

Umsetzungshilfe zur Vermittlung von mathematischen und zeichnerischen Grundlagen im Rahmen des Lernfeldunterrichts

Eine Handreichung für Lehrkräfte



BERUFSSCHULE



STAATSINSTITUT FÜR SCHULQUALITÄT
UND BILDUNGSFORSCHUNG
MÜNCHEN

Umsetzungshilfe zur Vermittlung von mathematischen und zeichnerischen Grundlagen im Rahmen des Lernfeldunterrichts

München, Oktober 2021



Erarbeitet im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus

Leitung des Arbeitskreises:

Markus Schütz

Staatsinstitut für Schulqualität und
Bildungsforschung (ISB), München

Viktoria Wiedemann

Staatsinstitut für Schulqualität und
Bildungsforschung (ISB), München

Mitglieder des Arbeitskreises:

Max Bauer

Staatliche Berufsschule Kulmbach

Mona Fuhrmann

Städtische Berufsschule für elektrische
Anlagen- und Gebäudetechnik

Klaus Hümmer

Staatliche Berufsschule 1 Bamberg

Ralph Kießling

Staatliches Berufsschulzentrum Neumarkt

Michael Kleber

Staatliches Berufsschulzentrum Wiesau

Andreas Lindner

Städtische Berufsschule für Fertigungstechnik
München

Hans Morhard

Berufsschulzentrum Waldkirchen

Andreas Wiedemann

Staatliche Berufsschule 1 Memmingen

Herausgeber:

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung

Anschrift:

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung

Abteilung Berufliche Schulen

Schellingstr. 155

80797 München

Tel.: 089 2170-2211

Fax: 089 2170-2215

Internet: www.isb.bayern.de

E-Mail: berufliche.schulen@isb.bayern.de

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort.....	5
2	Leitgedanken.....	6
2.1	Berufliche Handlungskompetenz.....	6
2.2	Mathematische und zeichnerische Schlüsselkompetenzen im beruflichen Kontext.....	9
2.3	Lernprozess als vollständige Handlung.....	9
2.4	Kompetenzspirale zur Analyse des Anforderungsniveaus	11
2.4.1	Beispiel Streckenteilung	11
2.4.2	Beispiel Fehlerbehebung.....	13
3	Lehrplananalyse.....	15
3.1	Fachbereich: Bautechnik.....	15
3.1.1	Ausbildungsberuf: BGJ/k Bautechnik	15
3.1.2	Ausbildungsberuf: Beton- und Stahlbetonbauerin und Beton- und Stahlbetonbauer.....	18
3.1.3	Ausbildungsberuf: Maurerin und Maurer	23
3.1.4	Ausbildungsberuf: BGJ/s Zimmerin und Zimmerer.....	28
3.1.5	Ausbildungsberuf: Zimmerin und Zimmerer	33
3.2	Fachbereich: Elektrotechnik.....	42
3.2.1	Ausbildungsberuf: BGJ/k Elektrotechnik	42
3.2.2	Ausbildungsberuf: Elektronikerin und Elektroniker Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik	44
3.3	Fachbereich: Holztechnik.....	50
3.3.1	Ausbildungsberuf: BGJ/s Holztechnik	50
3.4	Fachbereich: Metalltechnik.....	55
3.4.1	Ausbildungsberuf: Industriemechanikerin und Industriemechaniker	55
3.4.2	Ausbildungsberuf: Werkzeugmechanikerin und Werkzeugmechaniker.....	67
3.4.3	Ausbildungsberuf: Zerspanungsmechanikerin und Zerspanungsmechaniker ..	80
4	Lernsituationen.....	93

5	Steckbriefe zu den Lernsituationen	99
5.1	Bautechnik	100
5.1.1	Ausbildungsberuf: BGJ/k Bautechnik	100
5.1.2	Ausbildungsberuf: Beton- und Stahlbetonbauerin und Beton- und Stahlbetonbauer	109
5.1.3	Ausbildungsberuf: Maurerin und Maurer	111
5.1.4	Ausbildungsberuf: BGJ/s Zimmerin und Zimmerer	113
5.1.5	Ausbildungsberuf: Zimmerin und Zimmerer	120
5.2	Elektrotechnik	122
5.2.1	Ausbildungsberuf: BGJ/k Elektrotechnik	122
5.2.2	Ausbildungsberuf: Elektronikerin und Elektroniker Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik	130
5.3	Holztechnik	138
5.3.1	Ausbildungsberuf: Schreinerin und Schreiner	138
5.4	Metalltechnik	140
5.4.1	Ausbildungsberuf: Industriemechanikerin und Industriemechaniker	140
5.4.2	Ausbildungsberuf: Metallbauerin und Metallbauer	146
5.4.3	Ausbildungsberuf: Werkzeugmechanikerin und Werkzeugmechaniker	151
5.4.4	Ausbildungsberuf: Zerspanungsmechanikerin und Zerspanungsmechaniker	153
6	Schlussbemerkungen	156
7	Quellen	157

1 Vorwort

Mit Beginn des Schuljahrs 2021/22 werden die novellierten und neu strukturierten Lehrpläne der handwerklichen Elektroberufe in Kraft gesetzt. Bereits zum Schuljahr 2018/19 wurden die industriellen Metallberufe neu geordnet. Diese sowie die Lehrpläne aus den Berufsfeldern Bau- und Holztechnik stehen auf der Homepage des Staatsinstituts für Schulqualität und Bildungsforschung (www.isb.bayern.de) zur Einsicht und als Download zur Verfügung.

Die vorliegende Umsetzungshilfe soll Lehrkräfte, die in technischen Ausbildungsberufen des Handwerks und der Industrie tätig sind, durch illustrierende Beispiele bei der Vermittlung von mathematischen und zeichnerischen Grundlagen der lernfeldstrukturierten Lehrpläne unterstützen und damit den Erwerb beruflicher Handlungskompetenz der Schülerinnen und Schüler fördern. Die kompetenzorientierten Aufgaben in Form von Lernsituationen sprechen die Schülerinnen und Schüler durch berufliche Problemstellungen direkt an. Anhand von Handlungsaufträgen werden sie zur Bewältigung der Aufgaben- bzw. Problemstellung angeleitet.

Exemplarisch werden Lernsituationen aufgezeigt, strukturiert und aus der jeweiligen Fachsicht inhaltlich beschrieben. Die fachinhaltlichen Angaben sind zur Illustrierung und zur Unterrichtsvorbereitung separat beigelegt.

Aufgrund der o. g. individuellen Kriterien und Voraussetzungen auch beim Lehrpersonal ist insbesondere die Weiterqualifizierung der Lehrkräfte von essenzieller Bedeutung. Die vorliegende Umsetzungshilfe, insbesondere die Lehrplananalysen zu den im Folgenden dargestellten Ausbildungsberufen aus dem gewerblich-technischen Bereich und die jeweils exemplarisch skizzierten Lernsituationen, sollen dabei helfen, diese Herausforderungen zu meistern.

Mein besonderer Dank gilt allen Lehrkräften des Arbeitskreises.



Anselm Råde
Direktor des ISB

2 Leitgedanken

2.1 Berufliche Handlungskompetenz

Im Zentrum der KMK-Rahmenlehrpläne steht die Fokussierung auf den Erwerb beruflicher Handlungskompetenz und damit einhergehend die Realisierung von kompetenzorientiertem Unterricht. Dieser ist nach thematischen Einheiten, nach Lernfeldern strukturiert. Diese Lernfelder sind aus beruflichen Aufgabenstellungen und Handlungsfeldern abgeleitet und bilden eine umfassende berufliche Handlungskompetenz ab, indem bedeutende Kompetenzen beschrieben werden.

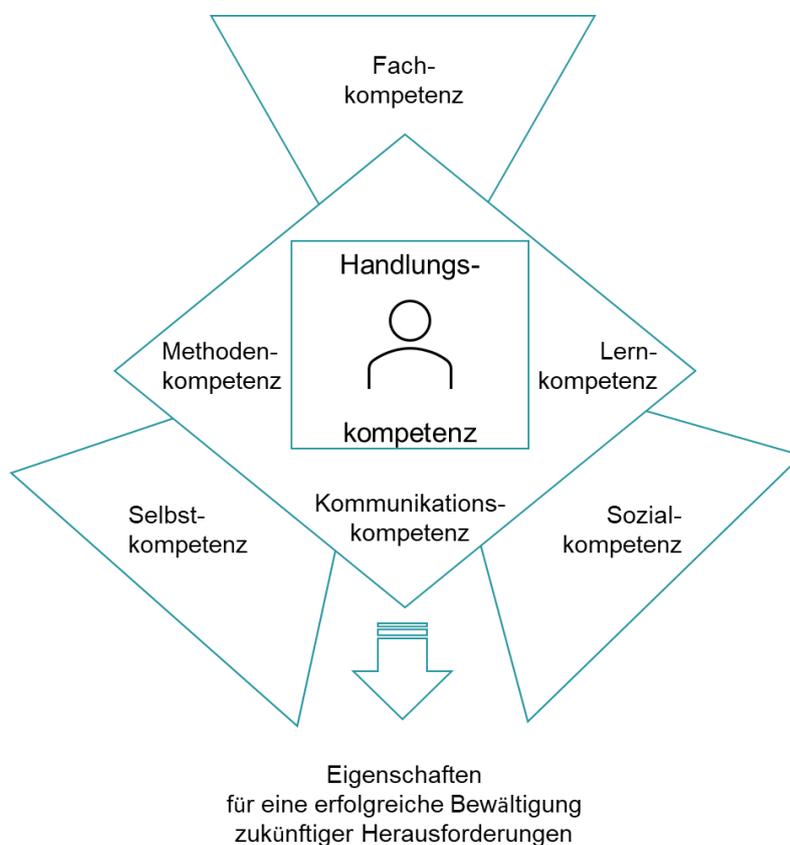


Abbildung 1: Kompetenzzusammenspiel zur Erreichung der Handlungskompetenz

Im Kontext eines kompetenzorientierten Unterrichts ist einerseits die bisherige Anforderung geblieben, dass die Schülerinnen und Schüler einschlägiges und aktuelles Fachwissen erwerben sollen, andererseits kommt die Notwendigkeit hinzu, den Wissenserwerb zudem auf die Entwicklung beruflicher Handlungsfähigkeiten auszurichten.

Um den Kompetenzanspruch curricular zu verankern, wurden die Lernfeldlehrpläne implementiert. Ehemals sehr konkrete, kleinschrittige, weitgehend kognitive Lernziele der curricularen Lehrpläne wurden in sog. „Zielformulierungen“ umbenannt. Hier wird nicht das im Unterricht zu erwerbende Wissen beschrieben, sondern welche berufsbezogenen Handlungen im Lernprozess vollzogen werden sollen.¹

Die Umsetzung des lernfeldorientierten Lehrplans hat zum Ziel, die berufliche Handlungskompetenz der Schülerinnen und Schüler zu fördern. Unter Handlungskompetenz wird die Bereitschaft und Befähigung des Einzelnen verstanden, sich in privaten, gesellschaftlichen und beruflichen Situationen sachgerecht durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten. Sie entfaltet sich in den drei Dimensionen Fach-, Selbst- und Sozialkompetenz sowie deren Bestandteilen Kommunikations-, Lern- und Methodenkompetenz.

Die Schülerinnen und Schüler sollen befähigt werden, auf der Grundlage fachlichen Wissens und Könnens Aufgaben und Probleme zielorientiert, methodengeleitet und selbständig zu lösen und das Ergebnis zu beurteilen. Fachkompetenz setzt ein solides Fachwissen voraus. Hinzu kommt die Fähigkeit zur Anwendung dieses Wissens.

Die Lernenden sollen sich zu individuellen Persönlichkeiten entwickeln, die Anforderungen in der Familie, im öffentlichen Leben sowie im Beruf durchdenken und beurteilen, ihre Begabungen entfalten und Lebenspläne fassen und fortentwickeln. Diese beschriebene Selbstkompetenz umfasst sowohl Eigenschaften wie Selbständigkeit, Kritikfähigkeit, Selbstvertrauen, Zuverlässigkeit, Verantwortungs- und Pflichtbewusstsein als auch die Entwicklung durchdachter Wertvorstellungen und die selbstbestimmte Bindung an Werte.

Die Sozialkompetenz stellt, neben der Fachkompetenz und der Selbstkompetenz, den dritten Kompetenzbereich dar. Die Schülerinnen und Schüler sollen soziale Beziehungen gestalten können, indem sie Zuwendungen und Spannungen erfassen, verstehen und sich mit anderen rational und verantwortungsbewusst auseinandersetzen. Hierzu gehört insbesondere auch die Entwicklung sozialer Verantwortung und Solidarität.

Integraler Bestandteil der drei genannten Kompetenzbereiche sind die Methodenkompetenz, die Lernkompetenz sowie die kommunikative Kompetenz. Die Schülerinnen und Schüler sollen lernen, bei der Bearbeitung von Aufgaben und Problemen zielgerichtet und planmäßig vorzugehen und dabei Lerntechniken anzuwenden und Lernstrategien zu entwickeln. Um kommunikative Situationen zu verstehen und zu gestalten, müssen eigene Absichten und Bedürfnisse sowie die der Kommunikationspartner wahrgenommen, verstanden und dargestellt werden.

¹ Vgl. Umsetzungshilfe für Lehrkräfte des Ausbildungsberufs Elektroniker/-in FR Energie- und Gebäudetechnik

Selbständiges und verantwortungsbewusstes Denken und Handeln als übergreifendes Ziel muss Teil des didaktisch-methodischen Gesamtkonzepts sein. In diesem Sinne sind Unterrichtsmethoden anzuwenden, mit denen die berufliche Handlungskompetenz unmittelbar gefördert wird. Entsprechend dieser geforderten Kompetenzen werden durch das Lehrerteam Lernsituationen entwickelt, die selbstreguliertes Lernen fördern. In ihrer Gesamtheit haben die Lernsituationen eines jeden Lernfeldes die Aufgabe, die beschriebenen Kompetenzen des Lernfeldes abzudecken. Eine Lernsituation stellt somit den „roten Faden“ der Unterrichtseinheit dar. Lernsituationen stellen also keine Unterrichtsmethode dar, sondern sind methodisch auszugestalten. Die Lehrkräfte gestalten und begleiten handlungsorientierte, selbstgesteuerte Lernprozesse, in denen sich die Schülerinnen und Schüler aktiv mit beruflichen Problem- und Aufgabenstellungen auseinandersetzen. Sie stehen den Schülerinnen und Schülern in ihrem individuellen Lernprozess beratend und unterstützend zur Seite. Bei der lernfeldbezogenen Planung und Organisation des Lehr- und Lernprozesses ist das gesamte Team des Fachbereichs gefordert.

Diese Umsetzungshilfen sollen die in technischen Ausbildungsberufen tätigen Lehrkräfte durch entsprechende illustrierende Beispiele bei der Vermittlung von mathematischen und zeichnerischen Kompetenzen unterstützen und damit den Erwerb von beruflicher Handlungskompetenz der Schülerinnen und Schüler fördern.

Kompetenzformulierungen als Ausgangspunkt für Lernsituationen

In den verschiedenen Lernfeldern werden Handlungskompetenzen beschrieben, die von Auszubildenden gewerblich-technischer Ausbildungsberufe am Ende des Lernprozesses erwartet werden. Entsprechend dieser geforderten Kompetenzen werden durch das Lehrerteam Lernsituationen entwickelt, die selbstreguliertes Lernen fördern. In ihrer Gesamtheit haben die Lernsituationen eines jeden Lernfeldes die Aufgabe, die beschriebenen Kompetenzen des Lernfeldes abzudecken. Im Rahmen der didaktischen Jahresplanung stimmen die Lehrkräfte die Lernfelder aufeinander ab. Mit dem Lernfeldkonzept ist die pädagogische Freiheit gegeben, schulische und regionale Bedingungen im Lernprozess zu berücksichtigen.

