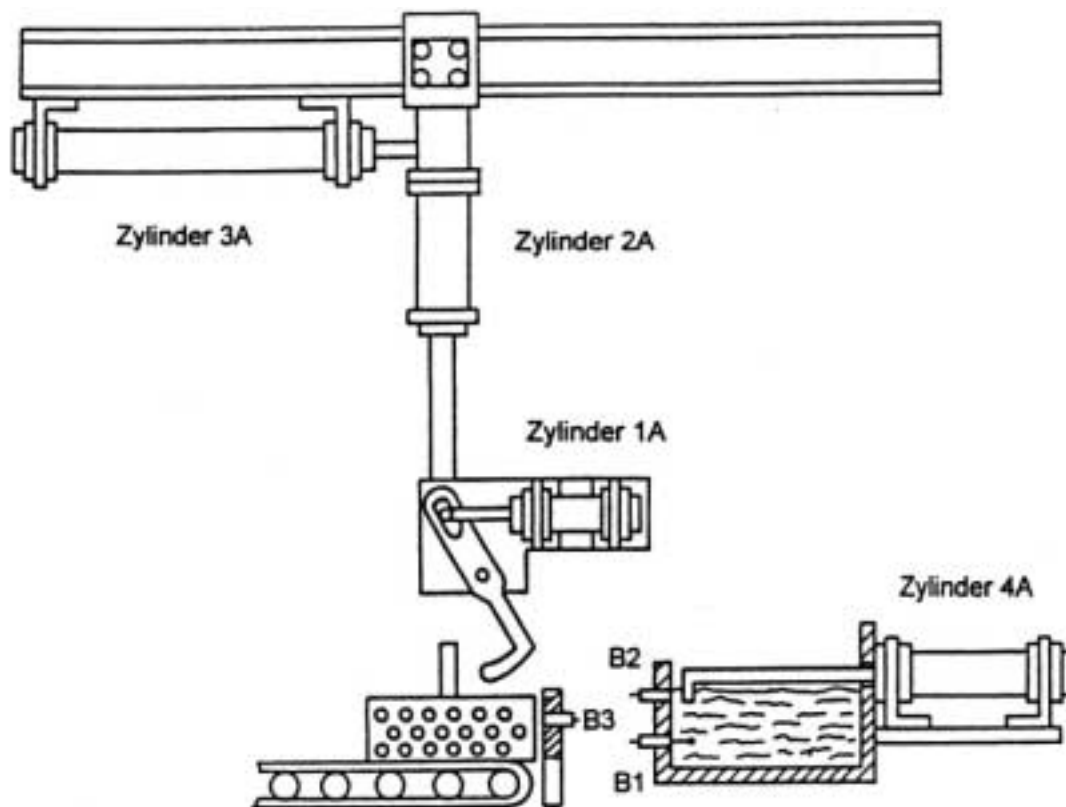
Mögliche Arbeitsaufträge:

- Beschreiben Sie den Grundaufbau einer SPS.
- Welche SPS-Programmiersprachen kennen Sie?
- Beschreiben Sie den Aufbau einer Steueranweisung.
- Erstellen Sie den Funktionsplan und die Zuordnungsliste für die „Bohrvorrichtung“.
- Stellen Sie den Steuerungsablauf der „Bohrvorrichtung“ im Kontaktplan dar.
- Schreiben Sie das SPS-Programm der „Bohrvorrichtung“ in der Programmiersprache „Anweisungsliste“ (AWL).
- Bauen Sie die Steuerung auf und programmieren Sie den Steuerungsablauf (evtl. Fehlersuche).
- Vergleichen Sie Vor- und Nachteile einer SPS gegenüber der VPS.

Beispiel	–	Lernsituation	13.3	–	Verzinnungsanlage
Planen und Inbetriebnehmen einer speicherprogrammierbaren Steuerung					

In einem Zinnbad werden Kleinteile verzinnt, die in einem Korb über ein Transportband herantransportiert werden. Zylinder 1A klinkt den Korb ein. Zylinder 2A hebt oder senkt den eingehängten Korb. Zylinder 3A verschiebt über Zylinder 2A den eingehängten Korb. Zylinder 4A entfernt die Oxidschicht auf dem Zinnbad.

Technologieschema:



Randbedingungen:

- „Automatikbetrieb“ wird durch den Taster S1 eingeschaltet und durch S2 ausgeschaltet.
- Ist „Automatikbetrieb“ gewählt, dann leuchtet Kontroll-Lampe H1.
- Ist „Automatikbetrieb“ ausgeschaltet, dann meldet Kontroll-Lampe H4 einen ankommenden Materialkorb.
- Taster S3 startet die Betriebsart „Handbetrieb“.
- Hat das Zinnbad Betriebstemperatur, dann leuchtet Lampe H2.
- Kontroll-Lampe H3 leuchtet bei Unterschreitung der Füllhöhe des Tauchbads.

