

Niedersächsisches Kultusministerium

## **Rahmenrichtlinien**

für das Fach

**Technik**

im

**Beruflichen Gymnasium - Technik -**

Stand: Mai 2008

Erweiterung: August 2014

Herausgeber: Niedersächsisches Kultusministerium  
Schiffgraben 12, 30159 Hannover  
Postfach 161, 30001 Hannover

Hannover, Mai 2008/August 2014 (Erweiterung)  
Nachdruck zulässig

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

Bei der Erarbeitung dieser Rahmenrichtlinien haben mitgewirkt:

Badedda, Thomas, Celle

Fiechel, Lars, Stadthagen

Freudenhammer, Jens, Wolfsburg

Henke, Martin, Osnabrück

Janzen, Dieter, Stade

Dr. Kummer, Olaf, Cloppenburg

Reinisch, Karl-Heinz, Winsen (Landesschulbeirat)

Schlake, Bernd, Hannover (Kommissionsleitung)

Steincke, Michael, Hannover

Taphorn, Werner, Wilhelmshaven

Theissen, Helge, Walsrode

Thielert, Mike, Burgdorf (Kommissionsleitung)

Thiemann, Günter, Hannover (Landesschulbeirat)

v. Einem, Dietrich, Burgdorf

Bei der Erweiterung dieser Rahmenrichtlinien haben mitgewirkt:

Hanneken, Andre, Osnabrück

Keiser, Ralf, Papenburg

Maasoumy, Hob Ali, Wildeshausen

Narberhaus, Franz (Landesschulbeirat)

Rieger, Stephan, Papenburg

Sayk, Stefan, Osnabrück (Kommissionsleitung)

Dr. Stockmann, Thomas, Nordhorn †

Uldahl, Torben, Hameln

Redaktion:

Ingo Fischer, Jan Velbinger (Erweiterung)

Niedersächsisches Landesinstitut für schulische Qualitätsentwicklung (NLQ)

Keßlerstraße 52

31134 Hildesheim

Abteilung 3, – Ständige Arbeitsgruppe für die Entwicklung und Erprobung beruflicher Curricula und Materialien (STAG für CUM) –



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Grundsätze</b>	<b>1</b>
1.1	Verbindlichkeit	1
1.2	Ziele des Beruflichen Gymnasiums	1
1.3	Ziele und didaktische Grundsätze für das Fach Technik	1
<b>2</b>	<b>Lerngebiete</b>	<b>3</b>
2.1	Struktur	3
2.2	Übersicht	3
2.3	Zielformulierungen, Inhalte und Unterrichtshinweise	7
Lerngebiet T1	Technische Informationen nutzen und erstellen	7
Lerngebiet T2	Technische Systeme hinsichtlich Aufbau und Funktion analysieren	8
Lerngebiet T3	Technische Produkte entwerfen und deren Herstellung planen	10
Lerngebiet BT1	Fertigung einfacher Baukörper planen	12
Lerngebiet BT2	Einfache Tragwerke konstruieren und berechnen	13
Lerngebiet BT3	Gebäude unter bauphysikalischen Aspekten planen	14
Lerngebiet BT4	Ebene Stabwerke planen	15
Lerngebiet BT5	Wohngebäude planen	16
Lerngebiet ET1	Gleich- und Wechselspannungsnetzwerke analysieren	17
Lerngebiet ET2	Technische Prozesse steuern	18
Lerngebiet ET3	Elektrische Antriebe auswählen und deren Leistungselektronik dimensionieren	19
Lerngebiet ET4	Technische Prozesse regeln	20
Lerngebiet ET5	Schaltungen der Kommunikationstechnik analysieren und erstellen	21
Lerngebiet IT1	Technische Prozesse steuern	22
Lerngebiet IT2	Netzwerke analysieren, planen und konfigurieren	23
Lerngebiet IT3	Software zur Prozessdatenverarbeitung entwickeln	24

Lerngebiet IT4	Messwerte erfassen und verarbeiten	25
Lerngebiet IT5	Software zur grafischen Darstellung technischer Prozesse entwickeln	26
Lerngebiet MT1	Technische Produkte gestalten und dimensionieren	27
Lerngebiet MT2	Herstellung und Prüfung technischer Produkte planen	28
Lerngebiet MT3	Technische Prozesse automatisieren	29
Lerngebiet MT4	Bauelemente mit CNC-Maschinen in Serie fertigen	30
Lerngebiet MT5	Bauelemente optimieren	31
Lerngebiet METRO 1	Mechatronische Systeme analysieren und erweitern	32
Lerngebiet METRO 2	Technische Prozesse steuern	33
Lerngebiet METRO 3	Messwerte erfassen und verarbeiten	34
Lerngebiet METRO 4	Handhabungssysteme programmieren und optimieren	35
Lerngebiet METRO 5	Antriebslösungen für mechatronische Systeme entwickeln	36

# 1 Grundsätze

## 1.1 Verbindlichkeit

Rahmenrichtlinien weisen Mindestanforderungen aus und schreiben die Ziele, Inhalte und didaktischen Grundsätze für den Unterricht verbindlich vor. Sie sind so gestaltet, dass die Schulen ihr eigenes pädagogisches Konzept sowie die besonderen Ziele und Schwerpunkte ihrer Arbeit weiterentwickeln können. Die Zeitrichtwerte sowie die Hinweise zum Unterricht sind als Anregungen für die Schulen zu verstehen.

## 1.2 Ziele des Beruflichen Gymnasiums

Das Berufliche Gymnasium vermittelt seinen Schülerinnen und Schülern eine breite und vertiefte Allgemeinbildung, ermöglicht ihnen entsprechend ihrer Leistungsfähigkeit und ihren Neigungen eine berufsbezogene individuelle Schwerpunktbildung und den Erwerb der allgemeinen Studierfähigkeit. Dabei werden die Schülerinnen und Schüler in einen Beruf eingeführt oder für einen Beruf ausgebildet.<sup>1</sup>

Zielsetzungen für den 11. Schuljahrgang sind,

1. den Schülerinnen und Schülern mit ihren hinsichtlich der Allgemeinbildung unterschiedlichen Voraussetzungen eine gemeinsame Grundlage für die folgenden beiden Schuljahrgänge zu vermitteln und
2. die Grundlagen in den berufsbezogenen Fächern zu legen.

Das Berufliche Gymnasium hat die Aufgabe die Persönlichkeit der Schülerinnen und Schüler weiterzuentwickeln. Dies geschieht auf der Grundlage des Christentums, des europäischen Humanismus und der Ideen der liberalen, demokratischen und sozialen Freiheitsbewegungen.

## 1.3 Ziele und didaktische Grundsätze für das Fach Technik

Im mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfeld sollen Verständnis für den Vorgang der Abstraktion, die Fähigkeit zu logischem Schließen, Sicherheit in einfachen Kalkülen sowie Einsicht in die Mathematisierung von Sachverhalten, in die Besonderheiten naturwissenschaftlicher Methoden, in die Entwicklung von Modellvorstellungen und deren Anwendung auf die belebte und unbelebte Natur und in die Funktion naturwissenschaftlicher Theorien erworben werden.

Im Fach Technik werden folgende übergeordnete Kompetenzen erworben bzw. erweitert:

- Technische Probleme analysieren, Wirkungszusammenhänge ermitteln, Lösungen entwickeln und deren Wirksamkeit beurteilen.
- Technische Aufgabenstellungen und Lösungen unter den Aspekten ihrer Zweckbestimmung, Funktionalität und Übertragbarkeit analysieren und die Folgen unter Beachtung humaner, ökonomischer und ökologischer Aspekte bewerten.
- Optimieren von Lösungen für technische Aufgabenstellungen durch Strukturieren von Lösungswegen, Feststellen möglicher Lösungsvarianten, Vergleichen der Lösungsvarianten, Auswählen einer Variante und Darstellen des Kompromisscharakters der bevorzugten Lösung.
- Theorien und Gesetzmäßigkeiten sowie mögliche Analyse- und Syntheseverfahren mittels Reduktion technischer Sachverhalte auf Modelldarstellungen unter Berücksichtigung ihres Geltungsbereichs bereitstellen und anwenden.
- Erkenntnismethoden der Technik beschreiben und situationsgerecht nutzen.
- Mit technischen Geräten, Maschinen und Anlagen zur Durchführung technischer Experimente sowie zum experimentellen Ermitteln der Funktionen konkreter technischer Systeme umgehen.