2.2 Mathematische und zeichnerische Schlüsselkompetenzen im beruflichen Kontext

Zahlreiche Studien belegen den engen Zusammenhang zwischen (schrift-)sprachlichen und mathematischen Kompetenzen. Sprache wird in ihrer Doppelfunktion als Unterrichtsmedium (Bildungs- und Unterrichtssprache) und als Lerngegenstand (Fachsprache) analysiert. Dies begründet einen kommunikationsfördernden und sprachsensiblen Unterricht, um Sprache als geeignete Ressource für den Erwerb mathematischer Kompetenzen zu nutzen.²

2.3 Lernprozess als vollständige Handlung

Die Handlungsorientierung ist das didaktische Leitbild des Lernfeldkonzepts. In Form von konkreten Handlungsaufträgen wird den Schülerinnen und Schülern eine Hilfestellung gegeben. Sie nehmen die Rolle der in einer beruflichen Aufgaben- oder Problemstellung handelnden Person ein und sind zur Lösung des Problems bzw. zur Erarbeitung eines Lösungsvorschlags aufgefordert. Die Schülerinnen und Schüler durchlaufen in ihrem selbstgesteuerten Lernprozess die in der folgenden Abbildung dargestellten Phasen der vollständigen Handlung.

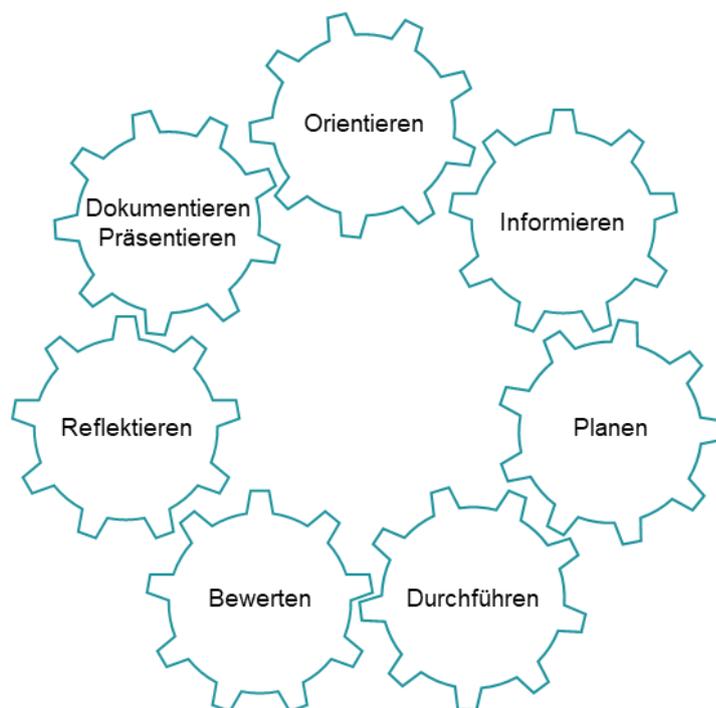


Abbildung 2: Sieben Phasen der vollständigen Handlung

² Prof. Dr. Birgit Werner/Rebecca Müller, AG BFN-Forum: Berufliche Integration durch Sprache

Die Lernenden **orientieren** sich an der gegebenen Aufgaben- oder Problemstellung, **beschaffen** sich die notwendigen Informationen, **planen** die Handlungen und **führen** diese **durch**. Diese werden von ihnen überprüft und bei Bedarf korrigiert. Sie **bewerten** ihre Aufgaben- bzw. Problemlösung und **reflektieren** ihren Lern- und Bearbeitungsprozess.

Jahrgangsstufe 11 TROCKENBAU UND PUTZ	
Lernfeld Putzoberflächen erstellen und instand setzen	60 Std. fpL 18 Std.
<p>Zielformulierung</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, nach Kundenauftrag Putzflächen zu erstellen und instand zu setzen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler analysieren die Auftragsituation. Sie vergleichen verschiedene Putze hinsichtlich ihrer technischen und optischen Eigenschaften. Sie prüfen den Untergrund auf Mängel (<i>Rissarten</i>) und Eignung (<i>bautechnische Voraussetzungen</i>). Sie dokumentieren und bewerten ihre Prüfergebnisse auch mit Hilfe digitaler Geräte. Sie beurteilen Leistungen anderer Gewerke und zeigen vorliegende Mängel an.</p> <p>Sie planen die Arbeitsschritte zur Auftragsausführung und erstellen einen Arbeitsablaufplan. Sie wählen Putz-, Beschichtungssysteme und Maßnahmen zur Instandsetzung (<i>Bautrocknung, Rissbehandlung</i>) aus.</p> <p>Sie entscheiden sich für ein Putzverfahren und legen die Arbeitsmittel (<i>Putzfördertechnik</i>), Maschinen und Werkzeuge fest. Sie erstellen das Aufmaß und berechnen die Materialmengen mit Hilfe von Kennwerten und Daten aus Merkblättern.</p> <p>Sie sichern die Baustelle und schützen ihre Materialien, Geräte und Maschinen vor Diebstahl und Witterung. Sie stellen Abplanungen und Einhausungen her, bereiten Putze für die Verarbeitung vor, führen Beschichtungsarbeiten (<i>Anforderungen an Putze, Ausbesserungsstellen</i>) aus und strukturieren Oberflächen. Sie nutzen Gerüste und Personenaufnahmemittel, verwenden Anlagen zur Klimatisierung und Staubminimierung, setzen ihre Persönliche Schutzausrüstung ein und beachten die Betriebsanweisungen. Sie berücksichtigen Witterungs- und Klimabedingungen bei der Durchführung der Arbeiten. Sie vermeiden Abfälle und führen Stoffe und Materialien einer umweltschonenden Wiederverwertung oder Entsorgung zu. Sie handeln beim Reinigen der Arbeitsmittel ökologisch verantwortlich.</p> <p>Sie kontrollieren die Ausführung des Auftrages anhand der objektbezogenen Vorgaben. Sie präsentieren und bewerten ihre Ergebnisse. Sie reflektieren ihren Arbeitsprozess (<i>Qualitätssicherung</i>).</p>	

- orientieren
- planen
- entscheiden
- durchführen
- kontrollieren
- bewerten
- reflektieren

Abbildung 3: Auszug aus den Lehrplanrichtlinien zum Ausbildungsberuf Maler und Lackierer, Jahrgangsstufe 11, Bündlungsfach „Trockenbau und Putz“

Lernende sollen diese Handlungsphasen auch im Unterricht möglichst bewusst durchlaufen, auf die Unterrichtsinhalte übertragen und sie entlang einer solchen grundsätzlichen Struktur bearbeiten, damit sie für ihren beruflichen Alltag den Ablauf der vollständigen Handlung verinnerlicht haben.

Eine Lernsituation mit beschriebenen beruflichen Aufgaben- oder Problemstellungen kann auch aus Teilen verschiedener Lernfelder bestehen. Dies bietet sich vor allem an, wenn mehrere Lernfelder zu einem Bündlungsfach zusammengefasst worden sind. Es ist zudem möglich, die Kompetenzen eines Lernfeldes in mehreren Lernsituationen zu vermitteln.

2.4 Kompetenzspirale zur Analyse des Anforderungsniveaus

Die Kompetenzspirale zeigt die Anforderungsstufen einzelner Lerninhalte für Schülerinnen und Schüler. Ein einzelner Lerninhalt wird häufig auf verschiedenen Kompetenzniveaus in unterschiedlichen Lernfeldern und Jahrgangsstufen unterrichtet und lässt sich in verschiedenen Lernsituationen einsetzen.

Eine vorgestellte Lehrplananalyse und eine Abstimmung im Lehrerteam sind deshalb hilfreich und notwendig.

2.4.1 Beispiel Streckenteilung

Ein Lerninhalt, bei dem beispielsweise eine Abstimmung hinsichtlich der Lehrweise wichtig ist, ist die „Streckenteilung“. Im Laufe der Ausbildung zur Zimmerin oder zum Zimmerer wird die Streckenteilung unter anderem im BGJ auf der niedrigsten und in der Jahrgangsstufe 12 auf der höchsten Anforderungsstufe vermittelt. Um einheitliche Lehrweise zu erreichen, ist es wichtig, die Unterrichtsinhalte und die Schwierigkeitsgrade im Lehrerteam aufeinander abzustimmen.

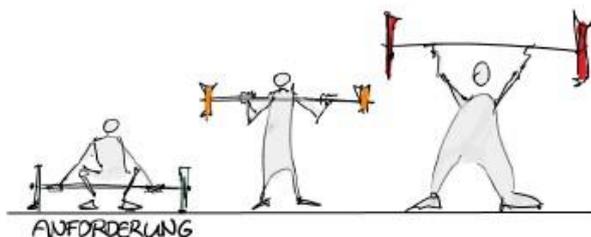


Abbildung 4: Hans Morhard

Die Analyse macht deutlich, dass bereits im Jahrgangsstufe 11, Lernfeld 10 die höchste Anforderungsstufe erreicht wird.

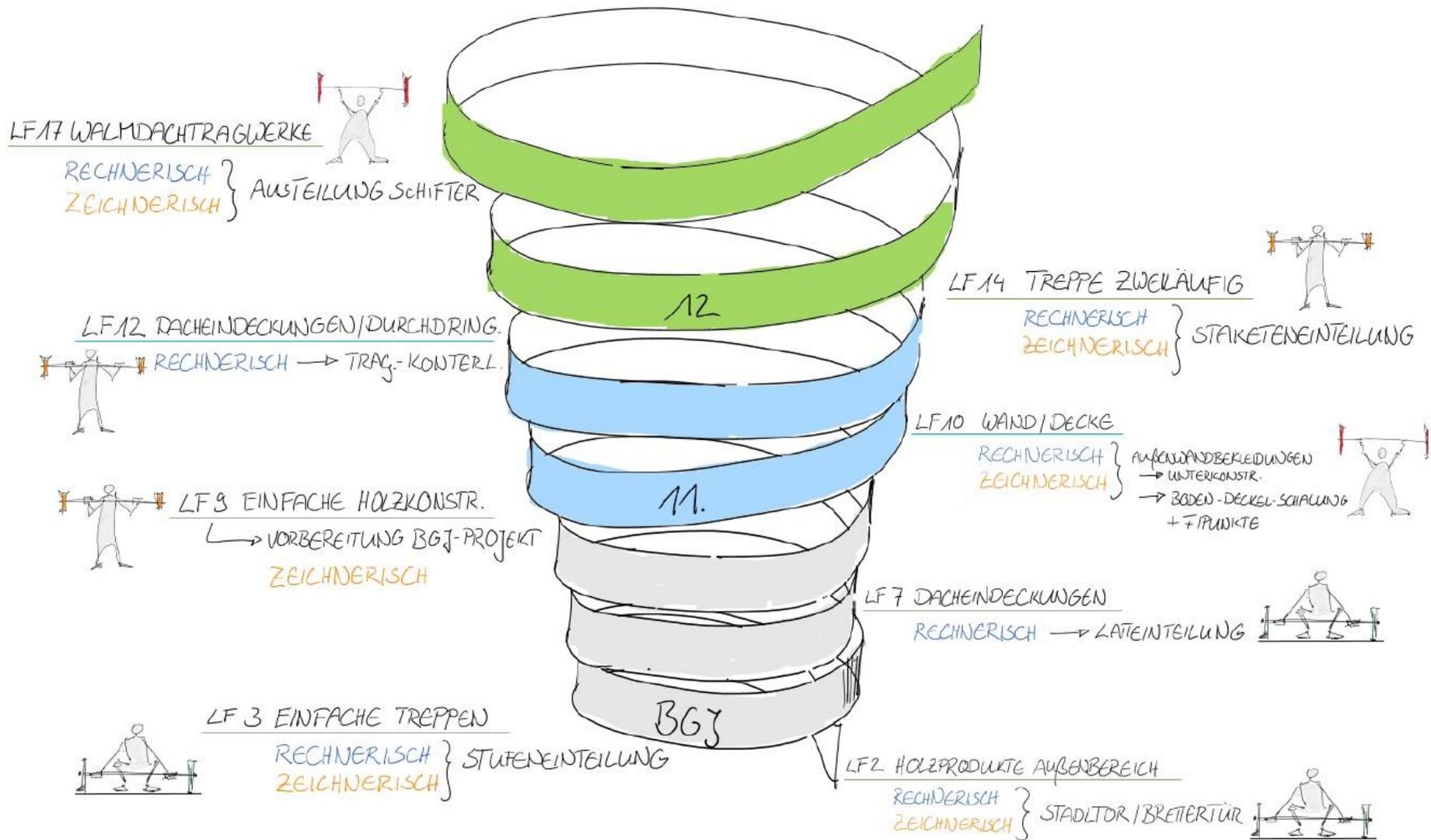


Abbildung 5: Hans Morhard

2.4.2 Beispiel Fehlerbehebung

Eine weitere mögliche Darstellung der Kompetenzspirale ist ein Treppenmodell am Beispiel der Fehlerbehebung.

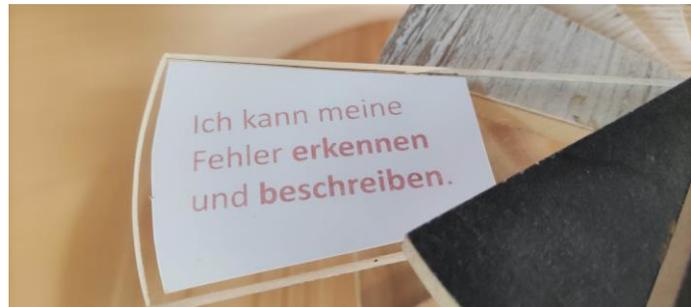
Dieses Modell kann im Klassenzimmer aufgestellt werden und ist für die Schülerinnen und Schüler jederzeit sichtbar. Somit können die Anforderungsstufen für die Schülerinnen und Schüler transparent und verständlich gemacht werden.



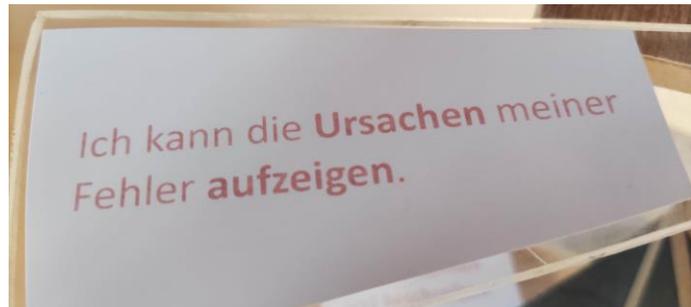
Abbildung 6: Klaus Hümmer

Die einzelnen Stufen sind im Sinne der Kompetenz „Fehlermanagement“ beschriftet.

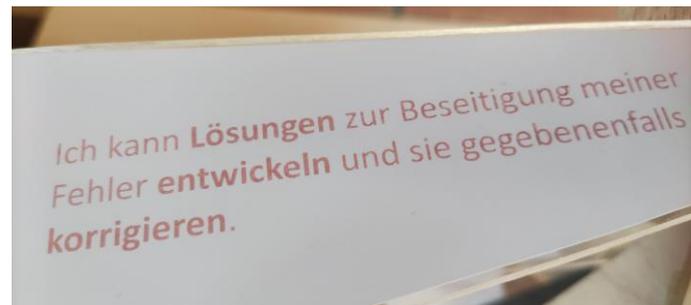
Stufe 1: Fehlerentdeckung



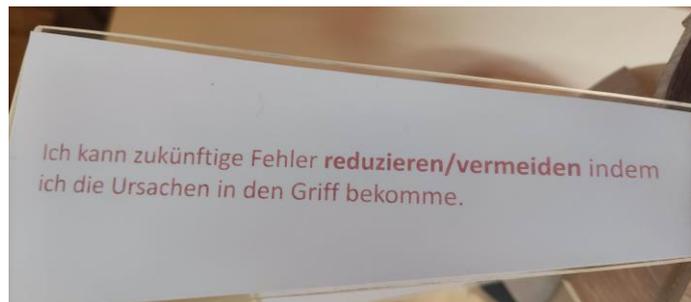
Stufe 2: Fehlerdiagnose



Stufe 3: Fehlerkorrektur



Stufe 4: Fehlervermeidung



Abbildungen 7 – 10: Klaus Hümmer

3 Lehrplananalyse

Im folgenden Kapitel werden aus den Fachbereichen Bau-, Holz-, Elektro- und Metalltechnik in exemplarisch gewählten Ausbildungsberufen die entsprechenden Lernfelder analysiert. Die nachfolgenden Tabellen stellen die Lernfelder mit ihren mathematischen und zeichnerischen Kompetenzen der gewählten Ausbildungsberufe übersichtlich dar.