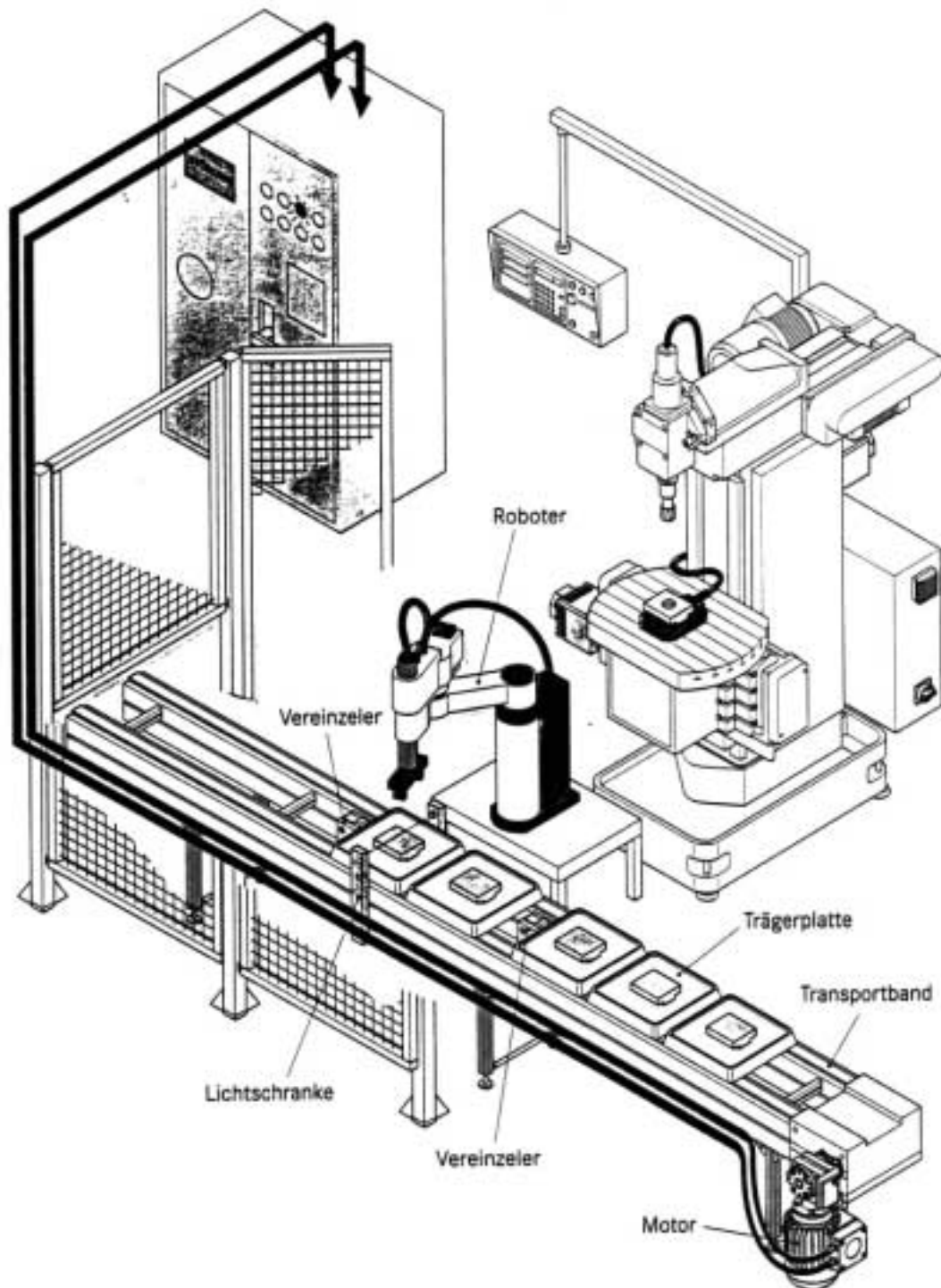
Mögliche Arbeitsaufträge:

- Lesen Sie den vorgegebenen Pneumatikplan und leiten Sie den Funktionsplan und das Weg-Schritt-Diagramm ab.
- Wenden Sie die Betriebsarten „Automatik-Betrieb“ und „Handbetrieb“ an.
- Schreiben Sie ein SPS-Anwenderprogramm in der Funktionsbaustein-Sprache (FBS) und in der Anweisungsliste (AWL).
- Testen Sie Ihre Lösung durch Aufbau der Steuerung (evtl. Fehlersuche).

**Beispiel – Lernsituation 13.4 – Flexibles Fertigungssystem
Handhabungssysteme zur Prozessoptimierung einsetzen**

An einer Bearbeitungsstation sollen Werkstücke auf einer Senkrechtfräsmaschine bearbeitet werden. Ein Handhabungsroboter führt die Werkstücke der Fräsmaschine zu.

Technologieschema:



Mögliche Arbeitsaufträge:

- Analysieren Sie die Bearbeitungsstation „Fräsen“.
- Fertigen Sie für diese Bearbeitungsstation eine Systembeschreibung an (Energie-, Stoff- und Informationsfluss).
- Erläutern Sie die Arten der Handhabungseinrichtungen.
- Beschreiben Sie den Aufbau von Industrierobotern.
- Unterscheiden Sie die Industrieroboter in ihre Bauarten und geben Sie Anwendungsbeispiele an.
- Wählen Sie einen Industrieroboter für die Bearbeitungsstation „Fräsen“ aus. Begründen Sie Ihre Entscheidung.
- Lesen und analysieren Sie das vorgegebene Roboterprogramm. Leiten Sie den prinzipiellen Aufbau des Programms (Programmstruktur) ab.