---

<sup>1</sup> S. § 19 NSchG

- Informationen selbstständig unter Nutzung zeitgemäßer informationstechnischer Möglichkeiten beschaffen, verarbeiten und präsentieren sowie den Gültigkeitsbereich von modellbezogenen Aussagen kritisch abwägen und deren Aktualität beurteilen.
- Fachbezogene Kommunikationstechniken anwenden sowie technische Komponenten planen und konstruieren.
- Typische Lösungsverfahren erfassen, auswählen, anwenden und bewerten.
- Ergebnisse in Form von Tabellen, Grafiken, Diagrammen und Abbildungen darstellen.
- Hypothesen formulieren und überprüfen.
- Modellvorstellungen entwickeln, simulieren, darstellen und gegebenenfalls modifizieren.
- Im interdisziplinären Raum der Technikbereiche und im gesellschaftspolitischen Raum kommunizieren und dabei die Fachsprache in die Umgangssprache transformieren.
- Übergreifende Zusammenhänge und deren Berücksichtigung bei der Bearbeitung technischer Fragestellungen erkennen und berücksichtigen.
- Die Abhängigkeit des Spielraums für Alternativen in der Technikgestaltung von den ökonomischen, ökologischen und gesellschaftspolitischen Bedingungsrahmen untersuchen, darstellen und bewerten.
- Die Technik als ambivalentes Mittel zur Gestaltung menschlicher Lebensbedingungen aus historischer und gegenwärtiger Perspektive untersuchen, darstellen und beurteilen.

Die Zielformulierungen in den nachfolgenden Lerngebieten konkretisieren diese Kompetenzen.



## 2 Lerngebiete

### 2.1 Struktur

Die Rahmenrichtlinien sind nach Lerngebieten strukturiert. Diese werden beschrieben durch:

Titel	Der Titel charakterisiert Ziele und Inhalte des Lerngebiets.
Zeitrictwert	Der Zeitrictwert gibt die Unterrichtsstunden an, die für das Lerngebiet eingeplant werden sollten.
Zielformulierung	Vor allem die Zielformulierung definiert das Lerngebiet. Sie beschreibt Kompetenzen, die am Ende des Bildungsganges erreicht werden.
Inhalte	Hier werden die Ziele inhaltlich konkretisiert. Sie drücken Mindestanforderungen aus und sind so formuliert, dass regionale Gegebenheiten berücksichtigt sowie Innovationen aufgenommen werden können.
Unterrichtshinweise	Die Hinweise sind für die Arbeit in den didaktischen Teams gedacht. Sie beschränken sich auf einige Anregungen zur Umsetzung im Unterricht.

### 2.2 Übersicht

In der Einführungsphase wird das Fach Technik in den Lerngebieten

- Technische Informationen nutzen und erstellen
- Technische Systeme hinsichtlich Aufbau und Funktion analysieren
- Technische Produkte entwerfen und deren Herstellung planen

mit insgesamt 160 Unterrichtsstunden unterrichtet. In der Klasse 11 sind Technologien aus mehreren Schwerpunkten Unterrichtsgegenstand; eine Differenzierung der Klassen nach Schwerpunkten findet hier nicht statt. Diese erfolgt erst in der Qualifikationsphase.

Für jeden Schwerpunkt sind in der Qualifikationsphase jeweils zwei Lerngebiete verbindlich vorgegeben. Ein weiteres kann von der Schule, dem jeweiligen Schwerpunkt entsprechend, aus drei optionalen Lerngebieten ausgesucht werden. Die Reihenfolge dieser Lerngebiete wird von der Schule bestimmt – ebenso wie die Ziele und Inhalte des im letzten Schulhalbjahr zu unterrichtenden Lerngebiets.

### Lerngebiete in der Einführungsphase

Verbindliche Lerngebiete aller Fachrichtungen		Zeitrictwerte in U.-Stunden
T1	Technische Informationen nutzen und erstellen	40
T2	Technische Systeme hinsichtlich Aufbau und Funktion analysieren	60
T3	Technische Produkte entwerfen und deren Herstellung planen	60

### Lerngebiete in der Qualifikationsphase

Schwerpunkt Bautechnik	Verbindliche Lerngebiete Bautechnik	
		Zeitrichtwerte in U.-Stunden
	BT1 Fertigung einfacher Baukörper planen	80
	BT2 Einfache Tragwerke konstruieren und berechnen	80
	Optionale Lerngebiete Bautechnik (eins aus drei)	
	BT3 Gebäude unter bauphysikalischen Aspekten planen	80
	BT4 Ebene Stabwerke planen	
	BT5 Wohngebäude planen	
	Schulisch bestimmtes Lerngebiet Bautechnik (13.2)	
	BT6 Ziele und Inhalte werden von der Schule festgelegt	80

Schwerpunkt Elektrotechnik	Verbindliche Lerngebiete Elektrotechnik	
		Zeitrichtwerte in U.-Stunden
	ET1 Gleich- und Wechselspannungsnetzwerke analysieren	80
	ET2 Technische Prozesse steuern	80
	Optionale Lerngebiete Elektrotechnik (eins aus drei)	
	ET3 Elektrische Antriebe auswählen und deren Leistungselektronik dimensionieren	80
	ET4 Technische Prozesse regeln	
	ET5 Schaltungen der Kommunikationstechnik analysieren und erstellen	
	Schulisch bestimmtes Lerngebiet Elektrotechnik (13.2)	
	ET6 Ziele und Inhalte werden von der Schule festgelegt	80

**Schwerpunkt  
Informationstechnik**

<b>Verbindliche Lerngebiete Informationstechnik</b>	<b>Zeitrichtwerte in U.-Stunden</b>
IT1 Technische Prozesse steuern	80
IT2 Netzwerke analysieren, planen und konfigurieren	80
<b>Optionale Lerngebiete Informationstechnik (eins aus drei)</b>	80
IT3 Software zur Prozessdatenverarbeitung entwickeln	
IT4 Messwerte erfassen und verarbeiten	
IT5 Software zur grafischen Darstellung technischer Prozesse entwickeln	80
<b>Schulisch bestimmtes Lerngebiet Informationstechnik (13.2)</b>	
IT6 Ziele und Inhalte werden von der Schule festgelegt	80

**Schwerpunkt  
Metalltechnik**

<b>Verbindliche Lerngebiete Metalltechnik</b>	<b>Zeitrichtwerte in U.-Stunden</b>
MT1 Technische Produkte gestalten und dimensionieren	80
MT2 Herstellung und Prüfung technischer Produkte planen	80
<b>Optionale Lerngebiete Metalltechnik (eins aus drei)</b>	80
MT3 Technische Prozesse automatisieren	
MT4 Bauelemente mit CNC-Maschinen in Serie fertigen	
MT5 Bauelemente optimieren	80
<b>Schulisch bestimmtes Lerngebiet Metalltechnik (13.2)</b>	
MT6 Ziele und Inhalte werden von der Schule festgelegt	80

<b>Schwerpunkt Mechatronik</b>	<b>Verbindliche Lerngebiete Mechatronik</b>		<b>Zeitrictwerte in U.-Stunden</b>
	METRO 1	Mechatronische Systeme analysieren und erweitern	80
	METRO 2	Technische Prozesse steuern	80
	<b>Optionale Lerngebiete Mechatronik (eins aus drei)</b>		80
	METRO 3	Messwerte erfassen und verarbeiten	
	METRO 4	Handhabungssysteme programmieren und optimieren	
	METRO 5	Antriebslösungen für mechatronische Systeme entwickeln	
	<b>Schulisch bestimmtes Lerngebiet Mechatronik (13.2)</b>		80
	METRO 6	Ziele und Inhalte werden von der Schule festgelegt	

## 2.3 Zielformulierungen, Inhalte und Unterrichtshinweise

### Lerngebiet T1 Technische Informationen nutzen und erstellen

**Zeitrichtwert** 40 Unterrichtsstunden

**Zielformulierung** Ausgehend von Planungs-, Konstruktions- und Produktionsprozessen nutzen und erstellen die Schülerinnen und Schüler technische Informationen. Dabei berücksichtigen sie einschlägige Normen und Vorschriften.