In der linken Spalte sind passende Zielformulierungen und Kompetenzen aus den jeweiligen Lehrplanrichtlinien entnommen. In der rechten Spalte werden diese analysiert und in mathematische (blau) und zeichnerische (orange) Kompetenzen aufgeschlüsselt und erläutert.

3.1 Fachbereich: Bautechnik

3.1.1 Ausbildungsberuf: BGJ/k Bautechnik

Fach: Tiefbau

Lernfeld 1		Einrichten einer Baustelle
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler planen zur Durchführung eines Bauvorhabens eine Baustelleneinrichtung [...].
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schüler und Schülerinnen treffen Maßnahmen für die Einrichtung und das Absperren einer Baustelle und sind in der Lage, Pläne zur Baustelleneinrichtung zu lesen.	<p>Die Schülerinnen und Schüler rechnen Maßstäbe um.</p> <p>Sie berechnen unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Böschungswinkel die Böschungsbreiten bzw. die Höhen der Baugruben.</p>
2	Mithilfe von Tabellenwerken sind sie in der Lage, die erforderlichen Stell- und Verkehrsflächen unter Berücksichtigung der vorhandenen Verkehrssituationen in einen Baustelleneinrichtungsplan zu zeichnen und Messverfahren zu dessen Umsetzung anzuwenden.	<p>Sie zeichnen einen Absteckplan und bestimmen die erforderlichen Längen und Winkel.</p> <p>Ein Baustelleneinrichtungsplan wird unter folgenden Bedingungen (Schwenkkreis Kran, Baugrube mit Böschung, Zu- und Abfahrt, Lagerflächen) gezeichnet.</p>

Lernfeld 2		Erschließen und Gründen eines Bauwerks
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schüler und Schülerinnen vollziehen das Erschließen und Gründen eines Bauwerks gedanklich nach.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie planen unter Berücksichtigung der Unfallverhütungsvorschriften das Herstellen von Baugruben und Gräben, fertigen zugehörige Zeichnungen an und ermitteln die Mengen.	Die Schülerinnen und Schüler berechnen die erforderliche Mindestbreite von einem Fundament. Sie führen eine Massenermittlung des Erdaushubs und dessen Abtransport durch, ebenso bestimmen sie den Materialbedarf für das Fundament.
2	Sie konstruieren unter Berücksichtigung von anstehender Bodenart und vorliegender Belastung eine Flachgründung und stellen diese zeichnerisch dar.	Sie erkennen Unterschiede der Fundamentvorsprünge von verschiedenen Ausführungssituationen (z. B. Grundstücksgrenze). Sie zeichnen Fundament und Detailpläne mit unterschiedlichen Maßstäben.

Fach: Hochbau

Lernfeld 3		Mauern eines einschaligen Baukörpers
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schüler und Schülerinnen planen die Herstellung eines einschaligen Mauerwerkskörpers aus klein- oder mittelformatigen künstlichen Mauersteinen einschließlich Öffnungen.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schüler und Schülerinnen planen die Herstellung eines einschaligen Mauerwerkskörpers aus klein- oder mittelformatigen künstlichen Mauersteinen einschließlich Öffnungen.	Die Schülerinnen und Schüler erstellen ein Aufmaß. Die Schülerinnen und Schüler führen eine Mörtel- und Steinbedarfsrechnung durch.
2	Sie fertigen Ausführungszeichnungen an und führen Mengen- und Materialermittlungen anhand von Tabellen durch.	Sie fertigen Detailpläne an und bestimmen die Abdichtungsebenen.

Lernfeld 4		Herstellen eines Stahlbetonbauteils
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schüler und Schülerinnen planen die Herstellung eines Stahlbetonbauteils.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schüler und Schülerinnen planen die Herstellung eines Stahlbetonbauteils und führen dazu die rechnerischen und zeichnerischen Arbeiten aus.	Die Schülerinnen und Schüler erstellen unterschiedliche Betonrezepte. Sie planen ein Stahlbetonbauteil, fertigen Stahllisten an und legen Stahlquerschnitte fest.
2	Sie konstruieren die Schalung sowie die erforderliche Hilfs- und Tragkonstruktion.	Sie fertigen Detailzeichnungen zum Aufbau der Schalung an und lesen Bewehrungspläne.

Fach: Ausbau

Lernfeld 5		Herstellen einer Holzkonstruktion
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schüler und Schülerinnen entwickeln die Konstruktion eines Holzbauteils.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie zeichnen Verbindungen und Holzkonstruktionen und ermitteln den Materialbedarf.	Die Schülerinnen und Schüler erstellen anhand eines Projekts eine Holzliste und führen eine Massenermittlung durch. Sie fertigen Detailzeichnungen der unterschiedlichen Holzverbindungen.

Lernfeld 6		Beschichten und Bekleiden eines Bauteils
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schüler und Schülerinnen planen das Beschichten und Bekleiden von horizontalen und vertikalen Bauteilen.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schüler und Schülerinnen planen das Beschichten und Bekleiden von horizontalen und vertikalen Bauteilen.	Die Schülerinnen und Schüler kalkulieren die Verputzarbeiten eines Projekts. Dabei bestimmen sie die Wandflächen, berechnen den Materialbedarf.
2	Sie entwickeln gestalterische Lösungen.	Sie fertigen Detailzeichnungen an.

3.1.2 Ausbildungsberuf: Beton- und Stahlbetonbauerin und Beton- und Stahlbetonbauer

Fach: Stahlbetonbau

Lernfeld		Herstellen einer Stahlbetonstütze
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schüler und Schülerinnen planen die Herstellung einer Stahlbetonstütze mit Einzelfundament und Balkenanschluss.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie führen die rechnerischen und zeichnerischen Arbeiten aus und ermitteln die Mengen.	Die Schülerinnen und Schüler erstellen Stücklisten für Schalung und Bewehrung und führen die Volumenberechnung für den Beton durch. Sie zeichnen Schalungskonstruktionen und Bewehrungspläne.

Lernfeld		Herstellen einer Kelleraußenwand
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schüler und Schülerinnen berücksichtigen bei der Herstellung einer Kelleraußenwand aus Stahlbeton wirtschaftliche und ökologische Gesichtspunkte zur Konstruktion und Materialauswahl.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie führen die rechnerischen und zeichnerischen Arbeiten aus.	Die Schülerinnen und Schüler berechnen Flächen für die Schalung, sie erstellen Stahl- und Mattenlisten und führen Volumenberechnungen für Beton durch. Die Schülerinnen und Schüler zeichnen Schal- und Bewehrungspläne und erstellen Detailzeichnungen der Abdichtung.

Fach: Mauerwerksbau

Lernfeld		Mauern einer einschaligen Wand
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schüler und Schülerinnen planen die Errichtung einer einschaligen Wand aus mittel- und großformatigen künstlichen Mauersteinen einschließlich möglicher Fertigteile.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schüler und Schülerinnen fertigen Ausführungszeichnungen und Aufmaßskizzen an und führen Mengen- und Materialermittlungen anhand von Tabellen durch.	<p>Die Schülerinnen und Schüler berechnen die Flächen des Mauerwerks, bestimmen den Materialbedarf und erstellen Mischungsrechnungen für den Mörtel.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler zeichnen Verbandslösungen sowie Außenwandschnitte (Abdichtungen, Wärmedämmung).</p>

Fach: Massivdeckenbau

Lernfeld		Herstellen einer Massivdecke
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schüler und Schülerinnen planen den konstruktiven Aufbau von Schalung und Bewehrung für eine Ortbetondecke unter Beachtung von Schall- und Wärmedämmung.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schüler und Schülerinnen stellen die Deckenkonstruktion zeichnerisch dar.	Die Schülerinnen und Schüler zeichnen Erklärungsskizzen für die verschiedenen Deckenarten. Sie erstellen Schalungs- und Bewehrungspläne.
2	Sie berechnen die Mengen für Schalung, Bewehrung und Beton.	Die Schülerinnen und Schüler berechnen Flächen für die Schalung, sie erstellen Stahl- und Mattenlisten und führen Volumenberechnungen für Beton durch.

Fach: Treppenbau

Lernfeld		Herstellen einer geraden Treppe
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schüler und Schülerinnen planen eine gerade Treppe unter Berücksichtigung geltender Bemessungs- und Konstruktionsregeln.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schüler und Schülerinnen planen eine gerade Treppe unter Berücksichtigung geltender Bemessungs- und Konstruktionsregeln.	Die Schülerinnen und Schüler bestimmen die Anzahl der Steigungen, die Steigungshöhe (mit der Schrittmaßregel), die Auftrittsbreite sowie die Lauflänge. Sie überprüfen die Treppenöffnungsmaße und die Durchgangshöhe.
2	Die Schüler und Schülerinnen konstruieren eine Ortbetontreppe unter Berücksichtigung der Aspekte Einschalen, Bewehren und Betonieren.	Die Schülerinnen und Schüler zeichnen Draufsicht und Treppenschnitt. Sie nutzen dabei die verschiedenen geometrischen Grundkonstruktionen, wie z. B. Parallelverschiebung. Sie erstellen Detailzeichnungen, Erklärungsskizzen (Treppenformen, Stufenformen ...).

Fach: Stahlbetonbau

Lernfeld		Herstellen einer Stützwand
Jahrgangsstufe		12
Kernkompetenz		Die Schüler und Schülerinnen wählen aufgrund erforderlicher und gewünschter Eigenschaften, die an eine Stützwand gestellt werden, die Schalung sowie den Beton aus und kennen die Bewehrungsführung.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schüler und Schülerinnen wählen aufgrund erforderlicher und gewünschter Eigenschaften, die an eine Stützwand gestellt werden, die Schalung sowie den Beton aus und kennen die Bewehrungsführung.	Die Schülerinnen und Schüler berechnen Volumen für den Betonbedarf, sie erstellen Stahl- und Mattenlisten. Die Schülerinnen und Schüler zeichnen Erklärungsskizzen. Sie erstellen Bewehrungspläne und Detailzeichnungen der Arbeitsfugen.

Fach: Massivdeckenbau

Lernfeld		Herstellen einer Fertigteildecke
Jahrgangsstufe		12
Kernkompetenz		Die Schüler und Schülerinnen planen den Einbau einer Fertigteildecke.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie erstellen einen Verlegeplan unter Beachtung der erforderlichen Schalung und notwendiger Stützkonstruktionen.	Die Schülerinnen und Schüler zeichnen Erklärungsskizzen der verschiedenen Konstruktionen. Sie teilen Flächen ein (verschiedene Systeme) und zeichnen Details (Auflager).
2	Die Schüler und Schülerinnen planen die Arbeitsschritte und ermitteln die Mengen für Bau- und Bauhilfsstoffe.	Die Schülerinnen und Schüler erstellen Stücklisten und die Flächenberechnung für Schalung und Bewehrung. Sie führen Volumenberechnungen für Beton durch.

Fach: Treppenbau

Lernfeld		Herstellen einer gewendelten Treppe
Jahrgangsstufe		12
Kernkompetenz		Die Schüler und Schülerinnen planen eine gewendelte Treppe unter Berücksichtigung geltender Bemessungs- und Konstruktionsregeln.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schüler und Schülerinnen planen eine gewendelte Treppe unter Berücksichtigung geltender Bemessungs- und Konstruktionsregeln. Unter Berücksichtigung der Grundsätze für die Stufenverziehung konstruieren sie die Schalung.	Die Schülerinnen und Schüler wiederholen und vertiefen Treppenberechnungen. Sie verziehen Treppen rechnerisch. Die Schülerinnen und Schüler wenden verschiedene Methoden des zeichnerischen Verziehens an. Sie zeichnen Treppen in Grundriss und Ansichten.

Fach: Spannbetonbau

Lernfeld		Herstellen eines Binders aus Spannbeton
Jahrgangsstufe		12
Kernkompetenz		Die Schüler und Schülerinnen beschreiben die Wirkungsweise des Spannbetons und erklären die Prinzipien der Vorspannung.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schüler und Schülerinnen beschreiben die Wirkungsweise des Spannbetons und erklären die Prinzipien der Vorspannung.	Die Schülerinnen und Schüler berechnen den Materialbedarf für Einpressmörtel: Kreisflächen, Volumenberechnungen. Die Schülerinnen und Schüler fertigen Erklärungsskizzen an.

Fach: Betonsanierung

Lernfeld		Instandsetzen eines Stahlbetonbauteils
Jahrgangsstufe		12
Kernkompetenz		Die Schüler und Schülerinnen erkennen anhand von Schadensbildern mögliche Baufehler und machen Vorschläge zu deren Beseitigung.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schüler und Schülerinnen beschreiben das ausgewählte Arbeitsverfahren und ermitteln die Materialien.	<p>Die Schülerinnen und Schüler berechnen bearbeitete Flächen für den Materialbedarf und die Abrechnung.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erstellen Erklärungsskizzen und Aufmaßskizzen.</p>

3.1.3 Ausbildungsberuf: Maurerin und Maurer

Fach: Mauerwerksbau

Lernfeld 1		Mauern einer einschaligen Wand
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schüler und Schülerinnen planen die Herstellung einer Wand aus großformatigen Steinen.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schüler und Schülerinnen planen die Herstellung einer Wand aus großformatigen Steinen.	Die Schülerinnen und Schüler erstellen Ausführungs- und Detailzeichnungen. Die Schülerinnen und Schüler zeichnen die Abdichtung gegen nicht drückendes Wasser.
2	Die Schüler und Schülerinnen berechnen die Baustoffmengen und führen einen Kostenvergleich zwischen konventionellen und neuen Versetztechniken durch.	Sie berechnen Flächen, Materialbedarf und Lohnkosten bei verschiedenen Ausführungen.

Lernfeld 2		Mauern einer zweischaligen Wand
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schüler und Schülerinnen planen eine Außenwand aus künstlichen Mauersteinen unter Beachtung zweischaliger Konstruktionen.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schüler und Schülerinnen fertigen Zeichnungen an und lesen Ausführungspläne.	Die Schülerinnen und Schüler erstellen Detailzeichnungen und zeichnen Verbände.
2	Sie ermitteln Baustoffmengen anhand von Zeichnungen und Tabellen sowie die Kosten der Herstellung.	Die Schülerinnen und Schüler berechnen Mauerwerksflächen und Materialbedarf. Sie bestimmen die Lohnkosten, Materialkosten und den Einheitspreis.
3	Sie führen Aufmaß und Abrechnung nach Regelwerk durch.	Die Schülerinnen und Schüler erstellen Aufmaßskizzen.