Umwandlung der Bearbeitungsstation „Fräsen“ in ein flexibles Fertigungssystem

In einem flexiblen Fertigungssystem gibt es außer der Maschinenvernetzung (ein Roboter mit mehreren Bearbeitungsmaschinen) auch die Materialfluss- und Datenflussvernetzung. Folgende Bedingungen werden zur Planung vorgegeben:

- Angaben zum Werkstück (Material, Masse, Geometrie, evtl. Zeichnung)
- Werkstückbearbeitung auf einer CNC-Dreh- und CNC-Fräsmaschine
- Werkstückbearbeitung soll in Reihe (gegebenenfalls auch parallel) erfolgen
- Prozessüberwachung der Werkstückqualität erfolgt auf einer CNC-Messmaschine
- Angaben zum Werkstücktransport (z. B. Transportband oder Palette)
- Werkstückweitertransport abhängig vom Prüfergebnis der CNC-Messmaschine:
 - „GUT“: Werkstück auf Abholposition stellen (Transportband bzw. Palette)
 - „NACHARBEIT“: Werkstück dem Bearbeitungsprozess zuführen
 - „AUSSCHUSS“: Werkstück in den Ausschussbehälter ablegen

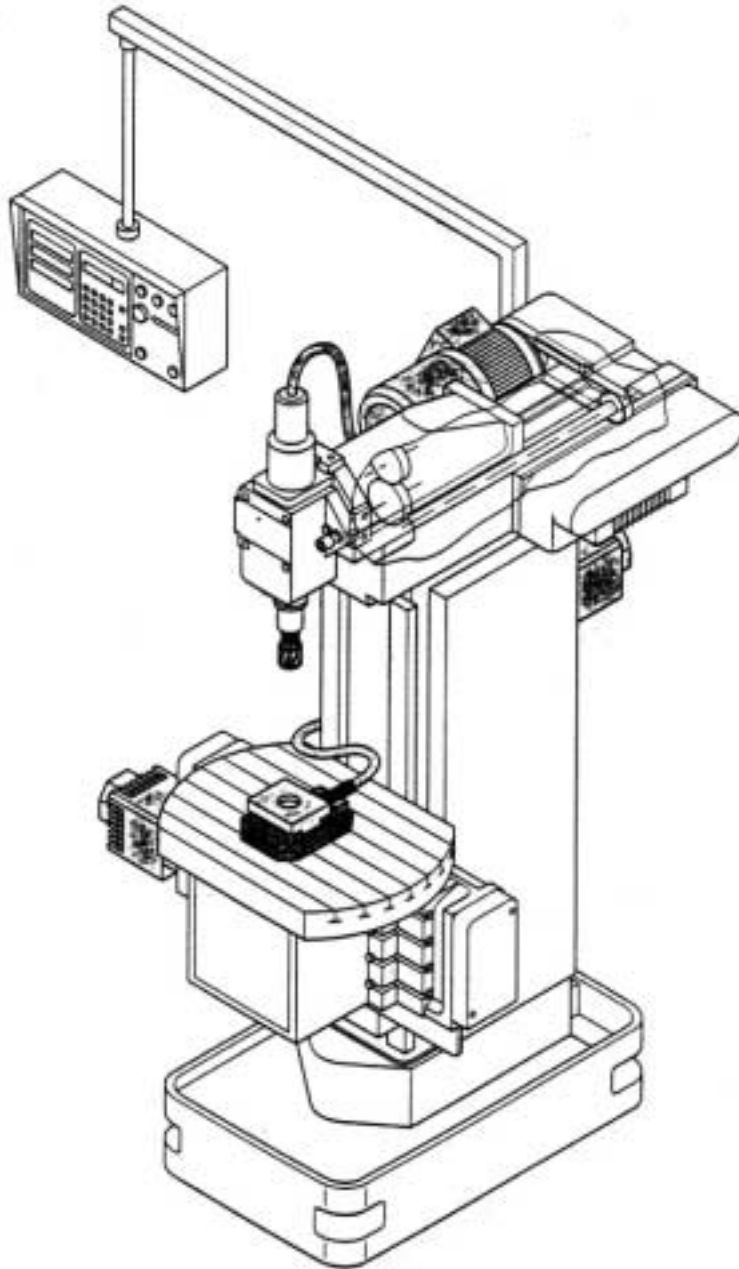
Mögliche Arbeitsaufträge:

- Planen Sie die Maschinenanordnung nach den vorgegebenen Bedingungen.
- Analysieren Sie technische Dokumentationen über Industrieroboter.
- Wählen Sie für die genannten Einsatzbedingungen einen Industrieroboter aus. Begründen Sie Ihre Auswahl.
- Erstellen Sie eine Planungsskizze für den Materialfluss.
- Planen Sie die Bewegungen des Industrieroboters.
- Erstellen Sie den Programmablaufplan.
- Schreiben Sie den Programmcode für die vom Roboterhersteller vorgesehene Programmiersprache.
- Geben Sie mithilfe des Handprogrammiergerätes der Robotersteuerung die Bewegungsanweisungen vor. Fahren Sie die Bewegungspunkte an und speichern Sie sie ab (Programmierbetrieb).
- Testen Sie das eingegebene Programm im Einrichtebetrieb und nehmen Sie gegebenenfalls Korrekturen vor.
- Erkennen Sie den Gefahrenbereich des Roboters und planen Sie erforderliche Schutz-einrichtungen.
- Protokollieren Sie die Einrichtetätigkeit als Voraussetzung für den Automatikbetrieb.

Beispiel – Lernsituation 13.5 – CNC-Fräsmaschine
Regelungsvorgänge in automatisierten Fertigungsprozessen erkennen

An der Bearbeitungsstation (vgl. Lernsituation 13.4) werden die Werkstücke auf einer CNC-Fräsmaschine bearbeitet.