Die Schülerinnen und Schüler interpretieren Darstellungen einfacher technischer Systeme und leiten deren Funktion ab. Sie beschaffen dazu Informationen und werten diese aus. Englischsprachige technische Informationen nutzen sie mit Hilfsmitteln.

Die Schülerinnen und Schüler erläutern Zeichnungen, Schaltpläne und technische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache. Sie kritisieren Form und Inhalt konstruktiv und begründet.

Die Schülerinnen und Schüler erstellen technische Unterlagen nach Vorgaben. Dazu nutzen sie ein Tabellenbuch.

Die Schülerinnen und Schüler gehen angemessen mit Kritik um und berücksichtigen sie.

**Inhalte** Skizzen

Technische Zeichnungen

Stücklisten

Grafische Darstellungen, z. B.:

- Funktionsschemata
- Technologieschemata
- Ablaufpläne
- Systemdarstellungen
- Blockschaltpläne
- Diagramme

Tabellen

Technische Beschreibungen

**Unterrichtshinweise** Dieses Lerngebiet erfordert eine enge Abstimmung mit dem Fach Informationsverarbeitung.

Bei der Erstellung der technischen Unterlagen bietet sich die Anwendung einer einfachen CAD- oder Grafiksoftware an.

Je nach technischer Ausstattung und Ausrichtung der Schule können Aufgabenstellungen mit unterschiedlichem Berufsbezug gewählt werden. Dabei ist zu beachten, dass eine Schwerpunktbildung erst in der Qualifikationsphase erfolgt. Mögliche berufsbezogene Beispiele:

Bauplanung, Bauablaufplanung, Darstellung eines Gebäudes

Elektro- oder Netzwerkinstallation eines Gebäudes

Automatisierung eines einfachen Prozesses

Aufrüstung eines Computers

Darstellungen eines einfachen Programmablaufes

Spannvorrichtung, Bohrvorrichtung

Digitalkamera

Sitzmöbel

## **Lerngebiet T2 Technische Systeme hinsichtlich Aufbau und Funktion analysieren**

**Zeitrichtwert** 60 Unterrichtsstunden

**Zielformulierung** Die Schülerinnen und Schüler analysieren den Aufbau und die Funktionsweise technischer Systeme. Sie unterscheiden die Funktionselemente und erfassen die Funktionszusammenhänge. Die Schülerinnen und Schüler benennen Anforderungskriterien und beschreiben deren wechselseitige Abhängigkeiten. Sie schätzen technische Lösungen hinsichtlich der Erfüllung unterschiedlicher Anforderungskriterien ein.

Die Schülerinnen und Schüler reduzieren Wirkungszusammenhänge und technische Funktionsabläufe auf Modelldarstellungen unter Berücksichtigung des jeweiligen Geltungsbereichs. Sie bestimmen die Ein- und Ausgangsgrößen technischer Systeme und erläutern den Energie-, Material- und Informationsfluss.

Die Schülerinnen und Schüler ermitteln experimentell Funktionen technischer Systeme, stellen diese Funktionen in adäquater Form dar und präsentieren die Ergebnisse. Sie überprüfen und bewerten Aufbau und Funktion des Systems unter Berücksichtigung einschlägiger Normen. Sie übertragen ihre Vorgehensweise auf andere technische Systeme.

Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über Sicherheitsbestimmungen und beachten diese bei ihrer Tätigkeit.

Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten Aufgaben in Gruppen und protokollieren den Arbeitsprozess. Sie erstellen Arbeits- und Zeitpläne.

**Inhalte** Systemanalyse, u. a.:

- Zerlegung von technischen Systemen in Objekte
- Logische und physikalische Wirkungszusammenhänge von Bauelementen und Objekten

Anforderungen an Geräte und Anlagen

- Technische
- Ökonomische
- Ökologische

Grundlagen der Prüftechnik, u. a.:

- Messen physikalischer Größen

Verhalten bei Unfällen

Dokumentationen

Arbeitspakete

**Unterrichtshinweise** Die Untersuchung technischer Systeme muss in Zusammenarbeit mit dem Praxisunterricht erfolgen.

Je nach technischer Ausstattung und Ausrichtung der Schule können Aufgabenstellungen mit unterschiedlichem Berufsbezug gewählt werden. Dabei ist zu beachten, dass eine Schwerpunktbildung erst in der Qualifikationsphase erfolgt. Mögliche berufsbezogene Beispiele:

Tragwerke, z. B.:

- Träger auf zwei Stützen
- Binderkonstruktion

Netzteile für konkrete Anwendungen

Produktionsanlagen (Didaktikmodelle)

Durchgangsprüfer

Computersysteme

Peripheriegeräte

Netzwerkgeräte

Sicherungssysteme im IT-Bereich

Drehmaschine

Kolbenkompressor

Hydraulische Presse

Mikrofon

Drucksysteme

**Lerngebiet T3 Technische Produkte entwerfen und deren Herstellung planen**

**Zeitrichtwert** 60 Unterrichtsstunden

**Zielformulierung** Die Schülerinnen und Schüler entwerfen ein technisches Produkt und planen dessen Herstellung.

Für den Entwurf eines technischen Produktes analysieren die Schülerinnen und Schüler den Arbeitsauftrag, erstellen eine gemeinsame Anforderungsliste und erarbeiten Realisierungsentwürfe. Sie diskutieren und bewerten die Entwürfe anhand eines Kriterienkataloges.

Die Schülerinnen und Schüler gestalten das Produkt oder Teile davon. Dabei berücksichtigen sie werkstofftechnische, fertigungstechnische, ökonomische und ökologische Aspekte.

Die Schülerinnen und Schüler planen die Herstellung und Prüfung des Produkts oder der Teile. Sie berücksichtigen dabei die Arbeitsschutzbestimmungen, die Unfallverhütungsvorschriften und den Umweltschutz.

Die Schülerinnen und Schüler führen Prüfungen durch.

**Inhalte** Entwurfsrichtlinien

Kreativitätstechniken, z. B.:

- 6-3-5-Methode
- Brainstorming
- Morphologischer Kasten

Produktqualität

Anforderungen an Werkstoffe und Bauelemente

Eigenschaften von Werkstoffen

Fertigungsverfahren

Verfahrensauswahl nach Kosten-, Qualitäts- und Umweltaspekten

Prüfmerkmale und Prüfmittel

Prüfen, z. B. von:

- Produkten
- Werkstoffen
- Einzelteilen
- Komponenten oder Bauelementen

**Unterrichtshinweise** Zur Überprüfung der Planung ist es anzustreben, das Produkt bzw. Teile davon im Praxisunterricht herzustellen. Dabei müssen nicht immer alle Fertigungsschritte von jeder Schülerin und jedem Schüler selbst durchgeführt werden.

Je nach technischer Ausstattung und Ausrichtung der Schule können Aufgabenstellungen mit unterschiedlichem Berufsbezug gewählt werden. Dabei ist zu beachten, dass eine Schwerpunktbildung erst in der Qualifikationsphase erfolgt.

Mögliche berufsbezogene Beispiele:

Treppe

Dachtragwerk

Wohnhaus, nachrangige Gebäude

Fahrradstandlicht

Blinkschaltung



Schnittstellenkonverter

Leitungstester

Softwaregestützte Steuerung

CD-Ständer

Flaschenöffner

Flyer

Animation

**Lerngebiet BT1 Fertigung einfacher Baukörper planen**

**Zeitrichtwert** 80 Unterrichtsstunden

**Zielformulierung** Die Schülerinnen und Schüler planen die Fertigung einfacher Baukörper.

Die Schülerinnen und Schüler planen das Wandmauerwerk von Gebäuden auch unter Berücksichtigung der Maßordnung. Sie unterscheiden Arten und Funktionen von Wänden.

Die Schülerinnen und Schüler planen Stahlbetonbauteile. Sie entwickeln die Betonzusammensetzung aufgrund der Analyse der Einflussfaktoren. Sie erklären die Funktionen der Bestandteile von Bewehrung.

Die Schülerinnen und Schüler planen Holzkonstruktionen. Sie wählen Holzverbindungen aus. Sie beschreiben die Funktion von Bauteilen in Holzkonstruktionen.

Die Schülerinnen und Schüler ermitteln die Eigenschaften von künstlichen Mauersteinen, Mörtel, Beton und Stahlbeton sowie Holzbaustoffen auch experimentell.

