



Vorläufiger Rahmenplan

Maschinentechnik

Gymnasiale Oberstufe

Berufsorientierter Schwerpunkt
Technik

Sekundarstufe II



Ministerium für Bildung,
Jugend und Sport

LAND
BRANDENBURG



Vorläufiger Rahmenplan

Maschinentechnik

Gymnasiale Oberstufe

**Berufsorientierter Schwerpunkt
Technik**

Sekundarstufe II

Vorläufiger Rahmenplan
des Landes Brandenburg

Herausgeber:

Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg

Heinrich-Mann-Allee 107, O-1561 Potsdam

Juni 1992

Nachdruck mit Genehmigung des Ministeriums für Bildung, Wissenschaft,
Jugend und Kultur des Landes Schleswig-Holstein

Herstellung und Verlag:

Brandenburgische Universitätsdruckerei und Verlagsgesellschaft Potsdam mbH

Karl-Liebknecht-Straße, O-1574 Potsdam, Telefon 9 76 23 01, Telefax 9 76 23 09

Aus dem ersten Schulreformgesetz für das Land Brandenburg

§ 1 Recht auf Bildung

- (1) Jeder junge Mensch hat ein Recht auf schulische Bildung. Dieses Recht wird nach Maßgabe dieses Gesetzes durch das öffentliche Schulwesen gewährleistet.
- (2) Die Fähigkeiten und Neigungen des Kindes sowie der Wille der Eltern bestimmen seinen Bildungsgang. Der Zugang zu den schulischen Bildungsgängen steht jeder Schülerin und jedem Schüler nach Leistung und Bildungsbereitschaft unabhängig von Herkunft sowie der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Stellung der Eltern offen.

§ 2 Allgemeine Bildungs- und Erziehungsziele

- (1) Die Schule unterrichtet und erzieht junge Menschen. Sie verwirklicht die in der Landesverfassung verankerten allgemeinen Bildungs- und Erziehungsziele. Dazu gehört insbesondere die Erziehung zur Bereitschaft zum sozialen Handeln, zur Anerkennung der Grundsätze der Menschlichkeit, der Rechtsstaatlichkeit, der Demokratie und der Freiheit, zum friedlichen Zusammenleben der Völker und zur Verantwortung für die Erhaltung und den Schutz der natürlichen Umwelt sowie zu der Fähigkeit und Bereitschaft, für sich allein und gemeinsam mit anderen Leistung zu erbringen.
- (2) Die Schule achtet das Erziehungsrecht der Eltern. Sie wahrt Offenheit und Toleranz gegenüber den unterschiedlichen religiösen, weltanschaulichen und politischen Überzeugungen und Wertvorstellungen. Sie gewährt die gleichberechtigte Bildung und Erziehung hinsichtlich der Geschlechter und der kulturellen Herkunft. Sie vermeidet, was die Empfindungen Andersdenkender verletzen könnte. Keine Schülerin und kein Schüler darf einseitig beeinflusst werden.

**Verwaltungsvorschriften
über die Rahmenpläne für schulische Bildung
im Land Brandenburg
(Rahmenplan VV)
vom 24. April 1992**

Auf Grund der §§ 22 und 75 Absatz 4, Erstes Schulreformgesetz für das Land Brandenburg (Vorschaltgesetz-1. SRG) vom 28. Mai 1991 (GVBl. S. 116), in der Fassung des Gesetzes vom 20. Dezember 1991 (GVBl. S. 694) bestimmt die Ministerin für Bildung, Jugend und Sport:

1. Rahmenplan

Für den Unterricht in der Grundschule, Sekundarstufe I und Gymnasialen Oberstufe gelten die in der Anlage aufgeführten Rahmenpläne.
Die Veröffentlichung der Rahmenpläne erfolgt in den Schriften "Vorläufiger Rahmenplan" des Ministeriums für Bildung, Jugend und Sport.

Die Rahmenpläne werden in der Brandenburgischen Universitätsdruckerei gedruckt und können dort käuflich erworben werden (Anschrift: Brandenburgische Universitätsdruckerei und Verlagsgesellschaft Potsdam mbH, Karl-Liebknecht-Straße, O-1574 Golm).

2. Aufbewahrung

Die Vorläufigen Rahmenpläne sind in den Bestand der Schulbibliotheken aufzunehmen und dort zur Einsicht bzw. Ausleihe verfügbar zu halten.

3. Überleitungsbestimmung

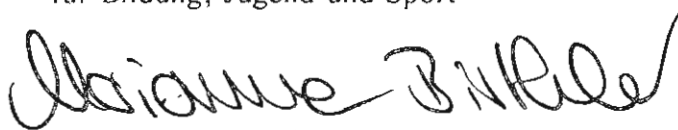
Mit dem Inkrafttreten dieser Verwaltungsvorschriften treten die entsprechende Lehrpläne, Rahmenrichtlinien, Hinweise und Empfehlungen außer Kraft, die zum Schuljahr 1991/92 durch Verwaltungsvorschrift vom 22.08.1991 in Kraft gesetzt wurden.

4. Inkrafttreten

Diese Verwaltungsvorschriften treten am 10. August 1992 in Kraft.

Potsdam, den 24. April 1992

Die Ministerin
für Bildung, Jugend und Sport



Marianne Birthler

Der vorliegende Rahmenplan wurde durch die im Amtsblatt des Ministeriums für Bildung, Jugend und Sport bekanntgemachten und vorstehend abgedruckten Verwaltungsvorschriften in Kraft gesetzt.

Vorwort

Ein Schuljahr auf der Grundlage veränderter rechtlicher Grundlagen, neuer Inhalte und Rahmenbedingungen liegt hinter uns.

Die Arbeit mit neuen Rahmenplänen und Lernmitteln, das Erfassen und Umsetzen einer in den wesentlichen Punkten neuen pädagogischen Konzeption stellte an Lehrende und Lernende große Anforderungen. Dabei wurden beachtliche Erfolge erzielt.

Im oftmals schwierigen Schulalltag kann es allerdings durchaus geschehen, daß wichtige Grundsätze aus dem Blick geraten, daß durch die Fülle der Aufgaben und Anforderungen die Orientierung für das Wesentliche verloren geht. Deshalb ist es auch zu Beginn des Schuljahres 1992/93 sicherlich nicht überflüssig, an das, was sich bewährt hat, zu erinnern:

- Die Achtung der Würde des Kindes gebietet seine ständige Ermunterung und Befähigung zum selbständigen und eigenverantwortlichen Handeln. Dies geht nicht, ohne immer wieder erneutes Vertrauen in das Kind zu setzen und demokratische Verhältnisse an der Schule für Lehrende und Lernende zu wahren.
- Schulbildung ist als Teil einer umfassenden Menschenbildung zu verstehen und zu gestalten. In diesem Sinne ist die Schule mitverantwortlich dafür, daß möglichst alle Schülerinnen und Schüler Wesen und Wert der Demokratie begreifen, die Untrennbarkeit von Frieden und Gerechtigkeit sehen, sowie Verantwortung beim Erhalt der Natur zu übernehmen bereit sind.
- Aus diesem übergreifenden Anliegen der Schule ergeben sich Konsequenzen für die Unterrichtsgestaltung im engeren Sinne:

° Wenn Frontalunterricht schon nicht völlig vermieden werden kann, so ist er doch durch andere Lernformen zu ergänzen.

° Beim Lernen müssen Kopf, Herz und Hand der Schülerinnen und Schüler mit einbezogen werden, ansonsten laufen wir Gefahr, in die Nähe kognitiver Kopflastigkeit zu geraten, die vielen Lehrerinnen und Lehrern aus der DDR-Schule noch in ungueter Erinnerung ist.

° Leitprinzip für den Fachunterricht kann nicht das Bemühen um Einhaltung der Wissenschaftssystematik sein, sondern fächerübergreifendes Denken und Handeln sollte so gut und oft wie nur irgend möglich gefördert werden. Gute Bedingungen dafür ergeben sich z.B. bei der Arbeit an schülerorientierten Projekten.

° Durch das exemplarische Lernen und deutlich geringeren Stoffumfang haben sich Freiräume ergeben, die von allen Lehrerinnen und Lehrern so sinnvoll wie nur irgend möglich auszufüllen sind, z.B. durch die differenzierte Arbeit mit einzelnen Schülerinnen und Schülern oder mit Schülergruppen, durch die Entwicklung von Fertigkeiten und Fähigkeiten und durch die Festigung der Kenntnisse.

Wenn diese Leitlinien das Handeln der Lehrerinnen und Lehrer bestimmen, ist ein großer Schritt dafür getan, daß sich Schulangst und Schulverdrossenheit nicht ausbreiten können.

Für nahezu alle Unterrichtsfächer der Grundschule, Sekundarstufe I und gymnasialen Oberstufe stehen nun mit Beginn des Schuljahres 1992/93 völlig neue Pläne zur Verfügung.

Das neugeschaffene Pädagogische Landesinstitut Brandenburg (PLIB) trug die Verantwortung für die umfangreichen Arbeiten bei der Rahmenplanentwicklung. Einbezogen wurden dabei viele Brandenburger Lehrerinnen und Lehrer, denen in nicht geringem Umfang Hilfe durch Lehrerinnen/Lehrer und Wissenschaftlerinnen/Wissenschaftler aus alten Bundesländern zuteil wurde. Beachtung fanden ebenso Erfahrungen Brandenburger Lehrerinnen und Lehrer, die im zurückliegenden Schuljahr mit Rahmenplänen gesammelt wurden.

Dafür gebührt allen Beteiligten Dank und Anerkennung.

Für das neue Schuljahr wünsche ich Ihnen Kraft und schöpferische Phantasie beim Einsatz Ihrer pädagogischen und fachlichen Kompetenz.



Marianne Birthler

Ministerin für Bildung, Jugend und Sport
des Landes Brandenburg

Inhalt

I. Leitlinien

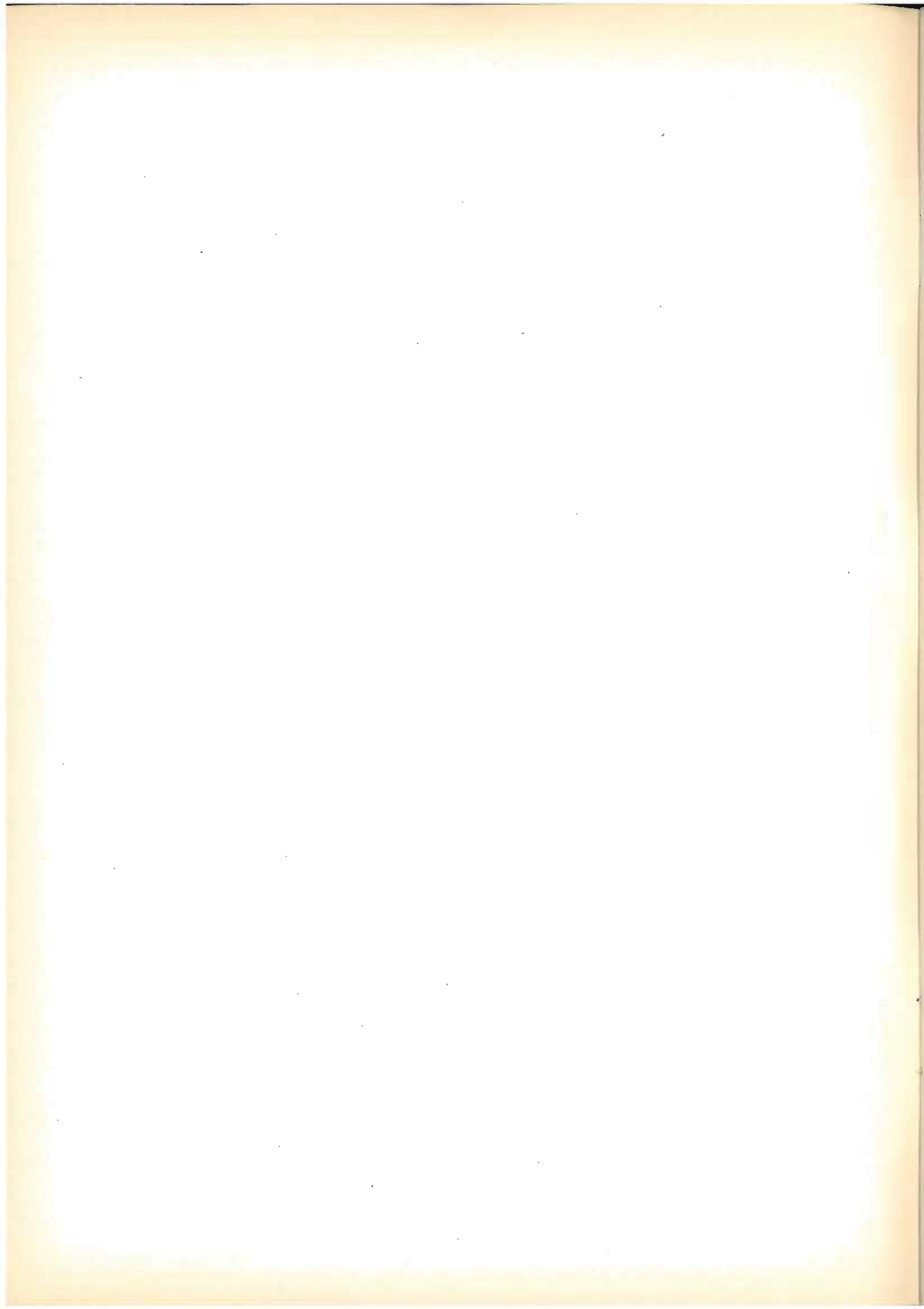
- | | |
|---|----|
| 1. Ansprüche an die Unterrichtsgestaltung | 9 |
| 2. Die Aufgaben der gymnasialen Oberstufe | 13 |

II. Vorläufiger Rahmenplan für das Fach Maschinentechnik

Vorbemerkungen	17
Fachziele	18
– Stoffbezogene Fachziele	18
– Verhaltensbezogene Fachziele	18
Kursübersicht	19
Jahrgangsstufe 11	20
Jahrgangsstufe 12	30
Jahrgangsstufe 13	40

Anmerkung:

Die in diesem Rahmenplan stehende Formulierung „der Schüler“ ist wegen der generellen Übernahme des Rahmenplanes und aus Zeitgründen nicht geändert worden. Die richtige Formulierung müßte heißen „die Schülerin/der Schüler“.



I. LEITLINIEN

1. Ansprüche an die Unterrichtsgestaltung

Mit diesem Teil der Leitlinien werden den Lehrerinnen und Lehrern und insgesamt den an Schule Beteiligten Ideen, Vorstellungen und Begründungszusammenhänge vermittelt, die auf einen Unterricht orientieren, in dem die Schülerinnen und Schüler im Mittelpunkt des Geschehens stehen.

Diese Leitideen verstehen sich als fächer- und stufenübergreifende didaktische Überlegungen. Sie dienen den Rahmenplankommissionen als Arbeitsorientierung. Darüber hinaus sollen sie den Lehrerinnen und Lehrern ein Instrumentarium erschließen, das sie in die Lage versetzt, die Rahmenpläne kritisch zu prüfen und in schulinterne Lehrpläne umzusetzen. Im besten Falle finden sich diese Ideen in den unterrichtsbezogenen Texten des Rahmenplans wieder. Es kann aber auch sein, sie stehen in einem produktiven Widerspruch zu einigen Formulierungen.

Im folgenden werden einige didaktische Grundbegriffe für den Unterricht entfaltet:

Schülerorientierung

Die Praxis von Unterricht kann sich in vielfältiger Weise an den Schülerinnen und Schülern orientieren, z. B. durch die Erörterung der vorhandenen Interessen, durch darin begründete Modifikation der Inhalte, bei der Ausarbeitung von mittel- oder längerfristigen Arbeitsplänen, in der gemeinsamen Bewertung von Unterrichtsergebnissen.

Dabei muß das Mißverständnis zurückgewiesen werden, Schülerorientierung bedeute, den Schülerinnen und Schülern den Unterricht selbst zu überlassen oder allein deren Interessen zu bedienen. Fragen, Probleme, Interessen und Erfahrungen der Lernenden sollten, wo immer möglich, Ausgangspunkt, nicht aber ausschließlicher Inhalt des Unterrichts sein. Auch schülerorientierter Unterricht muß über den Status quo hinausführen, neue Sichtweisen lehren, Verengungen auflockern, erweiterten Informationserwerb unterstützen.

Schülerorientierung heißt auch, den Schülern didaktische Kompetenz zuzutrauen, sie in die Planung und Gestaltung von Unterricht nach Möglichkeit einzubeziehen. Lehrerinnen und Lehrer müssen gegebenenfalls lernen, sich stärker zurückzuhalten und weniger "lenkend" einzugreifen.

Handlungsorientierung

Zahlreiche Lerntheorien stützen die Idee, Unterricht so zu gestalten, daß die Schülerinnen und Schüler vielseitig - geistig, körperlich und psychisch - tätig werden sollen, weil die Entwicklung des Denkens an direkte Erfahrungen gebunden ist. Diese Forderung ist nicht schon erfüllt, wenn man das Handeln an einzelne Fächer oder in Sondersituationen delegiert, z. B. an die Schulgartenarbeit, das Basteln im Sachunterricht, den Arbeitslehreunterricht und das darstellende Spiel.

Die Handlungsforderung bezieht sich im Kern auf das praktische und geistige Tätigwerden der Schülerinnen und Schüler im Unterricht. Das kann die Erkundung im Rahmen eines Ökologieprojekts ebenso sein wie die Befragung älterer Menschen im Zeitgeschichtsunterricht. Handeln bedeutet in diesem Sinne: Beobachten, Vergleichen, Bedenken aber auch Verändern und Herstellen. Das Handlungsgebot macht es deshalb auch erforderlich, daß die Schülerinnen und Schüler den Sitzplatz, die Klasse, die Schule zeitweise verlassen, um Informationen und Erfahrungen zu sammeln, Erkenntnisse zu gewinnen.

Problemorientierung

Problemorientierter Unterricht geht von (meist aktuellen) Problemstellungen in Natur, Kultur und Gesellschaft aus, die Anlaß zu Fragen, zu Unsicherheit und Zweifel, zur Analyse und zur Stellungnahme geben. Das kann z. B. eine Statistik über das Waldsterben ebenso sein wie die Mietpreiserhöhung in der Region, das Schleifen eines Denkmals wie der Bau einer Umgehungsstraße, das Doping-Problem oder die finanziellen Aufwendungen für die Restaurierung und den Erhalt des NS-Konzentrationslagers in Auschwitz. Die Chance des problemorientierten Unterrichts liegt in der - wahrscheinlich kontroversen - Stellungnahme der Schülerinnen und Schüler.

Die Aufgabe der Lehrerinnen und Lehrer besteht im wesentlichen darin, Hilfen beim Formulieren von Fragen und Voten, in der Bereitstellung von Literatur und Material zu geben und fachwissenschaftlich orientierte Problemanalysen und Argumentationsmethoden vorsichtig anzubahnen. Problemorientierung sollte also nicht als Abarbeiten von Problemlösungsschritten verstanden werden, das kreatives Denken eher erschwert. Fachwissenschaftliche Systeme oder gesicherte Ergebnisse der Wissenschaften sind weniger geeignet, problemorientiertes Lernen zu inszenieren.

Ganzheitlichkeit

Auf Ganzheit, auf den ganzen Menschen und auf eine ganzheitliche Sichtweise auf das Anzueignende haben schon viele pädagogische Theorien aufmerksam gemacht. Daß es sich dabei um ein Ideal handelt, das schwer zu realisieren ist, wurde hinreichend klar.

Was kann heute ganzheitlich sein? Das bedeutet zunächst einmal, die Verengung des Bildungsbegriffs auf das Intellektuelle, Rationale zu überwinden. Auch das, was gefühlt wird, was sinnlich oder seelisch wahrgenommen wird, ist für Lernprozesse zunehmend wichtig. Wahrnehmungen und Gefühle sollten für emanzipatorische Prozesse nicht mehr unterschätzt werden.

Ganzheitliches Lernen verträgt sich nicht mit stundenlangem Sitzen, mit dem Aneignen ausschließlich kognitiver Arbeitsschritte wie Durchlesen, Berichten, Argumentieren. Ganzheitlichkeit ist heute vor allem ein Problem der gemeinsamen Arbeit von Lehrerinnen und Lehrern und Schülerinnen und Schülern in einer Weise, in der sich jeder als Mensch "ganz" - nicht nur mit seinen Kenntnissen - zur Gel-

tung bringen kann. Dies ist die Voraussetzung dafür, die Welt aus vielen Perspektiven, mit kontroversen Einschätzungen in Erfahrung zu bringen und sich darüber zu verständigen.

Ganzheitlichkeit meint aber auch Bildungsziele wie die Vermittlung von Verantwortungsbewußtsein, das Erkennen der Vernetzung von Handlung und Wirkung bei Eingriffen in natürliche oder soziale "Ganzheiten" (z.B. bei Verkehrsplanungen, Wechselwirkungen zwischen Ökologie und Ökonomie). Befördert werden diese übergeordneten Bildungsziele durch eine Planung von Unterricht, in dem die affektiven, kognitiven und instrumentellen Lernziele gleichberechtigt für die Lernschritte geplant und realisiert werden. Zum anderen geschieht das durch fächerübergreifenden Unterricht.

Exemplarität

In jeder Einzelwissenschaft werden mehr Fragen bearbeitet, als in einem Unterrichtsfach untergebracht werden können. Es gibt mehr Bilder, mehr Gedichte, mehr historische Ereignisse, mehr soziale Probleme, als die Schulfächer behandeln können. Wer unterrichtet, wählt daher aus, und zwar nach einem Doppelkriterium:

- Was unterrichtet wird, soll exemplarisch für einen größeren Sachzusammenhang sein. Das ist die Frage: "exemplarisch wofür?"
- Was unterrichtet wird, soll exemplarisch für eine Schülergruppe mit vergleichbaren Vorkenntnissen oder Erfahrungen sein. Das ist die Frage: "exemplarisch für wen?"

Und wo bleibt die Systematik? Zunächst im Kopf des Lehrers. Denn: Schüler nehmen die Welt nicht wissenschaftssystematisch wahr. Eine systematische Ordnung fachlicher Inhalte kann für die Schüler am Ende der Schulzeit entstehen. Sie ist erst sinnvoll, wenn Vertrautheit mit fachlichen Methoden, Strukturen und Fragestellungen entstanden ist.

Exemplarisches Lehren und Lernen sind keine Allheilmittel. Auch Überblicke, Zusammenfassungen, Übungen und Wiederholungen haben ihre Berechtigung. Sie sind oft Voraussetzungen oder Abschluß einer exemplarischen Unterrichtseinheit.