Fach: Massivdeckenbau

Lernfeld 3		Herstellen einer Massivdecke
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schüler und Schülerinnen planen die Herstellung einer Stahlbetondecke.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schüler und Schülerinnen fertigen Zeichnungen an und ermitteln die erforderlichen Mengen an Beton und Betonstahl.	<p>Die Schülerinnen und Schüler zeichnen Schalungsschnitte und Schneideskizzen.</p> <p>Sie erstellen Längenberechnungen für Bewehrungsstahl und führen Volumenberechnungen für Beton durch.</p>

Fach: Putz, Estrich, Trockenbau

Lernfeld 4		Putzen einer Wand
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schüler und Schülerinnen beurteilen den Putzgrund, legen den Putzaufbau unter Berücksichtigung der bauphysikalischen Anforderungen fest und wählen die Baustoffe aus.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schüler und Schülerinnen berechnen den Baustoffbedarf.	<p>Die Schülerinnen und Schüler führen Flächenberechnungen für den Putzbedarf aus.</p> <p>Sie berechnen Mörtelrezepte (Mischungsrechnen).</p>

Lernfeld 5		Herstellen von Estrich
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schüler und Schülerinnen planen die Herstellung eines schwimmenden Estrichs.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie legen den Schichtaufbau sowie die Anordnung der Fugen fest.	Die Schülerinnen und Schüler zeichnen Wandanschlussdetails.
2	Die Schüler und Schülerinnen führen Mischungsberechnungen durch und ermitteln die Baustoffmengen.	Die Schülerinnen und Schüler führen Flächenberechnungen durch, sie berechnen Mischungen.

Lernfeld 6		Herstellen einer Wand in Trockenbauweise
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schüler und Schülerinnen planen für eine Einfachständerwand die Unterkonstruktion, wählen Baustoffe für die Beplankung aus und bestimmen die Befestigungsmittel.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Auf der Grundlage zeichnerischer und planerischer Vorgaben werden Mengenermittlungen mithilfe von Tabellen durchgeführt.	Die Schülerinnen und Schüler erstellen Flächenberechnungen. Die Schülerinnen und Schüler zeichnen Ecken, Anschlüsse, Fugenausbildungen und Wandschnitte.

Fach: Mauerwerksbau

Lernfeld 1		Überdecken einer Öffnung mit einem Bogen
Jahrgangsstufe		12
Kernkompetenz		Die Schüler und Schülerinnen planen die Herstellung eines gemauerten Segmentbogens.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schüler und Schülerinnen zeichnen und berechnen den Bogen.	Die Schülerinnen und Schüler berechnen Kreissegment, Bogenwinkel, die Schichtenzahl und die Fugendicke. Die Schülerinnen und Schüler zeichnen Bogenkonstruktionen und Ansichten.

Lernfeld 2		Herstellen einer Natursteinmauer
Jahrgangsstufe		12
Kernkompetenz		Die Schüler und Schülerinnen stellen Möglichkeiten zur Konstruktion einer Natursteinmauer mit Öffnungen zusammen und entscheiden sich für eine Ausführungsart.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schüler und Schülerinnen [...] fertigen Ausführungszeichnungen an.	Die Schülerinnen und Schüler stellen in Skizzen die verschiedenen Mauerwerksarten dar. Sie zeichnen Natursteinwände in Schnittdarstellung.

Lernfeld 3		Mauern besonderer Bauteile
Jahrgangsstufe		12
Kernkompetenz		Die Schüler und Schülerinnen wenden Verbandsregeln für Pfeiler und schiefwinklige Mauerecken und Ausfachungen an.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie zeichnen Verbände und führen Mengenberechnungen durch.	Die Schülerinnen und Schüler zeichnen Mauerverbände in Grundriss und Ansichten. Die Schülerinnen und Schüler berechnen Flächen und bestimmen den Materialbedarf.
2	Sie planen einen Schornstein mit Entlüftungsschacht und stellen ihn zeichnerisch dar.	Die Schülerinnen und Schüler zeichnen Detailpunkte (Durchführungen, Schornsteinkopf).
3	Die Schüler und Schülerinnen planen die Abdichtung eines Bauwerks gegen drückendes Wasser unter Berücksichtigung der Wasserhaltung.	Die Schülerinnen und Schüler zeichnen Detailpunkte der Abdichtung. Sie berechnen Flächen und Materialbedarf.

Fach: Treppenbau

Lernfeld 4		Herstellen einer geraden Treppe
Jahrgangsstufe		12
Kernkompetenz		Die Schüler und Schülerinnen planen die Herstellung einer einläufigen Treppe.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie berechnen die Treppe unter Berücksichtigung des unterschiedlichen Fußbodenaufbaus und stellen sie zeichnerisch dar.	Die Schülerinnen und Schüler bestimmen die Anzahl der Steigungen, die Steigungshöhe mithilfe der Schrittmaßregel, die Auftrittsbreite sowie die Lauflänge. Sie überprüfen die Treppenöffnungsmaße und die Durchgangshöhe. (Möglichkeiten der inneren Differenzierung bieten sich auch durch die Unterscheidung zwischen offenen und gebundenen Berechnungen.) Die Schülerinnen und Schüler zeichnen Draufsicht und Treppenschnitt. Sie nutzen dabei die verschiedenen geometrischen Grundkonstruktionen, wie z. B. Parallelverschiebung. Sie erstellen Detailzeichnungen, Erklärungsskizzen (Treppenformen, Stufenformen ...).

Fach: Bausanierung

Lernfeld 5		Instandsetzen und Sanieren eines Bauteils
Jahrgangsstufe		12
Kernkompetenz		Die Schüler und Schülerinnen planen die Instandsetzung bzw. Sanierung einer Außenwand.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schüler und Schülerinnen planen die Instandsetzung bzw. Sanierung einer Außenwand.	Die Schülerinnen und Schüler bestimmen Flächen und Materialbedarf, sie erstellen Mischungsrechnungen für Sanierungsmaterialien.
2	Sie informieren sich über Baustile und deren konstruktive Besonderheiten.	Die Schülerinnen und Schüler stellen Merkmale von Baustilen in Freihand- und Erklärungsskizzen dar.
3	Die Schüler und Schülerinnen erstellen Aufmaß- und Bestandsskizzen.	Die Schülerinnen und Schüler machen Freihand- und Erklärungsskizzen zum Bestand, sie erstellen das Aufmaß.

3.1.4 Ausbildungsberuf: BGJ/s Zimmerin und Zimmerer

Fach: Grundlagen Holzprodukte

Lernfeld 1		Einfache Produkte aus Holz herstellen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler planen und fertigen einfache Produkte aus Holz und bewerten ihre Arbeit nach vorgegebenen Kriterien.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten konstruktive Lösungsvorschläge und visualisieren diese mithilfe von Skizzen und Zeichnungen.	Parallelprojektion, Axonometrie, Drei-Tafel-Ansicht
2	Die Schülerinnen und Schüler erstellen, auch rechnergestützt, verbindliche zeichnerische und weitere Fertigungsunterlagen.	Material- bzw. Holzliste, Tabellenkalkulation Maßstab, Norm, CAD
3	Die Schülerinnen und Schüler führen notwendige material- und produktbezogene Berechnungen durch und überprüfen die Plausibilität der Ergebnisse.	Längen, Flächen, Verschnitt, Pythagoras, Winkelfunktionen, Schätzen, Überschlagen, Messen

Lernfeld 2		Holzprodukte für den Außenbereich herstellen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler planen und fertigen einfache Holzprodukte für den Außenbereich unter Berücksichtigung des konstruktiven Holzschutzes und ökologischer Aspekte.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler entwickeln, unter Beachtung der Werkstoffeigenschaften, einen Lösungsvorschlag und verdeutlichen die Ideen mit geeigneten Darstellungstechniken.	Ausgleichsfeuchte, Quellen, Schwinden Skizze: konstruktiver Holzschutz
2	Die Schülerinnen und Schüler erstellen, auch rechnergestützt, die Fertigungsunterlagen.	Schnittzeichnungen, Streckenteilung

Fach: Grundlagen Innenausbau

Lernfeld 3		Einfache Treppen herstellen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler planen, fertigen und montieren einfache gerade Treppen.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler stellen die ermittelten Informationen anschaulich dar.	Skizzen, Bauaufmaß
2	Die Schülerinnen und Schüler berechnen unter Berücksichtigung der grundlegenden Norm die benötigten Konstruktionsmaße.	Steigungsverhältnis, Schrittmaßregel
3	Die Schülerinnen und Schüler erzeugen die benötigten Ausführungsunterlagen.	Zeichnungen, Flussdiagramm

Lernfeld 4		Einfache Trockenbaukonstruktionen herstellen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler planen und fertigen einfache Trockenbaukonstruktionen.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler skizzieren, auch unter Verwendung von Herstellerinformationen, Lösungsvorschläge für die Verbindung mit angrenzenden Bauteilen.	Planungsskizzen, Detailskizzen
2	Die Schülerinnen und Schüler reduzieren den Ressourcenverbrauch durch eine gründliche Arbeitsvorbereitung.	Zuschnittliste, Platteneinteilung, Streckenteilung

Fach: Wand- und Deckenkonstruktionen

Lernfeld 5		Wand- und Deckenkonstruktionen herstellen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler planen und fertigen, unter Berücksichtigung von gestalterischen, konstruktiven, statischen und bauphysikalischen Anforderungen, einfache Wand- und Deckenkonstruktionen.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler entwickeln Lösungen für einfache Wand- und Deckenkonstruktionen.	Planungsskizzen: Lastabtragung, Aussteifung
2	Die Schülerinnen und Schüler ermitteln den Materialbedarf sowie die Wärmedämmkennwerte.	Holzliste, Sägewerkliste, Massenermittlung, U-Wertberechnung
3	Die Schülerinnen und Schüler erstellen, auch rechnergestützt, die notwendigen Ausführungszeichnungen.	Ausführungszeichnungen (Rastermaß), EDV

Fach: Dachkonstruktionen

Lernfeld 6		Einfache Pfetten- und Sparrendächer herstellen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler planen und fertigen für einfache Grundrisse, unter Berücksichtigung von gestalterischen, konstruktiven und statischen Anforderungen, Pfetten- oder Sparrendachkonstruktionen.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler planen für einen einfachen Grundriss eine Pfetten- und Sparrendachkonstruktion.	Skizzen: Lastabtragung, Aussteifung, Details
2	Die Schülerinnen und Schüler ermitteln die Abbundmaße.	Werkzeichnungen, Aufrisse Pythagoras, Winkelfunktionen, Abbundprogramm
3	Die Schülerinnen und Schüler stellen die Konstruktion sowie die Ausbildung der Anschlüsse und Dachüberstände zeichnerisch dar.	Detailzeichnungen: Trauf-/Firstpunkt, Anschlüsse, Ortgang Streckenteilung

Lernfeld 7		Dacheindeckungen mit Dachziegeln und -steinen herstellen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler planen Dacheindeckungen für geneigte Dächer mit Dachziegeln und Dachsteinen und führen die Dacheindeckungen, entsprechend den vorhandenen Anforderungen, aus.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler entnehmen die technischen Basisdaten den Herstellerunterlagen und führen produktbezogene Einteilungs- sowie Materialberechnungen durch.	Latteneinteilung, Decklänge, Deckbreite, Materialbedarf
2	Die Schülerinnen und Schüler erstellen Detailzeichnungen und Bestelllisten.	Detailzeichnungen: Trauf-/Firstanschluss, Ortgang, Verlegeschema Bestelllisten

Fach: Gründungen und Holzbaukonstruktionen

Lernfeld 8		Fundamente und Sockel herstellen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler planen und erstellen Fundamente und Mauerwerk als Basis einer Holzbaukonstruktion.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler planen die Herstellung eines Stahlbetonbauteils.	Wasser-Zement-Wert Ausführungsskizzen: Fundament, Stahlbewehrung
2	Die Schülerinnen und Schüler planen die Herstellung eines einschaligen Mauerwerkskörpers, fertigen Ausführungszeichnungen an und führen Mengen- und Materialermittlungen anhand von Tabellen durch.	Ausführungszeichnungen Mengen- und Materialermittlungen

Lernfeld 9		Einfache Holzbaukonstruktionen planen und herstellen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler entwerfen, planen und fertigen einfache Holzbaukonstruktionen. Hierbei bringen sie die ästhetischen und funktionalen Anforderungen mit den technisch-konstruktiven Erfordernissen in Einklang.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler entwickeln, auch im Team, die Entwürfe der Holzbaukonstruktion.	Skizzen (proportional) Ausführungszeichnungen, Detailzeichnungen
2	Die Schülerinnen und Schüler erstellen auch rechnergestützt die notwendigen Fertigungsunterlagen und kontrollieren diese gewissenhaft auf Fehler.	Materialberechnungen, Holzlisten, Sprungmaße

3.1.5 Ausbildungsberuf: Zimmerin und Zimmerer

Fach: Wand- und Deckenkonstruktionen

Lernfeld 10		Moderne Wand- und Deckenkonstruktionen planen und herstellen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler planen und fertigen, unter Berücksichtigung gestalterischer, konstruktiver, statischer und bauphysikalischer Anforderungen, Wand- und Deckenkonstruktionen für energieeffiziente Gebäude.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler entwickeln, unter Beachtung der Konstruktionsprinzipien (Mehrschichtigkeit) und Verwendung von Regelkonstruktionen, Lösungen für moderne Wand- und Deckenkonstruktionen (Holzrahmenbau, Brettstapeldecken, Brettsperrholzelemente, Holz-Beton-Verbundsysteme).	Die Schülerinnen und Schüler skizzieren verschiedene Wand- und Deckenkonstruktionen und erstellen maßstäbliche Schnittzeichnungen (z. B. Wandbauteile, Deckenbauteile, Geschosstoß, Eckausbildungen).
2	Sie berücksichtigen bei der Durchbildung von Bauteilen und Anschlüssen konstruktive und bauphysikalische Anforderungen (Wärmebrücken, Feuchteschutz).	Sie führen Wärmeschutzberechnungen auch an nicht homogenen Bauteilen (mittlerer R-Wert/U-Wert) durch.
3	Die Schülerinnen und Schüler gestalten Außenwandbekleidungen (Erscheinungsbild, Materialien). Sie differenzieren dazu vorhandene Beanspruchungen (UV-Strahlung, Schlagregenbeanspruchung, Spritzwasserbeanspruchung, Winddichtigkeit), erarbeiten die Ausbildung der Details und dokumentieren die geforderte Bauleistung (Holzart und Holzqualität, Unterkonstruktion, Befestigungsmittel).	Die Schülerinnen und Schüler entwerfen Außenwandbekleidungen und stellen sie in Ansichten dar. Sie setzen sich dabei zeichnerisch mit konstruktiven Grundprinzipien, Detailausbildung und gestalterischen Ansprüchen auseinander und bringen diese in Einklang. Sie ermitteln die Lattenabstände mit und ohne Fixpunkte für Grund- und Traglattung.
4	Sie dimensionieren (Bemessungstabellen) Deckenbalken und berechnen für die vorhandenen Einwirkungen die Auflagerlast, um passende (Tragfähigkeit, Geometrie, Montagemöglichkeit) Verbinder (Balkenträger, Hirnholzverbinder, Schwalbenschwanzverbindung) auszuwählen.	Sie berechnen die charakteristischen Einwirkungen und ermitteln die Bauteilbeanspruchungen am Auflager.
5	Die Schülerinnen und Schüler elementieren Wand- und Deckentafeln, erstellen die Werkpläne und führen	Sie fertigen auch rechnergestützt Werkpläne an und ermitteln die Massen (Holz- und Materialliste).