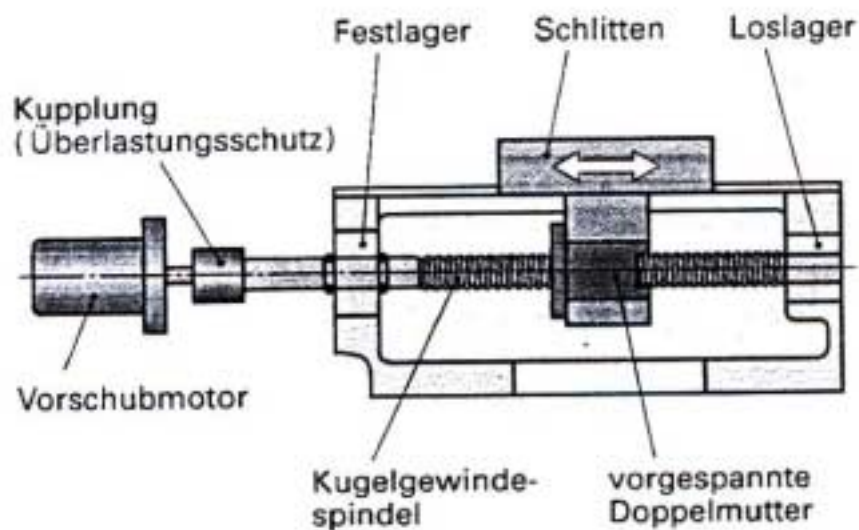
Technologieschema:



Mögliche Arbeitsaufträge:

- Analysieren Sie die Funktionseinheiten der Fräsmaschine.
- Beschreiben Sie die Besonderheiten der Steuerungs- und Regelungseinheiten dieser Fräsmaschine.
- Vergleichen Sie die Unterschiede zwischen einer Steuerung und einer Regelung.
- Fertigen Sie eine Prinzipdarstellung des Frässpindeltriebes mit Drehzahlregelung an.
- Erstellen Sie den Wirkungsplan eines Regelkreises.

Neben der Drehzahlregelung der Frässpindel ist die Lageregelung in der Vorschubausübung besonders bedeutsam. Der Vorschubantrieb an der CNC-Fräsmaschine mit einer Kugelgewindespindel.



Mögliche Arbeitsaufträge:

- Entwickeln Sie die Prinzipdarstellung des Lageregelkreises für den Vorschubantrieb der Fräsmaschine.
- Beschreiben Sie die unterschiedlichen Möglichkeiten der Wegmessung.
- Erläutern Sie die Unterschiede zwischen den unstetigen Reglern und den stetigen, analogen Reglern.
- Beschreiben Sie das unterschiedliche Schaltverhalten der analogen Regler.
- Wählen Sie für die Drehzahlregelung der Frässpindel und für den Vorschubantrieb geeignete Regler aus. Begründen Sie Ihre Entscheidung.

Beispiel – Lernsituation 14.1 – Zahnradpumpe

Projektdefinition: Zahnradpumpe

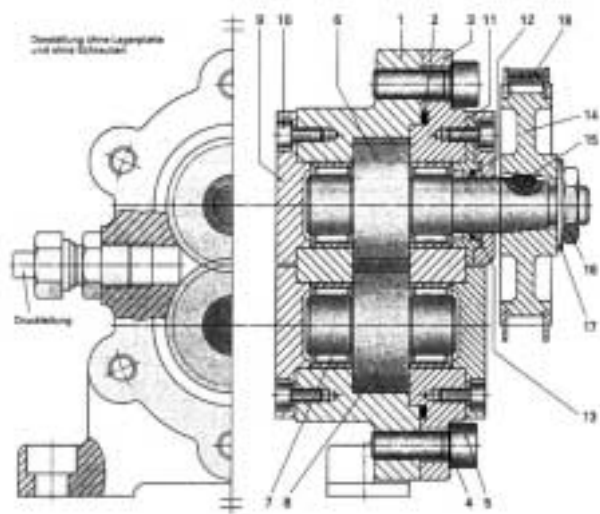
- die Zahnradpumpe dient zur Schmierölversorgung einer Presse
- der Kunde legt im Lastenheft Folgendes fest:

Lastenheft:

- die Antriebswelle der Pumpe ist nach kurzer Betriebsdauer gebrochen
- zwischen Pumpengehäuse (Pos.1) und Abschlussdeckel (Pos.9) tritt Öl aus
- Reparatur und Beanspruchungsuntersuchungen während des Pumpenbetriebes gewünscht
- Erarbeitung eines Wartungsplanes

Technische Daten:

- Pumpe:
 - Volumenstrom $Q = 0,6 \text{ l/min}$
 - Betriebsdruck $p_e = 12 \text{ bar}$
- Zahnräder:
 - Modul $m = 1,5 \text{ mm}$
 - Zähnezahl $z = 24$
 - Kopfspiel $c = 0,25 \text{ mm}$