Wissenschaftsbezug

Die pauschale Forderung, Unterricht solle auf Wissenschaft bezogen sein, kann recht Verschiedenes meinen. Zunächst geht die Formel vom Wissenschaftsbezug auf die Kritik der sogenannten "Volkstümlichen Bildung" zurück. Demokratische Gesellschaften dürften nicht nach volkstümlich gebildeten Laien und wissenschaftlich gebildeten Experten auseinander fallen. Wissenschaftsorientierte Bildung für alle ist ein wesentlicher Wert einer demokratischen Schule.

Die spezifische Aufgabe der allgemeinbildenden Schule wird aber verfehlt, wenn unter Wissenschaftsbezug fälschlich verstanden wird, Unterrichtsinhalte seien lediglich aus den Fachwissenschaften zu deduzieren, die den Unterrichtsfächern

korrespondieren. Entwicklungsbedingte Weltsicht wird dabei ebenso vernachlässigt, wie Lebensweltbezüge oder geschlechtsspezifische Differenzen. Deswegen spricht mehr dafür, Wissenschaftsbezug an Methoden und Erklärungsmustern der Wissenschaft zu orientieren. Die Schrittfolge des Lehrens und Lernens ist an die Bedürfnis- und Interessenlage der Schülerinnen und Schüler zu binden. Sie wird deswegen von einer innerfachlichen Logik abweichen müssen.

Offenheit

"Offener Unterricht" ist ein Gebot für alle Schularten und -stufen. "Offen" heißt lernen, auf der Grundlage gemeinsam vereinbarter Wochenpläne, der Verbindung vielfältiger Arbeitsformen, des Ineinandergreifens von inhaltlich akzentuierten und sozialen Lernformen, der Berücksichtigung individueller Interessen und Übungsnotwendigkeiten, des Akzeptierens unterschiedlicher Lerntempi, des Wechsels von Einzel-, Partner- und Plenumsarbeit, des Wechsels von diversen Formen der Tätigkeit. Offen bedeutet auch Variabilität im Hinblick auf die Lernorte.

Entdecken kann nur derjenige, der von der Hauptstraße abweicht, der suchen kann, ohne daß einer führt, der über Haupt-, Neben- oder Umwege selbst entscheiden kann. Lernen geschieht nicht auf Einbahnstraßen, mit Zäunen rechts und links, sondern eher in offenen, teilstrukturierten - aber nicht durchstrukturierten - Situationen. Dabei kann man aus der Biologie in die Chemie, aus der Literatur in die Bildende Kunst, aus der Geschichte in die Geographie geraten. Niemand kann auf eigene Faust die Schulfächer abschaffen. Aber niemand muß Zäune errichten.

Differenzierung

Es ist unwahrscheinlich, daß der individuellen Vielfalt des Lernens mit dem Lehren im Gleichschritt für alle gedient ist. Es ist auch unwahrscheinlich, daß die Lernergebnisse aller auf demselben Niveau sind. Wenn das stimmt, dann kann Unterricht nicht allen dadurch gerecht werden, daß stets alle dasselbe tun. Hier entsteht die Forderung nach Differenzierung.

In "arbeitsteiligen" Gruppen können unterschiedliche Schwierigkeitsgrade der Aufgabenformulierung auf die Leistungsfähigkeit einer Gruppe bezogen werden. Bei "arbeitsgleichen" Gruppen können leistungsfähigere Schülerinnen und Schüler schwächere unterstützen. Die "Partnerarbeit" ist ein Modell für gegenseitige Hilfe. Der "Klassenstar" kann durch die Information über einen nicht von allen bearbeiteten Aspekt des Sachzusammenhangs zusätzlich gefordert werden. Und in einem Plenum, bei einem "Berichtstag", wenn alle einzeln oder in Gruppen ihren Beitrag geleistet haben, wird gemeinsam Bilanz gezogen.

Unterricht, der sich an solchen Prinzipien orientiert, wird dadurch nicht einfacher. Er aktiviert die Schülerinnen und Schüler und macht den Lehrerinnen und Lehrern mehr Arbeit. Solcher Unterricht muß vieles vorbereiten und rechnet bei jeder angenommenen Schrittfolge mit Alternativen. Unterricht kann sich nicht durch zentrale Vorplanung "absichern". Aber Orientierung kann helfen, das Vorgehen, ja auch unkonventionelles Vorgehen, besser zu begründen.

2. Die Aufgaben der gymnasialen Oberstufe

Strukturmerkmale der gymnasialen Oberstufe

Die gymnasiale Oberstufe im Land Brandenburg wird als einheitlicher Bildungsgang an Gesamtschulen, Gymnasien und Oberstufenzentren gestaltet. In Brandenburg wird die gymnasiale Oberstufe ohne berufsorientierten Schwerpunkt sowie mit berufsorientiertem Schwerpunkt in den Berufsfeldern Wirtschaft, Technik und Sozialwesen angeboten. Verbindliche Grundlage ist die "Ausbildungsordnung der gymnasialen Oberstufe im Land Brandenburg (AO-GOST)".

Im Kurssystem der gymnasialen Oberstufe ist den Schülerinnen und Schülern die Freiheit eingeräumt, im Rahmen von Pflichtbindungen individuelle Lernschwerpunkte zu setzen.

Die Unterrichtsfächer sind zu Aufgabenfeldern gebündelt, die das Fächerangebot strukturieren. Die Aufgabenfelder sind:

- das sprachlich-literarisch-künstlerische Aufgabenfeld,
- das gesellschaftswissenschaftliche Aufgabenfeld,
- das mathematisch-naturwissenschaftlich-technische Aufgabenfeld.

Die Regelungen der Ausbildungsordnung besagen, daß jedes der drei Aufgabenfelder in allen Schullaufbahnen bis zum Abschluß der gymnasialen Oberstufe einschließlich der Abiturprüfung repräsentiert sein muß. Damit ist der allgemeine Rahmen zur Sicherung von Breite und Einheitlichkeit der individuellen Bildungsgänge abgesteckt und eine allgemeine Grundbildung gesichert. Durch Grund- und Leistungskurse wird das Lernangebot dem Niveau nach strukturiert.

Der Unterrichts- und Erziehungsauftrag

Auch für die gymnasiale Oberstufe gilt grundsätzlich der Bildungsauftrag von Schule, junge Menschen zu unterrichten und zu erziehen. In der Auseinandersetzung mit exemplarisch ausgewählten Themen und Gegenständen der einzelnen Fächer lernen Schülerinnen und Schüler bestimmte Sachverhalte, Fragestellungen, Lösungsmöglichkeiten und Erkenntnisse zu erfassen, darzustellen, zu deuten, zu bewerten und anzuwenden. In der Auseinandersetzung mit Fragen der eigenen Person und der sozialen Umwelt, mit Fragen von gegenwärtiger und zukünftiger existentieller Bedeutung, lernen Schülerinnen und Schüler ihre eigene Identität zu entfalten und sozial verantwortlich zu handeln.

In der schulischen Arbeit sind die Unterrichts- und Erziehungsaufgaben untrennbar miteinander verbunden. Sie beeinflussen sich wechselseitig und haben in Wissen, Können und Verhalten der Schülerinnen und Schüler ihre gemeinsamen Bezugspunkte.

Gleichwohl läßt sich die schulische Arbeit in der gymnasialen Oberstufe durch die doppelte Aufgabe akzentuieren,

- den Schülerinnen und Schülern eine wissenschaftsbezogene Grundbildung zu vermitteln und
- Schülerinnen und Schüler zur selbständigen und verantwortlichen Lebensgestaltung zu befähigen.

In dieser Zielrichtung realisiert sich die allgemeine Studierfähigkeit. Mit ihr erwerben die Schülerinnen und Schüler Kenntnisse und Fähigkeiten, die sie auch in beruflichen Bereichen anwenden oder in diese Bereiche übertragen können.

Wissenschaftsbezogene Grundbildung

Mit zunehmendem Alter sind junge Menschen in der Lage, komplexe Problemzusammenhänge und Fragestellungen aufzunehmen und durch wissenschaftliche, ästhetisch-praktische bzw. technische Verfahrens- und Erkenntnisweisen zu erschließen. Aus diesem Grund ist eine zentrale Aufgabe der Unterrichtsarbeit in der gymnasialen Oberstufe die Vermittlung einer wissenschaftsbezogenen Grundbildung, die sich an den Methoden und Erklärungsmustern der Wissenschaften orientiert.

Schülerinnen und Schüler lernen, planvoll und zielgerichtet zu arbeiten, die Methoden und Techniken der Informationsbeschaffung gegenstandsangemessen anzuwenden und auf der Grundlage sicherer Kenntnisse Problemzusammenhänge zu reflektieren und zu beurteilen.

In Verfahren des forschend-entdeckenden Lernens gewinnen die Schülerinnen und Schüler Einsicht in grundlegende und fachspezifische Verfahren und Methoden und wenden sie auf Problemsituationen und Fragestellungen selbständig an. Dabei ist zu berücksichtigen, daß unter dem Gesichtspunkt der wissenschaftsbezogenen Ausbildung das breite Spektrum möglicher Lernwege erhalten bleibt.

Neben der Kenntnis wesentlicher Strukturen und Methoden von Wissenschaften und ihrer Anwendung lernen die Schülerinnen und Schüler, die Grenzen wissenschaftlicher Aussagen und die Gefährdungen der Spezialisierung in den modernen Wissenschaften und in der Technik zu erkennen und kritisch zu beurteilen.

Selbständige und verantwortliche Lebensgestaltung

Neben der Vermittlung von Kenntnissen und Fähigkeiten im Unterricht befähigt Schule junge Menschen, ihr Leben in bezug zur menschlichen Gemeinschaft und zur Natur selbständig und verantwortlich zu gestalten. Dabei werden sie mit Problemen konfrontiert, die ihre eigenen sowie die Lebenschancen gegenwärtig lebender und zukünftiger Generationen beeinflussen.

Vor dem Hintergrund konkurrierender Modelle individueller Lebensentwürfe und Sinndeutungen, der globalen Bedrohung der Lebensgrundlagen sowie eingeschränkter Lebenschancen für einen Großteil der Menschheit ist es notwendig, junge Menschen in der Schule zur Selbstbestimmung über ihre individuelle Lebensgestaltung, zur Mitverantwortung für die Gestaltung der kulturellen, gesellschaftlichen und politischen Verhältnisse und zum Einsatz für diejenigen zu erziehen, denen aufgrund gesellschaftlicher Bedingungen Selbst- und Mitbestimmungsmöglichkeiten vorenthalten werden.

Die Erziehung zu einer bewußten Lebensgestaltung verlangt ferner von jungen Menschen die Aneignung von Einstellungen und Fähigkeiten,

- eigene Interessen und die Interessen anderer sachbezogen zu vertreten,
- nach der Überzeugungskraft und den Grenzen eigener und fremder Begründungen eines Standpunktes zu fragen,
- eigene Positionen und eigene Kritik in das Gespräch mit anderen zur kritischen Prüfung einzubringen,
- eine Situation, ein Problem, eine Handlung aus der Lage des jeweils anderen, von der Sache Betroffenen, zu sehen.

Unterrichtsorganisatorische und didaktische Voraussetzungen

Die Verwirklichung des Unterrichts- und Erziehungsauftrages setzt unterrichtsorganisatorische und didaktische Regelungen voraus, die der gymnasialen Oberstufe ihr spezifisches Profil geben.

1. Voraussetzungen für die Verwirklichung der oben dargestellten Unterrichts- und Erziehungsziele liegen zunächst in der Organisationsstruktur der gymnasialen Oberstufe. Deren Merkmale sind insbesondere
 - die prinzipielle Gleichwertigkeit aller Unterrichtsfächer, die darin begründet ist, daß sie Gleiches oder Ähnliches sowohl zur wissenschaftspropädeutischen Ausbildung der Schülerinnen und Schüler als auch zu deren Selbstverwirklichung in sozialer Verantwortung beitragen können;
 - die - außer für das Fach Sport geltende - Bündelung des Fächerangebotes in drei Aufgabenfelder;
 - die Gliederung des Unterrichtsangebots in Grund- und Leistungskurse, die die Vermittlung grundlegender bzw. speziellerer wissenschaftlicher Verfahrens- und Erkenntnisweisen erlaubt;
 - die Festlegung von Pflicht- und Wahlbereichen, die eine differenzierte und vielschichtige Realisierungen der inhaltlichen Rahmenanforderungen einer wissenschaftspropädeutischen Ausbildung ermöglichen.
2. Voraussetzungen für die Verwirklichung der Unterrichts- und Erziehungsziele liegen ferner in der spezifischen Gestaltung der sozialen Beziehungen in der gymnasialen Oberstufe. Dazu gehören insbesondere
 - ihre Ausgestaltung als eine Stufe des Übergangs für die Schülerinnen und Schüler aus dem sozialen Lernfeld der Schule in die komplexen Sozialordnungen der Hochschule und der Berufswelt ebenso wie des Übergangs aus dem Sozialstatus des Jugendlichen in den des Erwachsenen;
 - die Ermöglichung sozialen Lernens sowohl unter dem Prinzip der Kontinuität (von Fächern, Kursen, Lehrern) als auch dem der Mobilität (bezogen z. B. auf Fach- und Kurswahlen und die sich aus ihnen ergebende unterschiedliche Zusammensetzung der Lerngruppen);

- die Sicherung und Förderung von Mitwirkungsmöglichkeiten der Schülerinnen und Schüler innerhalb und außerhalb des Unterrichts;
 - die Information, Beratung und pädagogische Begleitung der Schülerinnen und Schüler.
3. Voraussetzungen für die Verwirklichung der Unterrichts- und Erziehungsziele liegen schließlich in vielfältigen didaktischen Klärungs- und Abstimmungsprozessen auf der Basis der Erkenntnisse der einschlägigen Fachdisziplinen (vor allem der Fachwissenschaft/Fachdidaktik und der Erziehungswissenschaft). Die dazu erforderlichen Konsensfindungen bzw. Entscheidungen betreffen vor allem die Entfaltung des oben aufgeführten Bildungsauftrages in den einzelnen Fächern der gymnasialen Oberstufe (Aufgaben und Ziele des Faches; Qualifikationen und grundlegende Inhalte, didaktisch-methodisches Konzept; Hinweise zur Leistungsbewertung).

II. Vorläufiger Rahmenplan für das Fach Maschinentechnik

Vorbemerkung

Die gymnasiale Oberstufe vermittelt durch berufsbezogene und all-gemeinbildende Unterrichtsinhalte eine Bildung, die den Anforderungen für die Aufnahme eines Hochschulstudiums und einer ver-gleichbaren Berufsausbildung entspricht.

Die Maschinentechnik hat die Aufgabe, Produktionsmittel und Einrichtungen für alle Zweige der volkswirtschaftlichen Güter-erzeugung herzustellen. Aus dem Bemühen, immer bessere und leistungsfähigere Maschinen bereitzustellen, leitet sich die gegenwärtige Aufgabenbreite ab: Elemente und Baugruppen werden ebenso entwickelt, geplant und gebaut wie ganze Fabrikanlagen.

Ausgangspunkte waren die schon seit Jahrhunderten bekannten "einfachen Maschinen" wie Hebel, Rolle, schiefe Ebene oder Schraube. Der Weg von dort zur heutigen technisierten Welt mit Weltraumfahrt, Verfahrenstechnik und Automation nahm knapp zwei Jahrhunderte in Anspruch. Heute umfaßt die Maschinentechnik mehr als 30 Fachzweige, die Kraft- und Arbeitsmaschinen, Werkzeug- und Prüfmaschinen herstellen, aber auch Getriebe, Präzisionswerkzeuge, Baueinheiten zur Automatisierung und an-dere Produkte erzeugen. Hieran läßt sich die besondere Bedeu-tung der Maschinentechnik für den Menschen erkennen und damit die Stellung dieses Technikbereichs im Unterricht begründen.

Der Unterricht beginnt mit der Untersuchung einer Kraftmaschi-ne, des Viertakt-Ottomotors. Dabei werden vorliegende Motoren demontiert, um Kenntnisse über Aufbau und Wirkungsweise zu erarbeiten. Wichtige Kenndaten des Motors werden auf dem Prüfstand gemessen und ausgewählte Bauteile zeichnerisch dar-gestellt. In einem nachfolgenden Kurs werden Kraft- und Ar-beitsmaschinen wie Dieselmotor, Kolben- und Kreiseispumpe theo-retisch behandelt und in Laborübungen untersucht.

Ein zweiter, weiterer Bereich stellt die Untersuchung von Ma-schinenbauteilen dar. Es wird zu fragen sein, wie zum Beispiel ein Getriebe aufgebaut ist und funktioniert, welche Kräfte wirksam werden und welche Werkstoffe auszuwählen sind. Die Fertigung von Maschinenbauteilen ist das Thema eines weiteren Kurses, in dem entsprechende Werkzeuge, Werkzeugmaschinen und Meßgeräte untersucht und eingesetzt werden. Schließlich werden Grundsätze zur Gestaltung von Maschinenbauteilen herausgestellt und auf ausgewählte Beispiele übertragen.

Ein dritter Bereich befaßt sich mit Fragen der Steuerungstech-nik:

In Konstruktion, Fertigung, Wartung und Reparatur neuer Pro- dukte werden digitale Steuerungstechnik und Mikrocomputersteue-rung als wesentliche Funktionselemente und Werkzeuge genutzt. Grundlegende Qualifikationen in der Steuerungstechnik sind zur Voraussetzung für eine berufliche Handlungsfähigkeit geworden. Darüber hinaus sind Einsichten in die Funktionsprinzipien rechnergesteuerter Systeme für das Verständnis von Veränderun-gen in der Berufs- und Arbeitswelt notwendig.

2. Fachziele

Stoffbezogene Fachziele

Ziel des Faches "Maschinentechnik mit Laborübungen" ist es, mit Hilfe ausgewählter maschinentechnischer Fragestellungen einen Beitrag zur Grundbildung und zur Studienqualifikation zu leisten. Dabei soll der Schüler die Fähigkeit erwerben, technische Probleme zu lösen und Möglichkeiten erfahren, technische Zusammenhänge darzustellen und zu bewerten.

Im Lehrplan ist den Teilplänen für die Schulhalbjahre jeweils eine themenbezogene Konkretisierung dieser allgemeinen Fachzielsetzung vorangestellt.

Verhaltensbezogene Fachziele

Fähigkeit zur Darstellung technischer Inhalte

- Fähigkeit zur Auswahl und Benutzung technischer Hilfsmittel, insbesondere technischer Nachschlagewerke, Taschenbücher, Datenblätter, Pläne, Zeichnungen
- Fähigkeit im Umgang und Verfassen technischer Texte und Zeichnungen, insbesondere
 - Formulierung eigener Überlegungen zu technischen Fragestellungen unter Verwendung einschlägiger Fachtermini
- Ordnung und Gliederung technischer Inhalte
- Auswertung und Verfassung von technischen Anweisungen, Beschreibungen und Berichten sowie Tabellen, Graphen, Plänen und Zeichnungen
- Unterscheidung von Konstruktions-, Montage- und Fertigungszeichnungen an ausgewählten Bauteilen.

Fähigkeit und Bereitschaft zur Kooperation

- Fähigkeit und Bereitschaft zur Einübung von Teamarbeit, insbesondere Vorbereitung technischer Berichte und Referate in arbeitsteiliger und arbeitsteiliger Gruppenarbeit (z.B. in Laborversuchen)

- Fähigkeit und Bereitschaft zur Teilnahme an Diskussionen, insbesondere
 - Teilnahme, Vorbereitung, Leitung und Zusammenfassung von Diskussionen
 - Überprüfung der Gesprächsführung im Hinblick auf Themenstellung und sachlogischen Zusammenhang
 - sachliche Darstellung und Vertretung der eigenen Position
 - Entwicklung und Begründung von Alternativen
- Fähigkeit und Bereitschaft zur Kritik und zum Kompromiß.

Fähigkeit, technische Probleme zu lösen

- Fähigkeit zur Einsicht in kausale und finale technische Zusammenhänge, insbesondere
 - Erklärung der Zwecksetzung und Analyse von technischen Systemen
 - Verknüpfung von Eingangs- und Ausgangsgrößen, von Entscheidungs- und Zielgrößen technischer Systeme
- Fähigkeit zur Problemerkennung und Bereitstellung typischer technischer Lösungsverfahren, insbesondere
 - Laborversuche zur Ermittlung der Funktionen konkreter technischer Systeme
 - Umgang mit technischen Geräten, Maschinen und Anlagen zur Durchführung von Laborversuchen
 - Darstellung von technischen Funktionen und Strukturen im Blockbild
 - Reduktion technischer Sachverhalte auf Modelldarstellungen unter Berücksichtigung des Geltungsbereichs
 - Bereitstellung von technischen Begriffen und Gesetzen zum konkreten Beispiel
 - Unterscheidung und Anwendung von induktiven und deduktiven Verfahren
 - Heranziehung von Lerninhalten und Methoden anderer Wissenschaften, wie Mathematik, Physik, Chemie
- Fähigkeit zur Bestimmung eines optimalen Lösungsweges und zur Synthese technischer Systeme, insbesondere
 - Planung und Unterteilung des Lösungsweges
 - Feststellung möglicher Lösungsvarianten der technischen Fragestellung
 - Optimierung des Lösungsverfahrens

- Fähigkeit zur Beurteilung technischer Lösungen, insbesondere Darstellung des Kompromißcharakters technischer Lösungen als Resultat verschiedener Einflüsse
- Würdigung der Tragweite technischer Lösungen
- Bewertung und Überprüfung vorliegender Lösungen auf Geltungsbereich

Fähigkeit, zu technischen Zusammenhängen kritisch Stellung zu nehmen

- Fähigkeit zur Untersuchung des gegenwärtigen Einflusses der Technik, insbesondere
 - . Abwägung der Vor- und Nachteile technischer Systeme
 - . Darstellung und Deutung der Abhängigkeiten zwischen technischen Systemen und der Gesellschaft
 - . Gestaltung menschlicher Lebensbedingungen durch die Anwendung technischer Systeme
- Fähigkeit zum Einschätzen der Relevanz technischer Entwicklungen, insbesondere
 - . Überprüfung von technischen Sachzwängen
 - . Abwägen möglicher Folgen aus technischen Neuerungen

Kursübersicht: Maschinentechnik mit Laborübungen

Jahrgangsstufe	Kursthemen	Zeitrichertwerte*)	Seite
11	1. Verbrennungsmotor als technisches System	90	1
	2. Analyse von Maschinenbauteilen	90	11
12	3. Fertigung von Maschinenbauteilen	90	21
	4. Steuerungstechnik	90	31
13	5. Fertigung von Maschinenbauteilen an CNC-Werkzeugmaschinen; Beanspruchung von Maschinenbauteilen	90	40
	6. Gestaltung von Maschinenbauteilen	90	50
	7. Maschinen zur Energieumwandlung	90	60

*) Die Unterrichtszeit je Schulhalbjahr beträgt 120 Stunden.