Sie wählen Baustoffe aus.

Die Schülerinnen und Schüler ermitteln den Baustoffbedarf. Sie beschreiben Fertigungsprozesse und stellen sie dar.

Die Schülerinnen und Schüler konstruieren Detailpunkte auch unter Berücksichtigung bautenschutztechnischer Überlegungen. Zeichnungen erstellen sie u. a. mittels CAD.

Die Schülerinnen und Schüler strukturieren ihr Vorgehen und dokumentieren es.

**Inhalte** Mauerwerksbau

- Einschaliges Mauerwerk
- Zweischaliges Mauerwerk
- Detaillösungen

Stahlbetonbau

- Bewehrung von Stabtragwerken
- Bewehrung von Flächentragwerken
- Spannbeton

Holzbau

- Holzbalkendecke
- Tragende Holzwand
- Dachtragwerk

**Unterrichtshinweise** Die inhaltliche Vertiefung in den Thematiken kann exemplarisch durchgeführt werden. Es ist zu empfehlen, die gewählten Bauteile einem Hausprojekt zu entnehmen, mindestens eine Konstruktion oder Teilkonstruktion sollte nach Fertigungsentwurf hergestellt werden. Dies kann in Originalgröße oder maßstabsgetreu erfolgen. Bei der Planung sollte auf die Ausführung von Detailpunkten exemplarisch eingegangen werden.

**Lerngebiet BT2 Einfache Tragwerke konstruieren und berechnen**

**Zeitrichtwert** 80 Unterrichtsstunden

**Zielformulierung** Die Schülerinnen und Schüler konstruieren einfache Tragwerke. Sie berechnen diese und nutzen die Ergebnisse als Grundlage für den Planungsprozess.

Sie ermitteln Einwirkungen und stellen diese für einfache Baukonstruktionen zusammen.

Die Schülerinnen und Schüler analysieren ebene Kräftesysteme. Sie wenden die Kräftezerlegung an und ermitteln resultierende Kräfte.

Auf der Grundlage bautechnischer Anforderungen entwickeln die Schülerinnen und Schüler einfache Konstruktionen und bestimmen statische Größen. Sie erarbeiten Alternativen und diskutieren Vor- und Nachteile.

Die Schülerinnen und Schüler bestimmen ausreichend dimensionierte Bauteile anhand querschnitts- und materialspezifischer Kenngrößen sowie Schnittgrößen.

Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren die Verwendung zugrunde liegender Normen.

**Inhalte** Lasten

- Einzellasten
- Streckenlasten
- Flächenlasten
- Kombinationslasten

Auflagerkräfte am Balken auf zwei Stützen mit und ohne Kragarm

Auflager

- Auflagertiefe und -befestigung
- Spannungen

Bemessungswerte

- Querkraftlinien
- Momentenlinien

Holzquerschnitte und Stahlprofile

Bauzeichnungen

**Unterrichtshinweise** Projekte, z. B. unbewehrtes Streifenfundament, Holzbalkenlage, Carportdach

**Lerngebiet BT3 Gebäude unter bauphysikalischen Aspekten planen**

**Zeitrichtwert** 80 Unterrichtsstunden

**Zielformulierung** Die Schülerinnen und Schüler planen Gebäude unter bauphysikalischen Aspekten.

Die Schülerinnen und Schüler entwerfen Gebäudehüllen auf der Grundlage von Baubeschreibungen und Entwurfsplänen. Sie führen den normgerechten Nachweis des Wärmeschutzes.

Die Schülerinnen und Schüler planen Maßnahmen zur Vermeidung von Schäden durch Wärmebrücken.

Sie untersuchen Bauteile auf Tauwasserbildung und entwickeln konstruktive Lösungen zur Vermeidung von Schäden durch Tauwasser.

Die Schülerinnen und Schüler ermitteln den Energiebedarf von Gebäuden.

Sie berücksichtigen Vorschriften zur Energieeinsparung.

**Inhalte** Wand-, Fußboden- und Dachaufbau

Glaserdiagramm

Behaglichkeit

Dämmstoffe

Ökobilanz

Winddichtigkeit

Schallschutz

Brandschutz

**Unterrichtshinweise** Problemstellungen, z. B. Winddichtigkeit, Wärme- und Schallbrücken sollten durch Verfahren gemäß Stand der Technik (Blower-Door-Test, Thermografie u. a.) in ihrer Bedeutung transparent gemacht werden. Dies kann auch durch Einbeziehung regionaler Betriebe erfolgen. Die Schülerinnen und Schülern sollten mit Schadensbildern und Schadenswirkungen auf die Gesundheit konfrontiert werden.

**Lerngebiet BT4 Ebene Stabwerke planen**

**Zeitrichtwert** 80 Unterrichtsstunden

**Zielformulierung** Die Schülerinnen und Schüler planen ebene Stabwerke.

Auf der Grundlage von Konstruktionsprinzipien entwerfen die Schülerinnen und Schüler ebene Stabwerke.

Sie ermitteln Stabkräfte rechnerisch und grafisch.

Die Schülerinnen und Schüler wählen Querschnittsformen und Werkstoffe für Stäbe aus.

Sie dimensionieren Zug- und Druckstäbe.

Die Schülerinnen und Schüler konstruieren Knotenpunkte.

Sie beurteilen Konstruktionsvarianten von ebenen Stabwerken.

**Inhalte** Fachwerkanalogie nach Mörsch

Zahlenverhältnis von Stäben und Knoten

Fachwerkbinder

Verbindungen und Verbindungsmittel

Gelenke

**Unterrichtshinweise** Im Praxisunterricht sollten die Stabwerke modellhaft hergestellt werden.

**Lerngebiet BT5 Wohngebäude planen**

**Zeitrichtwert** 80 Unterrichtsstunden

**Zielformulierung** Die Schülerinnen und Schüler planen Wohngebäude.

Sie ermitteln und analysieren Rahmenbedingungen von Bauvorhaben.

Die Schülerinnen und Schüler fertigen Entwurfspläne an und formulieren Baubeschreibungen.

Sie erstellen Planvorlagen und Nachweise für Baugenehmigungsverfahren.

Die Schülerinnen und Schüler konstruieren Detaillösungen und stellen diese in Teilzeichnungen dar.

Sie dokumentieren Planungsprozesse und erläutern Planungsergebnisse.

**Inhalte** Bebauungsplan

Kundenwünsche

Nutzungsanalyse

Planvorlagen

- Lageplan
- Grundrisse
- Querschnitte
- Ansichten

Nachweise

- Grad der baulichen Nutzung
- Grenzabstände
- Geschossigkeit
- Wohn- und Nutzflächenberechnung

**Unterrichtshinweise** Das Erstellen von Modellen sollte in Zusammenarbeit mit dem Praxisunterricht erfolgen.

**Lerngebiet ET1 Gleich- und Wechselspannungsnetzwerke analysieren**

**Zeitrichtwert** 80 Unterrichtsstunden

**Zielformulierung** Die Schülerinnen und Schüler analysieren und erweitern Gleich- und Wechselspannungsnetzwerke technischer Systeme.

Sie analysieren vorgegebene Schaltungen und berechnen elektrische Größen, die sie in Beziehung zueinander setzen. Die Ergebnisse werden von ihnen ausgewertet und dargestellt.

Die Schülerinnen und Schüler erstellen Ersatzschaltpläne zur Beschreibung und Vereinfachung komplexer Zusammenhänge.

Die Schülerinnen und Schüler analysieren einfache technische Problemstellungen. Sie planen die Erweiterung von Gleich- und Wechselspannungsnetzwerken, wählen Bauteile aus und dimensionieren sie.

**Inhalte** Kirchhoff'sche Gesetze

Ideale und reale Spannungsquellen

Kenngößen der Wechselspannungstechnik

Liniendiagramme, Zeigerdiagramme

Verhalten und Anwendung von Kondensator und Spule im Gleich- und Wechselstromkreis

Netzwerke

– Gemischte Schaltungen

– Brückenschaltungen

– RCL-Schaltungen

Transformator

**Unterrichtshinweise** Die Inhalte werden anwendungsbezogen erarbeitet, z. B. mit den Systemen Netzteil, Kompensationsanlage, Filter.

Die Schaltungsanalyse und -entwicklung ist mit konkreten Schaltungen und/oder Simulationssoftware zu unterrichten.