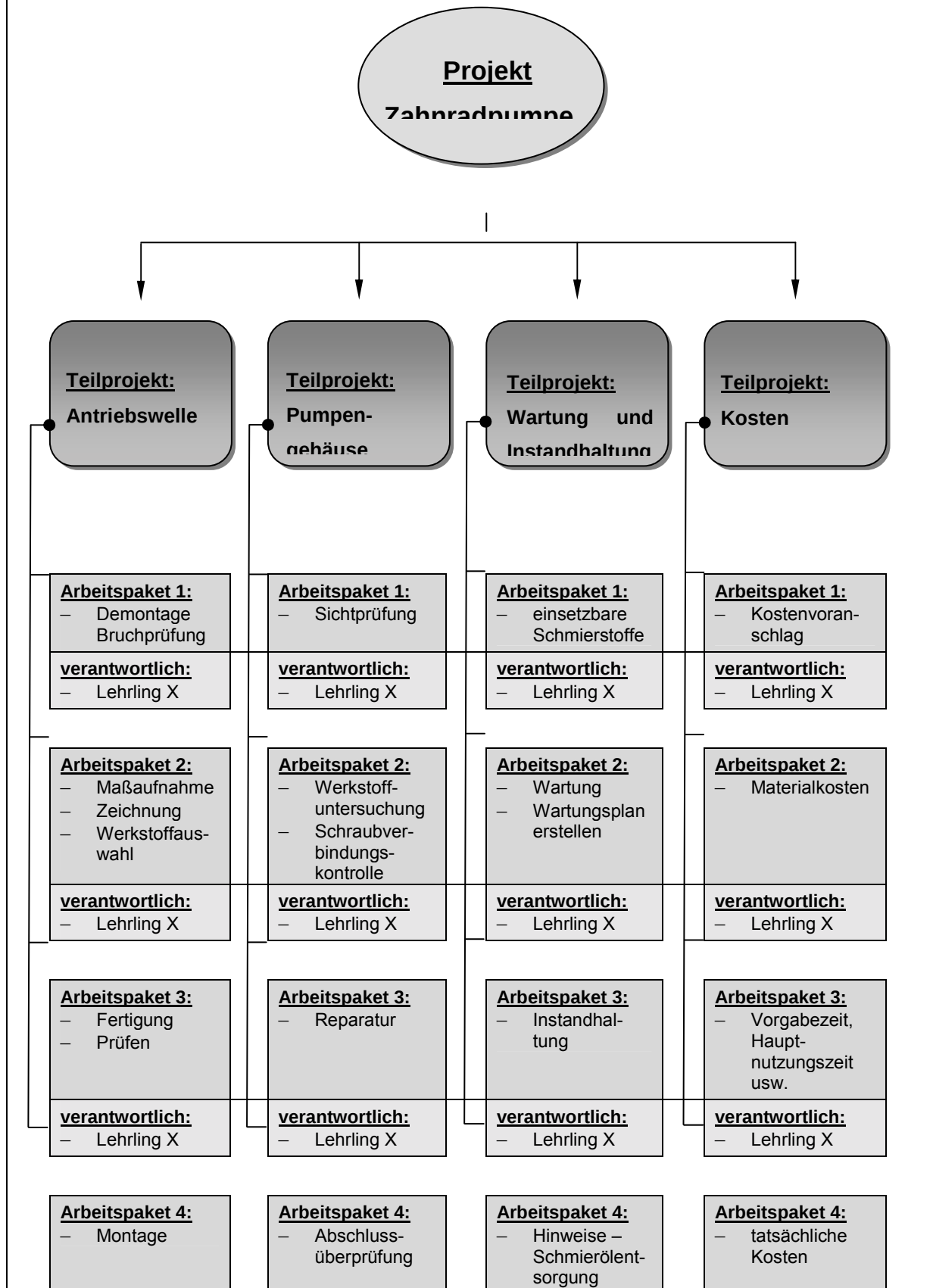


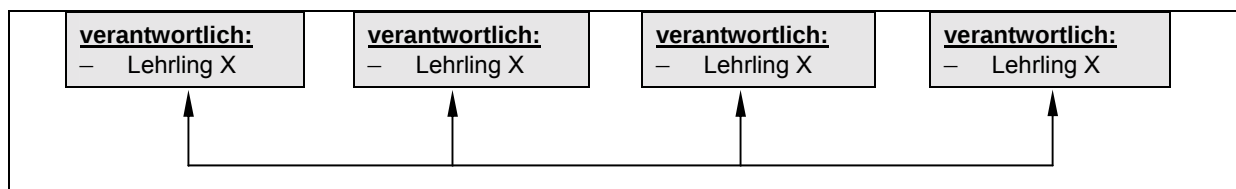
Teilelistenauszug

Pos.	Benennung	Pos.	Benennung
1	Pumpengehäuse	10	Zylinderschraube ISO4762-M8x20-8.8
2	O- Ring DIN 371-...x2-S-NBR70	11	Stützring
3	Lagerplatte	12	Zentrierdeckel
4	Zahnscheibe DIN 6796-a8,4-FSt	13	Wellen- Gleitdichtring
5	Zylinderschraube ISO4762-M8x20-8.8	14	Zahnriemenscheibe
6	Antriebswelle	15	Scheibenfeder
7	Nadellager DIN 617-RNA4901	16	Scheibe
8	Pumpenritzel	17	Sechskantmutter
9	Abschlussdeckel	18	Zahnriemen

Projektplanung:

- Projektstrukturplan: siehe Vorlage mit Änderungen „Projektstrukturplan“





Pflichtenheft:

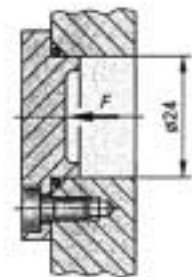
- wird vom Auftragnehmer erstellt, z. B.:
 - zu bestellende Materialien
 - durchzuführende Arbeiten
 - dazu benötigte Zeit und Maschinen
 - Material-, Maschinen- und Lohnkosten
 - Prüfmiteileinsatz
 - Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen
 - Terminplanung
 - während der Durchführung des Projektes können Situationen entstehen, z. B. bestelltes Material ist nicht termingerecht lieferbar, welche nicht im Voraus planbar sind
 - diese Aspekte müssen nachträglich in die Planung einfließen

Projektdurchführung und -kontrolle:

- z. B. Pumpengehäuse/Arbeitspaket 2:

Technische Daten:

Der Abschlussdeckel (Pos.9) ist mit 3 Zylinderschrauben DIN 7984 – M5 x 12 – 8.8 (Pos.10) an dem Pumpengehäuse (Pos.1) befestigt.
Pumpengehäuswerkstoff: X 5 Cr Ni Mo 17 – 12 – 2