In der Jahrgangsstufe 12 kann das Kursthema 4 dem Kursthema 3 vorangehen.

In der Jahrgangsstufe 13 ist das Kursthema 7 Pflicht.

Von den Kursthemen 5 und 6 ist eines auszuwählen. Dabei kann Kursthema 7 dem Kursthema 5 oder 6 vorangehen.

Die vorgegebenen Zeitrichertwerte sind Orientierungswerte. Sie geben Hinweise auf den Stellenwert und die Bedeutung, die den Lernzielen und Lerninhalten im Rahmen der zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit beigemessen wird. Um den in den Leitlinien formulierten Ansprüchen an die Unterrichtsgestaltung gerecht zu werden, beziehen sich die Zeitrichertwerte lediglich auf 70 % der Unterrichtszeiten.

Schulhalbjahr 11/1

Kursthema: Verbrennungsmotor als technisches System

Stoffbezogene Fachziele

Der Schüler soll Kenntnisse erwerben und Verständnis gewinnen für

- die Energieumwandlung in einer Kraftmaschine,
- die Bauelemente, deren normgerechte Darstellung und Funktion im 4-Takt-Otto-Motor,
- die Gemischbildung und deren Realisierung.

Er soll für den 4-Takt-Otto-Motor Einsatzbereich, Energieumwandlung und Umweltbelastung mit Hilfe spezieller Kenndaten beurteilen können.

Inhaltsübersicht und Zeitplanung

Lerngebiete	Zeitwerte	Seite
1. Wärmekraftmaschine als technisches System zur Umwandlung und Bereitstellung von Energie; Darstellung von Bauteilen und theoretischen Zusammenhängen	10	2
2. Wirkungsweise und ausgewählte Bauteile des 4-Takt-Otto-Motors	30	3
3. Laborübungen: Zusammenfügen ausgewählter Bauelemente und deren Darstellung, Überprüfung der Funktion durch Probelauf	20	5
4. Laborversuche: Ausgewählte Kennlinien des 4-Takt-Otto-Motors	6	6
5. Gemischbildung am Beispiel des Fallstromvergasers, normgerechte Darstellung ausgewählter Bauteile	18	7
6. Ottomotor im Betrieb: Umweltbelastung und Abhilfemaßnahmen	6	8
Zeitrictwerte insgesamt	90	
Unterrichtszeit insgesamt	120	

Zur Gewichtung der Unterrichtsinhalte

Ein wesentlicher Aspekt bei der Behandlung des im Mittelpunkt des Unterrichts stehenden Verbrennungsmotors ist neben den fachlichen Zusammenhängen die normgerechte Darstellung ausgewählter Bauelemente des 4-Takt-Otto-Motors. Die zeichnerische Darstellung wird den einzelnen fachlichen Themenkreisen im Sinne eines integrativen Ansatzes zugeordnet. Für die fachlichen Probleme des Verbrennungsmotors sind etwa 60 % für die zeichnerische Darstellung etwa 40 % der vorhandenen Unterrichtszeit vorzusehen.

Verbrennungsmotor als technisches System

Lernziele	Lerninhalte
<p>1. Wärmekraftmaschine als technisches System zur Umwandlung und Bereitstellung von Energie; Darstellung von Bauteilen und theoretischen Zusammenhängen</p> <p>Der Schüler soll</p> <ul style="list-style-type: none"> - die Kraftmaschine am Beispiel der Wärmekraftmaschine als technisches System zur Umwandlung und Bereitstellung von Energie erklären, - einfache technische Bauteile und theoretische Zusammenhänge mit zeichnerischen Mitteln beschreiben. <p><u>Teillernziele</u></p> <p>Das Prinzip der Parallelprojektion beschreiben und Ansichten einander zuordnen</p> <p>Den Verbrennungsmotor als technisches System zur Umwandlung und Bereitstellung von Energie mit Ein- und Ausgangsgrößen beschreiben</p> <p>Den Zusammenhang zwischen Eingangs- und Ausgangsgrößen mit Hilfe der Energieumwandlung im Verbrennungsmotor erklären</p> <p>Das Prinzip der Energieumwandlung mit Hilfe eines Blockschalbildes beschreiben.</p> <p>Angeben können, daß die Qualität der Energieumwandlung mit dem Gesamtwirkungsgrad dargestellt werden kann</p> <p>Ursachen für die Differenz zwischen zugeführter und nutzbarer Energie erklären</p> <p>Eine Energiebilanz mit Hilfe des Sankeydiagramms darstellen</p>	<p>1. Wärmekraftmaschine als technisches System zur Umwandlung und Bereitstellung von Energie; Darstellung von Bauteilen und theoretischen Zusammenhängen (10)</p> <p>Körper in drei Ansichten</p> <p>Einsatzbereiche chemische Energie mechanische Energie</p> <p>Energieumwandlung: chemische Energie ↓ Wärme ↓ mechanische Energie</p> <p>Blockschalbild schräge Normschrift</p> <p>Gesamtwirkungsgrad $\eta = \frac{\text{output}}{\text{input}}$</p> <p>Abgas Kühlung Strahlung Reibung</p> <p>Sankeydiagramm Zirkelübungen, Linienarten</p>

Lernziele	Lerninhalte
<p>Die Energiewandlung mit Hilfe von Zylinder und Kolben beschreiben</p> <p>Bauteile, z.B. Laubbuchsen und Kolben, zeichnerisch vereinfacht darstellen und bemaßen können</p> <p>Den Zusammenhang zwischen Gasdruck und Kolbenkraft erklären</p> <p>2. Wirkungsweise und ausgewählte Bauteile des 4-Takt-Otto-Motors</p> <p>Der Schüler soll</p> <ul style="list-style-type: none"> - den 4-Takt-Otto-Motor als eine Möglichkeit der Realisierung der Wärmekraftmaschine mit Hilfe ausgewählter Bauelemente und deren Funktion innerhalb des Systems beschreiben und erläutern, - Zeichnungen bemaßen und lesen sowie Bauteile, Baugruppen und Funktionsabläufe darstellen können. <p><u>Teillernziele</u></p> <p>Eine technische Schnittzeichnung eines Motors lesen und das Prinzip des 4-Takt-Otto-Motors schematisch darstellen</p> <p>Den Kurbeltrieb als Möglichkeit zur Umsetzung einer geradlinigen in eine Kreisbewegung beschreiben</p> <p>Die Kolbengeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Zeit ermitteln und auftragen</p> <p>Mindestens ein Meßgerät zur Messung von Gasdruck und Kolbenweg nennen und das Meßprinzip angeben können</p> <p>Einen Versuch zur Aufnahme eines Druck-Kolbenwegdiagramms planen und unter Anleitung durchführen</p>	<p>Energiewandlung: Wärme ↓ mechanische Energie Bauteile: Zylinder, Kolben</p> <p>Runde Körper Voll- und Halbschnitt zurückspringende Kanten</p> <p>2. Wirkungsweise und ausgewählte Bauteile des 4-Takt-Otto-Motors (30)</p> <p>Konstruktions-, Montage- und insbesondere Fertigungszeichnung (z.B. NC-gerechte Bemaßung)</p> <p>Schnittzeichnung eines Motors schematische Darstellung</p> <p>Prinzip des Kurbeltriebs mittlere Kolbengeschwindigkeit Bezeichnung der Bauteile sowie montage- und/oder fertigungsgerechte Bemaßung</p> <p>s/t- und v/t-Diagramm</p> <p>Indikator Kolbenweggeber</p> <p>Blockbild zur Darstellung des Versuchsaufbaus Versuchsdurchführung</p>

Lernziele	Lerninhalte
<p>Den Druckverlauf während eines Arbeitsspiels mit Hilfe des Druck-Kolbenwegdiagramms beschreiben</p> <p>Einzelne Abschnitte der Druckverlaufskurve entsprechenden Takten zuordnen und darstellen</p> <p>Mit Hilfe von Gasdruck, Kolbenbewegung und Ventilstellung das 4-Takt-Verfahren erklären</p> <p>Bauteile, z.B. Ventil und Ventillführung, zeichnen und bemaßen können</p> <p>Erfahrungswerte für Drücke und Temperaturen während der 4 Takte eines Ottomotors nennen</p> <p>Erläutern können, daß das Ottoverfahren nur mit Hilfe der Fremdzündung zu realisieren ist</p> <p>Die Bedeutung der Verdichtung für den Ottomotor erklären</p> <p>Den Gaswechsel beim 4-Takt-Ottomotor mit Hilfe des Steuerzeitendiagramms darstellen und erläutern</p> <p>Die Festlegung der Ventilsteuerzeiten unter dem Gesichtspunkt der optimalen Füllung diskutieren</p> <p>Typische Elemente des Ventiltriebs an ausgewählten Konstruktionen erkennen, zeichnen und die Funktion dieser Bauteile erklären</p> <p>Die Aufgabe des Schwungrades als Energiespeicher erklären</p> <p>Die Arbeitstaktfolge ausgewählter Mehrzylindermotoren im Arbeitstaktogramm darstellen und Rückschlüsse auf die Laufeigenschaften des Motors ziehen</p> <p>(Versuch: Bestimmung der Arbeitstaktfolge an einem Mehrzylinder-motor)</p>	<p>Druck-Kolbenweg-Diagramm</p> <p>Arbeitsverfahren in 4 Takten schematische Darstellung</p> <p>Gasdruck Kolbenbewegung Ventilstellung</p> <p>Zusammenbau- und Einzelteilzeichnung, Stückliste, Oberflächenzeichen (Vergleichsnormale)</p> <p>Erfahrungswerte für Druck und Temperatur</p> <p>Zündzeitpunkt Fremdzündung</p> <p>Verdichtungsverhältnis $f = \frac{V_1 + V_c}{V_c}$</p> <p>Anhebung des Wirkungsgrades Grenze durch Selbstzündung</p> <p>Steuerzeitendiagramm Winkelmaßeintragung</p> <p>Berechnung der Ventilöffnungszeit - Füllung</p> <p>Bauteile des Ventiltriebs Darstellung und deren Funktion, z.B. Darstellung von Zahnkränern und Federn</p> <p>Schwungrad als Energiespeicher</p> <p>Mehrzylindermotoren: - Bauformen - Arbeitstaktendiagramm</p>

Lernziele	Lerninhalte	Lerninhalte
<p>3. Laborübungen: Zusammenfügen ausgewählter Bauelemente und deren Darstellung, Überprüfung der Funktion durch Probelauf (20)</p> <p>Der Schüler soll</p> <ul style="list-style-type: none"> - im Rahmen von Laborübungen ausgewählte Bauelemente eines 4-Takt-Ottomotors mit dem Ziel eines kurzen Probelaufs funktionsgerecht zusammenfügen, - Bauteile unter Berücksichtigung der verschiedenen Darstellungsformen nach dem Zweckmäßigkeitprinzip zeichnen. <p><u>Teillernziele</u></p> <p>Ausgewählte, konkret vorliegende Baugruppen eines 4-Takt-Ottomotors im Rahmen einer Laborübung begrifflich bestimmen, zeichnerisch darstellen, ihre Funktion erklären und auf die Bauform des Motors schließen (Gruppenarbeit im Labor)</p> <p>Die wesentlichen Bauteile der ausgewählten Baugruppen im Rahmen einer Laborübung begrifflich bestimmen, zeichnerisch darstellen und deren Funktion erklären</p>	<p>3. Laborübungen: Zusammenfügen ausgewählter Bauelemente und deren Darstellung, Überprüfung der Funktion durch Probelauf (20)</p> <p>Ausgewählte Baugruppen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kurbeltrieb - Zylinder-Kurbelgehäuse - Zylinderkopf - Ventiltrieb - Zündanlage <p>Isometrische Projektion, Gewindedarstellung: z.B. Zylinderkopfschraubung</p> <p>Z.B. Bauteile des Ventiltriebs:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nockenwelle - Stößel - Stößelstange - Kipphebelachse - Ventil - Ventillfeder <p>Modellaufnahme eines Bauteils Fertigungszeichnung Freihandskizzen</p> <p>Zusammenfügen der Bauteile Probelauf</p>	<p>4. Laborversuche: Ausgewählte Kennlinien des 4-Takt-Otto-Motors (6)</p> <p>Der Schüler soll geeignete Laborversuche zur grundsätzlichen Beurteilung und Beurteilung der Energiewandlung im 4-Takt-Otto-Motor planen, durchführen und auswerten.</p> <p><u>Teillernziele</u></p> <p>Den Zusammenhang zwischen effektiver Motorleistung, Motorkraftmoment und -drehzahl wiedergeben und anwenden</p> <p>Das Prinzip zur Ermittlung der effektiven Motorleistung an mindestens zwei Beispielen erläutern</p> <p>Das Zusammenwirken wichtiger Bauteile und Meßeinrichtungen eines Motorleistungsstandes zur Bestimmung von Leistung, Kraftmoment und spezifischem Kraftstoffverbrauch in Abhängigkeit von der Motordrehzahl in einem Blockbild darstellen</p> <p>Einen Versuch zur Ermittlung der effektiven Motorleistung, des Motorkraftmoments und des Kraftstoffverbrauchs in Abhängigkeit von der Motordrehzahl in Anlehnung an DIN 70020 planen und unter Anleitung durchführen</p> <p>Die graphische Darstellung der ermittelten Größen P_e, M und b_e in Abhängigkeit von der Motordrehzahl als geeignete Methode zur Versuchsauswertung erkennen und zeichnen</p> <p>Den Zusammenhang zwischen den Kennlinien $P_e = f(n)$ und $M = f(n)$ erläutern</p> <p>Den Verlauf der Kennlinie $M = f(n)$ in Abhängigkeit von der Zylinderfüllung begründen</p> <p>Aus dem Verlauf der Kennlinie $b_e = f(n)$ qualitativ auf die Größe des Gesamtwirkungsgrades des Motors schließen</p> <p>Aus den gegebenen Kennlinien Rückschlüsse auf den günstigen Drehzahlbereich ziehen</p>
<p>4. Laborversuche: Ausgewählte Kennlinien des 4-Takt-Otto-Motors (6)</p> <p>Der Schüler soll geeignete Laborversuche zur grundsätzlichen Beurteilung und Beurteilung der Energiewandlung im 4-Takt-Otto-Motor planen, durchführen und auswerten.</p> <p><u>Teillernziele</u></p> <p>Den Zusammenhang zwischen effektiver Motorleistung, Motorkraftmoment und -drehzahl wiedergeben und anwenden</p> <p>Das Prinzip zur Ermittlung der effektiven Motorleistung an mindestens zwei Beispielen erläutern</p> <p>Das Zusammenwirken wichtiger Bauteile und Meßeinrichtungen eines Motorleistungsstandes zur Bestimmung von Leistung, Kraftmoment und spezifischem Kraftstoffverbrauch in Abhängigkeit von der Motordrehzahl in einem Blockbild darstellen</p> <p>Einen Versuch zur Ermittlung der effektiven Motorleistung, des Motorkraftmoments und des Kraftstoffverbrauchs in Abhängigkeit von der Motordrehzahl in Anlehnung an DIN 70020 planen und unter Anleitung durchführen</p> <p>Die graphische Darstellung der ermittelten Größen P_e, M und b_e in Abhängigkeit von der Motordrehzahl als geeignete Methode zur Versuchsauswertung erkennen und zeichnen</p> <p>Den Zusammenhang zwischen den Kennlinien $P_e = f(n)$ und $M = f(n)$ erläutern</p> <p>Den Verlauf der Kennlinie $M = f(n)$ in Abhängigkeit von der Zylinderfüllung begründen</p> <p>Aus dem Verlauf der Kennlinie $b_e = f(n)$ qualitativ auf die Größe des Gesamtwirkungsgrades des Motors schließen</p> <p>Aus den gegebenen Kennlinien Rückschlüsse auf den günstigen Drehzahlbereich ziehen</p>	<p>4. Laborversuche: Ausgewählte Kennlinien des 4-Takt-Otto-Motors (6)</p> <p>Der Schüler soll geeignete Laborversuche zur grundsätzlichen Beurteilung und Beurteilung der Energiewandlung im 4-Takt-Otto-Motor planen, durchführen und auswerten.</p> <p><u>Teillernziele</u></p> <p>Den Zusammenhang zwischen effektiver Motorleistung, Motorkraftmoment und -drehzahl wiedergeben und anwenden</p> <p>Das Prinzip zur Ermittlung der effektiven Motorleistung an mindestens zwei Beispielen erläutern</p> <p>Das Zusammenwirken wichtiger Bauteile und Meßeinrichtungen eines Motorleistungsstandes zur Bestimmung von Leistung, Kraftmoment und spezifischem Kraftstoffverbrauch in Abhängigkeit von der Motordrehzahl in einem Blockbild darstellen</p> <p>Einen Versuch zur Ermittlung der effektiven Motorleistung, des Motorkraftmoments und des Kraftstoffverbrauchs in Abhängigkeit von der Motordrehzahl in Anlehnung an DIN 70020 planen und unter Anleitung durchführen</p> <p>Die graphische Darstellung der ermittelten Größen P_e, M und b_e in Abhängigkeit von der Motordrehzahl als geeignete Methode zur Versuchsauswertung erkennen und zeichnen</p> <p>Den Zusammenhang zwischen den Kennlinien $P_e = f(n)$ und $M = f(n)$ erläutern</p> <p>Den Verlauf der Kennlinie $M = f(n)$ in Abhängigkeit von der Zylinderfüllung begründen</p> <p>Aus dem Verlauf der Kennlinie $b_e = f(n)$ qualitativ auf die Größe des Gesamtwirkungsgrades des Motors schließen</p> <p>Aus den gegebenen Kennlinien Rückschlüsse auf den günstigen Drehzahlbereich ziehen</p>	<p>4. Laborversuche: Ausgewählte Kennlinien des 4-Takt-Otto-Motors (6)</p> <p>$P_e = M \cdot \omega$ $P_e = M \cdot n \cdot 2\pi$</p> <p>Z.B. Pronyscher Zaum Wirbelstrombremse Wasserwirbelbremse</p> <p>Motorenprüfstand</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bauteile - Meßeinrichtungen - Blockbild <p>Ermittlung von P_e, M und $b_e = f(n)$ in Anlehnung an DIN 70020</p> <p>Graphische Darstellung $P_e = f(n)$ $M = f(n)$ $b_e = f(n)$</p> <p>Zusammenhang zwischen P_e und $M = f(n)$</p> <p>Abhängigkeit zwischen $M = f(n)$ und Zylinderfüllung</p> <p>$\eta_{ges} \sim \frac{1}{b_e}$</p> <p>Elastischer Drehzahlbereich</p>

Lernziele	Lerninhalte	Lernziele	Lerninhalte
<p>5. Gemischbildung am Beispiel des Fallstromvergaser, normgerechte Darstellung ausgewählter Bauteile (18)</p> <p>Der Schüler soll</p> <ul style="list-style-type: none"> - das Problem der Gemischbildung beim Ottomotor erkennen und dessen technische Lösung am Beispiel des Fallstromvergaser erläutern, - Zeichnungen lesen und einfache Bauteile normgerecht darstellen. <p><u>Teillernziele</u></p> <p>Erläutern können, daß die Zündfähigkeit und die Qualität der Verbrennung des Frischgases vom Mischungsverhältnis Kraftstoff/Luft abhängig sind</p> <p>Zur Darstellung dieser Abhängigkeit einen Versuch beschreiben und dessen Ergebnisse auswerten</p> <p>Ein vorgegebenes Diagramm zur Darstellung der Abgaszusammensetzung (CO, O₂) in Abhängigkeit vom Mischungsverhältnis interpretieren und auf das stöchiometrische Verhältnis Kraftstoff/Luft schließen</p> <p>Für ein strömendes Medium (hier Luft) die Abhängigkeit zwischen Strömungsquerschnitt, -geschwindigkeit und Druck qualitativ erklären</p> <p>In einem einfachen Versuch die Beziehung zwischen der Strömungsgeschwindigkeit und dem Druck nachweisen</p> <p>Überschlägig die Gasgeschwindigkeit im Ansaugrohr eines Hubkolbenmotors bestimmen</p> <p>Aufgrund der erkannten Gesetzmäßigkeiten strömender Medien unter Verwendung von Misch- und Spritzrohr das Prinzip des Spritzvergaser entwickeln und zeichnen</p>	<p>5. Gemischbildung am Beispiel des Fallstromvergaser, normgerechte Darstellung ausgewählter Bauteile (18)</p>	<p>Andhand einfacher Bauelemente erläutern können, daß mit einem Fallstromvergaser das Problem der Gemischbildung gelöst werden kann</p> <p>Einfache Einzelteile normgerecht zeichnen</p> <p>Aufgrund wechselnder Betriebsbedingungen des Motors die Notwendigkeit wichtiger Zusatzeinrichtungen des Vergasers erkennen und Möglichkeiten zur Realisierung beschreiben und darstellen</p> <p>Mit Hilfe einer einfachen Funktionsdarstellung den Aufbau und die Wirkungsweise eines Fallstromvergaser mit Zusatzeinrichtungen erläutern</p> <p>Die Bauteile eines von ihm zerlegten Fallstromvergaser einer Funktions- und einer Zusammenstellungszeichnung zuordnen</p> <p>Einfache Einzelteile aus einer Zusammenbauzeichnung normgerecht zeichnen und fertigungsgerecht bemessen</p> <p>6. Ottomotor im Betrieb: Umweltbelastung und Abhilfemaßnahmen</p> <p>Der Schüler soll im Laborversuch die Belastung der Umwelt durch den Betrieb von Ottomotoren nachweisen und Maßnahmen zur Abhilfe diskutieren können.</p> <p><u>Teillernziele</u></p> <p>Den Einfluß der LeerlaufEinstellung auf die Gemischbildung am konkreten Beispiel erläutern</p>	<p>Fallstromvergaser Mischkammer Spritzrohr Lufttrichter Hauptdüse Schwammerkammer Schwammer Schwimmernadelventil</p> <p>Fertigungszeichnung</p> <p>Zusatzeinrichtungen z.B. Kaltstart- Leerlauf- Übergangs- Teillast- Vollasteinrichtung</p> <p>Funktionsdarstellung eines Fallstromvergaser</p> <p>Laborübung: - Demontage eines Vergaser - Bestimmung der Bauteile - Stückliste</p> <p>Einzelteile aus Zusammenbauzeichnung</p> <p>6. Ottomotor im Betrieb: Umweltbelastung und Abhilfemaßnahmen (6)</p>
<p>6. Ottomotor im Betrieb: Umweltbelastung und Abhilfemaßnahmen (6)</p> <p>Der Schüler soll im Laborversuch die Belastung der Umwelt durch den Betrieb von Ottomotoren nachweisen und Maßnahmen zur Abhilfe diskutieren können.</p> <p><u>Teillernziele</u></p> <p>Den Einfluß der LeerlaufEinstellung auf die Gemischbildung am konkreten Beispiel erläutern</p>	<p>6. Ottomotor im Betrieb: Umweltbelastung und Abhilfemaßnahmen</p>	<p>Laborübungen: LeerlaufEinstellung: fettes Gemisch mageres Gemisch Auswirkungen</p>	<p>6. Ottomotor im Betrieb: Umweltbelastung und Abhilfemaßnahmen (6)</p>

Jahrgangsstufe II

Lernziele	Lerninhalte
<p>Den CO-Gehalt im Abgas ermitteln und Rückschlüsse auf die Gemischzusammensetzung ziehen</p> <p>Die Belastung der Umwelt durch den Betrieb von Ottomotoren erklären und die Notwendigkeit entsprechender gesetzlicher Maßnahmen begründen</p>	<p>Messung des CO-Gehaltes im Abgas</p> <p>Z.B. CO-Gehalt</p> <p>Zum Kursthema "Verbrennungsmotor als technisches System" werden folgende Bücher empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bohl/Mathieu Laborversuche an Kraft- und Arbeitsmaschinen, Carl Hanser Verlag, München, Wien 1975 - H. Grohe Otto- und Dieselmotoren, Vogel-Verlag, Würzburg 1975 - H. Hoischen Technisches Zeichnen, Verlag W. Giradet, Essen 1972 - G. u. C. Schröter Vorstellen - Denken - Zeichnen, Arbeitsblätter für das Techn. Zeichnen mit Korrekturprogrammierung, Verlag W. Giradet, Essen 1971

Schulhalbjahr 11/II

Kursthema: Analyse von Maschinenbauteilen

Stoffbezogene Fachziele

- Der Schüler soll Verständnis für und Kenntnisse über
- Methoden zur Analyse und Synthese einfacher Getriebe,
 - die Bestimmung von Belastungen an Bauteilen,
 - ausgewählte Werkstoffe und Prüfverfahren,
 - ausgewählte Maschinenelemente und deren Einsatz erwerben.