Massenermittlungen durch.	
---------------------------	--

Fach: Dachkonstruktionen

Lernfeld 11		Dachtragwerke mit Dachaufbauten planen und Herstellen
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler entwickeln für Satteldächer mit Dachgauben das Tragsystem und die Ausbildung der Anschlüsse unter Berücksichtigung von konstruktiven, statischen und bauphysikalischen Anforderungen.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler bestimmen die Dachkontur (Dachprofil, Flächenverschneidung) unter Beachtung der baurechtlichen Bestimmungen (Dachneigung, Höhenlage) und der Gebäudegeometrie (Gebäudegrundriss, Traufhöhen, Dachüberstände).	<p>Die Schülerinnen und Schüler ermitteln die Dachverschneidungslinien im Grundriss (Dachausmittlung bei unterschiedlichen Traufhöhen) und die wahren Längen (Ausklappungen und Profilschiffung).</p> <p>Sie bestimmen die Dachkontur rechnerisch (Winkelfunktionen, Pythagoras).</p>
2	Sie beurteilen Baustoffkennwerte (sd-Wert), wählen Bauprodukte und legen den Schichtenaufbau der Bauteile fest. Sie entscheiden sich für die Detailausbildungen und die Verbindungstechnik (Vollgewindeschraube).	<p>Sie überprüfen rechnerisch den Aufbau mehrschichtiger Bauteile (Wasserdampfdiffusionswiderstand).</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler zeichnen den Schnitt Dach – Gaubenseitenwand.</p>
3	Sie dokumentieren die Planungsergebnisse mit Konstruktionsplänen, die vollständige Informationen für die Herstellung enthalten. Tabellarische Massenermittlungen werden für die Materialbeschaffung und Kalkulation ausgearbeitet.	<p>Die Schülerinnen und Schüler fertigen Konstruktionspläne an.</p> <p>Sie ermitteln die Massen tabellarisch.</p>
4	Sie generieren (traditionell zeichnerisch und rechnerisch, computergestützt) die fertigungstechnisch erforderlichen Abbundmaße (wahre Längen und Flächen) und erzeugen einen Abbundplan.	<p>Sie generieren die Abbundmaße zeichnerisch und computergestützt und erzeugen einen Abbundplan.</p> <p>Sie bestimmen die Abbundmaße rechnerisch.</p>

Lernfeld 12		Dacheindeckungen mit Durchdringungen planen und herstellen
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler planen, unter Einbeziehung der Beanspruchungen, Dacheindeckungen für geneigte Dächer und legen die Ausführung der Unterkonstruktion, der Dachkanten sowie die Anschlüsse an Dachaufbauten fest.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie achten bei der Auswahl der Bauprodukte auch auf ökologische Aspekte (CO ₂ -Bilanz), hygrothermische Vorgänge und die Abstimmung der Deckmaterialien auf die Dachflächengröße (Sparren- und Trauflänge).	Die Schülerinnen und Schüler ermitteln die Sparren- und Trauflängen rechnerisch und stimmen Decklängen und Deckbreiten auf die Dachfläche ab (Lattenteilung, Lattenanzahl, Lattenweite ...).
2	Die Schülerinnen und Schüler treffen sachgerechte Entscheidungen hinsichtlich der Ausführung von An- und Abschlüssen (seitlicher Gaubenanschluss, Dachflächenfenster, Kaminanschluss, Dachdurchgang, Kehle, Grat) und stellen die Lösungen für die Anschlüsse der Dachhaut an die Durchdringungen dar.	Sie stellen verschiedene Durchdringungsdetails in maßstäblichen Schnittzeichnungen dar.

Fach: Innenausbau

Lernfeld 13		Trockenbaukonstruktionen planen und herstellen
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler definieren und fertigen für vorhandene Anforderungen geeignete Trockenbaukonstruktionen. Dabei beachten sie die bauliche Situation, technische Informationen sowie Verarbeitungsrichtlinien, um die Funktion des Gesamtsystems sicherzustellen.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Für die Erstellung der Ausführungsunterlagen (Verlegepläne) klären sie alle wichtigen Detailfragen hinsichtlich Konstruktionsaufbau (Konstruktionshöhe) und Ausführung (Verankerungselemente, Abhängesysteme, Unterkonstruktion, Beplankung).	Die Schülerinnen und Schüler setzen sich zeichnerisch mit wichtigen Detailfragen (Schnitte) auseinander und stimmen die Verlegepläne darauf ab (Deckenbekleidungen, Unterdecken, Trockenestrich).
2	Sie berechnen (Tabellenkalkulation) den Materialbedarf und die Materialkosten (Leistungspositionen) auf der Basis der planerischen Vorleistungen und unter Verwendung systembezogener Herstellerangaben.	Sie ermitteln den Materialbedarf (Flächenberechnungen → m ² -Bedarf) und die Materialkosten (Tabellenkalkulation).

Lernfeld 14		Zweiläufige Treppen planen und herstellen
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler konstruieren, gestalten und fertigen zweiläufige Holztreppen mit Zwischenpodest.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler analysieren den Kundenauftrag und tragen Informationen der baulichen Situation (Geschosshöhe, Fußbodenaufbau, Meterriss) zusammen.	Die Schülerinnen und Schüler tragen relevante Informationen zusammen und halten diese auch zeichnerisch fest (z. B. Fußbodenaufbauten im EG und OG skizzieren).
2	Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten einen Entwurf der Treppenkonstruktion. Dabei berücksichtigen sie neben den konkreten technisch-konstruktiven Vorschriften insbesondere auch die ästhetischen Aussagen der Konstruktion zur Raumgestaltung (Bauart, Materialien, Geländerausführung).	<p>Sie entwerfen die Treppenkonstruktion nach dem Wunsch des Bauherrn und unter Einhaltung der Normen (DIN 18065), Richtlinien und allgemein anerkannten Regeln der Technik (Wangenbesteck, Wangenstärke, Spannweiten, Stufenstärke ...) und stellen auch die Geländerausführung dar (Ansichten).</p> <p>Sie berechnen die benötigten Maße (Steigungsverhältnis, nutzbare Treppenlaufbreite, Gehbereich, Treppenloch, Lichtraumprofil, Durchgangshöhe, Treppenneigung, Treppengeländerhöhe, Treppenhandlaufhöhe ...).</p>
3	Die Schülerinnen und Schüler entscheiden sich für die Ausführung der Auflager, die Anordnung der Zwischenpodeste (Höhenanfall von Wangen und Handlauf), die Verbindung der Konstruktionsteile (mechanische Verbinder) und die Befestigung des Geländers. Sie berechnen die benötigten Konstruktionsmaße (Staketeneinteilung), um die Ausführungszeichnungen (Lauflinie) und Detailzeichnungen zu erstellen.	<p>Die Schülerinnen und Schüler berechnen Podesttiefe, Podestbreite, Höhenanfall von Wangen und Handlauf, Staketeneinteilung sowie alle weiteren benötigten Konstruktionsmaße.</p> <p>Sie zeichnen die Anschlussdetails (Antritt und Austritt, Geländer und Treppenwange) und tragen alle zum Bau der Treppe erforderlichen Maß ein.</p> <p>Sie erstellen die Ausführungszeichnungen (Grundriss, Schnitte).</p>

Fach: Wand- und Deckenkonstruktionen

Lernfeld 15		Modernisierungen und Erweiterungsbauten planen und herstellen
Jahrgangsstufe		12
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler entwickeln, auf der Basis von Bestandsaufnahmen und -bewertungen, bestandsgerechte Lösungen für Sanierungsmaßnahmen sowie Erweiterungsbauten.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren (Aufmaß, Schadensbilder, Bestandsplan) und bewerten den Baubestand.	Die Schülerinnen und Schüler erfassen zeichnerisch ein bestehendes Bauwerk oder ein Bauwerkteil (Aufmaß, Kartieren der Schadensbilder).
2	Sie planen auch den Neuaufbau oder die Wiederherstellung funktionsfähiger Konstruktionen (Anlaschungen, Prothesenbildung, Auswechslung Balkenkopf) und wählen die benötigten Bauprodukte (Bolzen).	Sie planen den Neuaufbau oder die Wiederherstellung zeichnerisch (Detailzeichnungen), z. B. Rekonstruktion von Balkenköpfen mit geklebten Verbindungen ...

Lernfeld 16		Terrassen und Balkone planen und herstellen
Jahrgangsstufe		12
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler planen und fertigen Terrassen sowie Balkonkonstruktionen unter besonderer Berücksichtigung der Beanspruchung durch Umwelteinflüsse.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie erstellen Ausführungsunterlagen und legen fest, welche Einzelbauteile und Verbindungen vorgefertigt werden, um die Endmontage zu verkürzen.	Die Schülerinnen und Schüler ermitteln den Materialbedarf und die Materialkosten. Sie erstellen die Ausführungszeichnungen (offene und geschlossene Konstruktionen, Anschlussdetails).

Fach: Dachkonstruktionen

Lernfeld 17		Walmdachtragwerke planen und herstellen
Jahrgangsstufe		12
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler konstruieren für Walmdächer mit gleicher und ungleicher Dachneigung das Tragsystem über zusammengesetzten Grundrissen unter Berücksichtigung von konstruktiven und statischen Anforderungen.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler bestimmen (Dachausmittlung) mithilfe von Ansichten und Höhenlinien die Dachverschnidungslinien und die Dachebenen unter Beachtung der Angaben für das Haupt-, Walm- und Nebendach.	Die Schülerinnen und Schüler ermitteln die Dachverschnidungslinien im Grundriss (Dachausmittlung bei gleichen und ungleichen Dachneigungen sowie bei unterschiedlichen Traufhöhen).
2	Die Schülerinnen und Schüler entwickeln Dachkonstruktionen und ermitteln (Schiftmethoden) die zum Austragen und Anreißen der Konstruktionsteile (Grat-, Kehl-, und Schiftersparren) erforderlichen Maße.	Sie ermitteln mithilfe der Senkelmethode, der Flächenschiftung und auch rechnerisch (Grat-, Kehl- und Schiftersparren) die erforderlichen Maße.
3	Sie vergleichen Ausführungsvarianten (Trauf- und Firstabschnitt) und nutzen Verfahren (Grundverschiebung, Hexenschnitt), um die Bauteile hinsichtlich der besonderen konstruktiven Anforderungen optimal zu gestalten.	Die Schülerinnen und Schüler wenden die Grundverschiebung bei Grat- und Kehlsparren an fallbezogen an. Sie ermitteln die Abschnittskanten der Grat- und Kehlsparren an der Traufe mithilfe des Hexenschnitts (z. B. allgemeiner Hexenschnitt, Hexenschnitt nach der Höhenmethode, Stirnbrettabschnitt, angepasster Hexenschnitt).

Lernfeld 18		Hallentragwerke fertigen und montieren
Jahrgangsstufe		12
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler fertigen und montieren freitragende Konstruktionen für größere Spannweiten unter Berücksichtigung statischer Kriterien und konstruktiver Anforderungen.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler nutzen Fachbegriffe (Ingenieurholzbau) und zeichnerische Darstellungen (statische Symbole), um die Wirkungsweise von statischen Systemen (Fachwerkbinder, Rahmen, unterspannter Träger) und das Tragverhalten der einzelnen Tragglieder (Primär- und Sekundärtragwerk, Stütze, Aussteifungselemente) im Hallenbau zu definieren und zu differenzieren.	Die Schülerinnen und Schüler skizzieren einfache statische Systeme und wenden statische Symbole richtig an (Schemaskizze, Kräfteparallelogramm, Cremonaplan).
2	Die Schülerinnen und Schüler sondieren Konstruktionsaufgaben und entwickeln Lösungsvorschläge (Schemaskizzen, Holzquerschnitte) für einfache Fachwerkbinder. Sie interpretieren die Stabkräfte (Zug- und Druckspannung, Nullstab), um wichtige Einflüsse (Spannweite, Konstruktionshöhe, Felderteilung) zu beurteilen.	
3	Die Schülerinnen und Schüler zeichnen Ansichten und die Knotenpunkte.	Die Schülerinnen und Schüler zeichnen Ansichten und Knotenpunkte (z. B. Parallelfachwerkbinder mit zur Mitte hin fallenden Zugdiagonalen). Sie ermitteln die Abschnittskanten der Grat- und Kehlsparren an der Traufe mithilfe des Hexenschnitts (z. B. allgemeiner Hexenschnitt, Hexenschnitt nach der Höhenmethode, Stirnbrettabschnitt, angepasster Hexenschnitt).

Fach: Innenausbau

Lernfeld 19		Gewendelte Treppen planen und herstellen
Jahrgangsstufe		12
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler konstruieren, gestalten und fertigen gewendelte Holztreppe.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie formulieren auftragsspezifische Qualitätsmerkmale und definieren Gestaltungsmöglichkeiten (Flächenbedarf).	Die Schülerinnen und Schüler berechnen den Flächenbedarf nach der Grundrissform.
2	Die Schülerinnen und Schüler entscheiden sich für eine Grundrissform und erarbeiten einen Entwurf (Lage An- und Austritt, Wangenverbindung, Geländerpfosten) der Treppenkonstruktion.	Sie entwerfen die Treppenkonstruktion einer gewendelten Treppe (Treppengrund, Abwicklung) unter Einhaltung der Normen, Richtlinien und allgemein anerkannten Regeln der Technik (grafisches Verziehen).
3	Die Schülerinnen und Schüler nutzen geeignete Verfahren für die Einteilung der gewendelten Stufen (rechnerische und grafische Verziehungsmethoden).	Sie teilen die Stufen rechnerisch aus (rechnerische Verziehung).
4	Sie stellen die Treppe im Grundriss, die Abwicklung und die Detailausführung zeichnerisch dar.	Sie stellen die Anschlussdetails (Wangenverbindung, Geländerpfosten) zeichnerisch dar.

3.2 Fachbereich: Elektrotechnik

3.2.1 Ausbildungsberuf: BGJ/k Elektrotechnik

Fach: System- und Gerätetechnik

Lernfeld 1		Elektrotechnische Systeme analysieren und Funktionen prüfen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über Aufgaben, Arbeitsanforderungen, Tätigkeiten und exemplarische Arbeitsprozesse ihres Berufs.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Zur Analyse und Prüfung von Grundsaltungen und zum Erkennen allgemeiner Gesetzmäßigkeiten der Elektrotechnik ermitteln die Schülerinnen und Schüler elektrische Größen messtechnisch und rechnerisch, dokumentieren und bewerten diese.	Die Schülerinnen und Schüler sollen das Umrechnen der Grundgrößen mit den dazugehörigen Einheiten beherrschen. Sie sollen alle Grundgrößen (U, I, R, P) an jedem Widerstand an der Reihenschaltung, der Parallelschaltung und der gemischten Schaltung berechnen können.
2	Sie prüfen die Funktion elektrischer Schaltungen und Betriebsmittel.	Um eine Funktion bei einem Betriebsmittel prüfen zu können, müssen die Schülerinnen und Schüler zuerst wissen, was passieren soll, dabei muss oft eine Größe berechnet werden.

Fach: Installations- und Energietechnik

Lernfeld 2		Elektrische Installationen planen und ausführen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler analysieren Aufträge zur Installation der Energieversorgung von Anlagen und Geräten.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler planen Installationen unter Berücksichtigung typischer Netzsysteme und der erforderlichen Schutzmaßnahmen.	Die Schülerinnen und Schüler sollen Diagramme interpretieren können, z. B. von einem LS-Schalter. Sie sollen eine Leitungsdimensionierung durchführen können.
2	Sie bemessen die Komponenten und wählen diese unter ökonomischen und ökologischen Aspekten aus.	Sie sollen anhand von dem Leistungsschild und einer Zeitangabe den Energiebedarf berechnen.
3	Sie ermitteln die für die Errichtung der Anlagen entstehenden Kosten, erstellen Angebote und erläutern diese den Kunden.	Sie führen eine Amortisationsrechnung durch und erstellen Angebote.

Fach: Steuerungstechnik

Lernfeld 3		Steuerungen analysieren und anpassen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler planen Änderungen und Anpassungen von Steuerungen nach Vorgabe.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler unterscheiden Techniken zur Realisierung von Steuerungen und bewerten deren Vor- und Nachteile auch unter ökonomischen Aspekten.	Die Schülerinnen und Schüler vergleichen die Preise einer Steuerung, realisiert mit einer SPS bzw. mit VPS.

Fach: IT-Systeme

Lernfeld 4		Informationstechnische Systeme bereitstellen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und planen die Bereitstellung und die Erweiterung informationstechnischer Systeme nach Pflichtenheft.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie analysieren Systeme, prüfen die technische und wirtschaftliche Durchführbarkeit der Aufträge und bieten Lösungen an.	Die Schülerinnen und Schüler vergleichen verschiedene Systeme auf die Wirtschaftlichkeit (Arbeitszeitkosten, Anschaffungskosten und Energiekosten).