- folgende Ursachenmöglichkeiten für den Ölaustritt können untersucht werden:
 - konstruktive Fehler:
 - mithilfe von Tabellen die Maße für Bohrung und Senkung zur Schraubenaufnahme im Abschlussdeckel (Pos. 9) ermitteln
 - Maße am Objekt überprüfen
 - Berechnung und Überprüfung der Mindesteinschraubtiefe
 - Beanspruchungen der Fügeverbindung:
 - Berechnung der durch den Öldruck hervorgerufenen Druckkraft auf den Abschlussdeckel (Pos. 9)
 - Berechnung der Zugspannungen, die auf die Zylinderschrauben (Pos. 10) wirken

Projektabschluss:

- Abnahme:
 - letzte Überprüfung, ob das Projektziel erreicht ist
 - Zahnradpumpe und Unterlagen werden dem Kunden vorgeführt und übergeben
- Abschlussanalyse:
 - Lehrlinge werten die durchgeführten Arbeiten, die aufgetretenen Probleme und die Zusammenarbeit aus
- Erfahrungssicherung:
 - Festlegung, welche Erkenntnisse und Lösungswege für spätere Projekte gesichert werden sollen
 - Festlegung, in welcher Form diese zu sichern sind
- Projektauflösung

Beispiel – Lernsituation 15.1 – Gewindeschneidemaschine

Das Umfeld der Maschine ist durch Schneidöl verunreinigt. Das dem Prozess überschüssig zugeführte Schneidöl muss am Boden durch Ölabsorber z.B. Sägespäne oder industrielle Produkte gebunden werden, um Umweltverschmutzung und Arbeitssicherheit zu gewährleisten.

Möglicher Arbeitsauftrag:

- Finden Sie eine Möglichkeit, diese Öllache zu vermeiden, um dadurch den Verbrauch an Schneidöl zu senken, die Verwendung von Ölabsorber zu vermeiden und dem Umweltschutz gerecht zu werden.

Beispiel – Lernsituation 15.2 – Materiallager

Im Istzustand hat sich ein Materiallager entwickelt, das im Laufe des Bestehens ständig um Materialpositionen erweitert worden ist. Da eine Vorausplanung des Materialbestandes nicht möglich war, sind die Einzelpositionen ungeordnet und wenig übersichtlich abgelegt worden. Durch Platzmangel besteht eine teilweise Übereinanderschichtung von Material, was die Entnahme von Beständen erschwert. Außerdem sind Gefahrensituationen nur unter großer Vorsicht zu vermeiden. Beim Betreten des Materiallagers und bei der Entnahme des Materials besteht daher eine Unfallgefahr. Das Material ist schlecht erreichbar.

Möglicher Arbeitsauftrag:

- Das Lager soll umgestaltet werden, um die Unfallgefahr zu minimieren.

Beispiel – Lernsituation 15.3 – Montagegrube

Eine Montagegrube für Großfahrzeuge muss gelegentlich gereinigt werden. Dazu müssen die Lichtgitterroste entnommen werden. Diese werden mit hohem Kraftaufwand und unter zum Teil ungünstigen Körperhaltungen von Hand entfernt. Die Montagegrube ist ca. 5 m lang. Jeder Lichtgitterrost hat etwa eine Größe von 800 x 1000 x 30 mm und wiegt 20 kg.

Möglicher Arbeitsauftrag:

- Finden Sie eine Möglichkeit, diese Roste mit mechanischen Hilfsmitteln ergonomischer zu entfernen.

5.5 Quellenverzeichnis

Lernsituation 1.1 bis 1.3

- /1/ Kriebel, Jochen / Günther, Gerhard: Technische Kommunikation Metall-Grundlagen-1./2. Ausbildungsjahr. Cornelsen Verlag Schwann-Giradet. Düsseldorf, 1. Auflage 1991. S. 53+54
- /2/ Braun, Christof / Einloft, Manfred / Haffer, Rainer / Meier, Hans / Möller, Rainer / Offterdinger, Gunter / Pietrass, Siegfried / Schumacher, Klaus-Dieter / Timm, Jochen / Zeh, Erich: Metall Handwerkliche Grundkenntnisse. Verlag Handwerk und Technik. Hamburg, 2. Auflage 1995, S. 367

Lernsituation 2.1 bis 2.5 und 3.1 bis 3.3

- /3/ Kaese, Jürgen / Langanke, Lutz / Schmid, Karl-Georg / Sokele, Günter / Tiedt, Günther: Metalltechnik Grundwissen. Westermann Schulbuchverlag. 1. Auflage 2004 Braunschweig, S. 74; 76; 77; 78; 112; 151; 153; 180; 181; 184

Lernsituation 4.2

- /4/ Biehl, Oliver / Hengesbach, Klaus u. a.: Lernfelder Metalltechnik – Grundwissen. Bildungsverlag EINS GmbH. 1. Auflage 2004, S. 149

Lernsituation 5.1 bis 5.4

- /5/ Heinzler, Max / Leopold, Bernd / Maier, Emil / Schilling, Karl: Technische Kommunikation Fachzeichnen – Arbeitsplanung. Fachbildung Metalltechnik. Arbeitsblätter. EUROPA-Lehrmittel. 3. Auflage 1992, S. 10.1; 10.3
- /6/ Heinzler, Max / Leopold, Bernd / Maier, Emil / Schilling, Karl: Technische Kommunikation Fachzeichnen – Arbeitsplanung. Fachbildung Metalltechnik. Arbeitsblätter Lösungen. EUROPA-Lehrmittel. 3. Auflage 1992, S. 10.1; 10.3
- /7/ Hengesbach, K. / Hille, P. / Koch, P. / Lehberger, J. / Müser, D. / Pyzalla, G. / Quadflieg, W. / Schilke, W. / Schmidt, J.: Aufgabensammlung Industriemechanik. Berufsfeld Metall. Grundstufe und Fachstufen. Stam-Verlag. 2000, S. 65