Messtechnische Übungen und die Realisation der Schaltungserweiterung finden in Abstimmung mit dem Praxisunterricht statt.

Die Ermittlung von Wechselstromgrößen kann mit der komplexen Rechnung erfolgen.

**Lerngebiet ET2 Technische Prozesse steuern**

**Zeitrichtwert** 80 Unterrichtsstunden

**Zielformulierung** Die Schülerinnen und Schüler planen, realisieren und dokumentieren Steuerungen technischer Prozesse.

Die Schülerinnen und Schüler entwickeln Lösungen für steuerungstechnische Problemstellungen. Sie erstellen Schalt-, Funktions- und Ablaufpläne.

Die Schülerinnen und Schüler realisieren verbindungs- und speicherprogrammierte Steuerungen unter Berücksichtigung von Standardlösungen. Sie wählen Sensoren und Aktoren aus und binden diese ein.

Die Schülerinnen und Schüler berücksichtigen Sicherheitsregeln sowie ökonomische und ökologische Anforderungen.

Sie reflektieren und dokumentieren ihre Lösungen.

**Inhalte** Steuerkette, Regelkreis

Aktive und passive Sensoren

Prozessorik

- Digitaltechnische Grundlagen
- Zeit- und Zählfunktionen
- Verknüpfungs- und Ablaufsteuerungen

Elektrische und nicht elektrische Aktoren

Darstellungsformen von Steuerungsprogrammen

Systemtest und Inbetriebnahme

**Unterrichtshinweise** Die Behandlung der Sensoren und Aktoren beschränkt sich auf die grundlegende Funktionsweise. Die Auswahl kann exemplarisch an wenigen Sensoren bzw. Aktoren durchgeführt werden.

Einfache technische Problemstellungen können mit TTL- bzw. CMOS-Bauteilen oder programmierbaren Logikbausteinen realisiert werden.



**Lerngebiet ET3 Elektrische Antriebe auswählen und deren Leistungselektronik dimensionieren**

**Zeitrichtwert** 80 Unterrichtsstunden

**Zielformulierung** Die Schülerinnen und Schüler analysieren Aufbau und Betriebsverhalten elektrischer Antriebe im Zusammenwirken mit der Leistungselektronik.

Die Schülerinnen und Schüler analysieren Schaltungen der Leistungselektronik zur Ansteuerung von Motoren. Sie planen und dimensionieren Schaltungsänderungen.

Die Schülerinnen und Schüler wählen geeignete Maschinen für verschiedene Betriebsfälle aus und beschreiben das Zusammenwirken des Motors mit der Leistungselektronik.

Die Schülerinnen und Schüler ermitteln und berücksichtigen Kenngrößen und Grenzwerte von Bauteilen, Schaltungen und Maschinen. Sie nutzen Datenblätter und Kennlinien.

Sie berücksichtigen Sicherheitsaspekte sowie ökologische und ökonomische Anforderungen.

**Inhalte** Elektrische Maschinen

Motor-Generator-Prinzip

Wechsel- und Drehstromsystem

Schutzeinrichtungen

Bauelemente der Leistungselektronik

Drehfrequenzsteuerung

**Unterrichtshinweise** Der Unterricht ist mit realen Objekten durchzuführen.

Zum Verständnis des Betriebsverhaltens können Kennlinien messtechnisch im Praxisunterricht ermittelt werden.

Die Realisierung und messtechnische Prüfung der Schaltungen hat mit konkreten Objekten und/oder mit Simulationssoftware zu erfolgen.

**Lerngebiet ET4 Technische Prozesse regeln**

**Zeitrichtwert** 80 Unterrichtsstunden

**Zielformulierung** Die Schülerinnen und Schüler analysieren, planen und realisieren Regelungen technischer Prozesse.

Sie beschreiben das Verhalten von Regelkreisgliedern und stellen dies grafisch dar.

Die Schülerinnen und Schüler kombinieren Regelstrecken und Regeleinrichtungen zu Regelkreisen.

Die Schülerinnen und Schüler planen und realisieren Regelungen und untersuchen diese messtechnisch. Sie ermitteln und berücksichtigen Kenngrößen und Grenzwerte von Reglern. Sie nutzen Datenblätter und Kennlinien.

**Inhalte** Regelkreise und ihre Eigenschaften:

- Stabilität
- Regelgüte
- Führungs- u. Störungsverhalten

Blockschaltpläne

Regelstrecken, z. B.:

- PT1-Strecke
- PTn-Strecke

Übertragungsverhalten von Reglern

Stetige und unstetige Regler

**Unterrichtshinweise** Die Inhalte können exemplarisch an Operationsverstärkerschaltungen erarbeitet werden.

Die Realisierung der Schaltungen hat mit konkreten Objekten und/oder mit Simulationssoftware zu erfolgen.

Anknüpfend an das Lerngebiet „Technische Prozesse steuern“ können digitale Regelungen mit SPS realisiert werden.

**Lerngebiet ET5 Schaltungen der Kommunikationstechnik analysieren und erstellen**

**Zeitrichtwert** 80 Unterrichtsstunden

**Zielformulierung** Die Schülerinnen und Schüler analysieren, planen und realisieren elektronische Schaltungen der Kommunikationstechnik.

Sie ermitteln und berücksichtigen Kenngrößen und Grenzwerte von Bauteilen in elektronischen Schaltungen. Sie nutzen Datenblätter und Kennlinien.

Die Schülerinnen und Schüler analysieren und dimensionieren elektronische Grundschaltungen. Sie planen und realisieren Änderungen in komplexeren Schaltungen.

Sie untersuchen Bauteile und Schaltungen messtechnisch.

Die Schülerinnen und Schüler reflektieren und bewerten ihre Ergebnisse und den Lösungsweg.

**Inhalte** Diodenschaltungen

Transistorschaltungen

Operationsverstärkerschaltungen

Optoelektronische Schaltungen

**Unterrichtshinweise** Die Kennlinien der Halbleiterbauelemente sollten messtechnisch im Praxisunterricht ermittelt werden.

Die Realisierung und messtechnische Prüfung der Schaltungen hat mit konkreten Objekten und/oder mit Simulationssoftware zu erfolgen.

Das Lerngebiet soll anhand typischer Anwendungen unterrichtet werden, z. B. Audioverstärker, Filterschaltung, AD/DA-Umsetzer etc.

**Lerngebiet IT1 Technische Prozesse steuern**

**Zeitrichtwert** 80 Unterrichtsstunden

**Zielformulierung** Die Schülerinnen und Schüler planen, realisieren und dokumentieren Steuerungen technischer Prozesse.

Die Schülerinnen und Schüler entwickeln Lösungen für steuerungstechnische Problemstellungen. Sie erstellen Schalt-, Funktions- und Ablaufpläne.

Die Schülerinnen und Schüler realisieren verbindungs- und speicherprogrammierte Steuerungen unter Berücksichtigung von Standardlösungen. Sie wählen Sensoren und Aktoren aus und binden diese ein.

Die Schülerinnen und Schüler berücksichtigen Sicherheitsregeln sowie ökonomische und ökologische Anforderungen.

Sie analysieren, bewerten und dokumentieren ihre Lösungen.

**Inhalte** Steuerkette, Regelkreis

Aktive und passive Sensoren

Prozessorik

- Digitaltechnische Grundlagen
- Zeit- und Zählfunktionen
- Verknüpfungs- und Ablaufsteuerungen

Elektrische und nicht elektrische Aktoren

Darstellungsformen von Steuerungsprogrammen

Systemtest und Inbetriebnahme

**Unterrichtshinweise** Die Behandlung der Sensoren und Aktoren beschränkt sich auf die grundlegende Funktionsweise. Die Auswahl kann exemplarisch an wenigen Sensoren bzw. Aktoren durchgeführt werden.

Einfache technische Problemstellungen sollten anhand von Steuerungseinheiten aufgebaut, programmiert und getestet werden.