3.2.2 Ausbildungsberuf: Elektronikerin und Elektroniker Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik

Fach: System- und Gerätetechnik

Lernfeld 6		Elektrotechnische Systeme analysieren und prüfen
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, elektrotechnische Systeme zu analysieren und zu prüfen.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler beschreiben Auffälligkeiten an Komponenten und beurteilen den Einfluss auf das Gesamtsystem (Anlagenprüfung).	Die Schülerinnen und Schüler berechnen die Schleifenimpedanz in Fehlerstromkreisen. Sie wenden dafür die Gesetze der Reihen- und Parallelschaltung an.
2	Die Schülerinnen und Schüler beraten die Kunden nach ökonomischen Aspekten über die Art der Fehlerbehebung, erstellen Materiallisten und schätzen den Arbeitsaufwand für Reparaturaufträge ein.	Die Schülerinnen und Schüler bestimmen rechnerisch die Betriebs- und Arbeitskosten und wenden die richtigen Formeln und Einheiten zur Energiekostenberechnung an.

Lernfeld 10		Elektrische Geräte und Anlagen der Haustechnik planen, in Betrieb nehmen und übergeben
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, elektrische Geräte und Anlagen der Haustechnik zu planen, in Betrieb zu nehmen und zu übergeben.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler berücksichtigen ökonomische Aspekte bei der Information über Auswahlkriterien und Anwendungsmöglichkeiten von elektrischen Anlagen und Geräten der Haustechnik (Beleuchtungsanlagen, Warmwassergeräte etc.).	Die Schülerinnen und Schüler berechnen die Amortisationszeit bei neuen Anlagen oder Umrüstungen unter Berücksichtigung der richtigen Formeln und Einheiten.

Fach: Installations- und Energietechnik

Lernfeld 5		Elektroenergieversorgung und Sicherheit von Anlagen und Geräten konzipieren
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler verfügen über die Kompetenz, die Elektroenergieversorgung und Sicherheit von Anlagen und Geräten zu konzipieren und zu prüfen.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler analysieren Kundenaufträge zur Elektroenergieversorgung (Wechsel- und Drehstromsysteme) unter Beachtung der sicherheitstechnischen Anforderungen und klassifizieren diese nach ökonomischen Aspekten (Umweltverträglichkeit).	Die Schülerinnen und Schüler stellen die Formeln (Beziehungen im rechtwinkligen Dreieck) zur Berechnung von Wechsel- und Drehstromsystemen richtig um und wenden diese an. Die Schülerinnen und Schüler stellen die Formeln zur Berechnung von Amortisationsrechnungen richtig um und wenden diese an.
2	Die Schülerinnen und Schüler dimensionieren Anlagen unter Berücksichtigung von Netzsystemen und Schutzmaßnahmen (Schutzeinrichtungen).	Die Schülerinnen und Schüler führen die Dimensionierung von Leitungen von Wechsel- und Drehstromsystemen mithilfe der Berechnung der Stromaufnahme (anwenden der Formeln und Einheiten) und des erlaubten Spannungsfalls (Prozentrechnen für den maximal zulässigen Spannungsfall) durch. Die Schülerinnen und Schüler interpretieren Diagramme von Schutzeinrichtungen.

Lernfeld 11		Energietechnische Systeme errichten, in Betrieb nehmen und instand halten
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, energietechnische Systeme zu errichten, in Betrieb zu nehmen und instand zu halten.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler beraten Kunden über die Möglichkeit der Nutzung regenerativer Energiesysteme unter ökonomischen Aspekten.	Die Schülerinnen und Schüler bestimmen Betriebs- und Arbeitskosten und wenden die richtigen Formeln und Einheiten zur Energiekostenberechnung an.
2	Die Schülerinnen und Schüler wählen die Geräte, Baugruppen und Schutzeinrichtungen unter funktionalen sowie wirtschaftlichen Aspekten aus und dimensionieren diese (öffentliche und private Ladestationen sowie Ladepunkte für Elektromobilität, Fotovoltaik, Speichertechniken für regenerative Energien).	Die Schülerinnen und Schüler dimensionieren mithilfe von Berechnungen die Geräte, Baugruppen und Schutzeinrichtungen.

Fach: Steuerungstechnik

Lernfeld 7		Steuerungen und Regelungen für Systeme programmieren und realisieren
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, Steuerungen und Regelungen für Systeme auftragsbezogen zu programmieren und zu realisieren.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler wählen eine unter ökonomischen Aspekten optimierte Lösung für Steuerungen und Regelungen aus.	Die Schülerinnen und Schüler vergleichen die Kosten von unterschiedlichen Steuerungen und berechnen die Amortisationszeit bei Neu- und Umbauten.

Lernfeld 8		Energiewandlungssysteme auswählen und integrieren
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, Energiewandlungssysteme auszuwählen und zu integrieren.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
	In diesem Lernfeld sind weder mathematische noch zeichnerische Kompetenzen in der Zielformulierung enthalten.	

Fach: System- und Gerätetechnik

Lernfeld 10		Elektrische Geräte und Anlagen der Haustechnik planen, in Betrieb nehmen und übergeben
Jahrgangsstufe		12/13
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, elektrische Geräte und Anlagen der Haustechnik zu planen, in Betrieb zu nehmen und zu übergeben.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über Auswahlkriterien und Anwendungsmöglichkeiten von elektrischen Anlagen (<i>Wärmepumpen, Klimaanlage, Beleuchtungsanlagen</i>) und Geräten der Haustechnik (<i>Elektrohausgeräte, Warmwassergeräte</i>).	Die Schülerinnen und Schüler führen einfache Berechnungen in den Themen Beleuchtungstechnik, Wärmepumpe und Klimaanlage durch. Des Weiteren sollen sie Berechnungen zur elektrischen Energie und z. B. Wärme beherrschen. Sie vergleichen die Life-Cycle-Kosten (Anschaffungskosten + Energiekosten) ähnlicher Betriebsmittel.
2	Sie planen den äußeren Blitzschutz.	Sie planen den äußeren Blitzschutz, indem sie z. B. die Größe und Anzahl der Maschen und die Höhe der Fangstange bestimmen (<i>optional: Kostenkalkulation</i>).

Fach: Installations- und Energietechnik

Lernfeld 11		Energietechnische Systeme errichten, in Betrieb nehmen und instand halten
Jahrgangsstufe		12/13
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, energietechnische Systeme zu errichten, in Betrieb zu nehmen und instand zu halten.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler analysieren Netze und dezentrale sowie regenerative Energieversorgungssysteme und beraten Kunden über die Möglichkeiten der Nutzung unter ökonomischen Aspekten (<i>Wechselrichter, unterbrechungs- und störungsfreie Stromversorgung, Kompensation</i>).	Die Schülerinnen und Schüler dimensionieren den Wechselrichter, legen USV-Anlagen aus (berechnen die Überbrückungszeit durch die Batterie) und dimensionieren den Kondensator, der für eine Kompensation benötigt wird (<i>optional: Kostenkalkulation</i>).
2	Sie dimensionieren öffentliche und private Ladestationen sowie Ladepunkte für Elektromobilität, Fotovoltaik und Speichertechniken für regenerative Energien.	Sie bestimmen die Zuleitung für die Ladestation mit den dazugehörigen Schutzeinrichtungen, legen eine Fotovoltaikanlage aus und können Berechnungen an Speichertechniken durchführen. Sie berechnen die Amortisationszeit.

Fach: Kommunikationssysteme

Lernfeld 9		Kommunikation von Systemen in Wohn- und Zweckbauten planen und realisieren
Jahrgangsstufe		12/13
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, die Kommunikation von Systemen in Wohn- und Zweckbauten zu planen und realisieren.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler installieren und parametrieren die Kommunikationssysteme (<i>Antennen- und Breitbandkommunikationsanlage</i>).	Die Schülerinnen und Schüler können Werte aus Diagrammen ablesen, verstehen und auf Pegelberechnungen anwenden. Sie berechnen das Gesamtbiegemoment einer Antennenanlage und beurteilen das Ergebnis.
2	Sie installieren und parametrieren die Kommunikationssysteme (Gefahrenmeldeanlagen).	Die Schülerinnen und Schüler dimensionieren eine Gefahrenmeldeanlage und berechnen in diesem Zusammenhang die Überbrückungszeit der Batterie.

Fach: Gebäudesystemtechnik

Lernfeld 12		Energie- und gebäudetechnische Anlagen planen und realisieren
Jahrgangsstufe		12/13
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, die Kommunikation von Systemen in Wohn- und Zweckbauten zu planen und realisieren.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler definieren Ziele, analysieren und strukturieren Aufgaben im Hinblick auf ihre Durchführbarkeit und berücksichtigen die Einsatzgebiete (<i>Zeit- und Arbeitsplanung, Projektmanagement, Bauwerksdatenmodellierung</i>).	Die Schülerinnen und Schüler können die Kalkulationshilfe interpretieren und wenden diese zur Erstellung eines Angebots an.
2	Sie bewerten die Projektergebnisse und Handlungsprozesse unter arbeitsorganisatorischen, technischen und ökonomischen Aspekten.	Sie führen eine Amortisationsrechnung durch und bewerten das Ergebnis.

Lernfeld 13		Energie- und gebäudetechnische Systeme anpassen und dokumentieren
Jahrgangsstufe		12/13
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, energie- und gebäudetechnische Systeme auftragsbezogen anzupassen und zu dokumentieren.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler diskutieren und bewerten den Prozessablauf und ihre Arbeitsergebnisse unter arbeitsorganisatorischen, technischen und ökonomischen Aspekten.	Die Schülerinnen und Schüler führen eine Amortisationsrechnung durch und bewerten das Ergebnis.

3.3 Fachbereich: Holztechnik

3.3.1 Ausbildungsberuf: BGJ/s Holztechnik

Fach: Grundlagen Holzprodukte

Lernfeld 1		Einfache Produkte aus Holz herstellen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler planen und fertigen einfache Produkte aus Holz und bewerten ihre Arbeit nach vorgegebenen Kriterien.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten konstruktive Lösungsvorschläge und visualisieren diese mithilfe von Skizzen und Zeichnungen (Parallelprojektion, Axonometrie).	<p>Die Schülerinnen und Schüler eignen sich die sog. Grundlagen der Freihandzeichnung an. Auf deren Grundlage entwickeln sie aussagekräftige Skizzen, die ihre Lösungen veranschaulichen.</p> <p>Sie erstellen zur Veranschaulichung auch Parallelprojektionen (Isometrie, Dimetrie etc.).</p>
2	Sie erstellen, auch rechnergestützt (CAD, Tabellenkalkulation, Textverarbeitung), verbindliche zeichnerische (Maßstab, Norm) und weitere Fertigungsunterlagen (Material- bzw. Holzliste) für die Umsetzung des Produkts, dabei berücksichtigen sie auch die erkannten Optimierungsmöglichkeiten.	Sie erstellen auch rechnergestützt Fertigungsunterlagen. Sie wenden dabei verbindlichen Normen (Linien, Beschriftung, Bemaßung, Maßstab), geometrische Grundkonstruktionen (z. B. Streckenteilung, regelmäßige Vielecke) und die Dreitafelprojektion sicher an.
3	Sie führen notwendige material- und produktbezogene Berechnungen (Längen, Flächen, Volumen, Verschnitt, Pythagoras, Winkelfunktionen) durch und überprüfen die Plausibilität der Ergebnisse (schätzen, überschlagen, messen).	<p>Die Schülerinnen und Schüler können die Holz- und Materiallisten auch rechnergestützt aufstellen. Sie führen produktbezogene Berechnungen selbständig durch.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schätzen, Überschlagen • Maßstab • Längen • Flächen • Volumen • Verschnitt • Pythagoras • Winkelfunktionen

Lernfeld 2		Holzprodukte für den Außenbereich herstellen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler planen und fertigen einfache Holzprodukte für den Außenbereich unter Berücksichtigung des konstruktiven Holzschutzes und ökologischer Aspekte.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler entwickeln, unter Beachtung der Werkstoffeigenschaften (Ausgleichsfeuchte, Quellen, Schwinden), einen Lösungsvorschlag (konstruktiver Holzschutz) und verdeutlichen die Ideen mit geeigneten Darstellungstechniken.	<p>Die Schülerinnen und Schüler entwickeln ihre Ideen, für im Außenbereich geeignete Holzprodukte, mithilfe von Skizzen, Detailzeichnungen, technischen Zeichnungen.</p> <p>Sie verdeutlichen die Ideen z. B. durch Dreitafelansichten, Axonometrien, Schnitte und Skizzen.</p> <p>Sie ermitteln die Holzausgleichsfeuchte (Diagramme, Tabellen) und berechnen Schwund- und Quellmaße.</p>
2	Sie erstellen auch rechnergestützt die Fertigungsunterlagen (Schnittzeichnung) und berücksichtigen dabei die erkannten Verbesserungsvorschläge.	<p>Die Schülerinnen und Schüler erstellen Ansichten, Schnittzeichnungen.</p> <p>Sie führen Bedarfsberechnungen durch.</p>

Fach: Grundlagen Innenausbau

Lernfeld 3		Einfache Treppen herstellen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler planen, fertigen und montieren einfache gerade Treppen.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie stellen die ermittelten Informationen anschaulich dar (<i>Baufmaß</i>).	Die Schülerinnen und Schüler erfassen zeichnerisch ein bestehendes Bauwerk oder ein Bauwerkteil (Aufmaß). Sie tragen relevante Informationen zusammen und halten diese auch zeichnerisch fest (z. B. Fußbodenaufbauten im EG und OG skizzieren).
2	Die Schülerinnen und Schüler berechnen unter Berücksichtigung der grundlegenden Norm die benötigten Konstruktionsmaße (<i>Steigungsverhältnis, Schrittmaßregel</i>).	Sie berechnen die benötigten Konstruktionsmaße (Steigungsverhältnis, Schrittmaßregel, Durchgangshöhe ...) und den Materialbedarf.
3	Die Schülerinnen und Schüler erzeugen die benötigten Ausführungsunterlagen und planen die Fertigung sowie die Montage (Flussdiagramm).	Die Schülerinnen und Schüler erstellen die Ausführungszeichnungen (Treppengrund, Schnitte) unter Einhaltung der Normen (DIN 18065), Richtlinien und allgemein anerkannten Regeln der Technik. Sie zeichnen die Anschlussdetails (Antritt und Austritt) und tragen alle zum Bau der Treppe erforderlichen Maße ein.

Lernfeld 4		Einfache Trockenbaukonstruktionen herstellen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler planen und fertigen einfache Trockenbaukonstruktionen.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie skizzieren, auch unter Verwendung von Herstellerinformationen, Lösungsvorschläge für die Verbindung mit angrenzenden Bauteilen (Anschluss an Massivbauteile und Trockenbaukonstruktionen).	Die Schülerinnen und Schüler setzen sich zeichnerisch (Skizzen, Detailzeichnungen) mit wichtigen Anschlussdetails (z. B. Wandbauteile, Deckenbauteile, Geschossstoß, Eckausbildungen) auseinander.
2	Die Schülerinnen und Schüler reduzieren den Ressourcenverbrauch durch eine gründliche Arbeitsvorbereitung (Zuschnittliste, Platteneinteilung).	Sie erstellen die Verlegepläne (Platteneinteilung). Die Schülerinnen und Schüler ermitteln den Materialbedarf (Zuschnittliste, Verschnittberechnungen).