Inhaltsübersicht und Zeitplanung

Lerngebiete	Zeitwerte	Seite
1. Analyse und Synthese einfacher Getriebe	25	12
2. Bestimmung von Belastungen an Bauteilen	20	13
3. Werkstoffe und Werkstoffprüfung	35	16
4. Ausgewählte Maschinenelemente	10	18
Zeitrichtwerte insgesamt	90	
Unterrichtszeit insgesamt	120	

Lernziele	Lerninhalte
<p>1. Analyse und Synthese einfacher Getriebe</p> <p>Der Schüler soll die Analyse und Synthese einfacher geradzahnter Stirnradgetriebe (Nullgetriebe) durchführen.</p> <p><u>Teillernziele</u></p> <p>Am einstufigen geradzahnten Stirnradgetriebe den Zusammenhang zwischen Eingangs-, Ausgangs- und Zustandsgrößen berechnen und im Versuch messen</p> <p>Die charakteristischen Abmessungen eines geradzahnten Stirnrades eines Nullgetriebes berechnen</p> <p>Die Funktionen eines Getriebes erklären</p> <p>Die Bewegungsverhältnisse eines Zahntriebes mit Evolventen- und Rechteckflanke im Hinblick auf eine technisch sinnvolle Lösung vergleichen</p> <p>Die gerade Eingriffslinie als Kennzeichen der Evolventenflanke nennen</p> <p>Die sich kreuzenden Eingriffslinien zusammen mit den entsprechenden Teilen der Grundkreise als gekreuzten Riementrieb erläutern</p> <p>In den sich berührenden Teilkreisen die Anordnung eines Reibradgetriebes erkennen</p> <p>Das Verzahnungsgesetz erläutern</p> <p>Ein geradzahntes mehrstufiges Originalstirnradgetriebe unter konstruktivem und maßtechnischem Aspekt analysieren</p>	<p>1. Analyse und Synthese einfacher Getriebe (25)</p> <p><u>Drehmomentwandler</u></p> <p>P, M, n, i</p> <p>d, d_a, d_f, m, p, c, a</p> <p>Momentenwandlung Drehzahl- und Drehrichtungsänderung</p> <p>Evolventenflanke: $i = \text{konstant}$ Rechteckflanke: $i \neq \text{konstant}$</p> <p>Eingriffslinie</p> <p>Herauslösen eines Riementriebes aus dem Zahntrieb</p> <p>i Riementr. = i Zahntr.</p> <p>Herauslösung eines Reibradgetriebes aus dem Zahntrieb</p> <p>i Reibr. = i Zahntr.</p> <p>Verzahnungsgesetz</p> <p><u>Aspekte zur Analyse eines Originalzahnradgetriebes</u></p> <p>Z.B. Gestaltung der Bauteile (Wellen, Lager) Maschinenelemente als Normteile (Schrauben, Federn, Keile) Zusammenhang zwischen Eingangs- und Ausgangsgrößen Abmessungen der Zahnräder</p>

Lernziele	Lerninhalte	Lernziele	Lerninhalte
<p>An Beispielen moderner NC-Fertigungsmaschinen die stufenlose Drehzahlveränderung begründen</p> <p>Unterschiedliche Möglichkeiten der stufenlosen Drehzahländerung sowie deren Vor- und Nachteile erklären</p> <p>2. <u>Bestimmung von Belastungen an Bauteilen</u></p> <p>Der Schüler soll</p> <ul style="list-style-type: none"> - den Sinn der Statik erfassen, die vektoriellen Gesetzmäßigkeiten von Kräften beherrschen und technische Systeme auf Ersatzsysteme von Kräften reduzieren, - unbekannte Kräfte in einem zentralen Kräftesystem rechnerisch und zeichnerisch ermitteln und das zweckmäßige Verfahren auswählen, - zeichnerisch und analytisch im parallelen Kräftesystem Betrag und Lage unbekannter Kräfte bestimmen und das zweckmäßige Verfahren auswählen, - unter Anwendung der Vektorrechnung Flächenschwerpunkte bestimmen. 	<p>Z.B. Leistungsanpassung Oberflächenbeschaffenheit</p> <p>Getriebe - Elektromotoren als Direktantrieb</p> <p>2. <u>Bestimmung von Belastungen an Bauteilen (20)</u></p> <p>Kräfte und Spannungen</p> <p>Isoklinen</p> <p>Aufgaben der Statik</p> <p>Kraft als Vektor</p> <p>Freimachen von Körpern</p>	<p>Die Lage der Wirkungslinien an einigen Maschinenbauteilen skizzieren und begründen</p> <p>Einzelne technische Bauteile oder Teile aus einer Skizze freimachen</p> <p>Die Ursachen von Kräften auf Maschinenbauteile angeben und Beispiele beschreiben</p> <p>Das Prinzip des Gleichgewichts beschreiben und begründen</p> <p>Angeben können, daß ein Körper in einer Ebene drei Freiheitsgrade besitzt</p> <p>Zeigen können, daß ein Körper bei $M = 0$ erst dann im Gleichgewicht ist, wenn die Vektorsumme der Kräfte in x- und y-Richtung gleich Null ist</p> <p>Kräfte in Komponenten zerlegen</p> <p>Betrag und Richtung von Kräften rechnerisch bestimmen</p> <p>Angeben und begründen können, daß die rechnerische und zeichnerische Lösung eines statischen Problems gleichwertig sind</p> <p>Mit Hilfe des Kräfteparallelogramms und des Kräftecks zeichnerisch Kräfte in Komponenten zerlegen und Kräfte zu einer Resultierenden zusammenschließen</p> <p>Mit Hilfe des Kräftecks zeichnerisch Kräfte ins Gleichgewicht bringen</p> <p>Angeben und begründen können, daß Kräfte dann im Gleichgewicht sind, wenn sich ihre Wirkungslinien im Lageplan in einem Punkt schneiden und das dazugehörige Kräfteck geschlossen ist</p>	<p>Wirkungslinien an Seilen, Ketten, Stäben, Kugeln, Rollen, Lagern und Stützflächen</p> <p>Ursachen von Kräften: z.B. Gewichts-, Wind-, Zentrifugal-, Zerspanungs-, Hydraulikkräfte usw.</p> <p>Kräftegleichgewicht</p> $\sum \vec{F} = 0 \text{ bei}$ $v = \text{konst.}$ <p>Freiheitsgrade</p> $\sum \vec{F}_x = 0$ $\sum \vec{F}_y = 0$ $\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y$ $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$ $\tan \alpha = \frac{F_y}{F_x}$ <p>Zeichnerische Ermittlung unbekannter zentraler Kräfte, d.h. ein Kräftesystem, bei dem sich die Wirkungslinien in einem Punkt schneiden</p>
<p><u>Teillernziele</u></p> <p>Mit Hilfe der Spannungsoptik auftretende Kräfte und Spannungen im Getriebe begründen</p> <p>Bei zwei ineinander kämmenden Zahnradern Linien gleicher Spannungen erklären</p> <p>Die Aufgaben der Statik angeben</p> <p>Angeben können, daß eine Kraft nur eindeutig durch Betrag, Richtung und Lage der Wirkungslinie bestimmt ist</p> <p>Wiedergeben können, daß eine Kraft auf ihrer Wirkungslinie verschoben werden darf, ohne die Wirkung zu verändern</p>			

Lernziele	Lerninhalte	Lernziele	Lerninhalte
<p>Beispiele für parallele Kräftesysteme aus der Maschinenteknik angeben</p> <p>Zeichnerisch parallele Kräfte zu einer resultierenden Kraft zusammenfassen und die dazugehörigen Vektorgleichungen angeben</p> <p>Angaben und beweisen können, daß das Hinzufügen zweier antiparalleler Kräfte gleichen Betrages auf einer Wirkungslinie die Gesamtwirkung auf ein Bauteil nicht beeinträchtigt</p> <p>Die Lage der resultierenden Kraft zeichnerisch mit Hilfe des Seileckverfahrens in den Lageplan richtig einzeichnen</p> <p>Auflagerkräfte \vec{F}_A und \vec{F}_B bei statisch bestimmten parallelen Kräftesystemen mit Hilfe des Schlußlinienverfahrens nach Betrag und Richtung bestimmen</p> <p>Angaben und begründen können, daß ein Körper im Gleichgewicht ist, wenn auch die Summe aller Momente gleich Null ist</p> <p>Zeigen können, daß ein Kräftepaar ein Drehmoment erzeugt, dessen Betrag $M = F \cdot r$ ist und senkrecht auf \vec{r} und \vec{F} steht</p> <p>Rechnerisch Drehmomentenvektoren addieren, unbekannte Momente mit Hilfe der Gleichgewichtsbedingung $\sum \vec{M} = 0$ bestimmen und Auflagerkräfte ermitteln</p> <p>Die Definition eines Schwerpunktes wiedergeben</p> <p>Die 3 Möglichkeiten der Schwerpunktbestimmung beschreiben</p> <p>Die Lage des Flächenschwerpunktes einzelner Teilflächen zeichnerisch oder rechnerisch ermitteln</p> <p>Die Koordinaten des Schwerpunktes von zusammengesetzten Flächen bestimmen</p>	<p>Beispiele paralleler Kräftesysteme: Träger, Wellen, Achsen, Bolzen usw.</p> $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_n = \vec{F}_R$ $\vec{F}_H - \vec{F}_H = 0$ $\sum \vec{F}_n = \vec{F}_R$ <p>Seileck</p> <p>Zeichnerische Ermittlung von Auflagerkräften (Schlußlinienverfahren)</p> <p>Kräftepaar und Drehmoment</p> $\vec{M} = \vec{r} \cdot \vec{F}$ <p>Rechnerische Bestimmung von Auflagerkräften</p> <p>Definition Schwerpunkt</p> <p>Experimentelle, rechnerische und zeichnerische Bestimmung</p> <p>Flächenschwerpunkt von Teilflächen: z.B. Dreieck, Kreisfläche, Parallelogramm, Viereck, Trapez und Kreisabschnitt</p> <p>Zusammengesetzte Flächen</p>	<p>3. Werkstoffe und Werkstoffprüfung</p> <p>Der Schüler soll</p> <ul style="list-style-type: none"> - die Erzeugung von Eisenmetallen und deren Weiterverarbeitung beschreiben sowie verfahrensbedingte Eigenschaften erklären und Angaben zur Normung machen, - die Entstehung des Feinbaues in Abhängigkeit vom unterschiedlichen Verfahren erklären und daraus Werkstoffeigenschaften ableiten, - geeignete Werkstoffprüfverfahren auswählen, planen und durchführen, - Eigenschaften von Al, Cu und deren Legierungen beschreiben. <p>Teilernziele</p> <p>Arten und Eigenschaften von Werkstoffen erkennen, die z.B. für Getriebe verwendet werden</p> <p>Ziele der Werkstoffkunde und -prüfung angeben</p> <p>Die Gewinnung des Roheisens, seine Bestandteile und Eigenschaften nennen und erklären</p> <p>Verschiedene Verfahren der Stahlerzeugung beschreiben</p> <p>Die Kristallisation und Gefüge reiner Metalle und Legierungen erklären</p> <p>Verschiedene Warmformgebungstechniken beschreiben und deren Gefügeformen vergleichen</p> <p>Aus verschiedenen Temperatur-Zeit (T-t)-Diagrammen das Zweistoffschaubild konstruieren, interpretieren und auswerten</p> <p>Einfache Gefügebilder verschiedener Zusammensetzungen (Gewichtsprozente) zeichnen und analysieren</p> <p>Die 4 verschiedenen Mischkristalle erklären</p>	<p>3. Werkstoffe und Werkstoffprüfung (35)</p> <p>Werkstoffe</p> <p>Werkstoffprüfung</p> <p>Gewinnung des weißen und grauen Roheisens</p> <p>Stahlerzeugung z.B. L-D-Verfahren S-M-Verfahren Direkt-Reduktionsverfahren</p> <p>Vergießen des Stahls Phasenregel</p> <p>Z.B. Warmwalzen von Stahl Gesenkschmieden Gießen</p> <p>Zweistoffschaubild eines mech. Gemenges (z.B. Zn - Sn)</p> <p>Gitter verschiedener Mischkristalle</p>

Lernziele	Lerninhalte	Lernziele	Lerninhalte
<p>Das Zustandsschaubild aus dem T-t-Diagramm konstruieren, interpretieren und auswerten</p> <p>Beide bekannten Schaubilder vergleichen, auf das Eisen-Kohlenstoff-Schaubild anwenden und das Fe-Fe₃C-Schaubild interpretieren</p> <p>Gefügebilder interpretieren</p> <p>Die wichtigsten Warmbehandlungsverfahren beschreiben</p> <p>Verfahren der zerstörenden Werkstoffprüfung beschreiben und Kenngrößen ermitteln</p> <p>Den Einfluß von Begleitumständen bei der zerstörenden Werkstoffprüfung beschreiben</p> <p>Die Eigenschaften unbehandelter und warmbehandelter Stähle mit Hilfe der zerstörenden Werkstoffprüfung vergleichen</p> <p>Die Gefügebilder der verschiedenen warmbehandelten Stähle analysieren und vergleichen</p> <p>Das ZTU-Schaubild kommentieren</p> <p>Die Grundlagen der Werkstoffnormung nennen und auf einen konkreten Fall beziehen</p> <p>An Beispielen moderner Sinterwerkstoffe das Prinzip des Sinterns beschreiben</p> <p>Die gezielte Anwendung von Sinterwerkstoffen als Schneidwerkstoff erläutern</p> <p>Vor- und Nachteile von Sinterwerkstoffen mit praktischen Beispielen nennen</p>	<p>Zustandsschaubild der ununterbrochenen Mischkristallreihe</p> <p>Fe-Fe₃C-Schaubild</p> <p>Fe-Fe₃C-Gefüge</p> <p>Härten (Oberflächenh.) Anlassen Vergüten Grobkornglühen Weichglühen</p> <p><u>Prüfen von Werkstoffen</u></p> <p>Z.B. Zugversuch, Scherversuch, Härteprüfung</p> <p>Z.B. Dauer, Geschwindigkeit, Temperatur</p> <p>Z.B. Festigkeit, Härte, Zähigkeit</p> <p>Mikroskopische Untersuchung nach chem. Ätzung</p> <p>Stahlgefüge bei rascher Abkühlung</p> <p>Z.B. Unlegierter Baustahl Werkzeugstahl Niedr. legierter Werkzeugstahl Hochlegierter Werkzeugstahl</p> <p>Sinterwerkstoffe als Schneidwerkstoffe</p>	<p>4. <u>Ausgewählte Maschinenelemente</u> (10)</p> <p>Der Schüler soll</p> <ul style="list-style-type: none"> - konstruktive Lösungen zur Verbindung von Welle und Nabe sowie Welle und Welle beschreiben, - Aufbau und Funktion von Gleit- und Wälzlagern erläutern. <p><u>Teilernziele</u></p> <p>Aufgrund ausgewählter Gestaltungsbeispiele Beanspruchungsart und Funktion von Achsen und Wellen beschreiben</p> <p>Am Beispiel ausgeführter Konstruktionen die Gestaltung von Nuten, Übergängen und Sicherungen gegen axiales Verschieben kommentieren</p> <p>Aufgrund ausgewählter Gestaltungsbeispiele reibschlussige, formschlüssige und vorgespannte Verbindungen bestimmen und deren Funktion beschreiben</p> <p>Paßfedern entsprechend Wellen- und Nabenabmessungen nach Tabelle festlegen und auf Flächenpressung und Scherbeanspruchung nachprüfen</p> <p>In Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen zwischen nichtschaltbaren und schaltbaren Kupplungen unterscheiden</p>	<p>4. <u>Ausgewählte Maschinenelemente</u> (10)</p> <p><u>Achsen und Wellen</u></p> <p>Definition von Achse und Welle Funktionsbeschreibung</p> <p>Nuten, Übergänge, Sicherung gegen Verschieben</p> <p><u>Verbindung von Welle und Nabe</u></p> <p>Reibschluß: z.B. - Klemmverbindung - Kegolverbindung</p> <p>Formschluß: z.B. - Keilwelle - Kerbverzahnung - Paßfederverbindung</p> <p>Reibschluß, vorgespannt: - Keilverbindung</p> <p>Dimensionierung von Paßfedern</p> <p><u>Verbindung von Welle und Welle</u></p> <p>Nichtschaltbare Kupplungen: z.B. - starr (feste Kupplungen) - nachgiebig (Ausgleichskupplung)</p> <p>Schaltbare Kupplungen: z.B. - fremdbetätigt (Schaltkupplung) - drehzahlbetätigt (Fliehkraftkupplung)</p>

Jahrgangsstufe 11

Lernziele	Lerninhalte
<p>Eigenschaften, Bauweise und Einsatz ausgewählter Wälzlager beschreiben</p> <p>An ausgewählten Beispielen Aufbau und Funktion von Gleitlagern erklären</p> <p>Die qualitativ vorgegebene Abhängigkeit zwischen Reibwert und Drehzahl beim Querlager erläutern</p> <p>An vorliegenden Gleitlagerkonstruktionen Maßnahmen zur Sicherstellung der Schmierung erklären</p>	<p><u>Lagerung von Achsen und Wellen</u></p> <p>Ausgewählte Wälzlager:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eigenschaften - Bauweise - Verwendung <p>Bauteile von Gleitlagern Quer- und Längslager</p> <p>Reibwert/Drehzahl-Kurven nach Stribeck</p> <p>Schmierstoffzu- und -abführung</p>

Zum Kursthema "Analyse von Maschinenbauteilen" werden folgende Bücher empfohlen:

- A. Böge, Mechanik und Festigkeitslehre, Verlag Vieweg, Braunschweig 1975
- E. Greven, Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung für technische Berufe, Verlag Handwerk und Technik, Hamburg 1974
- G. Köhler, Maschinenteile I und II, Verlag B.G. Teubner, Stuttgart 1972
- H. Rögnitz, Techn. Mechanik und Festigkeitslehre, Verlag Handwerk und Technik, Hamburg 1975
- H.G. Mayer u.a., Maschinenelemente, Verlag Vieweg, Braunschweig 1976
- Roloff/Matek, Eisen-Kohlenstoff-Diagramm, Giradet-Verlag 1974

1. Prüfen von Bauteilen (20)
(A + B)

Lernziele

1. Prüfen von Bauteilen
Der Schüler soll

- mechanische, elektrische, optische und pneumatische Grundprinzipien von Meßgeräten beschreiben,
- an komplexen Bauteilen Messungen planen, ausführen, auswerten und beurteilen,
- Passungen zusammenstellen und deren Anwendung begründen.

Teilernziele
Die Ziele des Prüfens angeben
Prüfen, Messen und Lehren unterscheiden

Mechanische Prüfgeräte

- Längenmeßgeräte
Meßwertvergrößerung
- Nonius
 - Hebel
 - Zahnrad
 - Meßschieber
 - Meßschraube
 - Meßuhr
 - Feinzeiger

Winkelprüfgeräte
Universalwinkelmesser, Sinuslineal

Prüfen von Gewinden

Z.B.
Gewindegrenzrachenlehren
Gewindelehrdorn
Gewindelehrring, Meßschieber
Optische Meßmethoden

Z.B.
Optische Prüfgeräte
Reibungsfreiheit
Ohne Abnutzung
Keine Lagerschwierigkeiten
Konstanz der Eichung

Schulhalbjahr 12/I

Kursthema: Fertigung von Maschinenbauteilen

Stoffbezogene Fachziele

Der Schüler soll Kenntnisse erwerben und Verständnis gewinnen für

- Meßgeräte und deren Einsatz,
- Fertigungsverfahren und deren Anwendung,
- Planung und Fertigung einfacher Bauteile.

Inhaltsübersicht und Zeitplanung

Lerngebiete	Zeitrict- werte		Seite
	A	B	
1. Prüfen von Bauteilen	20	20	22
2. Spanabhebende Fertigungsverfahren	43	23	24
3. Umformverfahren	-	20	27
4. Fertigungspraxis mit Kolloquium	27	27	29
Zeitrictwerte insgesamt	90	90	
Unterrichtszeit insgesamt	120		

Hinweis: Das Kursthema kann je nach Vorhandensein der sachlichen Voraussetzungen/Ausstattung an der jeweiligen Schule nach der Alternative A oder B unterrichtet werden.