**Lerngebiet IT2 Netzwerke analysieren, planen und konfigurieren**

**Zeitrichtwert** 80 Unterrichtsstunden

- Zielformulierung** Die Schülerinnen und Schüler analysieren, planen und konfigurieren Netzwerke.
- Die Schülerinnen und Schüler analysieren Hardwarekomponenten, Struktur, Funktionsweise und Sicherheit vorgegebener Netzwerke.
- Die Schülerinnen und Schüler erläutern unter Berücksichtigung von Schichtenmodellen die Funktion und die Einsatzbereiche von Netzwerkgeräten, Übertragungsmedien, Zugriffsverfahren und Adressierungsarten.
- Die Schülerinnen und Schüler verwenden und konfigurieren Software zur Nutzung von Serverdiensten. Sie beschreiben die Funktionsweise der zugehörigen Protokolle.
- Die Schülerinnen und Schüler planen komplexe Netzwerke auf der Basis einschlägiger Normen und Vorschriften.
- Die Schülerinnen und Schüler realisieren, konfigurieren und dokumentieren einfache Netzwerke unter Berücksichtigung von Sicherheits- und Berechtigungsrichtlinien. Sie testen deren Funktionalität mit Hilfe von Diagnosesoftware und Messgeräten und bewerten die Ergebnisse.
- Die Schülerinnen und Schüler unterscheiden Techniken zur Anbindung lokaler Netze an öffentliche Netze anhand ausgewählter Kriterien.

**Inhalte** Peer-to-Peer- und Client-Server-Konzepte

Grundlagen der Übertragungstechnik

Strukturierte Verkabelung/ anwendungsneutrale Verkabelungssysteme

Netzwerkbetriebssysteme

Fehlersuche und Fehlerbehebung im Netzwerk

**Unterrichtshinweise** Terminalserver und drahtlose Netzwerke können mit eingebunden werden.

Sicherheitsaspekte sollen bei allen Hard- und Softwarekomponenten mit einbezogen werden, z. B. VPN, VLAN, Authentifizierungs- und Verschlüsselungsverfahren.

Die im Lerngebiet IT1 erstellten einfachen Anlagen können hier weiter verwendet werden und z. B. vernetzt werden. Dies sollte bei der Unterrichtsplanung von IT1 berücksichtigt werden.

**Lerngebiet IT3 Software zur Prozessdatenverarbeitung entwickeln**

**Zeitrichtwert** 80 Unterrichtsstunden

**Zielformulierung** Die Schülerinnen und Schüler planen und realisieren Software zur Prozessdatenverarbeitung.

Die Schülerinnen und Schüler entwerfen Algorithmen zur Überwachung und Steuerung vernetzter technischer Anlagen.

Sie entscheiden, welche Softwarekomponenten aus existierenden Bibliotheken übernommen oder angepasst werden können. Eigene Komponenten werden in einer Hochsprache entwickelt.

Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren ihre Arbeitsergebnisse, testen ihre Programme methodisch und führen systematisch Fehlerkorrekturen durch.

**Inhalte** Prozedurale Programmierung

Objektorientierte Programmierung

Sicherheit gegen Fälschung der übertragenen Daten

Sicherstellung der Autorisierung der Daten

Sicherung gegen Übertragungsfehler

**Unterrichtshinweise** Die Prozessdaten können in eine Datenbank übernommen und im Netzwerk bereitgestellt werden, beispielsweise als ein dynamisches Internetdokument.

Beispiele:

- Verkehrssteuerung, z. B.: Ampeln, Schranken
- Steuerung einer Produktionsanlage
- Sortieranlagen
- Kläranlagen

**Lerngebiet IT4 Messwerte erfassen und verarbeiten**

**Zeitrichtwert** 80 Unterrichtsstunden

**Zielformulierung** Die Schülerinnen und Schüler erfassen und verarbeiten Messwerte. Sie planen und realisieren rechnergestützte Systeme zur Messwerterfassung und -verarbeitung.

Die Schülerinnen und Schüler entwickeln Algorithmen zur Erfassung, Speicherung, Verarbeitung und Darstellung der Daten.

Sie entscheiden, welche Softwarekomponenten aus existierenden Bibliotheken übernommen oder angepasst werden können. Eigene Komponenten werden in einer Hochsprache entwickelt.

Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren ihre Arbeitsergebnisse, testen das System methodisch und führen systematisch Fehlerkorrekturen durch.

Die Schülerinnen und Schüler analysieren die Daten, stellen diese anwendungsbezogen dar und bewerten ihre Ergebnisse.

**Inhalte** Systeme zur Messwerterfassung  
Prozedurale Programmierung  
Objektorientierte Programmierung

**Unterrichtshinweise** Es ist anzustreben, die Messhardware bzw. Teile davon im Praxisunterricht herzustellen. Dabei müssen nicht immer alle Fertigungsschritte von jeder Schülerin und jedem Schüler selbst durchgeführt werden.

Beispiele:

- Messstation für Solaranlagen, für Windanlagen, zur Gewässeranalyse
- Messstation für Produkttests, z. B. Kabel- oder Bauteiletester

Die Auswertung und Darstellung der Daten kann nach statistischen Gesichtspunkten geschehen.

Für die Datenspeicherung kann eine Datenbank verwendet werden.

Für die Messhardware können Mikrocontroller eingesetzt werden.

**Lerngebiet IT5 Software zur grafischen Darstellung technischer Prozesse entwickeln**

**Zeitrichtwert** 80 Unterrichtsstunden

**Zielformulierung** Die Schülerinnen und Schüler entwickeln Software zur grafischen Darstellung technischer Prozesse.

Die Schülerinnen und Schüler reduzieren Prozesse der Realität und bilden sie auf unterschiedlichem Abstraktionsniveau in Modellprozessen ab.

Die Schülerinnen und Schüler entwerfen Algorithmen zur dynamischen Darstellung technischer Prozessabläufe.

Die Schülerinnen und Schüler entscheiden, welche Softwarekomponenten aus existierenden Bibliotheken übernommen oder angepasst werden können. Eigene Komponenten werden in einer Hochsprache entwickelt.

Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren ihre Arbeitsergebnisse, testen ihre Programme methodisch und führen systematisch Fehlerkorrekturen durch.

**Inhalte** Prozedurale Programmierung

Objektorientierte Programmierung

**Unterrichtshinweise** Beispiele für die dynamische Darstellung von Prozessabläufen:

- Solarpanel-Nachführung
- Klimasteuerung eines Gewächshauses
- Gebäude-Automatisierung
- Wehrsteuerung
- Windradsteuerung
- Zisternensteuerung
- Verkehrsleitsystem



**Lerngebiet MT1 Technische Produkte gestalten und dimensionieren**

**Zeitrichtwert** 80 Unterrichtsstunden

**Zielformulierung** Die Schülerinnen und Schüler gestalten und dimensionieren technische Produkte.

Anhand des Lastenhefts analysieren sie die Anforderungen an technische Produkte. Für den Konstruktionsprozess legen sie die Hauptmerkmale von Produkten fest und entwickeln das Pflichtenheft.

Auf der Grundlage des Pflichtenhefts konzipieren die Schülerinnen und Schüler technische Produkte. Sie zerlegen Gesamtfunktionen in Teilfunktionen und ordnen ihnen Wirkprinzipien zu. Diese analysieren sie hinsichtlich der grundlegenden Anforderungen an eine Konstruktion.

Die Schülerinnen und Schüler wählen Lösungskonzepte für die Gestaltung technischer Produkte aus und begründen ihre Auswahl. Ausgehend vom ausgewählten Lösungskonzept entwickeln sie einen grobmaßstäblichen Entwurf.

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten die Feingestaltung technischer Produkte aus. Sie ermitteln grundlegende Belastungen und führen einfache statische Berechnungen durch. Unter Berücksichtigung von Werkstoffkennwerten dimensionieren sie Einzelteile. Für die notwendigen Berechnungen nutzen sie auch geeignete Software. Die Schülerinnen und Schüler erstellen Teilzeichnungen.

Sie wenden die Prinzipien und Regeln des methodischen Entwerfens an.

**Inhalte** Methodisches Konstruieren

- Analysieren
- Konzipieren
- Entwerfen
- Ausarbeiten

Grundlegenden Anforderungen an eine Konstruktion

- Einfach
- Eindeutig
- Sicher

Morphologischer Kasten

Zentrales, allgemeines Kräftesystem

Einfache Beanspruchungen

- Zug- und Druckbeanspruchungen
- Abscherung

Werkstoffkennwerte

- Grenzspannungen
- Zulässige Spannungen

Maschinenelemente

Zeichnungsnormen

**Unterrichtshinweise** Teilzeichnungen sollten mit einem einfachen CAD-System erstellt werden. Eine Abstimmung mit dem Fach Informationsverarbeitung ist notwendig.