Fächer³: Gestalten und konstruieren – Arbeit vorbereiten – Fertigen – Montieren und Service bieten

Lernfeld 5		Produkte aus unterschiedlichen Werkstoffen herstellen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler planen und fertigen auftragsbezogen Produkte aus unterschiedlichen Werkstoffen, präsentieren die Produkte und bewerten ihre Arbeit und den Arbeitsprozess.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten, unter Berücksichtigung ökologischer, wirtschaftlicher und fertigungstechnischer Kriterien, einen Produktentwurf (Proportionen).	Die Schülerinnen und Schüler entwerfen auftragsbezogen ein Produkt. Sie berücksichtigen dabei Material-, Energie- und Produktionsaufwand. Sie orientieren sich an Gestaltungsprinzipien, wie z. B. der Fibonacci-Reihe, dem Modulor etc.
2	Sie wählen geeignete Werkstoffe aus und entwickeln konstruktive Lösungen (traditionelle Vollholzverbindungen, Verbindungen für Holzwerkstoffe, Glas und Kunststoff in Verbindung mit Holz- und Holzwerkstoffen, Klebstoffe für unterschiedliche Materialien).	Sie entwickeln anhand von Skizzen, technischen Zeichnungen, Schnitten Lösungen für das Zusammenspiel der unterschiedlichen Werkstoffe.
3	Sie erstellen, unter Beachtung der gültigen Normen, auch rechnergestützt verbindliche Fertigungsunterlagen (Schnittdarstellungen). Dazu führen sie notwendige produkt- und werkstoffbezogene Berechnungen durch.	Die Schülerinnen und Schüler erstellen auch rechnergestützt die Fertigungsunterlagen (Ansichten, Schnittzeichnungen, Bedarfsberechnungen, Schnittgeschwindigkeit, Vorschubgeschwindigkeit).

³ Das Lernfeld 5 „Produkte aus unterschiedlichen Werkstoffen herstellen“ wird den vier oben genannten Fächern zugeordnet.

Fächer⁴: Gestalten und konstruieren – Arbeit vorbereiten – Fertigen – Montieren und Service bieten

Lernfeld 6		Einfache Einrichtungsgegenstände planen und herstellen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler entwerfen, planen und fertigen einfache Einrichtungsgegenstände. Hierbei bringen sie die ästhetischen und funktionalen Anforderungen mit den technisch-konstruktiven Erfordernissen in Einklang.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler entwickeln, auch im Team, die Entwürfe der Einrichtungsgegenstände. Dabei berücksichtigen sie neben den konkreten technisch-konstruktiven Anforderungen (Funktionszusammenhänge der einzelnen Komponenten bzw. Teilsysteme, Beschläge, Materialien, Verbindungen) auch wesentliche Gestaltungsprinzipien (Goldener Schnitt, Quadrat).	Die Schülerinnen und Schüler entwickeln Konzepte und finden über Skizzen zur Konstruktion und zur Gestalt. Sie stimmen Konstruktion und Funktion aufeinander ab und beachten dabei wesentliche Gestaltungsprinzipien (Goldener Schnitt, Quadrat).
2	Sie veranschaulichen die Funktionsstrukturen, präsentieren Entwürfe (Entwurfsskizze, Modell, kundengerechte Zeichnung), entdecken Widersprüche, erörtern Optimierungsmöglichkeiten und überarbeiten die Lösungsvorschläge.	Sie veranschaulichen die Funktionsstrukturen z. B. mit Instruktionsskizzen, Axonometrien, 3D-Animationen kundengerecht. Damit zeigen sie u. a. Konstruktion (Schnitte), Funktionalität, Ergonomie, Sicherheit, Gebrauchstauglichkeit der Einrichtungsgegenstände auf.
3	Die Schülerinnen und Schüler erstellen auch rechnergestützt die notwendigen Fertigungsunterlagen und kontrollieren diese gewissenhaft auf Fehler (Schnittdarstellungen). Dazu führen sie notwendige produkt- und werkstoffbezogene Berechnungen durch.	Die Schülerinnen und Schüler erstellen auch rechnergestützt die Fertigungsunterlagen (Ansichten, Schnittzeichnungen, Materialberechnungen ...).

⁴ Das Lernfeld 6 „Einfache Einrichtungsgegenstände planen und herstellen“ wird den vier oben genannten Fächern zugeordnet.

3.4 Fachbereich: Metalltechnik

3.4.1 Ausbildungsberuf: Industriemechanikerin und Industriemechaniker

Fach: Fertigungstechnik

Lernfeld 1		Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler bereiten das Fertigen von berufstypischen Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen vor. Dazu werten sie Anordnungspläne und einfache technische Zeichnungen aus.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie erstellen und ändern Teilzeichnungen sowie Skizzen für Bauelemente von Funktionseinheiten und einfachen Baugruppen.	Die Schülerinnen und Schüler bestimmen mithilfe der DIN EN ISO 2768 (alt – zukünftig: ISO 22081) die zulässigen oberen und unteren Grenzmaße. Dabei wird auf Kopfrechnen Wert gelegt.
2	Sie bestimmen die notwendigen technologischen Daten und führen die erforderlichen Berechnungen durch.	Die Schülerinnen und Schüler schätzen Material-, Lohn- und Werkzeugkosten ab und überprüfen ihre Schätzungen anhand von Masseberechnungen, Dreisatzrechnungen (inkl. Prozentrechnung, z. B. für die Bestimmung der MwSt.) und Hauptnutzungszeitberechnungen. In Versuchen werden die Ergebnisse auf Plausibilität überprüft.
3	In Versuchen werden [...] Fertigungskosten überschlägig ermittelt.	Sie teilen die Stufen rechnerisch auf (rechnerische Verziehung).

Lernfeld 2		Fertigen von Bauelementen mit Maschinen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler bereiten das maschinelle Herstellen von berufstypischen Bauelementen vor. Zur Beschaffung von Informationen nutzen sie auch audiovisuelle und virtuelle Hilfsmittel.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler werten Gruppenzeichnungen, Anordnungspläne und Stücklisten aus. Sie erstellen und ändern Teilzeichnungen und die dazugehörigen Arbeitspläne auch mithilfe von Anwendungsprogrammen zum rechnerunterstützten Zeichnen.	Die Schülerinnen und Schüler bestimmen die Grenzabmaße und Toleranzen eines Maßes nach DIN EN ISO 286 mithilfe von Tabellen und Handyapps und berechnen die Grenzmaße für das Maß. Dabei kann Wert auf Erhaltung von Kopfrechenkompetenzen gelegt werden.
2	Sie wählen Werkstoffe unter Berücksichtigung ihrer spezifischen Eigenschaften aus [...].	Die Schülerinnen und Schüler bestimmen anhand von Tabellen in den Tabellenwerken, aber auch anhand von Datenblättern der Werkzeughersteller, günstige Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe und berechnen daraus die notwendigen Drehzahlen und die einzustellenden Vorschübe (pro Zahn oder pro Umdrehung). Diese Werte werden in die erstellten Arbeitspläne übernommen.
3	Sie [...] ermitteln die technologischen Daten und führen die notwendigen Berechnungen durch.	Die Schülerinnen und Schüler bewerten die verschiedenen Arbeitspläne unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten anhand von Berechnungen zu Werkzeug- und Maschinenkosten, Materialverbrauch und Arbeitskosten. Dazu dient vor allem die Berechnung der Hauptnutzungszeit. Nebenzeiten werden abgeschätzt oder anhand von Versuchen ermittelt.
4	Sie [...] wählen [...] Maschinen [...] sowie [...] Werkzeuge unter Beachtung [...] technologischer und wirtschaftlicher Kriterien aus [...].	Die Schülerinnen und Schüler erstellen und ändern Teilzeichnungen normgerecht von Hand und mithilfe ortsüblicher CAD-Programme.

Fach: Bauelemente

Lernfeld 3		Herstellen von einfachen Baugruppen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler bereiten das Herstellen von einfachen Baugruppen vor. Dazu lesen sie berufstypische Gesamt- und Gruppenzeichnungen, Anordnungspläne und einfache Schaltpläne und können die Funktionszusammenhänge der Baugruppen beschreiben und erklären.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie erstellen und ändern Teil- und Gruppenzeichnungen.	Die Schülerinnen und Schüler errechnen aus den Bezeichnungen der Normteile – vor allem Schrauben und Muttern – die zugelassenen und notwendigen Drehmomente und bestimmen anhand der zur Verfügung stehenden Werkzeuge die notwendigen Montagekräfte.
2	Sie wählen [...] Werkzeuge [...] produktbezogen aus und [...] berücksichtigen deren Wirtschaftlichkeit.	Die Schülerinnen und Schüler bestimmen die Montagekosten durch Dreisatzberechnung (in der Form: drei Mitarbeiter für 400 Stück zwei Tage, wie viele Tage brauchen drei Mitarbeiter). Die Schülerinnen und Schüler erstellen und ändern Teilzeichnungen normgerecht von Hand und mithilfe ortsüblicher CAD-Programme.

Fach: Instandhaltung

Lernfeld 4		Warten technischer Systeme
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler bereiten die Wartung von technischen Systemen, insbesondere von Betriebsmitteln, vor und ermitteln Einflüsse auf deren Betriebsbereitschaft. Dabei bewerten sie die Bedeutung dieser Instandhaltungsmaßnahme unter den Gesichtspunkten Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Dabei bewerten sie die Bedeutung dieser Instandhaltungsmaßnahme unter den Gesichtspunkten Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit.	Die Schülerinnen und Schüler berechnen (auch mithilfe des Dreisatzes) die Instandhaltungs- und Ausfallkosten und setzen sie in Relation.
2	Sie messen und berechnen elektrische und physikalische Größen.	Die Schülerinnen und Schüler bestimmen die zu erwartenden elektrischen Größen in elektrischen Schaltungen anhand des Ohm'schen Gesetzes.

Fach: Fertigungstechnik

Lernfeld 5		Fertigen von Einzelteilen mit Werkzeugmaschinen
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler fertigen auftragsbezogen unter Berücksichtigung des Arbeits- und Umweltschutzes Werkstücke aus verschiedenen Werkstoffen auf Werkzeugmaschinen unter Verwendung von Datenmanagementsystemen.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie entnehmen Gruppenzeichnungen, Teilzeichnungen, Skizzen und Stücklisten die notwendigen Informationen. Sie erstellen und ändern Skizzen und Teilzeichnungen auch mithilfe von Anwendungsprogrammen.	Die Schülerinnen und Schüler bestimmen anhand von Tabellen in den Tabellenwerken, aber auch anhand von Datenblättern der Werkzeughersteller, günstige Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe und berechnen daraus die notwendigen Drehzahlen und die einzustellenden Vorschübe (pro Zahn oder pro Umdrehung). Diese Werte werden in die erstellten Arbeitspläne übernommen.
2	Die Schülerinnen und Schüler wählen unter technologischen Aspekten geeignete Fertigungsverfahren aus.	Die Schülerinnen und Schüler ermitteln aus den Werkstoffbezeichnungen die chemische Zusammensetzung. Die Umrechnung mit den gängigen Teilern erfolgt im Kopf.
3	Sie legen notwendige technologische Daten fest.	Die Schülerinnen und Schüler bewerten die verschiedenen Arbeitspläne unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten anhand von Berechnungen zu Werkzeug-, Maschinenkosten, Materialverbrauch und Arbeitskosten. Dazu dient vor allem die Berechnung der Hauptnutzungszeit. Nebenzeiten werden abgeschätzt oder anhand von Versuchen ermittelt.
4	Sie ermitteln die Fertigungskosten und beurteilen die Wirtschaftlichkeit der ausgewählten Fertigungsverfahren.	Die Schülerinnen und Schüler erstellen und ändern Teilzeichnungen normgerecht von Hand und mithilfe ortsüblicher CAD-Programme.

Fach: Automatisierungstechnik

Lernfeld 6		Installieren und Inbetriebnehmen steuerungstechnischer Systeme
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler installieren steuerungstechnische Systeme und nehmen sie in Betrieb. Aus Schaltplänen und anderen Dokumentationen ermitteln sie für Steuerungen in unterschiedlichen Gerätetechniken die zu verwendenden steuerungstechnischen Komponenten sowie den Funktionsablauf. Dabei benutzen sie Herstellerunterlagen, auch in englischer Sprache.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler planen und realisieren den Aufbau der Steuerung auch mit Simulationsprogrammen.	Die Schülerinnen und Schüler berechnen die vorhandenen Kräfte und Geschwindigkeiten, vor allem an Aktoren, aus den vorherrschenden Drücken und Volumenströmen. Dazu werden die Volumenströme aus den Querschnittsverhältnissen ermittelt.

Fach: Bauelemente

Lernfeld 7		Montieren von technischen Teilsystemen
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler planen die Montage von technischen Teilsystemen. Mithilfe von technischen Zeichnungen, Anordnungsplänen und Stücklisten führen sie eine Funktionsanalyse durch.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler ermitteln die für die Montage notwendigen Kennwerte.	Die Schülerinnen und Schüler berechnen an Gleitlagern und Führungen die Flächenpressung und die Reibung.
2	Sie führen die Funktionskontrolle durch und erstellen Prüfprotokolle.	Die Schülerinnen und Schüler berechnen aus den Maßeintragungen in technischen Dokumenten die bei der Montage entstehenden Passungen und berechnen bei Übermaßpassungen die notwendige Erwärmung, um Bauteile ohne einzupressen montieren zu können.
3	Sie bewerten Prüfergebnisse, optimieren Montageabläufe und berücksichtigen deren Wirtschaftlichkeit.	Die Schülerinnen und Schüler berechnen die bei fachgerechter Montage und anschließender Inbetriebnahme entstehenden Belastungen auf Zug, Druck und Scherung. Dazu gleichen sie die Ergebnisse ggf. mit den für die Bauteile zulässigen Werten ab.

Fach: Fertigungstechnik

Lernfeld 8		Fertigen auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler fertigen Bauelemente durch Einzel- und Serienfertigung auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie lesen und erstellen Skizzen und Teilzeichnungen und entnehmen ihnen die erforderlichen Informationen für die CNC-Fertigung.	Die Schülerinnen und Schüler rechnen Zeichnungsmaße in kartesischen und Polarkoordinaten um unter Verwendung der Winkelfunktionen und des Lehrsatzes von Pythagoras. Dazu wählen sie geeignete Bezugspunkte wie den Werkstücknullpunkt oder (für inkrementale Bemaßung) den Mittelpunkt eines Bezugskreises.
2	Sie ermitteln die technologischen und geometrischen Daten für die Bearbeitung und erstellen Arbeits- und Werkzeugpläne.	Die Schülerinnen und Schüler bestimmen anhand von Tabellen in den Tabellenwerken, aber auch anhand von Datenblättern der Werkzeughersteller, günstige Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe und berechnen daraus die notwendigen Drehzahlen und die einzustellenden Vorschübe (pro Zahn oder pro Umdrehung). Diese Werte werden in die erstellten Arbeitspläne übernommen.
3	Die Schülerinnen und Schüler planen die Einspannung für Werkstücke und Werkzeuge.	Die Schülerinnen und Schüler ermitteln exemplarisch die geänderten Koordinaten eines kurzen Konturzugs mit Schrägen und tangentialen Kreisübergängen unter Berücksichtigung eines wahren Werkzeugdurchmessers (Fräsen) oder Schneidenradius (Drehen), um den Wert der Funktionen G41/42 einschätzen zu können.
4	Sie wählen Prüfmittel aus, bewerten die Prüfergebnisse und optimieren auf dieser Grundlage den Fertigungsprozess, indem sie die Einflüsse der Fertigungsparameter auf Maße, Oberflächengüte und Produktivität berücksichtigen.	Die Schülerinnen und Schüler berechnen aus der spezifischen Schnittkraft und dem Spannungsquerschnitt sowie der Schnittgeschwindigkeit die notwendige Schnittleistung, die von der Werkzeugmaschine zur Verfügung gestellt werden muss. Unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades wird die Spindleleistung als automatisierbares Überwachungskriterium für Schneidenverschleiß und daraus resultierenden Qualitätsproblemen entwickelt. Bei der Auswahl der geeigneten Messmittel berücksichtigen die Schülerinnen und Schüler die Formel für die maximal zulässige Messunsicherheit $U_{zul} = T/10$ der eingesetzten Messmittel. Bei leistungsstarken Klassen bietet es sich an, beim Drehen die theoretische Rautiefe aus Vorschub und Schneidenradius zu berechnen.