Lernziele	Lerninhalte	Lernziele	Lerninhalte
<p>Arten der Meßfehler unterscheiden und Fehlerursachen angeben</p> <p>Meßreihen auf ihren Aussagewert beurteilen</p> <p>Das Abbe'sche Komparatorprinzip angeben und in Meßanordnungen nachweisen</p> <p>Führungsfehler 1. und 2. Ordnung von Meßeinrichtungen berechnen und auf ihren Einfluß auf das Meßergebnis überprüfen</p> <p>Fehler infolge Temperatureinfluß auf Werkstück und Werkzeug berechnen</p> <p>Für Werkstücke alternative Meßanordnungen vorschlagen können</p>	<p><u>Pneumatische Prüfverfahren</u> Strömungs-, Geschwindigkeits-, Druckmeßverfahren</p> <p><u>Elektrische Prüfverfahren</u> Induktiv Kapazitiv Piezoelektrisch</p> <p><u>Fehlerberechnung</u> Zufällige und systematische Fehler</p> <p>Mittelwert Standardabweichung Graphische Darstellung von Meßdaten</p> <p>Abbe'sche Komparatorprinzip</p>	<p>Die Bedeutung der Passungssysteme für einzelne Technikbereiche begründen</p> <p>Passungsarten zusammenstellen und Anwendungsbeispiele nennen</p> <p>Grenzlehren entsprechend der Werkstückform, der geforderten Qualität auswählen und sachgerecht handhaben</p>	<p>Passungssysteme Einheitsbohrung Einheitswelle</p> <p>Passungsarten Spielpassung Übergangspassung Preßpassung</p> <p>Prüfungen von Passungen z.B. Endmaße Grenzlehren</p>
<p>2. Spananhebende Fertigungsverfahren</p> <p>Der Schüler soll</p> <ul style="list-style-type: none"> - für Werkzeuge mit geometrisch bestimmter und unbestimmter Schneide Zerspanungsvorgänge beschreiben und vergleichen, - für ein spanabhebendes Fertigungsverfahren die kennzeichnenden Einstellgrößen an der Werkzeugmaschine kennen und auf andere spanende Verfahren übertragen, - Grundzüge der Arbeitszeitermittlung kennen und daraus resultierende Konsequenzen für die Arbeitssituation folgern, - Arbeitspläne für Werkstücke aufstellen und Fertigungsverfahren alternativ diskutieren. 	<p><u>Grundbegriffe</u> Welle, Bohrung, Nennmaß, Istmaß, Toleranz, Nennabmaß, Nulllinie, Größtmaß, Kleinstmaß, Spiel, Übermaß</p> <p><u>Passungen</u> ergonomisch technisch</p>	<p>2. Spananhebende Fertigungsverfahren (A = 43; B = 23 Std.)</p>	<p>2. Spananhebende Fertigungsverfahren (A + B)</p>
<p>Grundbegriffe der Passungssysteme nennen, bestimmen und zeigen</p> <p>Den Zusammenhang zwischen der Benennung der Toleranzfelder und deren Lage zur Nulllinie angeben</p> <p>Toleranzen in Abhängigkeit von Qualität und Nennmaß ermitteln und beurteilen</p> <p>Paßmaße in Zeichnungen normgerecht eintragen</p>	<p><u>Teilernziele</u> Aus den Bewegungen an Werkzeugmaschinen Verfahrenseigenschaften ableiten</p> <p>Die Schnittbedingungen anhand einschlägiger Unterlagen für konventionelle und NC-gesteuerte Werkzeugmaschinen festlegen</p>	<p>Bewegungen an Werkzeugmaschinen: Schnittbewegung Vorschubbewegung Zustellbewegung (A + B)</p> <p>Schnittgeschwindigkeit: Vorschubgeschwindigkeit Drehzahl Anzahl der Schnitte Werkstoff Werkzeug Werkstück Werkzeugmaschine (A + B)</p>	<p>Schnittgeschwindigkeit: Vorschubgeschwindigkeit Drehzahl Anzahl der Schnitte Werkstoff Werkzeug Werkstück Werkzeugmaschine (A + B)</p>

Lernziele	Lerninhalte
<p>Schneidwerkstoffe kennen und anhand von Unterlagen auswählen</p> <p>Die Einflüsse auf die Standzeit erläutern</p> <p>Die Wirkung der Kühl schmierung erläutern</p> <p>Für vorgegebene Arbeitsgänge einen Werkzeugsatz auswählen</p> <p>Drehzahlbereiche an Werkzeugmaschinen begründen und anhand von Datenblättern festlegen</p> <p>Die Gründe für den Einsatz stufenloser Getriebe erläutern</p> <p>Aus Schnitt- und Vorschubgeschwindigkeit die Wirkgeschwindigkeit und die Wirkrichtung zeichnerisch darstellen und berechnen</p> <p>Die Auswirkungen des Spanns auf die Qualität des Arbeitsergebnisses am Beispiel erläutern</p> <p>Zu dem konkreten Fall unterschiedliche Spannmöglichkeiten vorschlagen und deren Besonderheit erklären</p> <p>An einem eingespannten Werkzeug die Bezugsebene erläutern</p> <p>Die Winkel am Werkzeug benennen, zuordnen und ihren Einfluß auf den Zerspannungsvorgang beschreiben</p>	<p><u>Werkzeuge</u> (A + B)</p> <p>Schneidstoffe Verschleißarten (A + B)</p> <p>Standzeit (A + B)</p> <p>Kühl schmierung Kühlmittel (A + B)</p> <p>Werkzeugwahl (A + B)</p> <p>Stufengetriebe: Drehzahlbereich Drehzahlstufung Datenblätter (A + B)</p> <p><u>Stufenlose Getriebe</u> (A + B)</p> <p>Vorschubgeschwindigkeit Wirkgeschwindigkeit Wirkrichtung (A + B)</p> <p>Spannen des Werkstücks (A + B)</p> <p><u>Schneidengeometrie</u> <u>Werkzeug-Bezugssystem</u> Bezugsebene Schneidenebene Keilmehene (A + B)</p> <p><u>Winkel</u> Winkel in der Werkzeug-Bezugsebene Einstellwinkel Winkel in der Schneidenebene Neigungswinkel Nebenfreiwinkel (A + B) Winkel in der Keilmehene Freiwinkel Keilwinkel Spanwinkel (A + B)</p>

Lernziele	Lerninhalte
<p>Den Spanquerschnitt berechnen</p> <p>Für verschiedene Fertigungsverfahren die Kräfte am Werkzeug zeichnerisch darstellen bzw. berechnen</p> <p>Die spezifische Schnittkraft mit Hilfe von Spanquerschnitt und Schnittkraft aus Versuchsdaten bestimmen, graphisch darstellen und bewerten</p> <p>Die Nutzleistung einer Werkzeugmaschine aufgrund von Versuchsdaten berechnen</p> <p>Die Antriebsleistung einer Werkzeugmaschine aufgrund vorgegebener Bedingungen berechnen</p> <p>Für ein einfaches Werkstück die Einstellbedingungen an der Werkzeugmaschine festlegen und die Ausführungszeit durch Versuch und Berechnung bestimmen</p> <p>Die Unfallverhütungsvorschriften an Werkzeugmaschinen erläutern</p> <p>Die Spannahme beim Spannen mit geometrisch unbestimmter Schneide erklären</p> <p>Die grundsätzlichen Möglichkeiten zur Abtrennung von Stoffteilchen auf nichtmechanischem Wege angeben</p>	<p>Spanquerschnitt (Spannungsbreite Spannungsdicke) $A = b \cdot h = a \cdot S_z$ (A + B)</p> <p>Kräfte am Werkzeug - Schnittkraft - Vorschubkraft - Schnittstützkraft - Zerspankraft (A + B)</p> <p>Spezifische Schnittkraft $F_s = \frac{F_s}{b \cdot h}$; $k_s = K_s \cdot h^{-z}$ (A + B)</p> <p>Leistung Schnittleistung $P_s = F_s \cdot v$ Vorschubleistung $P_v = F_v \cdot u$ Nutzleistung $P_e = P_s + P_v$ (A + B)</p> <p>Leistung: Verfahren Schnittbedingungen Spez. Schnittkraft Wirkungsgrad (A + B)</p> <p><u>Arbeitszeitermittlung</u> Ausführungszeit (nur A)</p> <p>Arbeitssicherheit (A + B)</p> <p>Spanen mit geometrisch unbestimmter Schneide (nur A)</p> <p><u>Abtragen</u> (nur A) (Thermisches Abtragen) (-Schmelzen-) (Elektrochemisches) (Abtragen) (-Auflösen-)</p>

Jahrgangsstufe 12

Lernziele	Lerninhalte
<p>3. <u>Umformungsverfahren</u></p> <p>Der Schüler soll</p> <ul style="list-style-type: none"> - die Vorgänge bei der Umformung und deren Einflußgrößen beschreiben, - Umformverfahren nach Art der Beanspruchung einteilen und die Verfahrensprinzipien erläutern, - die Verformungseigenschaften des Scherschneidens darstellen, - die Vor- und Nachteile der Umformtechnik und des Scherschneidens begründen und deren Bedeutung diskutieren. <p><u>Teillernziele</u></p> <p>Die elastische von der plastischen Formänderung mit Hilfe des Spannungs-Dehnungs-Diagramms erklären und vergleichen</p> <p>Die für eine Umformung erforderlichen Eigenschaften der Werkstoffe angeben und Behandlungsverfahren zur Erreichung der Ausgangsbedingungen vorschlagen</p> <p>Die Verformungsvorgänge an der kristallinen Struktur der Werkstoffe darstellen</p> <p>Die Voraussetzungen für die Anwendung von umformenden Verfahren erläutern</p> <p>Den Einfluß der Temperatur auf den Umformvorgang erläutern</p>	<p>(Chemisches Abtragen) (-Verbrennen-) Funkenerosion</p> <p>3. <u>Umformungsverfahren</u> (20) (nur B)</p> <p><u>Formänderung</u> Elastisch Plastisch</p> <p>Z.B. Plastische Verformbarkeit Wärmebehandlung</p> <p>Kristallstruktur Gleitebenen Gitterstörungen</p> <p>Umformbedingungen Z.B. Formänderungsarbeit Formänderungsfestigkeit K_f Volumenkonstanz Umformgrad</p> <p>Warmumformung Kaltumformung Rekristallisation Festigkeitsänderung</p>

Jahrgangsstufe 12

Lernziele	Lerninhalte
<p>Eine Einteilung der Umformverfahren nach der Beanspruchung in der Umformzone vornehmen und die Verfahrensprinzipien erklären</p> <p>Für einfache konkrete Werkstücke die Art der Formgebung angeben</p> <p>Die Bedeutung der Umformtechnik in der Technik und der technischen Entwicklung diskutieren</p> <p>Den Schneidvorgang erläutern</p> <p>Die Schneidkraft rechnerisch aus der Schnittfläche und der Scherfestigkeit berechnen</p> <p>Die Wirkungsweise einfacher Scheidwerkzeuge erläutern</p>	<p>Z.B. Druckumformen Zugdruckumformen Zugumformen Biegeumformen Schubumformen</p> <p>Genauigkeit Oberflächengüte Festigkeit Wirtschaftlichkeit Historische und zukunftsorientierte Fertigungsverfahren</p> <p>Zerteilen Z.B. Scherschneiden Schneidvorgang Schneidkraft</p> <p>Werkzeuge</p>

Lernziele	Lerninhalte
<p>4. <u>Fertigungspraxis mit Kolloquium</u></p> <p>Der Schüler soll</p> <ul style="list-style-type: none"> - einfache Geräte des Maschinenbaues mit Hilfe von vorgegebenen Rohlingen selbstständig konstruieren, - zur Anfertigung des Werkstückes die erforderlichen Arbeitsschritte planen, die entsprechenden Bearbeitungsverfahren begründen sowie Alternativen darstellen, - zur Herstellung des Werkstückes die gewählten Bearbeitungsverfahren angemessen und verantwortungsvoll durchführen, - das hergestellte Werkstück nach verschiedenen Kriterien beurteilen. <p><u>Teillernziele</u></p> <p>Die einzelnen Schritte des selbstständig entworfenen Werkstücks planen</p> <p>Die wichtigsten spanabhebenden Handwerkzeuge beschreiben, auswählen und handhaben</p> <p>Sich bei der Herstellung von Werkstücken für Werkzeugmaschinen entscheiden und einfache Arbeitsgänge durchführen</p> <p>Für die Bearbeitungsverfahren die einzustellenden Werte selbstständig ermitteln</p> <p>Die wichtigsten Unfallverhütungsvorschriften für Handwerkzeuge und Werkzeugmaschinen beachten und begründen</p> <p>Den Ablauf des Projektes protokollieren, beurteilen und Alternativen vorschlagen, begründen und referieren</p>	<p>4. <u>Fertigungspraxis mit Kolloquium (27)</u> (A + B)</p> <p>Zum Kursthema "Fertigung von Maschinenbauteilen" werden folgende Bücher empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - W. Geiser, Fertigungstechnik, Band 2, Verlag Handwerk und Technik, Hamburg 1975 - Hennermann/Dix, Kleine Zerspanungslehre, Verlag Carl Hanser, München 1967 - A. Reichard, Fertigungstechnik, Band 1, Verlag Handwerk und Technik, Hamburg 1975 - F. Riegel, Rechnen an spanenden Werkzeugmaschinen, Verlag Springer, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1969 - H. Tschätsch, Taschenbuch Umformtechnik, Verlag Carl Hanser, München 1977 <p>Erstellung eines Arbeitsplans</p> <p>Handwerkzeuge, z.B. Feile, Säge, Meißel, Reibahle</p> <p>Auswahl von Bearbeitungsverfahren Durchführung an der Werkzeugmaschine</p> <p>Einstellwerte</p> <p>Unfallverhütungsvorschriften</p> <p>Fertigungskolloquium</p>

Lernziele	Lerninhalte
<p>1. <u>Logische Zuordnungsschaltungen</u></p> <p>Der Schüler soll logische Zuordnungsschaltungen der Praxis analysieren, mit Hilfe von Wertetabellen und Logikplänen beschreiben und in mindestens zwei Techniken realisieren.</p> <p><u>Teillernziele</u></p> <p>Eine Steuerung analysieren, durch binäre Eingangs- und Ausgangsgrößen beschreiben und die Verknüpfungsbedingungen formulieren.</p> <p>Für eine Steuerung die Wertetabelle ermitteln und darstellen</p> <p>Die Darstellungsnorm für Logiksymbole kennen und beim Erstellen von Logikplänen anwenden</p> <p>Steuerungen praxisgerecht aufbauen, die Funktion prüfen und auf der Leistungsebene in Betrieb nehmen</p> <p>Die Bedeutung der Schnittstelle für die praxisgerechte Realisierung von Steuerungen beschreiben</p>	<p>1. <u>Logische Zuordnungsschaltungen</u> (10)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Binärzustände "0", "1" zu Geborn, Sensoren, Kontakten, Schützen, Schiebern, Wege-Ventilen usw. zuordnen - Logische Verknüpfungen und ihre Darstellung im Logikplan: UND ODER NICHT IDENTITÄT - Anordnung der Eingangsvariablen mittel binärem Zahlensystem - DIN 40700 Teil 14 - TTL-Technik (Pegel, Spannungen, Ströme) - Logikteststift - Leistungsschnittstelle zur Koppelung von Logik und Leistungsebenen - Pneumatik/Elektro-Pneumatik - Hydraulik/Elektro-Hydraulik - Verstärker - Verknüpfung verschiedener Energiearten - Trennung verschiedener Energieniveaus <p><u>Beispiele für den Unterricht</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Überwachung von Prozeßgrößen (2 aus 3) - Meldeanlage (1 aus 4 Auswertung) - Sieben-Segment-Ziffernansteuerung - Sicherheitschaltungen an Werkzeugmaschinen

Schulhalbjahr 12/II

Kursthema: Steuerungstechnik

Stoffbezogene Fachziele

Der Schüler soll

- kombinatorische und sequentielle Steuerungen in mindestens 2 Gerätetechniken planen, wirklichen, überprüfen und beurteilen,
- Steuerungen mit Hilfe programmierbarer Bauelemente und unter Einsatz des Mikrocomputers realisieren,
- einfache Regelungen vorschlagen, in Gerätetechnik realisieren und beurteilen,
- Automatisierungsmöglichkeiten diskutieren und den Einfluß der modernen Steuerungstechnik auf Struktur und Qualifikationsanforderungen des Arbeitsplatzes beurteilen.

Inhaltsübersicht und Zeitplanung

Lerngebiet	Zeitwerte	Seite
1. Logische Zuordnungsschaltungen	10	32
2. Schaltungen mit Speichern	10	33
3. Programmierbare Steuerschaltungen	10	34
4. Steuerungen mit dem Mikrocomputer	15	35
5. Prozeßregelungen	5	36
6. Praxisorientierte Beispiele zur weiteren Vertiefung, Minimierungsverfahren	35	37
7. Auswirkungen moderner Steuerungstechnik	5	38
Zeitrichtwerte insgesamt	90	
Unterrichtszeit insgesamt	120	

Hinweise: 1. Lerngebiete 1 - 5 sind inhaltlich identisch mit den entsprechenden Lernabschnitten des Lehrplan-Baussteins "Grundlagen der Steuerungstechnik" (Erlaß XL 130 - 3243.110.2 - 817 vom 13.6.1984)

2. Die Inhalte des Kursthemas "Steuerungstechnik" lassen sich in der Schule nicht als Theoriekurs vermitteln. Es sind sachliche Mindestvoraussetzungen in der Laborausstattung zu erfüllen, für die im Anhang zum Lehrplan Empfehlungen gegeben werden.

Lernziele	Lerninhalte	Lernziele	Lerninhalte
<p>2. <u>Schaltungen mit Speichern</u></p> <p>Der Schüler soll die Eigenschaften wichtiger Speichertypen für die Realisierung sequentieller Steuerungen nutzen.</p> <p><u>Teillernziele</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Impulssignale von Tastern und Sensoren speichern - Folgesteuerungen analysieren und beschreiben - Lösen zeitabhängiger Steuerungen mit taktgesteuerten Speichern - Folgesteuerungen praxisgerecht aufbauen, die Funktion prüfen und auf der Leistungsebene in Betrieb nehmen 	<p>2. <u>Schaltungen mit Speichern</u> (10)</p> <ul style="list-style-type: none"> - RS-Speicher - IC-Speicher, 3/2- und 4/2 Wege-Ventil - Schutz/Relais mit Selbsthaltung - Informationsmaß 1 Bit - JK-Flip-Flop - 4/2 Wege-Ventil - Impulsdiagramm, Signalflußplan - Weg-Schritt-Diagramm - Weg-Zeit-Diagramm - Funktionsplan - Funktionstabelle (Q, Qv) - TTL-Technik (Pegel, Spannungen, Ströme) - Logikteststift - Leistungsschnittstelle zur Kopplung von Logik und Leistungsebenen - Pneumatik/Elektro-Pneumatik - Hydraulik/Elektro-Hydraulik <p><u>Beispiele für den Unterricht</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Feuermeldeanlage - Diebstahlsicherung - Fertigungsvorrichtung (Spannen-Bohren) - Transport- und Sortieranlage 	<p>3. <u>Programmierbare Steuerschaltungen</u></p> <p>Der Schüler soll Logikaufgaben mit busorientierten Speichern lösen.</p> <p><u>Teillernziele</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Wichtige Merkmale von hochintegrierten LSI-Bauelementen im Vergleich zu konventionellen Speichern einordnen - Die Daten ausgewählter Speicherbausteine aus den Datenblättern entnehmen und bei Aufgabenlösungen nutzen - Grundlegende Kenntnisse über die interne Organisation und den Informationsfluß von Schreib-Lese-Speichern besitzen - Steuerungsaufgaben mit Schreib-Lese-Speichern lösen <p>Steuerungsaufgaben mit "Nur-Lese-Speichern" (EPROM) bearbeiten</p> <p>Steuerungen mit Speichern praxisgerecht aufbauen, die Funktion prüfen und auf der Leistungsebene in Betrieb nehmen</p>	<p>3. <u>Programmierbare Steuerschaltungen</u> (10)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Abmessungen - Speicherkapazität - Energiebedarf - Kosten - Herstellungstechnologie - z.B.: RAM 2114 - z.B.: EPROM 2716 - Speichermatrix - Adreß-, Daten- und Steuerbus - zeitlich sequentielle Arbeitsweise des Bussystems - flüchtige Informationen bei Spannungsausfall - Koordination von Daten-, Adreß- und Steueranschlüssen des Bausteins - Einschreiben einer Wertetabelle - Auslesen einzelner Speicherdaten durch Anwahl der zugehörigen Adresse - Unterschiede zum Schreib-Lese-Speicher - Brennspannung, Brennimpuls und Einbrennen - Schutz vor Datenverlusten - Löschvorgang - Bussignale (Spannungen, Ströme) - Logikteststift - Leistungsschnittstelle zur Kopplung von Logik und Leistungsebenen - Pneumatik/Elektro-Pneumatik - Hydraulik/Elektro-Hydraulik <p><u>Beispiele für den Unterricht</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Beispiele aus 1. in anderer Technik - Codierer (BCD, Gray) - Paritätsprüfung und Zeichen-erkennung beim Lochstreifen