**Lerngebiet MT2 Herstellung und Prüfung technischer Produkte planen**

**Zeitrichtwert** 80 Unterrichtsstunden

**Zielformulierung** Die Schülerinnen und Schüler planen die Herstellung und Prüfung technischer Produkte.

Sie ermitteln die Vorgaben für die Fertigung, indem sie Konstruktionszeichnungen, Pflichtenhefte und Anforderungslisten analysieren. Sie beschreiben geeignete Fertigungsverfahren zur Herstellung von Bauelementen und Baugruppen technischer Produkte. Sie zeigen Alternativen auf und grenzen diese gegeneinander ab.

Die Schülerinnen und Schüler wählen Verfahren zur Herstellung von Bauelementen und Baugruppen aus. Sie berücksichtigen dabei ökonomische und arbeitsorganisatorische Aspekte. Sie planen den Fertigungsablauf und legen die Maschinen, Werkzeuge und Hilfsstoffe fest. Für die Fertigungsparameter wählen sie Werte aus und führen notwendige Berechnungen durch. Bei der Planung berücksichtigen sie Vorschriften zum Arbeits- und Umweltschutz.

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen experimentell den Einfluss ausgewählter Parameter auf den Zerspanungsprozess.

Die Schülerinnen und Schüler legen die an Bauelementen zu prüfenden Qualitätsmerkmale fest. Sie ermitteln merkmalsbezogene Prüfverfahren und wählen einzelne aus. Die Schülerinnen und Schüler planen die Prüfung und legen die Prüfmittel sowie die Prüfmethode fest.

Die Schülerinnen und Schüler prüfen Qualitätsmerkmale an Bauelementen. Sie ermitteln mögliche Ursachen von Qualitätsmängeln und leiten daraus Veränderungen für den Fertigungsprozess ab.

**Inhalte** Fertigungsverfahren

- Umformen
- Trennen
- Fügen

Grundlagen der Zerspanung

- Spanen mit geometrisch bestimmter Schneide
- Schneidstoffe
- Kühlschmierstoffe
- Kräfte, Leistung und Verschleiß bei der spanenden Bearbeitung
- Hauptnutzungszeit

Prüfen von Maßen, Form- und Lagetoleranzen

Prüfplanung nach Qualitätsmanagement

**Unterrichtshinweise** Eine genaue Kostenkalkulation kann im Fach Betriebs- und Volkswirtschaft erfolgen.

Die Vorbereitung und Durchführung der experimentellen Untersuchungen sowie die Durchführung der Merkmalsprüfungen sollte in Zusammenarbeit mit dem Praxisunterricht erfolgen.

**Lerngebiet MT3 Technische Prozesse automatisieren**

**Zeitrichtwert** 80 Unterrichtsstunden

**Zielformulierung** Die Schülerinnen und Schüler automatisieren technische Prozesse. Sie unterscheiden Steuerungen von Regelungen.

Die Schülerinnen und Schüler analysieren die zu automatisierenden Prozesse. Sie stellen die betreffenden technischen Systeme in Technologieschemata dar.

Die Schülerinnen und Schüler entwickeln Funktionspläne für Steuerungsabläufe. Für die Realisierung in verschiedenen Gerätetechniken erstellen sie Schaltpläne und Programme, auch unter Verwendung von Software. Dabei berücksichtigen sie die Arbeitssicherheitsvorschriften für den Betrieb von Steuerungen.

Die Schülerinnen und Schüler unterscheiden steuerungstechnische Bauteile nach den Funktionsweisen und Verwendungsmöglichkeiten. Bei ihrer Auswahl beachten sie die Prozesssicherheit und ökonomische Aspekte. Sie dimensionieren Aktoren.

Die Schülerinnen und Schüler nehmen Steuerungen in Betrieb und überprüfen ihre Funktion.

Zur Störungsanalyse wenden sie Algorithmen an.

Die Schülerinnen und Schüler optimieren Steuerungsabläufe.

**Inhalte** Steuerungen

- Pneumatische
- Elektropneumatische
- Speicherprogrammierbare

Kolbenkräfte

Luftverbrauch

Binäre Sensoren

Funktionsbausteinsprache

Ablaufsprache

Kombinatorische Steuerungen

Sequenzielle Steuerungen

Zeitbaustein, Zählerbaustein

**Unterrichtshinweise** In der Metalltechnik liegt das Hauptaugenmerk auf der Verarbeitung binärer Signale. Die Verarbeitung von analogen Signalen kann vernachlässigt werden. Die Behandlung der Sensoren und Aktoren beschränkt sich auf die grundlegende Funktionsweise. Die Auswahl kann exemplarisch an wenigen Sensoren bzw. Aktoren durchgeführt werden.

**Lerngebiet MT4 Bauelemente mit CNC-Maschinen in Serie fertigen**

**Zeitrichtwert** 80 Unterrichtsstunden

**Zielformulierung** Die Schülerinnen und Schüler fertigen mit CNC-Maschinen Bauelemente und sichern deren Qualität.

Die Schülerinnen und Schüler analysieren den Aufbau und die Funktionsweise von CNC-Maschinen und erläutern die Bedingungen für einen wirtschaftlichen Einsatz.

Die Schülerinnen und Schüler ermitteln geometrische und technologische Daten zur Herstellung von Bauelementen. Sie wählen Werkzeuge sowie Spannmittel aus und richten CNC-Maschinen ein.

Die Schülerinnen und Schüler entwickeln CNC-Programme und überprüfen sie durch Simulation.

Die Schülerinnen und Schüler erstellen für die Serienfertigung von Bauelementen Prüfpläne nach Regeln des Qualitätsmanagements. Sie werten Prüfergebnisse mittels statistischer Verfahren der Qualitätssicherung aus.

Die Schülerinnen und Schüler bewerten Prüfergebnisse und leiten Optimierungen für den Fertigungsprozess ab.

**Inhalte** Aufbau

- Maschinenkoordinatensysteme
- Wegmesssysteme
- Steuerungsarten

Bezugspunkte

Werkzeugkorrekturen

Programmierung nach DIN/PAL

Maschinenfähigkeit

Prozessfähigkeit

Shewhart-Regelkarten

**Unterrichtshinweise** Steht keine CNC-Maschine zur Verfügung, kann die Fertigung und Qualitätssicherung ausschließlich geplant und simuliert werden.

**Lerngebiet MT5 Bauelemente optimieren**

**Zeitrichtwert** 80 Unterrichtsstunden

**Zielformulierung** Die Schülerinnen und Schüler optimieren Bauelemente aus metallischen Werkstoffen. Sie identifizieren Optimierungspotenziale in der Werkstoffauswahl sowie der Konstruktion und nutzen diese bei der Gestaltung und Dimensionierung.

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben den Aufbau und die mechanischen Eigenschaften metallischer Werkstoffe. Sie erläutern das Werkstoffverhalten bei mechanischen Belastungen. Die Schülerinnen und Schüler ermitteln auch experimentell Festigkeitskennwerte.

Die Schülerinnen und Schüler berechnen Belastungen und Beanspruchungen von Bauelementen und unterscheiden Belastungsfälle. Sie erläutern den Einfluss verschiedener Faktoren auf die Gestaltfestigkeit von Bauelementen. Die Schülerinnen und Schüler ermitteln Werte für diese Faktoren und führen Festigkeitsnachweise für Bauelemente. Sie berechnen Verformungen belasteter Bauelemente und überprüfen die Einhaltung zulässiger Werte.

Die Schülerinnen und Schüler leiten Gestaltungsgrundsätze ab und wenden sie bei werkstoffbezogenen und konstruktiven Optimierungen an.

**Inhalte** Gitteraufbau

Realkristalle

Gleitsysteme

Verfestigung

Werkstoffprüfung, z. B.:

- Zugversuch
- Dauerschwingversuch

Gestaltfestigkeit

- Querschnittsübergänge
- Oberflächenbeschaffenheit
- Bauteilquerschnitte

Zusammengesetzte Beanspruchungen

Festigkeitshypothesen

**Unterrichtshinweise** Ausgangspunkt für die Optimierung der Bauelemente können z. B. Schadensfälle sein, die durch Gewalt- oder Dauerbrüche hervorgerufen worden sind.