Lernsituation 6.1 bis 6.3

- /8/ von der Heide, Volker / Hölken, Franz-Josef: Steuerungstechnik Metall, Lernsituationen – Arbeitsbuch, Bildungsverlag EINS GmbH Troisdorf, 11. Auflage 2004, S. 36 „Werkstor“
- /9/ von der Heide, Volker / Hölken, Franz-Josef: Steuerungstechnik Metall, Lernsituationen – Arbeitsbuch, Bildungsverlag EINS GmbH Troisdorf, 11. Auflage 2004, S. 60 „Fräsmaschine“

- /10/ von der Heide, Volker / Hölken, Franz-Josef: Steuerungstechnik Metall, Lernsituationen – Arbeitsbuch, Bildungsverlag EINS GmbH Troisdorf, 11. Auflage 2004, vergleiche S. 62 „Schaltwerk“ und S. 106 „Prägestation“

Lernsituation 7.1 bis 7.2

- /11/ Kaese, Jürgen / Rund, Wolfgang: Metalltechnik Fachbildung – Technische Kommunikation Industriemechanik/Arbeitsblätter. Westermann-Verlag. Braunschweig, 1. Auflage 1993, Arbeitsblatt 35
- /12/ Kaese, Jürgen / Lernet, Franz / Rund, Wolfgang: Metalltechnik Fachbildung – Technische Kommunikation Industriemechanik. Westermann-Verlag. Braunschweig, 1. Auflage 1993, S. 100-103
- /13/ Lernet, Franz / Rund, Wolfgang / Wetzler, Josef: Metalltechnik – Fachstufe Fachzeichnen. Westermann-Verlag. Braunschweig, 1. Auflage 1986, S. 153-156
- /14/ Falk, Dietmar / Gockel, Hans-Klaus / Landsknecht, Ulrich / Lernet, Franz / Schlossorsch, Bernd / Wetzler, Josef: Metalltechnik – Fachstufe/Maschinentechnische Berufe. Westermann-Verlag. Braunschweig, 2. Auflage 1985, S. 340

Lernsituation 8.3 bis 8.4

- /15/ Biehl, Oliver / Hengesbach, Klaus u. a.: Lernfelder Metalltechnik – Industriemechanik Prozesswissen. Bildungsverlag EINS GmbH. 1. Auflage 2005, S. 68 und 69

Lernsituation 9

- /16/ Dr. Dzieia, M. / Jagla, D. / Kaese, Jürgen usw.: Instandhalten technischer Systeme. Westermann Schulbuchverlag GmbH. Braunschweig, 1. Auflage 2004, S. 24
- /17/ Dr. Dzieia, M. / Jagla, D. / Kaese, Jürgen usw.: Instandhalten technischer Systeme. Westermann Schulbuchverlag GmbH. Braunschweig, 1. Auflage 2004, S. 30

Lernsituation 10.1 bis 10.3

- /18/ Falk, Dietmar / Bauer, Gerd / Tiedt, Günter / Werner, Rudolf: „Metalltechnik Fachbildung- Technische Mathematik“. Westermann Verlag. Braunschweig, 1. Auflage 1991, S. 145
- /19/ Kaese, Jürgen / Rund, Wolfgang: Metalltechnik Fachbildung – Technische Kommunikation Arbeitsblätter/Lösungen. Westermann Verlag. Braunschweig, 1. Auflage 2002, Arbeitsblatt 10-3 und 10-5
- /20/ Heinzler, Max / Maier, Emil / Schellmann, Bernhard / Stephan, Andreas: „Technische Kommunikation Metall/Grund- und Fachbildung – Informationsband“. Europa Verlag. Haan-Gruiten, 5. Auflage 2002, S. 209; 210; 212

Lernsituation 11.1 bis 11.2

- /21/ Biehl, Oliver / Hengesbach, Klaus u. a.: Lernfelder Metalltechnik – Industriemechanik Prozesswissen. Bildungsverlag EINS GmbH. 1. Auflage 2005, S. 117 und 118

Lernsituation 12

- /22/ Dr. Dzieia, M. / Jagla, D. / Kaese, Jürgen usw.: Instandhalten technischer Systeme. Westermann Schulbuchverlag GmbH. Braunschweig, 1. Auflage 2004, S. 78