Lernziele	Lerninhalte	Lernziele	Lerninhalte
<p>4. <u>Steuerungen mit dem Mikrocomputer</u></p> <p>Der Schüler soll den Mikrocomputer zum Lösen von Steuerungsproblemen anwenden.</p> <p><u>Teilernziele</u></p> <p>Das Zusammenwirken der Elemente eines Mikrocomputers am Blockschaltbild beschreiben</p> <p>Zwischen Mikrocomputer und Peripherie abgrenzen</p> <p>Wertetabellen im Hexadezimal-Code in den Mikrocomputer einschreiben und auslesen</p> <p>Lösungsansätze für Mikrocomputersteuerungen beschreiben</p> <p>Problembezogene Logikzustände als Binärmuster über Ein/Ausgabe-Ports einschreiben bzw. ausgeben</p> <p>Programme zum Lösen von Steuerungsaufgaben fachgerecht einsetzen</p> <p>Problemorientiert programmieren</p> <p>Wichtige Programmiertechniken unterscheiden</p>	<p>4. <u>Steuerungen mit dem Mikrocomputer (15)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Eingabe-, Verarbeitung-, Ausgabeprinzip - CPU - Ein/Ausgabe-Ports - RAM - ROM - Bussystem - Taktsteuerung - Tastaturen - Monitor - Massenspeicher - Prozeßschnittstellen - Drucker - Hexadezimal- und Binärcodierung - Monitor-Betriebssystem - Umgang mit Tastaturen - Strukturgramm - Programmablaufplan (PAP) - Lage der Ports im Adreßraum - Anschlußbelegung des Bausteines - Anschluß der Schnittstelle - Energieversorgung von Rechner und Schnittstelle - Programme laden - Programme starten - Nutzung fertiger Unterprogramme - Verändern von Parametern im Anwenderprogramm - Assembler (maschinennah) - Hochsprache (problemnahe Programmiersprache) <p><u>Beispiele für den Unterricht</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Zeitmessung - Impulszählung - Drehzahlmessung - Motorsteuerungen - Schrittmotorsteuerung - Zylindersteuerung (Folgesteuerung) 	<p>5. <u>Prozeßregelungen</u></p> <p>Der Schüler soll exemplarisch über die digitale Regelungstechnik informiert sein.</p> <p><u>Teilernziele</u></p> <p>Den grundsätzlichen Unterschied zwischen einer Regelung und einer Steuerung kennen</p> <p>Den Mikrocomputer als leistungsfähiges Gerät zum Lösen von Prozeßregelungsaufgaben kennenlernen</p>	<p>6. <u>Prozeßregelungen (5)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Soll-Istwert-Vergleich - Regler - Regelstrecke, Regelgröße - Stellgröße - Störgröße <p><u>Beispiele für den Unterricht</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Plandrehen mit $v = \text{const.}$ - Zweipunktregler auf der Softwareebene - Wirkungsablauf von Regelungen

Lernziele	Lerninhalte	Lerninhalte	Lernziele	Lerninhalte
<p>6. <u>Praxisorientierte Beispiele zur weiteren Vertiefung, Minimierungsverfahren (35)</u></p> <p>Der Schüler soll einfache steuerungs-technische Problemstellungen unter Verwendung von festverdrahteter und festverschlauchter Logik sowie komplexe Aufgabenstellungen unter Einsatz des Mikrocomputers praxisgerecht lösen.</p> <p><u>Teillernziele</u></p> <p>Festverdrahtete und festverschlauchte Logikschaltungen unter Anwendung von Minimierungsverfahren entwerfen können</p> <p>Die Grundgesetze der Schaltalgebra mit Hilfe von Funktionstabellen nachweisen</p> <p>Boolesche Funktionen bis zu 4 Variablen im Karnaugh-Diagramm darstellen und minimieren</p> <p>Für eine elementare technische Aufgabenstellung mit Hilfe der Funktionstabelle die Funktionsgleichung aufstellen und schaltalgebraisch minimieren</p> <p>Für sequentielle Steuerungen die minimierten Gleichungen zur Ansteuerung von Haupt- und Verriegelungsspeichern aus dem gekürzten oder ungekürzten Karnaugh-Diagramm ablesen</p> <p>Für sequentielle Steuerungen den Logikplan einschließlich Speicher entwickeln</p> <p>Kombinatorische und sequentielle Steuerungen durch Programmierung eines Mikrocomputers realisieren</p> <p>Vorhandene Programme einsetzen und Parameter und Daten der Problemlage entsprechend anpassen</p> <p>Zur Lösung steuerungstechnischer Probleme elementare Programme entwerfen, erproben und optimieren</p>	<p>6. <u>Praxisorientierte Beispiele zur weiteren Vertiefung, Minimierungsverfahren (35)</u></p> <p>Festverdrahtete, festverschlauchte Logikschaltungen</p> <p>Schaltalgebra: Grundgesetze: kommutatives, assoziatives, distributives Gesetz, Inversionsgesetz, De Morgansches Theorem</p> <p>Karnaugh-Diagramm Darstellung und Minimierung von Booleschen Funktionen</p> <p>Normalformen</p> <p>Gleichungen zur Ansteuerung von Speichern</p> <p>Logikplan</p> <p>Programmierung eines Mikrocomputers</p> <p>Anpassen von Programmen</p> <p>Entwurf von Programmen</p>	<p>7. <u>Auswirkungen moderner Steuerungstechnik (5)</u></p> <p>Der Schüler soll für einfache wiederkehrende Arbeitsabläufe der Technik Möglichkeiten der Automatisierung diskutieren und den Einfluß der Steuerungs- und Regelungstechnik auf den Menschen sowie den Arbeitsplatz beurteilen lernen.</p> <p><u>Teillernziele</u></p> <p>Den Einfluß moderner Steuerungstechnik auf technische Abläufe und die dadurch bedingten Auswirkungen auf Arbeitnehmer beurteilen</p> <p>Die Veränderung des Arbeitsplatzes und der Arbeitsbedingungen in Abhängigkeit vom Automatisierungsgrad beschreiben</p> <p>Die Auswirkungen der Automatisierung unter verschiedenen Aspekten diskutieren</p>	<p>7. <u>Auswirkungen moderner Steuerungstechnik (5)</u></p> <p>Auswirkung der Steuerungs- und Regelungstechnik</p> <p>Z.B. Arbeitsplatzanforderungen, Gehaltsstufen, Beschäftigungsgrad</p> <p>Reflexion über Automatisierung: z.B. über soziale, ökonomische, historische, technische Aspekte</p>	

Zum Kursthema "Steuerungstechnik" werden folgende Bücher empfohlen:

- Frädorf/Kammerhoff/
Krause/Prütz, Steuerungstechnik (Teil I und II),
Verlag Schmidt und Klaunig, Kiel 1977
- Das TTL-Kochbuch,
herausgeg. v. Texas Instruments
Deutschland GmbH,
8050 Freising, Haggertystr. 1, 1980
- G. Würtenberger u.a., Steuern und Regeln in der Automa-
tisierungstechnik,
Verlag Europa-Lehrmittel, Wuppertal 1975
- A. Osborne, Einführung in die Mikrocomputer-Technik,
München 1982
- bei Einsatz des Mikroprozessors 6502:
- Norbert Hoffmann, Digitale Regelungen mit Mikroprozessoren,
Braunschweig 1983
- Rodney Zaks, Programmierung des 6502,
Düsseldorf 1981
- Rodney Zaks, 6502 Anwendungen,
Düsseldorf 1983

Lernziele	Lerninhalte
<p>1. Einfaches Programmierbeispiel (z.B. Drehen: Welle mit Zapfen, Fräsen: Langloch)</p> <p>Der Schüler soll an einem einfachen Programmierbeispiel die grundlegenden Baugruppen einer NC-Maschine erkennen, das Programm schreiben und das Werkstück fertigen.</p> <p><u>Teilernziele</u></p> <p>Die NC-Maschine als informationsverarbeitendes System in einem Blockschaltbild beschreiben</p> <p>Ausgewählte Baugruppen der NC-Maschine nennen, sowie deren Funktion im Fertigungsprozess erläutern</p> <p>Das Programm für eine NC-Maschine normgerecht erstellen</p> <p>Aus einer technischen Zeichnung die Maße der Koordinaten für die NC-Programmierung entnehmen</p> <p>Mit Hilfe zeitgemäßer Fertigungsunterlagen die Zerspandaten praxisgerecht auswählen</p> <p>Ein einfaches Programm erstellen und in die Steuerung eingeben</p> <p>Die Programmverwaltung und -abgabe am Beispiel üben</p> <p>Grundkenntnisse über die Organisation von Informationsträgern besitzten sowie bei der Handhabung und Pflege anwenden</p>	<p>1. Einfaches Programmierbeispiel z.B. Drehen: Welle mit Zapfen, Fräsen: Langloch) (15)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zusammenwirken der Baugruppen eines NC-Systems - Vorstellung ausgewählter Baugruppen - Programmaufbau nach DIN 66025 Programm/Satz/Wort/Adresse Wegbedingungen (G-Funktion) Zusatzfunktionen (M-Funktion) - geometrische Daten, X-, Y- und Z-Koordinaten, Richtungen - technologische Daten Schnittgeschwindigkeit, Schnitttiefe, Vorschub, Getriebe-stufe - Zerspanvolumen - Gebrauch von Schaubildern und Tabellen - handschriftliches Erstellen des Programms - Programmeingabe - Programmierplatz - Eingabetastatur - Maschine - Programmverwaltung/-abgabe - Zeichnen/Plotten - Klartext - Lochstreifen/Diskette - Informationsträger - Aufbau Lochstreifen/Diskette - Handhabung und Pflege

Schulhalbjahr 13/I

Kursthema: Fertigung von Maschinenbauteilen an CNC-Werkzeugmaschinen, Beanspruchungen von Maschinenbauteilen

Stoffbezogene Fachziele

Der Schüler soll

- die Funktion von ausgewählten Baugruppen im Informations- und Energiefluß einer CNC-Maschine erläutern und exemplarisch im Experiment darstellen können,
- die mit der Fertigung eines Maschinenbauteils an der CNC-Werkzeugmaschine notwendigen Aufgabenstellungen lösen können,
- die für eine Fachexkursion sinnvollen Vorüberlegungen anstellen, während der Exkursion ausgewählte Bereiche erkunden, im Anschluß auswerten und referieren können,
- Beanspruchungen von Bauteilen berechnen und deren Auswirkungen beurteilen können.

Inhaltsübersicht und Zeitplanung

Lerngebiete	Zeitwerte	Seite
1. Einfaches Programmierbeispiel (z.B.: Drehen: Welle mit Zapfen Fräsen: Langloch)	15	41
2. Werkstück und Werkzeug im Bezugssystem der Werkzeugmaschine	12	43
3. Systematisches Lösen einer NC-Fertigungsaufgabe	15	44
4. Ausgewählte Themenbereiche	3	45
5. Planung, Durchführung und Auswertung einer Exkursion in einen CNC-Fertigungsbetrieb	15	46
6. Beanspruchung von Maschinenbauteilen	30	46
Zeitrichtwerte insgesamt	90	
Unterrichtszeit insgesamt	120	

Hinweise: 1. Lerngebiete 1 - 4 sind inhaltlich identisch mit den entsprechenden Lernabschnitten des Lehrplan-Bausteins "CNC-Technik" (Erlaß XL 130-3243.110.2-817 vom 13.6.1984)

2. Die Inhalte dieses Kursthemas lassen sich in der Schule nicht als Theoriekurs vermitteln. Es sind sachliche Mindestvoraussetzungen in der Laborausstattung zu erfüllen, für die im Anhang zum Lehrplan Empfehlungen gegeben werden.

Lernziele	Lerninhalte	Lernziele	Lerninhalte
<p>Unterschiedliche Codierungsprinzipien ausgewählten Bauteilen zuordnen und erläutern</p> <p>Die serielle und parallele Datenübertragung an ausgewählten Beispielen der NC-Maschine kennen und erklären</p> <p>Ein einfaches Werkstück auf der NC-Maschine herstellen und Fertigungsfehler erfassen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Codierungsprinzipien Dualcode (interne Verknüpfung) BCD-Code (Ein- und Ausgabe) Gray-Code (absolute Positionierung) ISO/EIA-Code (Klartextein-, Klartextausgabe; Parity-Check) - Lesen eines Lochstreifens - parallele und serielle Datenübertragung - Werkstückherstellung - Prüfen der Geometrie 	<p>2. Werkstück und Werkzeug im Bezugssystem der Werkzeugmaschine</p> <p>Der Schüler soll alle erforderlichen Werte des Bezugssystems Werkstück/Werkzeug/Maschine erfassen und praxisgerecht umsetzen.</p> <p><u>Teillernziele</u></p> <p>Die mit der Steuerung eines Werkzeuges in zwei Achsen auftretenden Probleme kennen und Lösungsmöglichkeiten erläutern</p> <p>Den Bewegungsachsen der Werkzeugmaschine ein Koordinatensystem zuordnen und ausgewählte Bezugspunkte eintragen</p> <p>Parameter für die Programmierung kennen</p> <p>Die Aufgabe der Lageregelung beim Positionieren von Werkzeug/Werkstück erklären</p> <p>Die Notwendigkeit der Nullpunkt-Verschiebung begründen</p> <p>Werkzeugdaten bestimmen</p> <p>Im Bezugssystem der Werkzeugmaschine die Lage von Werkzeug zum Werkstück festlegen</p>	<p>2. Werkstück und Werkzeug im Bezugssystem der Werkzeugmaschine (12)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Positionierung in zwei Achsen mit Schrittmotoren - Datenmenge/Auflösung/Positionierfehler - Punkt-, Strecken- und Bahnsteuerung - Koordinatensystem und Bezugspunkte - Achsen und Achsrichtungen - Maschinennullpunkt - Werkstücknullpunkt - Werkzeugträger-Bezugspunkt - Werkzeug-Bezugspunkt - Werkzeug-Schneidenbezugspunkt - Referenzpunkt - Parameter - Lageregelung in einer Achse - Nullpunkt-Verschiebung (Transformation) - Ausmessen von Werkzeugen - Ausmessen an der Maschine - Werkzeug-Voreinstellung - Speichern der Werkzeugdaten - Werkzeughalter/Werkzeug/Schneidplatte - Übungsbeispiele

Lernziele	Lerninhalte	Lernziele	Lerninhalte
<p>3. Systematisches Lösen einer <u>NC-Fertigungsaufgabe</u></p> <p>Der Schüler soll die mit der Fertigung eines Bauteils an der NC-Werkzeugmaschine zusammenhängenden Aufgabenstellungen lösen.</p> <p><u>Teillernziele</u></p> <p>Eine Werkstattzeichnung auf NC-gerechte Bemaßung überprüfen und Werkstück-Nullpunkte eintragen</p> <p>Einen Arbeitsplan entsprechend den Maschinen- und Werkzeugdaten festlegen</p> <p>Aufspannung und Spannmittel sachgerecht festlegen</p> <p>Die Schnittaufteilung nach wirtschaftlichen Kriterien festlegen</p> <p>Die Nullpunkt-Verschiebung berechnen</p> <p>Werkzeuge fachgerecht auswählen und deren Daten im Einrichteblatt festhalten</p> <p>Für eine vorgegebene Aufgabe entsprechend den technologischen und maschinellen Bedingungen ein Programm schreiben und erläutern</p> <p>Verfahren der Programm-Eingabe, -Verwaltung und -Ausgabe kennen und ausführen</p>	<p>3. Systematisches Lösen einer <u>NC-Fertigungsaufgabe</u> (15)</p> <p>- NC-gerechte Bemaßung, Werkstück-Nullpunkte</p> <p>- Arbeitsplan nach Zeichnung</p> <p>- Aufspannen, Spannmittel</p> <p>- Schnittaufteilung</p> <p>- Nullpunkt-Verschiebung</p> <p>- Werkstück-Nullpunkt</p> <p>- Maschinen-Nullpunkt</p> <p>- Festlegung der Werkzeuge</p> <p>- Einrichteblatt</p> <p>- Handschriftliche Programmierung mit Formblatt</p> <p>geometrische und technologische Daten</p> <p>Unterprogrammtechnik/Zyklen</p> <p>Schneidenradiuskompensation/Konturkorrektur</p> <p>Schlichtaufmaß/Oberflächengüte</p> <p>Kollisionsbetrachtungen</p> <p>- Programm-Eingabe</p> <p>Programmierplatz</p> <p>Handeingabe</p> <p>- Programm-Verwaltung/-Ausgabe</p> <p>Zeichnen/Plotten</p> <p>Klartext</p> <p>Lochstreifen/Diskette</p>	<p>Die zur Herstellung des ersten Werkstückes notwendigen Maßnahmen begründen und durchführen</p> <p>Programme sachgerecht archivieren</p> <p>Ein Programm für ein ausgewähltes Werkstück entwickeln, erproben und optimieren</p> <p>Gegebene Programme lesen und ggf. verbessern</p> <p>4. <u>Ausgewählte Themenbereiche</u></p> <p>Der Schüler soll in ausgewählte Themenbereiche der CNC-Technik exemplarisch eingeführt werden.</p> <p><u>Teillernziele</u></p> <p>Den Vergleich zwischen Kosten und Nutzen kennen</p> <p>Merkmale unterschiedlicher Programmierverfahren nennen</p> <p>Entwicklungen in der Fertigungstechnik beschreiben</p>	<p>- Werkstückherstellung</p> <p>Kontrolle der Nullpunktverschiebung, Werkzeugmaße und Parameter</p> <p>Luftschnitt</p> <p>Fehlermeidung</p> <p>Herstellen des 1. Werkstückes einer Serie</p> <p>Prüfen der Geometrie</p> <p>Anforderungen durch die Werkstückkontur (Interpolation)</p> <p>Werkzeugkorrektur/Optimierung</p> <p>- Programmarchivierung</p> <p>- Übungsbeispiel</p> <p>- Analyse von vorgegebenen Programmen</p> <p>4. <u>Ausgewählte Themenbereiche</u> (3)</p> <p>- Einfache Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen</p> <p>- Konturzug-Programmierung</p> <p>- Parameter-Programmierung</p> <p>- Entwicklungen in der Fertigungstechnik</p> <p>- NC-, CNC-, DNC- und AC-Technik</p> <p>- Meßmaschinen</p> <p>- Bearbeitungszentrum/Fertigungszelle</p> <p>- Handhabungsgeräte</p> <p>- CAD/CAM-Technik</p>

Lernziele	Lerninhalte
<p>5. <u>Planung, Durchführung und Auswertung einer Exkursion in einen CNC-Fertigungsbetrieb</u></p> <p>Der Schüler soll die für eine Fachexkursion sinnvollen Vorüberlegungen anstellen, während der Exkursion ausgewählte Bereiche erkunden und im Anschluß auswerten und referieren können.</p> <p><u>Teillernziele</u></p> <p>Aufgrund der betrieblichen Struktur die für die Planung einer Fachexkursion sinnvollen Aspekte festlegen</p> <p>Die Exkursion wesentlich unter der Frage nach dem Bezug zwischen Theorie und Praxis thematisieren und durchführen</p> <p>Eine betriebliche Erkundung auch hinsichtlich des Stellenwerts der Beobachtungen auswerten und dokumentieren</p>	<p>5. <u>Planung, Durchführung und Auswertung einer Exkursion in einen CNC-Fertigungsbetrieb</u> (15)</p> <p>Z. B. Maschinentypen Materialfluß Betriebsorganisation Arbeitsvorbereitung Qualifikationsprofil</p> <p>Überprüfung theoretischer Zusammenhänge an praktischen Beobachtungen</p> <p>Stellenwert von Betriebsbeobachtungen, Dokumentation</p>
<p>6. <u>Beanspruchungen von Maschinenbauteilen</u></p> <p>Der Schüler soll</p> <ul style="list-style-type: none"> - die Biege-, Torsions- und Knickbeanspruchungen an einfachen Bauteilen auf ihre Auswirkungen beschreiben und beurteilen, - für die bekanntesten Belastungsarten eine Versuchsordnung entwickeln, die Aussagen über die Einflußgrößen in qualitativer Hinsicht zuläßt, und den Weg der Erkenntnisgewinnung mit Hilfe des Experiments kritisch überdenken. <p><u>Teillernziele</u></p> <p>An Bauteilen mit zusammengesetzten Beanspruchungen die Belastungsarten beschreiben und erläutern</p>	<p>6. <u>Beanspruchungen von Maschinenbauteilen</u> (30)</p>

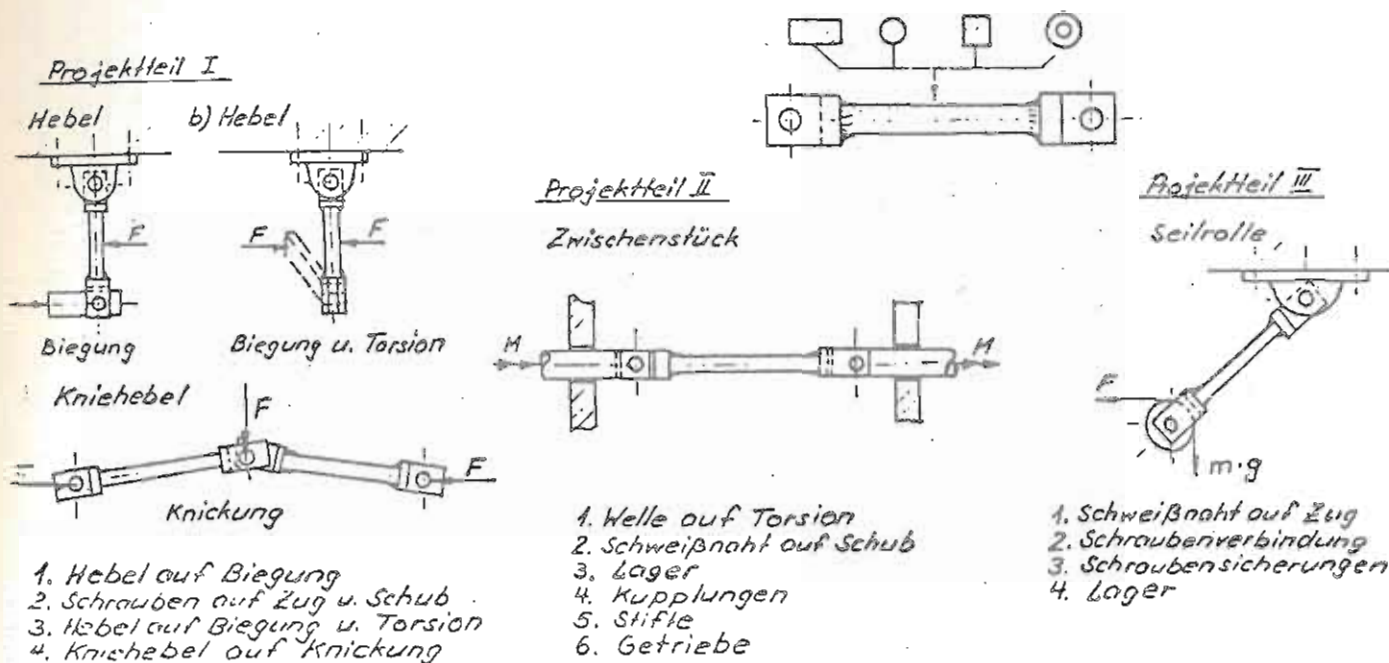
Lernziele	Lerninhalte
<p>Beschreiben können, daß die Durchbiegung eines runden Trägers proportional F, l^3, $1/d^4$ und $1/E$ ist</p> <p>Begründen, warum sich die Durchbiegung bei außermittiger Belastung verkleinert</p> <p>Zeigen, daß die Durchbiegung eines Trägers u.a. vom Flächenträgheitsmoment des Trägers abhängt</p> <p>An Beispielen nachweisen, daß bei gleichem Querschnitt die Querschnittsform das Flächenträgheitsmoment bestimmt</p> <p>Für verschiedene Querschnittsformen das Flächenträgheitsmoment zeichnerisch bestimmen und mit Hilfe von Fachliteratur berechnen</p> <p>Für verschiedene Querschnittsformen die Gültigkeit der Beziehungen für die Durchbiegung durch Versuche nachweisen</p> <p>Für einen Biegeträger mit symmetrischer Querschnittsform den Spannungsverlauf über den Querschnitt angeben, einzeichnen und begründen</p> <p>Mit Hilfe des Q- und M-Verlaufs das max. Biegemoment bestimmen</p> <p>Für einfache Querschnittsprofile aus dem Flächenträgheitsmoment das Widerstandsmoment berechnen</p> <p>Für die Bestimmung von Biegespannungen die Beziehung $\sigma_b = M_d/W_b$ nennen und anwenden</p> <p>An einfachen Maschinenteilen die auftretende Biegespannung berechnen</p> <p>Aus Tabellenbüchern die zulässige Biegespannung unter Zugrundelegung des Werkstoffes und der Beanspruchungsart ermitteln und auf den konkreten Fall beziehen</p>	<p>Durchbiegung</p> <p>Belastung am Versuchsgerät</p> <p>Flächenträgheitsmoment</p> <p>Beispiele als Natur und Technik</p> <p>Bestimmung von Flächenträgheitsmomenten</p> <p>Biegeversuche</p> <p>Druck- und Zugzone Neutrale Faser</p> <p>Max. Biegemoment</p> $W_b = \frac{I \cdot 2}{e}$ <p>Biegespannung</p> <p>Randfaserspannung</p> <p>Dimensionierung ruhender-, schwellende und wechselnde Belastung</p>