**Lerngebiet METRO 1 Mechatronische Systeme analysieren und erweitern**

**Zeitrichtwert** 80 Unterrichtsstunden

**Zielformulierung** Die Schülerinnen und Schüler analysieren und erweitern mechatronische Systeme.

Sie analysieren mechatronische Systeme hinsichtlich Aufbau und Funktion. Dazu erstellen sie Technologieschemata, beschreiben komplexe Systemzusammenhänge und veranschaulichen diese.

Sie ermitteln elektrische und mechanische Größen und setzen diese zueinander in Beziehung.

Sie planen die Erweiterung von mechatronischen Systemen, wählen Bauteile aus und dimensionieren sie.

- Inhalte**
- Technologieschemata (z. B. Blockschaltbilder, Ersatzschaltbilder)
  - Zentrales, allgemeines Kräftesystem
  - Einfache Beanspruchungsarten (z. B. Zug- und Druckbeanspruchungen, Biegung, Torsion, Abscherung)
  - Werkstoffkennwerte (z. B. Streckgrenze, Zugfestigkeit)
  - Mechanische und elektrische Leistung und Wirkungsgrad
  - Verhalten und Anwendung von Widerstand und Spule im Gleichstromkreis.
  - Kenngrößen der Wechselspannungstechnik (z. B. Effektivwert, Frequenz)
  - ...

**Unterrichtshinweise** Die Inhalte werden anwendungsbezogen erarbeitet, z. B. mit den Systemen Förderband, Rolltor, Pumpsystem, Montagevorrichtung.

Das mechatronische System sollte im Vordergrund stehen, indem das Zusammenwirken der mechanischen und elektrischen Größen hervorgehoben wird.

Die Erweiterung kann möglicherweise mit Hilfe des Projektes (Fach Praxis, LG4: Projekte durchführen) realisiert werden.

## **Lerngebiet METRO 2 Technische Prozesse steuern**

**Zeitrichtwert** 80 Unterrichtsstunden

**Zielformulierung** Die Schülerinnen und Schüler planen, realisieren und dokumentieren Steuerungen technischer Prozesse.

Sie entwickeln Lösungen für steuerungstechnische Problemstellungen. Sie erstellen Schalt-, Funktions- und Ablaufpläne.

Sie realisieren verbindungs- und speicherprogrammierte Steuerungen unter Berücksichtigung von Standardlösungen. Sie wählen Sensoren und Aktoren aus und binden diese ein.

Sie berücksichtigen Sicherheitsregeln sowie ökonomische und ökologische Anforderungen.

Sie reflektieren und dokumentieren ihre Lösungen.

- Inhalte**
- Steuerkette, Regelkreis
  - Aktive und passive Sensoren
  - Prozessorik
    - Digitaltechnische Grundlagen
    - Zeit- und Zählfunktionen
    - Verknüpfungs- und Ablaufsteuerungen
  - Elektrische und nicht elektrische Aktoren
  - Darstellungsformen von Steuerungsprogrammen (z. B. GRAFCET)
  - Systemtest und Inbetriebnahme
  - ...

**Unterrichtshinweise** Die Behandlung der Sensoren und Aktoren beschränkt sich auf die grundlegende Funktionsweise. Die Auswahl kann exemplarisch an wenigen Sensoren bzw. Aktoren durchgeführt werden.

Einfache technische Problemstellungen können anhand von Steuerungseinheiten aufgebaut und getestet werden. Dies kann pneumatisch, elektropneumatisch oder elektrisch erfolgen.

### **Lerngebiet METRO 3 Messwerte erfassen und verarbeiten**

**Zeitrichtwert** 80 Unterrichtsstunden

**Zielformulierung** Die Schülerinnen und Schüler erfassen und verarbeiten Messwerte.

Sie planen Messaufbauten, erfassen Messwerte an mechatronischen Systemen, verarbeiten diese und werten die Ergebnisse aus.

Sie analysieren ein mechatronisches System im Hinblick auf die Prozessdatenerfassung. Sie wählen Sensoren aus. Dazu berücksichtigen sie Technologien und Kenngrößen von Sensoren. Sie nutzen Datenblätter und Kennlinien. Sie planen und realisieren die Anbindung der Sensorik.

Sie beschreiben den Aufbau und das Verhalten eines Regelkreises.

Sie planen, realisieren und optimieren Regelungen.

- Inhalte**
- Sensoren
    - binäre Sensoren (z. B. induktiv, kapazitiv, optisch)
    - analoge Sensoren (z. B. Ultraschall, DMS, PT100)
    - komplexe Sensoren (z. B. Drehgeber, Kontrast, Farberkennung)
  - Analogwertverarbeitung
  - Messbrücken
  - Blockschaltbilder
  - Regelstrecken (z. B. P, PT<sub>1</sub>, PT<sub>n</sub>, I)
  - Regler (z. B. Zweipunkt, P, PI, PID)
  - ...

**Unterrichtshinweise** Der Bereich Sensorik baut auf die Inhalte des Lerngebietes METRO 2 „Technische Prozesse steuern“ auf.

Mögliche mechatronische Systeme sind Druckluftherzeugungsanlage, Ofentemperaturregelung, Wägeeinrichtung oder Sortieranlage.

Die Realisierungen der Reglerkreise können mit konkreten Objekten und/oder mit Simulationssoftware erfolgen.

Zum Verständnis des Betriebsverhaltens können Kennlinien messtechnisch im Praxisunterricht ermittelt werden.



**Lerngebiet METRO 4 Handhabungssysteme programmieren und optimieren**

**Zeitrichtwert** 80 Unterrichtsstunden

**Zielformulierung** Die Schülerinnen und Schüler programmieren und optimieren Handhabungssysteme.

Sie planen die Programmierung von Handhabungssystemen. Dabei stellen sie vollständige Prozesse oder Teilprozesse eines Handhabungssystems durch eine Ablaufbeschreibung dar.

Sie programmieren und parametrieren Automatisierungskomponenten.

Sie überprüfen ihre Arbeitsergebnisse und führen systematisch eine Fehlersuche und -korrektur durch.

Sie beurteilen ihre Lösungen anhand ausgewählter Kriterien und optimieren das Handhabungssystem.

- Inhalte**
- Automatisierungskomponenten (z. B. SPS, Bussysteme, Robotersteuerungen, Bedien- und Beobachtungssysteme (HMI))
  - Ablaufbeschreibungen (z. B. Flussdiagramm, Technologieschema)
  - Schnittstellen / Vernetzung von Anlagenteilen (z. B. E/A-Kopplung, Bussysteme, OPC)
  - ...

**Unterrichtshinweise** Mögliche Handhabungssysteme sind Roboter, Bandsysteme, Pick and Place-Systeme sowie Kombinationen Sie können real oder als Simulation im Unterricht eingesetzt werden.

Ausgangspunkte für die Optimierung der Handhabungssysteme können z.B. ökonomische, ergonomische oder technologische Kriterien sein.

**Lerngebiet METRO 5 Antriebslösungen für mechatronische Systeme entwickeln**

**Zeitrichtwert** 80 Unterrichtsstunden

**Zielformulierung** Die Schülerinnen und Schüler entwickeln Antriebslösungen für mechatronische Systeme.

Sie ermitteln Kenngrößen für Antriebslösungen auf der Basis der gestellten Anforderungen.

Sie beschreiben und unterscheiden Baugruppen der Antriebstechnik. Sie erläutern die Funktion dieser Baugruppen und wählen elektrische und mechanische Baugruppen für die Antriebslösung aus.

Sie dimensionieren Baugruppen.

Sie dokumentieren und reflektieren ihre Antriebslösung.

- Inhalte**
- Kenngrößen (z. B. Kraft, Drehmoment, Arbeit, Drehzahl, Leistung)
  - Baugruppen der Antriebstechnik:
    - Elektrische (z. B. Elektromotoren, Relais, Schütze, Wechselrichter)
    - Mechanische (z. B. Getriebe, Kupplung, Bremse, Hydraulikmotor, Hydraulik-/Pneumatikzylinder)
  - ...

**Unterrichtshinweise** Die Antriebslösung besteht immer aus der Kombination von elektrischen und mechanischen Baugruppen.

Es ist anzustreben, die Antriebslösung bzw. Teile davon im Praxisunterricht zu entwickeln.