Lernsituation 13.1 bis 13.4

- /23/ von der Heide, Volker / Hölken, Franz-Josef: Steuerungstechnik Metall, Lernsituationen – Arbeitsbuch, Bildungsverlag EINS GmbH Troisdorf, 11. Auflage 2004, S. 192 „Ständerfräsmaschine“
- /24/ PAL – Stuttgart / Abschlussprüfung Mechatroniker, Teil B Arbeitsplanung Sommer 2003 Blatt -1 (1)-, S30940 K2-schw.-weiß-210103, „Bohrvorrichtung“
- /25/ von der Heide, Volker / Hölken, Franz-Josef: Steuerungstechnik Metall, Lernsituationen – Arbeitsbuch, Bildungsverlag EINS GmbH Troisdorf, 11. Auflage 2004, S. 162 „Zinnbad“
- /26/ Dr. Dzieia, Michael / Jagla, Dieter / Kaese, Jürgen / Dr. Kirschberg, Uwe / Schmid, Karl-Georg / Seefelder, Walter: NEUE BERUFE, Instandhalten technischer Systeme, Westermann Schulbuchverlag GmbH Braunschweig 1. Auflage 2004, S. 78 „Bearbeitungsstation“
- /27/ Dr. Dzieia, Michael / Jagla, Dieter / Kaese, Jürgen / Dr. Kirschberg, Uwe / Schmid, Karl-Georg / Seefelder, Walter: NEUE BERUFE, Montieren/Demontieren technischer Systeme, Westermann Schulbuchverlag GmbH Braunschweig 1. Auflage 2003, S. 9 „Funktionseinheiten der Fräsmaschine“
- /28/ Dobler, Hans-Dieter / Doll, Werner / Fischer, Ulrich / Günter, Werner / Heinzler, Max / Dr. Ignatowitz, Eckhardt / Vetter, Reinhard: Fachkunde Metall, Verlag Europa-Lehrmittel 54. Auflage 2003, S. 484 Bild 2 „Vorschubantrieb mit Kugelgewindespindel“

Lernfeld 14

- /29/ Internet – <http://de.wikipedia.org/wiki/Projektdefinition>
- /30/ Dillinger, Josef / Fischer, Ulrich / Kilgus, Roland / Näher, Friedrich / Schädlich, Peter / Schellmann, Bernhard / Tyroller, Hans: „Rechenbuch Metall“. Europa Verlag. Haan-Gruiten, 29. neu bearbeitete Auflage 2002, S. 280 – 282

6 Literaturverzeichnis

- Bader, R.: Konstruieren von Lernfeldern – Eine Handreichung für Rahmenlehrplanausschüsse und Bildungsgangkonferenzen in technischen Berufsfeldern. In: Bader, R./Sloane, P. F. E. (Hrsg.): Lernen in Lernfeldern. Theoretische Analysen und Gestaltungsansätze zum Lernfeldkonzept. Beiträge aus den Modellversuchsverbünden NELE & SELUBA. Eusl - Verlagsgesellschaft mbH. Markt Schwaben 2000.
- Bader, R./Schäfer, B.: Lernfelder gestalten. Vom komplexen Handlungsfeld zur didaktisch strukturierten Lernsituation. In: Die berufsbildende Schule. Heft 50/7-8. Heckners Verlag Wolfenbüttel 1998.
- Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt: Ergänzende Bestimmungen zur Verordnung über berufsbildende Schulen. RdErl. des MK vom 29.08.1997, Teil A.
- Landesinstitut für Lehrerfortbildung, Lehrerweiterbildung und Unterrichtsforschung von Sachsen-Anhalt (LISA): Modellversuch SELUBA, Implementieren von Rahmenlehrplänen im Gastgewerbe. Handreichung für gastgewerbliche Berufe. Halle
- Landesinstitut für Lehrerfortbildung, Lehrerweiterbildung und Unterrichtsforschung von Sachsen-Anhalt (LISA): Modellversuch SELUBA, Implementierung und Weiterentwicklung des Lernfeldkonzepts. Halle 2000.
- Landesinstitut für Lehrerfortbildung, Lehrerweiterbildung und Unterrichtsforschung von Sachsen-Anhalt (LISA): Lernfeldstrukturierte Rahmenlehrpläne und Schulcurricula – Ergebnisse aus Sachsen-Anhalt. Modellversuchsinformation Nr. 3 SELUBA. Halle 2000.
- Müller, M./Zöller, A.(Hrsg): Arbeitshilfe für Rahmenlehrplanausschüsse. Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung (ISB) Bayern/Landesinstitut für Lehrerfortbildung, Lehrerweiterbildung und Unterrichtsforschung von Sachsen-Anhalt (LISA). München 2001.
- Müller, M.: Informationen zur Umsetzung lernfeldstrukturierter Rahmenlehrpläne in Sachsen-Anhalt. Modellversuch SELUBA. Landesinstitut für Lehrerfortbildung, Lehrerweiterbildung und Unterrichtsforschung von Sachsen-Anhalt (LISA). Halle 2000.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK): Rahmenvereinbarung über die Berufsschule vom 14./15.03.1991.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK): Handreichungen für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz (KMK) für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsberufen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe vom 15.09.2000.
- Lisop: Bildungstheoretische und didaktische Dimensionen der Lernfeldorientierung – eine kritische Systematik. In: Huisinga, R./Lisop, I./Speyer, H.-D. (Hrsg.): Lernfeldorientierung. Konstruktion und Unterrichtspraxis. Frankfurt am Main: G.A.F.B. – Verlag 1999.
- Müller/Zöller: Auf dem Weg zur theoretischen Fundierung des Lernfeldkonzeptes. In: Die berufsbildende Schule (BbSch), 52. Jahrgang, Heft 2, 2000.

Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit: Verordnung über die Berufsausbildung in den industriellen Metallberufen vom 9. Juli 2004, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2004 Teil I Nr. 34, Bonn 13. Juli 2004.

Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK): Rahmenlehrpläne für die Ausbildungsberufe Industriemechaniker/in, Anlagenmechaniker/in, Konstruktionsmechaniker/in, Werkzeugmechaniker/in, Zerspanungsmechaniker/in, Beschluss der KMK vom 25.03.2005.

Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB): Die neuen industriellen Metallberufe, Prüfungsstruktur. Fachtagung, Bad Godesberg 8./9. Juni 2004.

Bernhard Bonz: Methoden der Berufsbildung. Ein Lehrbuch. Stuttgart Hirtzel Verlag 1999.