Biegung, Torsion, Knickung

Lernziele	Lerninhalte
<p>Für Kreisquerschnitte die Abhängigkeiten M_t, I, γ und G in Versuchen bestimmen und quantitativ darstellen</p> <p>Das Torsionsmoment ermitteln</p> <p>Das polare Flächenträgheitsmoment und Widerstandsmoment für Kreisquerschnitte bestimmen</p> <p>Die Belastungsverteilung über den Verdrehquerschnitt kennen und begründen</p> <p>Die Torsionsspannung an einfachen Bauteilen berechnen und beurteilen</p> <p>Für Wellen, die auf Biegung und Torsion beansprucht werden, den Querschnittsbereich mit der maximalen Belastung nennen und begründen</p> <p>Zeigen, daß die Biege- und Torsionsspannungen senkrecht aufeinander stehen und das durch Vektoraddition der grundsätzliche Aufbau der Formel zur Ermittlung der Vergleichsspannung erklärbar ist</p> <p>Die Bestimmungsgleichung für die Vergleichsspannung nennen und auf einfache Fälle anwenden</p> <p>Das Ausknicken eines Stabes als den Übergang von einer labilen in eine stabile Gleichgewichtslage beschreiben</p> <p>Als Ursache der Knickung die Kraft in Abhängigkeit von der Stablänge und der Querschnittsverteilung nennen</p> <p>Für die Belastungsfälle den Einfluß der Stabspannung auf das Ausknicken beschreiben</p> <p>Mit Hilfe von Versuchen die Knickkraft bestimmen und die Knickspannung ermitteln</p> <p>Die Bedeutung des Schlankheitsgrades angeben und daraus den elastischen Knickbereich eingrenzen</p>	<p>$\varphi = f(M_t, l, G, J_p)$</p> <p>$M_t = f(P, n); \vec{M}_t = \vec{e} \cdot \vec{F}$</p> <p>Polares Flächenträgheitsmoment</p> <p>Torsionsspannung</p> <p>$\tau_t = \frac{M_t}{W_t} \leq T_{t,all}$</p> <p>Vergleichsspannung aus σ_b und τ_t</p> <p>$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 3(\sigma_s \tau_t)^2}$ z.B. Getriebewelle</p> <p>Elastische Knickung</p> <p>Freie Knicklänge</p> <p>Belastungsfälle</p> <p>Knickkraft Knickspannung</p> <p>Schlankheitsgrad</p>
	<p>Zu diesem Kursthema werden folgende Bücher empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hans B. Kief, NC-Handbuch, NC-Handbuch-Verlag, Erlangenweg 5, 6120 Michelstadt, Stockheim 1983 - CNC-Drehen, Informations- und Arbeitsblätter, Firma Gildemeister, Berlin/Wuppertal 1983 - CNC-Drehen, Didaktisch-methodische Hinweise und Lösungen, Firma Gildemeister, Berlin/Wuppertal 1983 - A. Böge, Mechanik und Festigkeitslehre, Verlag Vieweg, Braunschweig 1975 - H.G. Mayer u.a., Techn. Mechanik und Festigkeitslehre, Verlag Handwerk und Technik, Hamburg 1975

Projektvorschlag

Das Projekt läßt sich mit Hilfe des folgenden Teils verwirklichen, das in verschiedenen Querschnitten ausgeführt und für unterschiedliche Einsatzbereiche gestaltet werden kann.



Schulhalbjahr 13/II

Kursthema: Gestaltung von Maschinenbauteilen

Stoffbezogene Fachziele

Der Schüler soll Kenntnisse erwerben und Verständnis gewinnen für

- Beanspruchungen von Bauteilen und deren Auswirkungen,
- lösbare und unlösbare Verbindungen und deren Einsatz,
- Lagerungen von Achsen und Wellen.

Inhaltsübersicht und Zeitplanung

Lerngebiete	Zeitrichtwerte	Seite
1. Beanspruchungen von Bauteilen	30	52
2. Lösbare Verbindungen	25	54
3. Unlösbare Verbindungen	20	56
4. Lagerung von Achsen und Wellen	15	58
Zeitrichtwerte insgesamt	90	
Unterrichtszeit insgesamt	120	

Hinweis: Der Leistungskurs "Gestaltung von Maschinenbauteilen" soll als Projekt organisiert werden, zu dem nachfolgend ein Vorschlag gemacht wird. Die vorliegenden Lerngebiete beziehen sich nach Lernzielen und Lerninhalten auf diesen Vorschlag. Der Bezug ist im jeweiligen Lerngebiet deutlich ausgewiesen worden.

Lernziele	Lerninhalte	Lerninhalte
<p>1. Beanspruchungen von <u>Maschinenbauteilen</u></p> <p>Der Schüler soll</p> <ul style="list-style-type: none"> - die Biege-, Torsions- und Knickbeanspruchungen an einfachen Bauteilen auf ihre Auswirkungen beschreiben sowie deren Spannungen berechnen und beurteilen, - für die genannten Belastungsarten eine Versuchsanordnung entwickeln, die Aussagen über die Einflußgrößen in qualitativer Hinsicht zuläßt, und den Weg der Erkenntnisgewinnung mit Hilfe des Experimentes kritisch überdenken. <p><u>Teilernziele</u></p> <p>An Bauteilen mit zusammengesetzten Beanspruchungen die Belastungsarten beschreiben und erläutern</p> <p>Beschreiben, daß die Durchbiegung eines runden Trägers proportional $F, l^3, 1/d^4$ und $1/E$ ist</p> <p>Begründen, warum sich die Durchbiegung bei außermittiger Belastung verkleinert</p> <p>Zeigen, daß die Durchbiegung eines Trägers u. a. vom Flächenträgheitsmoment des Trägers abhängt</p> <p>An Beispielen nachweisen, daß bei gleichem Querschnitt die Querschnittsform das Flächenträgheitsmoment bestimmt</p> <p>Für verschiedene Querschnittsformen das Flächenträgheitsmoment zeichnerisch bestimmen und mit Hilfe von Fachliteratur berechnen</p> <p>Für verschiedene Querschnittsformen die Gültigkeit der Beziehungen für die Durchbiegung durch Versuche nachweisen</p> <p>Für einen Biegeträger mit symmetrischer Querschnittsform den Spannungsverlauf über den Querschnitt angeben, einzeichnen und begründen</p>	<p>1. Beanspruchungen von <u>Maschinenbauteilen</u> (30)</p>	<p><u>Lernziele</u></p> <p>Mit Hilfe des Q- und M-Verlaufs das max. Biegemoment bestimmen</p> <p>Für einfache Querschnittsprofile aus dem Flächenträgheitsmoment das Widerstandsmoment berechnen</p> <p>Für die Bestimmung von Biegespannungen die Beziehung $\sigma_b = M_b/W_b$ nennen und anwenden</p> <p>An einfachen Maschinenteilen die auftretende Biegespannung berechnen</p> <p>Aus Tabellenbüchern die zulässige Biegespannung unter Zugrundelegung des Werkstoffes und der Beanspruchungsart ermitteln und auf den konkreten Fall beziehen</p> <p>Für Kreisquerschnitte die Abhängigkeiten M_t, l, I, φ und G in Versuchen bestimmen und quantitativ darstellen</p> <p>Das Torsionsmoment ermitteln</p> <p>Das polare Flächenträgheitsmoment und Widerstandsmoment für Kreisquerschnitte bestimmen</p> <p>Die Belastungsverteilung über den Verdrehquerschnitt kennen und begründen</p> <p>Die Torsionsspannung an einfachen Bauteilen berechnen und beurteilen</p> <p>Für Wellen, die auf Biegung und Torsion beansprucht werden, den Querschnittsbereich mit der maximalen Belastung nennen und begründen</p> <p>Zeigen, daß die Biege- und Torsionsspannungen senkrecht aufeinander stehen und daß durch Vektoraddition der grundsätzliche Aufbau der Formel zur Ermittlung der Vergleichsspannung erklärbar ist</p> <p>Die Bestimmungsgleichung für die Vergleichsspannung nennen und auf einfache Fälle anwenden</p>
<p>Max. Biegemoment</p> $W_b = \frac{I \cdot 2}{e}$ <p>Biegespannung</p> <p>Randfaserspannung</p> <p>Dimensionierung ruhender, schwellende und wechselnde Belastung</p> <p>Z.B. Projektteil II</p> $\varphi = f(M_t, l, G, J_p)$ $M_t = f(P, n); \dot{M}_t = \dot{e} \cdot F$ <p>Polares Flächenträgheitsmoment</p> <p>Torsionsspannung</p> $\tau_t = \frac{M_t}{W_p} \leq \tau_t$ <p>Z.B. Projektteil I</p> <p>Vergleichsspannung aus σ_b und τ_t</p> $\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 3(\alpha_0 \cdot \tau_t)^2}$ <p>z.B. Getriebewelle</p>	<p><u>Lerninhalte</u></p>	<p><u>Lernziele</u></p> <p>1. Beanspruchungen von <u>Maschinenbauteilen</u> (30)</p> <p>Biegung, Torsion, Knickung</p> <p>Durchbiegung</p> <p>Belastung am Versuchsgerät</p> <p>Flächenträgheitsmoment</p> <p>Beispiele aus Natur und Technik</p> <p>Bestimmung von Flächenträgheitsmomenten</p> <p>Biegeversuche</p> <p>Z.B. Projektteil I.</p> <p>Druck- und Zugzone</p> <p>Neutrale Faser</p>

Lernziele	Lerninhalte	Lernziele	Lerninhalte
<p>Das Ausknicken eines Stabes als den Übergang von einer labilen in eine stabile Gleichgewichtslage beschreiben</p> <p>Als Ursache der Knickung die Kraft in Abhängigkeit von der Stablänge und der Querschnittsverteilung nennen</p> <p>Für die Belastungsfälle den Einfluß der Stabeinspannung auf das Ausknicken beschreiben</p> <p>Mit Hilfe von Versuchen die Knickkraft bestimmen und die Knickspannung ermitteln</p> <p>Die Bedeutung des Schlankheitsgrades angeben und daraus den elastischen Knickbereich eingrenzen</p>	<p>Elastische Knickung</p> <p>Freie Knicklänge</p> <p>Belastungsfälle</p> <p>Knickkraft Knickspannung</p> <p>Schlankheitsgrad</p> <p>2. <u>Lösbare Verbindungen</u> (25)</p>	<p>Typische Funktionen der Schraube anhand ausgewählter Gestaltungsbeispiele beschreiben</p> <p>Den erforderlichen Spannungsquerschnitt nicht vorgespannter, statisch normal beanspruchter Schrauben berechnen</p> <p>Ausgewählte Sicherungen von Schraubenverbindungen kennen und einigen typischen Anwendungsbeispielen zuordnen</p> <p>Einfache Problemstellungen aus der Fügetechnik mit Hilfe von Schraubenverbindungen lösen</p> <p>Aufgrund ausgewählter Gestaltungsbeispiele Beanspruchungsart und Funktion von Achsen und Wellen beschreiben</p> <p>Den Durchmesser zylindrischer Vollwellen und Vollachsen überschlägig berechnen</p> <p>Am Beispiel ausgeführter Konstruktionen die Gestaltung von Nuten, Übergängen und Sicherungen gegen axiales Verschieben kommentieren</p> <p>Aufgrund ausgewählter Gestaltungsbeispiele reibschlüssige, formschlüssige und vorgespannte Verbindungen bestimmen und deren Funktion beschreiben</p>	<p>Beispiele für Befestigungsschrauben Bewegungsschrauben Spannschrauben Verschlußschrauben Meßschrauben</p> <p>Ausgewählte Werkstoffe</p> $A_s = \frac{F}{\sigma_{t0}/k_v}$ <p>Ausgewählte Beispiele für Schraubensicherungen</p> <p>Z.B. Flanschverbindung Deckelbefestigung Konsolverschraubung Spindel einer Spannvorrichtung</p> <p>Z.B. Projektteil II Achsen und Wellen Definition von Achse und Welle, Funktionsbeschreibung</p> $d_{\text{Vollachse}} \approx \sqrt[3]{\frac{M_b}{\rho \cdot G_{\text{Ach}}}}$ $d_{\text{Vollwelle}} \approx c \sqrt[3]{\frac{P}{n}}$ <p>Nuten, Übergänge, Sicherung gegen Verschieben</p> <p><u>Verbindung von Welle und Nabe</u> Reibschluß: - Klemmverbindung - Kegolverbindung Formschluß: - Keilwelle - Kerbverzahnung - Paßfederverbindung Reibschluß, vorgespannt: - Keilverbindung</p>
<p>2. <u>Lösbare Verbindungen</u></p> <p>Der Schüler soll</p> <ul style="list-style-type: none"> - eine Schraubenverbindung im Rahmen einfacher fügetechnischer Probleme nach Wirkungsweise, Funktion und Art angemessen auswählen und einsetzen, - konstruktive Lösungen zur Verbindung von Welle und Nabe sowie Welle und Welle beschreiben und aufgrund vorgegebener Randbedingungen für einfache Problemstellungen vorschlagen. <p><u>Teillernziele</u></p> <p>Die Abhängigkeit zwischen Kraftmoment und Längskraft an der Schraubenverbindung erklären und quantitativ erfassen</p> <p>Zur Beschreibung dieser Abhängigkeit den Wirkungsgrad heranziehen</p>	<p>Z.B. Projektteil III Umsetzung, Kraftmoment → Längskraft an Befestigungs- und Bewegungsgewinden</p> <p>Wirkungsgrad = $f(\alpha, \xi)$</p>	<p>Den Durchmesser zylindrischer Vollwellen und Vollachsen überschlägig berechnen</p> <p>Am Beispiel ausgeführter Konstruktionen die Gestaltung von Nuten, Übergängen und Sicherungen gegen axiales Verschieben kommentieren</p> <p>Aufgrund ausgewählter Gestaltungsbeispiele reibschlüssige, formschlüssige und vorgespannte Verbindungen bestimmen und deren Funktion beschreiben</p>	<p>Z.B. Projektteil III Umsetzung, Kraftmoment → Längskraft an Befestigungs- und Bewegungsgewinden</p> <p>Wirkungsgrad = $f(\alpha, \xi)$</p>

Lernziele	Lerninhalte
<p>Paßfedern entsprechend Wellen- und Nabenabmessungen nach Tabelle festlegen und auf Flächenpressung und Scherbeanspruchung nachprüfen</p> <p>Aufgrund vorgegebener Randbedingungen angemessene Verbindungen von Welle und Nabe auswählen und diskutieren</p> <p>In Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen zwischen nichtschaltbaren und schaltbaren Kupplungen unterscheiden</p> <p>Aufgrund ausgewählter Konstruktionsbeispiele Funktion und Eigenschaften von Kupplungen beschreiben</p> <p>An einem einfachen Beispiel aufgrund vorgegebener Randbedingungen eine Kupplungsart und -größe auswählen und einige der Tabelle entnommene Kenndaten überprüfen</p>	<p>Dimensionierung von Paßfedern</p> <p>Diskussion ausgewählter einfacher Konstruktionen</p> <p><u>Verbindung von Welle und Welle</u></p> <p>Nichtschaltbare Kupplungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - starr (feste Kupplung) - nachgiebig (Ausgleichskupplung) <p>Schaltbare Kupplungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> z.B. - fremdbetätigt (Schaltkupplung) - drehzahlbetätigt (Fliehkraftkupplung) <p>Z.B. Scheibenkupplung Sinus-Lamellen-Kupplung</p> <p>Z.B. Scheibenkupplung</p> <p>Kenndaten:</p> <ul style="list-style-type: none"> z.B. Kraftmoment <p>Spannungsquerschnitt der Schrauben</p>
<p>3. <u>Unlösbare Verbindungen</u></p> <p>Der Schüler soll einfache unlösbare Verbindungen unter Berücksichtigung von Sicherheitsbestimmungen herstellen und die auftretenden Belastungen der Verbindung berechnen.</p> <p><u>Teillernziele</u></p> <p>Verschiedene unlösbare Verbindungstechniken angeben und die prinzipiellen Unterschiede beschreiben</p> <p>Die Vorgänge beim Löten (Benetzen, Fließen und Erstarren) beschreiben und die zugrunde liegenden theoretischen Sachverhalte erklären</p> <p>Kurzzeichen, Zusammensetzung und Verwendung sowie Arbeitstemperatur einiger Lote angeben</p>	<p>3. <u>Unlösbare Verbindungen (20)</u></p> <p>Z.B. Projektteile I, II oder III</p> <p>Überblick über unlösbare Verbindungen</p> <p>Löten, z.B. Oberflächenspannung, Kapillarwirkung, Diffusion</p> <p>Hart- und Weichlöten</p>
<p>An exemplarischen Beispielen das Kleben von Metallen beschreiben</p> <p>Eine Metall-Klebverbindung mittels Mehrkomponentenkleber herstellen</p> <p>Zerstörungs- und Langzeitversuche einer Metall-Klebestelle planen, durchführen und auswerten</p> <p>Anwendungsbereiche verschiedener Schweißverfahren nennen</p> <p>Die Schweißbarkeit einiger Werkstoffe erläutern und die zum Schweißen erforderlichen Zusatzwerkstoffe angeben</p> <p>Gasschmelz- und Lichtbogenschweißen unterscheiden und ein (1) Verfahren in Hinblick auf Einsatz, Eigenschaften und Wirkungsweise erläutern</p> <p>Eigenschaften von Acetylen und Sauerstoff angeben</p> <p>Das Einstellen einer Schweißflamme und ihre Wirkungen auf die Güte der Schweißnähte beschreiben und begründen</p> <p>Sicherheitsbestimmungen beim Umgang mit Geräten zum Gasschmelzschweißen und beim Schweißvorgang angeben</p>	<p>Kleben</p> <p>Festigkeit, Kriechvorgang</p> <p>Schweißen</p> <p>Gasschmelzschweißen</p>
<p>Theoretische Grundlagen des elektrischen Lichtbogenschweißens und ihre Bedeutung für den Schweißvorgang aufzeigen</p> <p>Der Sinn von Elektrodenummantelung her wiedergeben</p> <p>Das Prinzip des Schutzgasschweißens beschreiben</p> <p>Gütekontrollen von Schweißnähten beschreiben, durchführen und auswerten, z.B. Rohrstück, stehend auf Grundplatte, mittels Keilnaht anschweißen, Am Rohrende eine Mutter anschweißen oder anlöten. Dann mit Schraube und Wasser abdrücken</p> <p>Einfache Nahtquerschnitte und Festigkeiten von Schweißnähten berechnen</p>	<p>Lichtbogenschweißen z.B. Stromstärke, Spannung, Lichtbogen, Ionisation</p> <p>Elektroden</p> <p>Schutzgasschweißen</p> <p>Gütekontrollen auf Dichtheit und Festigkeit</p> <p>Schweißnahtberechnungen</p>

Lernziele	Lerninhalte
<p>3. <u>Unlösbare Verbindungen</u></p> <p>Der Schüler soll einfache unlösbare Verbindungen unter Berücksichtigung von Sicherheitsbestimmungen herstellen und die auftretenden Belastungen der Verbindung berechnen.</p> <p><u>Teillernziele</u></p> <p>Verschiedene unlösbare Verbindungstechniken angeben und die prinzipiellen Unterschiede beschreiben</p> <p>Die Vorgänge beim Löten (Benetzen, Fließen und Erstarren) beschreiben und die zugrunde liegenden theoretischen Sachverhalte erklären</p> <p>Kurzzeichen, Zusammensetzung und Verwendung sowie Arbeitstemperatur einiger Lote angeben</p>	<p>3. <u>Unlösbare Verbindungen (20)</u></p> <p>Z.B. Projektteile I, II oder III</p> <p>Überblick über unlösbare Verbindungen</p> <p>Löten, z.B. Oberflächenspannung, Kapillarwirkung, Diffusion</p> <p>Hart- und Weichlöten</p>

Lernziele	Lerninhalte
<p>4. Lagerung von Achsen und Wellen</p> <p>Der Schüler soll Kriterien zum Einsatz von Gleit- und Wälzlagern nennen und auf den konkreten Fall beziehen.</p> <p><u>Teilernziele</u></p> <p>Aufgrund ausgewählter Konstruktionsbeispiele Lagerstellen erkennen und deren Funktion beschreiben</p> <p>Lagerarten nach ihren Bewegungsverhältnissen unterscheiden</p> <p>Eigenschaften, Bauweise und Verwendungsgrenzen ausgewählter Wälzlager beschreiben</p> <p>An ausgewählten Beispielen Aufbau und Funktion von Gleitlagern erklären</p> <p>Die qualitativ vorgegebene Abhängigkeit zwischen Reibwert und Drehzahl beim Querlager erläutern</p> <p>An vorliegenden Gleitlagerkonstruktionen Maßnahmen zur Sicherstellung der Schmierung erklären</p> <p>Aufgrund vorgegebener Randbedingungen aus einer begrenzten Anzahl von Lagern eines auswählen und diese Entscheidung begründen</p>	<p>4. Lagerung von Achsen und Wellen (15)</p> <p>Z.B. Projektteile II oder III</p> <p><u>Lagerung von Achsen und Wellen</u></p> <p>Funktion von Lagerstellen</p> <p>Wälz- und Gleitlager</p> <p>Ausgewählte Wälzlager:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eigenschaften - Bauweise - Verwendung <p>Bauteile von Gleitlagern, Quer- und Längslager</p> <p>Reibwert/Drehzahl-Kurven nach Stribeck</p> <p>Schmierstoffzu- und -abführung</p> <p>Entscheidung für ein Lager</p>
	<p>Zum Kursthema "Gestaltung von Maschinenbauteilen" werden folgende Bücher empfohlen:</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - A. Böge, Mechanik und Festigkeitslehre, Verlag Vieweg, Braunschweig 1975 - W. Geiser, Fertigungstechnik, Band 2, Verlag Handwerk und Technik, Hamburg 1975 - G. Köhler, H. Rognitz, Maschinenteile I und II, Verlag B.G. Teubner, Stuttgart 1972 - H.G. Mayer u.a., Techn. Mechanik und Festigkeitslehre, Verlag Handwerk und Technik, Hamburg 1975 - Roloff/Matek Maschinenelemente, Verlag Vieweg, Braunschweig 1976

Lernziele	Lerninhalte
<p>1. Beschreibung und Untersuchung des Energieumwandlungsprozesses von Wärmekraftmaschinen z.B. Ottomotor, Dieselmotor</p> <p>Der Schüler soll</p> <ul style="list-style-type: none"> - den Energieumwandlungsprozeß geeigneter Wärmekraftmaschinen an ausgewählten Fragestellungen theoretisch durchdringen, - charakteristische Kenngrößen einer Wärmekraftmaschine berechnen, im Laborversuch ermitteln, auswerten und beurteilen. <p><u>Teillernziele</u></p> <p>Die Abhängigkeit der indizierten Leistung von den charakteristischen Kenngrößen der Kraftmaschine erläutern</p> <p>Den Einfluß der charakteristischen Kenngrößen auf die Gestaltung und Auslegung der Kraftmaschine diskutieren</p> <p>Mit Hilfe des pv-Diagramms Aussagen über positive und negative Gasarbeiten machen</p> <p>Die indizierte Motorarbeit als Fläche im pv-Diagramm darstellen</p> <p>Den Zusammenhang zwischen der indizierten Motorarbeit und P_{mi} herstellen</p> <p>Methoden zur Ermittlung von P_{mi} aus dem pv-Diagramm anwenden</p> <p>Die Qualität des Energieumwandlungsprozesses des gesamten Systems Wärmekraftmaschine mit Hilfe des gesamten Wirkungsgrades erläutern</p> <p>Die im Kraftstoff zugeführte Wärmemenge berechnen</p>	<p>1. Beschreibung und Untersuchung des Energieumwandlungsprozesses von Wärmekraftmaschinen z.B. Ottomotor, Dieselmotor (30)</p> <p>Dieser Lernabschnitt setzt die Behandlung einiger thermodynamischer Grundlagen im Fach Physik voraus (s. Lehrplan Physik)</p> <p>Kenngrößen: P_{mi}, V, n, t (t = Arbeitszyklus)</p> <p>Z.B. Möglichkeiten und Grenzen der Leistungssteigerung</p> <p>Positive und negative Gasarbeiten</p> <p>$W_i = P_{mi} \cdot V_h$</p> <p>$P_{mi} = \frac{A_{Diagr.}}{t_{Diagr.}} \cdot f$ (f = Federmaßstab)</p> <p>$\eta_c = \frac{A_{Diagr.}}{Q_{Zu}}$</p> <p>$Q_{Zu} = f \cdot (H_u, B)$ (B = Kraftstoffverbrauch)</p>

Schulhalbjahr 13/II

Kursthema: Maschinen zur Energieumwandlung

Stoffbezogene Fachziele

Der Schüler soll

- die Energieumwandlung von Wärmekraftmaschinen erläutern, charakteristische Kenngrößen dieser Prozesse berechnen und in geeigneten Laborversuchen nachweisen,
- mit der Erfindung und Entwicklung des Dieselmotors sich stellende theoretische Probleme und technische Realisierungsversuche diskutieren und deren Bedeutung aufgrund exemplarischer Quellenstudiums erkennen,
- den Dieselmotor und ausgewählte spezifische Bauelemente hinsichtlich Aufbau und Funktion erläutern und in geeigneten Laborversuchen untersuchen,
- Aufbau und Funktion von Verdränger- und Kreiselumpen erläutern sowie charakteristische Kenngrößen zur Beurteilung der Einsatzmöglichkeiten heranziehen.

Inhaltsübersicht und Zeitplanung

Lerngebiete	Zeitrichtwerte	Seite
1. Beschreibung und Untersuchung des Energieumwandlungsprozesses von Wärmekraftmaschinen, z.B. Ottomotor, Dieselmotor	30	61
2. Betrachtungen zur Erfindung und Entwicklung des Dieselmotors	12	63
3. Realisierung des Dieselmotors, Gestaltung und Untersuchung spezifischer Bauelemente	30	64
4. Pumpen	18	66
Zeitrichtwerte insgesamt	90	
Unterrichtszeit insgesamt	120	

Lernziele	Lerninhalte
<p>Den indizierten Wirkungsgrad η_i als die Kenngröße verstehen, die die Qualität des Energieumwandlungsprozesses ohne Berücksichtigung mechanischer Verluste beschreibt</p> <p>Mit Hilfe des mechanischen Wirkungsgrades η_m eine Aussage über die Größe der Reibungsarbeit machen</p> <p>Den mittleren effektiven Arbeitsdruck berechnen und seine Bedeutung als Vergleichsgröße begründen</p> <p>Den Idealprozeß einer Wärmekraftmaschine im pV-Diagramm beschreiben</p> <p>Die Qualität der Energieumwandlung eines Idealprozesses durch den theoretischen Wirkungsgrad diskutieren</p> <p>Den Gütegrad η_g als Möglichkeit des Vergleichs zwischen dem genannten Wirkungsgraden in einem Blockbild entwickeln</p> <p>Angrund vorgegebener Daten die Anteile von Nutzwärme, Kühlwasser-, Abgas- und Restwärme an der zugeführten Wärmemenge berechnen und graphisch darstellen</p>	<p>$\eta_i = \frac{A'}{Q_{zu}}$</p> <p>z.B. $\eta_m = \frac{W_e}{W_i}$ $W_R = W_i - W_e$</p> <p>z.B. $\eta_{\text{ther}} = \eta_{\text{pV}} \cdot \eta_m$ $\eta_g = f(\eta_{\text{pV}}, \eta_m, \eta_e)$ (t = Arbeitszyklus)</p> <p>z.B. Gleichraumprozeß</p> <p>$\eta_{\text{ther}} = \frac{Q_{zu} - Q_{ab}}{Q_{zu}}$</p> <p>$\eta_g = \frac{\eta_i}{\eta_{\text{pV}} \cdot \eta_e}$</p>
<p>Den Carnot-Prozeß beschreiben und seine Bedeutung für die Energieumwandlung in Wärmekraftmaschinen erläutern</p> <p>Die Entstehung des Carnot-Prozesses auf dem historischen Hintergrund des Entwicklungsstandes der Wärmekraftmaschinen diskutieren</p> <p>Aufgrund des Quellenstudiums des ersten Patents R. Diesels den Bezug zwischen Patentanspruch und Carnot-Prozeß nachweisen</p> <p>Die Konstruktion des ersten Versuchsmotors als Versuch R. Diesels zur Realisierung des ersten Patents erläutern</p> <p>Wesentliche Resultate aus der ersten Versuchsreihe R. Diesels erläutern</p>	<p>Sankey-Diagramm</p>

Lernziele	Lerninhalte
<p>Eine Versuchsreihe zur Ermittlung wichtiger Kenngrößen einer Wärmekraftmaschine vorschlagen, diskutieren, durchführen sowie quantitativ auswerten und darstellen</p> <p>Die Versuchsergebnisse interpretieren und beurteilen</p> <p>2. <u>Betrachtungen zur Erfindung und Entwicklung des Dieselmotors</u></p> <p>Der Schüler soll</p> <ul style="list-style-type: none"> - die im Zusammenhang mit der Erfindung und Entwicklung des Dieselmotors sich stellenden theoretischen Probleme und technischen Realisierungsversuche diskutieren und würdigen, - aufgrund exemplarischen Quellenstudiums Zugang zu den historischen, technischen und wirtschaftlichen Aspekten der Entwicklung des Dieselmotors gewinnen. <p><u>Teillernziele</u></p> <p>Den Carnot-Prozeß beschreiben und seine Bedeutung für die Energieumwandlung in Wärmekraftmaschinen erläutern</p> <p>Die Entstehung des Carnot-Prozesses auf dem historischen Hintergrund des Entwicklungsstandes der Wärmekraftmaschinen diskutieren</p> <p>Aufgrund des Quellenstudiums des ersten Patents R. Diesels den Bezug zwischen Patentanspruch und Carnot-Prozeß nachweisen</p> <p>Die Konstruktion des ersten Versuchsmotors als Versuch R. Diesels zur Realisierung des ersten Patents erläutern</p> <p>Wesentliche Resultate aus der ersten Versuchsreihe R. Diesels erläutern</p>	<p>Kenngrößen: z.B. p_m, p_e, P_e, P_{VW} η_i, η_e, η_m Kennlinien</p> <p>z.B. $p_{\text{VW}} = f(\eta_i)$; $\eta_e = f(\eta_i)$ Wärmemengen: z.B. $Q_{\text{Kühlw}}$.</p> <p>2. <u>Betrachtungen zur Erfindung und Entwicklung des Dieselmotors (12)</u></p> <p>Carnot-Prozeß (pV-Diagramm)</p> <p>Entwicklungsstand der Wärmekraftmaschinen zu Beginn des 19. Jahrhunderts</p> <p>DRP 67207 (Bezugsquelle: Deutsches Museum, München)</p> <p>Erster Versuchsmotor R. Diesels 1893</p> <p>Z.B. Selbstzündung Notwendigkeit der Kühlung</p>

Lernziele	Lerninhalte
<p>Begründen, daß die Ergebnisse der ersten Versuchsreihe die Entwicklung vom Carnot-Prozess zum Gleichdruckprozess wesentlich beeinflusst haben</p> <p>Die Idee R. Diesels, die Arbeitsfläche des Carnot-Diagramms durch eine Gleichdruckverbrennung zu vergrößern, nachvollziehen</p> <p>Aufgrund des Quellenstudiums des zweiten Patents R. Diesels den Bezug zwischen Patentanspruch und Gleichdruckprozess nachweisen</p> <p>Die im Zusammenhang mit der technischen Realisierung der Gleichdruckverbrennung sich ergebenden Probleme diskutieren</p> <p>Die Entwicklung vom ersten Versuchsmotor bis zum arbeitsfähigen Dieselmotor als die technische Bewältigung dieser Probleme erläutern</p> <p>Die Entwicklung wesentlicher Bauteile für die Kraftstoffaufbereitung und Gemischbildung als Voraussetzung für die Konstruktion marktfähiger Dieselmotoren aufzeigen</p> <p>Die Zusammenhänge zwischen dem Lebensweg Rudolf Diesels, der Erfindung und Entwicklung des Dieselmotors aufzeigen</p>	<p>Gleichdruckprozess (pV-Diagramm)</p> <p>DRP 82168 (Bezugsquelle: Deutsche Museum, München)</p> <p>Z. B. Innere Gemischbildung Zündverzögerung</p> <p>Entwicklungsstadien 1. Versuchsmotor bis "Erster Dieselmotor" 1893 - 1897 Einblaseverfahren</p> <p>Z. B. Zerstäuberbauarten "DM"-Motor MAN 1902</p> <p>Rudolf Diesel 1858 - 1913</p>
<p>3. Realisierung des Dieselvefahrens Gestaltung und Untersuchung spezifischer Bauelemente</p> <p>Der Schüler soll</p> <ul style="list-style-type: none"> - konstruktive Maßnahmen zur Realisierung des Dieselvefahrens begründen und Aufbau sowie Funktionsweise spezifischer Bauelemente erläutern, - Laborversuche zur Untersuchung des Dieselmotors und spezifischer Bauelemente entwerfen, durchführen und Versuchsergebnisse interpretieren. 	<p>3. Realisierung des Dieselvefahrens Gestaltung und Untersuchung spezifischer Bauelemente (30)</p>

Lernziele	Lerninhalte
<p><u>Teillernziele</u></p> <p>Die Problematik der inneren Gemischbildung und Selbstzündung beim Dieselmotor diskutieren</p> <p>Konstruktive Lösungsmöglichkeiten zur Verwirklichung und Optimierung der inneren Gemischbildung vorschlagen und konkrete Gemischbildungsverfahren beschreiben</p> <p>Den Aufbau der Kraftstoffförder- und Einspritzanlage beschreiben</p> <p>Die Wirkungsweise und Möglichkeiten der konstruktiven Gestaltung von Einspritzdüsen beschreiben</p> <p>Mit geeigneten Laborversuchen Aussagen über die Funktionsfähigkeit von Einspritzdüsen machen</p> <p>Die Aufgabe von Einspritzpumpen erläutern und konkret vorliegende Pumpen untersuchen und über deren Aufbau und Wirkungsweise berichten</p> <p>Geeignete Laborversuche zur Untersuchung und Prüfung von Einspritzpumpen vorschlagen, diskutieren, durchführen und auswerten</p> <p>Die Qualitätsregelung als ein typisches Verfahren zur Regelung der Leistung des Dieselmotors begründen</p> <p>Die Notwendigkeit der Drehzahlregelung beim Dieselmotor begründen</p> <p>Verschiedene Arten von Drehzahlreglern gegebenen Einsatzbedingungen des Dieselmotors zuordnen</p> <p>Mit einem Laborversuch das Verhalten eines Drehzahlreglers untersuchen und beschreiben</p> <p>Eine Versuchsreihe zur Ermittlung wichtiger Kenngrößen des Dieselmotors vorschlagen, diskutieren, durchführen und quantitativ auswerten und darstellen</p> <p>Diese Versuchsergebnisse interpretieren und mit den Kenngrößen des Ottomotors vergleichen</p>	<p>Z. B. Gemischbildung und -aufbereitung Zündverzögerung</p> <p>Z. B. Nebenbrennraumverfahren Direkte Einspritzung</p> <p>Elemente der Kraftstoffförder- und Einspritzanlage</p> <p>Z. B. Zapfendüse Lochdüse</p> <p>Prüfen von Einspritzdüsen z. B. Strahlform Abspritzdruck</p> <p>Z. B. Reiheneinspritzpumpe Verteilereinspritzpumpe</p> <p>Z. B. Förderbeginn Gleichförderung Förderverhalten</p> <p>Qualitätsregelung</p> <p>Z. B. Enddrehzahlregler Leerlauf/Vollast Alldrehzahlregler</p> <p>Z. B. am Dieselfahrzeug auf dem Motorprüfstand</p> <p>Z. B. pV-Diagramm <i>P_{max}, P_i, P_{po}</i> <i>P_e, P_{ox}, M, A, f_{rot}</i></p> <p>Gegenüberstellung: Otto-, Dieselmotor</p>

Lernziele	Lerninhalte	Lerninhalte
<p><u>4. Pumpen</u></p> <p>Der Schütler soll</p> <ul style="list-style-type: none"> - physikalische Gesetzmäßigkeiten auf Pumpenanlagen übertragen, - für Verdränger- oder Kreiselpumpen konstruktive Merkmale, Funktion und charakteristische Größen in bezug auf den Einsatz diskutieren und beurteilen. <p><u>Teillernziele</u></p> <p>Die Definition des Drucks anwenden und Druckeinheiten umrechnen</p> <p>Geräte zur Druckmessung beschreiben</p> <p>Einfache Apparate zur Förderung von Flüssigkeiten beschreiben</p> <p>Anhand von Rohrleitungskennlinien die Druckabhängigkeit des Förderstroms beschreiben und als Folge von Strömungsverlusten durch Flüssigkeitsreibung interpretieren</p> <p>Den Energieinhalt eines Mediums angeben</p> <p>Die Bernoulli'sche Druckgleichung unter Einbeziehung der Dichte der Flüssigkeit nach der geodätischen Förderhöhe umwandeln und interpretieren</p> <p>Die Kontinuitätsgleichung für verschiedene Medien angeben und deren Einfluß auf Geschwindigkeit und Dichte diskutieren</p> <p>Das Prinzip von Volumenstrommeßgeräten und einer Wasserstrahlpumpe beschreiben</p> <p><u>Hinweis:</u> Funktion, Eigenschaften und Einsatz eines Pumpentyps (Verdrängerpumpe oder Kreiselpumpe) sind differenziert zu behandeln</p>	<p><u>4. Pumpen (18)</u></p> <p><u>Grundlagen</u> Druck, -einheiten, Druck einer Flüssigkeitssäule</p> <p>Manometer, Barometer</p> <p>Stech- und Saugheber, Handkolbenpumpen als Saug- und Druckpumpe</p> <p>Energiebetrachtung an einer Pumpenanlage</p> <p>Druckhöhe, Geschwindigkeitshöhe, geodätische Höhe</p> <p>Kontinuitätsgleichung für Gase und Flüssigkeiten</p> <p>Messung des Volumenstroms mit Venturidüse, Blende und Schwebekörper Wasserstrahlpumpe</p>	<p>Lerninhalte</p> <p><u>Verdrängerpumpe</u> Flüssigkeitstransport durch Druckdifferenz Konstruktionsprinzipien Zahn, Flügel, Schraube, Kolben, Membrane evt. Untersuchung einer Axialkolbenpumpe im offenen (geschlossenen) Kreislauf</p> <p>Arbeitstakte: Saugen Trennen von Saug- und Druckraum</p> <p>Förderstrom $Q_{th} \times \frac{V}{t}; Q = f(\varphi, \omega)$</p> <p>Theoretischer Förderstrom von einfachwirkenden, doppelwirkenden und Stufenkolbenpumpen</p> <p>Z. B. Je eine drei- und vierkolbige Pumpe Ermittlung von Δq</p> <p>Funktion Steuerspiegel: 1. Trennen Druck-Saugraum 2. Axiallager</p> <p>Nachteile: Druck-, Strömungsverluste oder Reibungs-Querkraftverluste</p> <p>Max. praktische Saughöhe</p> <p>Theoretische Pumpenleistung $P_{th} = Q \cdot \Delta p$? hydraulisch ? mechanisch ? volumetrisch</p>
<p>Die Wirkungsweise von Verdrängerpumpen erläutern</p> <p>Die Arbeitstakte einer Kolbenpumpe beschreiben</p> <p>Die intermittierende Förderung in bezug auf den Verwendungszweck diskutieren</p> <p>Die Definition des Förderstroms wiedergeben und den theoretischen Förderstrom von Kolbenpumpen ableiten und berechnen</p> <p>Die Pulsation einer Kolbenpumpe in Abhängigkeit vom Verdrehwinkel graphisch darstellen</p> <p>Alternativ die Trennung von Saug- und Druckraum durch Ventile bzw. Steuerspiegel vergleichen (Kriterien: Leckverluste, Kräfteausgleich)</p> <p>Alternativ die Steuerung des Förderstroms durch Ventile bzw. durch Veränderung der Exzentrizität der Kolbenstangenlagerung erläutern und deren unterschiedliche Eigenschaften aufzeigen</p> <p>Die maximale praktische Saughöhe einer Pumpe abschätzen und begründen</p> <p>Die Abhängigkeit der Pumpenleistung von Druck und Förderstrom begründen</p> <p>Den Gesamtwirkungsgrad einer Pumpe bestimmen</p>		

Lernziele	Lerninhalte
<p>Den konstruktiven Aufbau einer Kreiselpumpe beschreiben</p> <p>Durch Vergleich mit der Kolbenpumpe auf die unterschiedlichen Wirkprinzipien schließen</p> <p>Die Strömungsverhältnisse eines Flüssigkeitsteilchens am Schaufelrad durch Ermittlung der Geschwindigkeitskomponenten beschreiben</p> <p>Die Komponentenzersetzung am Schaufelrad eintritt und -austritt graphisch durchführen und die Druckerhöhung berechnen</p> <p>Den optimalen Arbeitspunkt einer Kreiselpumpe graphisch bestimmen</p> <p>Förderhöhe und nutzbare Pumpenleistung einer Pumpenanlage berechnen</p> <p>Die Kennlinien von Kreiselpumpe und Kolbenpumpe vergleichen und interpretieren</p> <p>Qualitativ die Kennlinien beim Fördern mehrerer Pumpen in einem System beschreiben und begründen</p> <p>Praktische Beispiele von Förder-systemen mit Verdränger- oder Kreiselpumpe analysieren</p>	<p><u>Kreiselpumpe</u> Evtl. Untersuchung einer Kreiselpumpe im offenen (geschlossenen) Kreislauf</p> <p>Druckenergie Geschwindigkeitsenergie</p> <p>Absol. Geschwindigkeit relat. Geschwindigkeit Umfangsgeschwindigkeit</p> $P_1 - P_2 = \frac{\rho}{2} (u_2^2 - u_1^2)$ <p>Stoßfreie Förderung bei tangentialer Lage des Vektors der Relativgeschwindigkeit am Schaufelrad ein- und -austritt</p> <p><u>Drosselkurven mit und ohne Gegen-druck</u></p> <p><u>Aufnahme von Aussagen von Pumpenkennlinien</u></p> <p>Kennlinien bei Reihen- und Parallelschaltung</p> <p>Analyse ausgeführter Anlagen</p>

Zum Kursthema "Maschinen zur Energieumwandlung" werden folgende Bücher empfohlen:

- Bohl/Mathieu, Laborversuche an Kraft- und Arbeitsmaschinen, Carl Hanser Verlag, München, Wien 1975
- Eugen Diesel, - Diesel, Der Mensch - das Werk - das Schicksal -, Hanseatische Verlagsanstalt Hamburg 1937/41
- H. Grohe, Otto- und Dieselmotoren, Vogel-Verlag, Würzburg 1975
- H. Grohe, Messen an Verbrennungsmotoren, Vogel-Verlag, Würzburg 1977
- W. Kalide, Kolben- und Strömungsmaschinen, Carl Hanser Verlag, München, Wien 1977
- F. Sass, Geschichte des deutschen Verbrennungsmotorenbaues, Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1962