	Die Schülerinnen und Schüler erstellen und ändern Teilzeichnungen normgerecht von Hand und mithilfe ortsüblicher CAD-Programme.
--	---

Fach: Instandhaltung

Lernfeld 9		Instandsetzen von technischen Systemen
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler setzen technische Systeme instand. Sie planen Instandsetzungsmaßnahmen für technische Systeme unter Berücksichtigung betrieblicher und wirtschaftlicher Forderungen.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Dazu beschaffen sie die notwendigen technischen Informationen.	<p>Die Schülerinnen und Schüler ermitteln aus den Stillstandszeiten überschlägig die Ausfallkosten (Dreisatz) und bewerten damit die unterschiedlichen Instandhaltungsstrategien und die Priorität der Maßnahmen im Fertigungsverlauf.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler lesen Schaltpläne und Gesamtzeichnungen, um Fehlerursachen zu ermitteln und den voraussichtlichen Materialbedarf zu planen. Dazu kann es – insbesondere bei schwachen Lernenden – sinnvoll sein, ein Bauteil als Ableitung aus einer komplexen Gesamtzeichnung skizzieren zu lassen.</p>

Fach: Fertigungstechnik

Lernfeld 11		Überwachen der Produkt- und Prozessqualität
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler überwachen die Produkt- und Prozessqualität und führen Maschinen- und Prozessfähigkeitsuntersuchungen nach Auftrag und Anweisung durch. Sie planen die Durchführung, nehmen Prozessdaten auf und bewerten die ermittelten Kenngrößen auch mithilfe von Grafiken.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler überwachen die Produkt- und Prozessqualität und führen Maschinen- und Prozessfähigkeitsuntersuchungen nach Auftrag und Anweisung durch. Sie planen die Durchführung, nehmen Prozessdaten auf und bewerten die ermittelten Kenngrößen auch mithilfe von Grafiken.	Die Schülerinnen und Schüler bestimmen rechnerisch den arithmetischen Mittelwert und den Medianwert, die Spannweite und die Standardabweichung an geeigneten Stichprobenumfängen. Mithilfe von Wahrscheinlichkeitsnetzen und den Kriterien „ein Werkstück hängt weder vom Vorgänger noch vom Nachfolger ab“ sowie „die Abweichung nach oben und unten ist gleich wahrscheinlich“ beurteilen sie, ob eine Verteilung den Anforderungen einer Normalverteilung entspricht und ob daher die Verwendung der o. g Werte zulässig ist.
2	Sie überwachen den Produktionsprozess mit Methoden der Qualitätssicherung in der Massen- und Serienfertigung. Sie führen und interpretieren Prozessregelkarten. Sie dokumentieren den zeitlichen Verlauf eines Prozesses und leiten aus den Qualitätsdaten Korrekturmaßnahmen am Prozess ab.	Die Schülerinnen und Schüler ermitteln die Maschinen- und Prozessfähigkeitsindizes als Kriterien für die Maschinenauswahl und die Beurteilung eines Fertigungsprozesses. Sie automatisieren – auch mithilfe von Tabellenkalkulationssoftware – die Qualitätskontrolle und schaffen damit die Grundlage für die statistische Prozessregelung. Dazu algorithmisieren sie in der Tabellenkalkulation die Berechnungsschritte. Sie wählen geeignete Darstellungen der Prozessdaten anhand ihrer Eigenschaften aus und erstellen damit geeignete Qualitätsregelkarten. Anhand von Ursache-Wirkungsketten (Ishikawa-Diagramm) und unter Berücksichtigung der vorhandenen Datenarten planen sie mithilfe der Paretoanalyse oder mithilfe von Qualitätsregelkarten Korrekturmaßnahmen und berechnen ggf. Warn- und Eingriffsgrenzen.

Fach: Bauelemente

Lernfeld 10		Herstellen und Inbetriebnehmen von technischen Systemen
Jahrgangsstufe		12/13
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler stellen technische Systeme her und nehmen sie in Betrieb.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie [...] fertigen Skizzen an, führen notwendige Berechnungen durch und wählen geeignete Fertigungsverfahren aus.	Anhand von mechanischen und elektrischen Kenngrößen und Kennlinien errechnen die Schülerinnen und Schüler z. B. notwendige Drehmomente, Hebellängen, Sicherungsgrößen oder Leitungs- und Rohrquerschnitte. Bei geeigneten Fertigungsverfahren werden der Gasverbrauch beim Schweißen oder die Hauptnutzungszeiten berechnet. Aus Stücklisten werden Teilekosten bestimmt, aus Stundensätzen und Montageprotokollen entstehen durch Dreisatz Rechnungen, auch unter Berücksichtigung der MwSt.
2	Sie fügen Teilsysteme zu Gesamtsystemen und nehmen sie in Betrieb.	Die Kräfte und Momente beim Heben von Lasten werden berechnet. Dazu wird aus dem Volumen und der Dichte die Masse und die Gewichtskraft bestimmt und mithilfe von Vektorrechnung (Winkelfunktionen) oder grafisch werden anhand von Kräfteparallelogrammen die Kräfte in den Anschlagmitteln (Kette oder Endlosschlinge) ermittelt. Daraus ergeben sich notwendige Reibungskräfte und die Kontrolle der auftretenden Zug-, Druck-, Scher- und Biegespannungen in den Bauteilen. Die Schülerinnen und Schüler lesen Gesamtzeichnungen, planen die Montage und montieren das Gesamtsystem.

Fach: Instandhaltung

Lernfeld 12		Instandhalten von technischen Systemen
Jahrgangsstufe		12/13
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler halten technische Systeme instand, indem sie Maßnahmen zur Verbesserung der Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit planen und durchführen.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler diagnostizieren Fehler und Störungen mit Diagnosesystemen und interpretieren Funktions- und Fehlerprotokolle, auch durch Ferndiagnose.	Die Schülerinnen und Schüler nutzen Werkzeuge zur Betriebsdatenerfassung, um im Rahmen des Condition-Monitoring Aussagen über den Abnutzungsvorrat zu erstellen. Dabei nutzen sie z. B. Sensoren zur Schwingungsmessung, um Aussagen über die Lebensdauer an Wälzlagern zu treffen. Mit leistungsstarken Klassen können hier ggf. die Differenzialgleichungen zur Ermittlung der Schadensursache angesprochen werden. In jedem Fall sollten die Lernenden aus der Drehzahl und der Schadensfrequenz die Lage des Schadens berechnen.
2	Sie berücksichtigen wirtschaftliche [...] Folgen von Instandhaltungsarbeiten und deren Einfluss auf die Qualitätsanforderungen an die Produktion und das Produkt.	<p>Die Schülerinnen und Schüler berücksichtigen bei ihren Verbesserungen die Werkstoffkennwerte wie Zug- und Druckfestigkeit sowie Flächenpressung und überprüfen durch Rechnung ihre Vorschläge auf Realisierbarkeit und Wirksamkeit.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler berücksichtigen bei ihren Verbesserungen die Werkstoffkennwerte wie Zug- und Druckfestigkeit sowie Flächenpressung und überprüfen durch Rechnung ihre Vorschläge auf Realisierbarkeit und Wirksamkeit.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler werten – sofern vorhanden – Prozessregelkarten zum Zweck der Ursachenforschung aus und überprüfen auch rechnerisch die Vorgaben auf Plausibilität.</p>
3	Sie beraten den Kunden bezüglich möglicher Maßnahmen zur Verbesserung und erstellen die hierfür notwendigen Unterlagen und Pläne.	<p>Die Schülerinnen und Schüler ermitteln aus Aufwandsschätzungen Ausfallzeiten und erstellen durch Berechnung (Dreisatz) Kostenvoranschläge. Außerdem berechnen sie die Ersatzteilkosten ohne und mit MwSt.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erstellen und ändern Teilzeichnungen und Baugruppenzeichnungen normgerecht von Hand und mithilfe ortsüblicher CAD-Programme.</p>

Fach: Automatisierungstechnik

Lernfeld 13		Sicherstellen der Betriebsfähigkeit automatisierter Systeme
Jahrgangsstufe		12/13
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler sichern die Betriebsfähigkeit automatisierter Systeme. Hierzu analysieren sie automatisierte Systeme unter Verwendung von technischen Dokumentationen auch in englischer Sprache.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Für einzelne Teilsysteme entwickeln sie unter Berücksichtigung des vorgegebenen Prozessablaufs und der Herstellerunterlagen Lösungen zur Prozessoptimierung.	Die Schülerinnen und Schüler vergleichen Messergebnisse mit den Ergebnissen einschlägiger Berechnungen, z. B. Druckberechnungen und Berechnungen elektrischer Größen im Stromkreis.
2	Sie modifizieren diese Systeme, testen, dokumentieren und präsentieren ihre Lösungen.	Die Schülerinnen und Schüler erstellen und ändern Teilzeichnungen, Baugruppenzeichnungen und Schaltpläne normgerecht von Hand und mithilfe ortsüblicher CAD-Programme.

Fach: Fertigungstechnik

Lernfeld 14		Planen und Realisieren technischer Systeme
Jahrgangsstufe		12/13
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler planen und realisieren technische Systeme. Sie analysieren Projektaufträge im Hinblick auf ihre Durchführbarkeit und definieren die Ziele.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie erstellen Dokumentationen und präsentieren ihre Ergebnisse.	Die Schülerinnen und Schüler erstellen Teilzeichnungen, Baugruppenzeichnungen und Schaltpläne normgerecht von Hand und mithilfe ortsüblicher CAD-Programme.

Lernfeld 15		Optimieren von technischen Systemen
Jahrgangsstufe		12/13
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler optimieren technische Systeme. Dabei untersuchen sie störungsfrei arbeitende Systeme und Produktionsabläufe hinsichtlich der Optimierungsmöglichkeiten in Bezug auf Ergonomie, Gesundheits- und Umweltschutz sowie Wirtschaftlichkeit.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie erarbeiten Verbesserungsvorschläge auch unter Berücksichtigung technologischer Entwicklungen sowie neuer Werk- und Hilfsstoffe.	Die Schülerinnen und Schüler erstellen Masse- und Festigkeits- sowie Geschwindigkeitsberechnungen, um mit geänderten Konstruktionen und verbesserten Werkstoffen, aber auch durch geänderte Herstellungsverfahren (additive Fertigung!) Anlagen zu optimieren. Sie vergleichen durch Berechnung Kosten mit Nutzen und erarbeiten daraus Empfehlungen. Die Schülerinnen und Schüler modellieren – auch mithilfe ortsüblicher CAD-Systeme – geänderte Bauteile und erstellen ggf. (bei leistungsfähigen Lernenden) auch mit integrierten FEM-Modulen Festigkeits- und Masseberechnungen.

3.4.2 Ausbildungsberuf: Werkzeugmechanikerin und Werkzeugmechaniker

Fach: Fertigungstechnik

Lernfeld 1		Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler bereiten das Fertigen von berufstypischen Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen vor.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Dazu werten sie Anordnungspläne und einfache technische Zeichnungen aus. Sie erstellen und ändern Teilzeichnungen sowie Skizzen für Bauelemente von Funktionseinheiten und einfachen Baugruppen. Stücklisten und Arbeitspläne werden auch mithilfe von Anwendungsprogrammen erarbeitet und ergänzt. Inhalte: Teilzeichnungen, Gruppen- und Montagezeichnungen, technische Unterlagen und Informationsquellen	Zeichnungsangaben verstehen, um Fertigungskriterien wie Oberflächenqualitäten, Maß-, Form- und Lagetoleranzen zu erfüllen
2	Sie bestimmen die notwendigen technologischen Daten und führen die erforderlichen Berechnungen durch. Inhalte: Fertigungspläne	Die Schülerinnen und Schüler bestimmen und berechnen werkstoffabhängige Kenngrößen, wie Winkel am Schneidwerkzeug, Schnittgeschwindigkeit und Drehzahl, Zustellung, Vorschub, Vorschubgeschwindigkeit, Schnittleistung, Hauptnutzungszeit etc. Sie kennen Formelzeichen, finden passende Formeln im Tabellenbuch oder in Herstellerangaben, stellen diese unter Beachtung der Rechenregeln und Einheiten um und ermitteln das Endergebnis mithilfe des Taschenrechners.
3	Die Schülerinnen und Schüler wählen geeignete Prüfmittel aus, wenden diese an und erstellen die entsprechenden Prüfprotokolle.	Die Schülerinnen und Schüler wenden Mittel der Qualitätssicherung an, wie Berechnungen zur Bruchwahrscheinlichkeit, Kennwerte der Normalverteilung von Stichproben, Maschinen- und Prozessfähigkeit.
4	In Versuchen werden ausgewählte Arbeitsschritte erprobt, die Arbeitsergebnisse bewertet und die Fertigungskosten überschlägig ermittelt. Inhalte: Material-, Lohn- und Werkzeugkosten, Masse von Bauteilen, Stückzahlberechnung	Sie berechnen die Material- und Fertigungskosten anhand von Lohn- und Werkzeug- und Maschinenkosten, Auswahl geeigneter Maschinen und Hilfswerkzeuge anhand von Masse- und Stückzahlberechnung.

Lernfeld 2		Fertigen von Bauelementen mit Maschinen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler bereiten das maschinelle Herstellen von berufstypischen Bauelementen vor.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler werten Gruppenzeichnungen, Anordnungspläne und Stücklisten aus. Sie erstellen und ändern Teilzeichnungen und die dazugehörigen Arbeitspläne auch mithilfe von Anwendungsprogrammen zum rechnerunterstützten Zeichnen. Inhalte: technische Zeichnungen und Informationsquellen auch in digitaler Form, ISO-Toleranzen, Oberflächenangaben	Die Schülerinnen und Schüler verstehen Zeichnungsangaben, um Fertigungskriterien wie Oberflächenqualitäten, Maß-, Form- und Lagetoleranzen zu erfüllen. Sie kennen die Darstellung von Linien, geometrische Grundkonstruktionen, räumliche Darstellung, Darstellung in drei Ansichten, Schnittdarstellung, Gewindedarstellung. Sie modellieren einfache Teile mithilfe von CAD, leiten die Ansichten ab und bemaßen diese.
2	Sie planen die Fertigungsabläufe, ermitteln die technologischen Daten und führen die notwendigen Berechnungen durch. Inhalte: Fertigungspläne, Standzeiten von Werkzeugen, Fertigungsdaten und deren Berechnungen	Sie bestimmen und berechnen werkstoffabhängige Kenngrößen, wie Winkel am Schneidwerkzeug, Schnittgeschwindigkeit und Drehzahl, Zustellung, Vorschub, Vorschubgeschwindigkeit, Schnittleistung, Hauptnutzungszeit, Standzeiten von Werkzeugen etc. Sie kennen Formelzeichen, finden passende Formeln im Tabellenbuch oder in Herstellerangaben, stellen diese unter Beachtung der Rechenregeln und Einheiten um und ermitteln das Endergebnis mithilfe des Taschenrechners.
3	Sie verstehen den grundsätzlichen Aufbau und die Wirkungsweise der Maschinen und wählen diese sowie die entsprechenden Werkzeuge auftragsbezogen unter Beachtung funktionaler, technologischer und wirtschaftlicher Kriterien aus und bereiten die Maschinen für den Einsatz vor. Inhalte: Werkzeug- und Maschinenkosten, Materialverbrauch, Arbeitszeit	Die Schülerinnen und Schüler berechnen Drehzahlen und Übersetzungsverhältnissen bei Getrieben und beachten den Maschinen-Wirkungsgrad. Sie berechnen Material- und Fertigungskosten anhand von Lohn-, Werkzeug- und Maschinenkosten. Sie ermitteln den Materialverbrauch und die Arbeitszeit unter Berücksichtigung der Rohteilmaße und der Stückzahl.
4	Die Schülerinnen und Schüler entwickeln Beurteilungskriterien, wählen Prüfmittel aus und wenden sie an, erstellen und interpretieren Prüfprotokolle.	Die Schülerinnen und Schüler wenden Mittel der Qualitätssicherung an, wie Berechnungen zur Bruchwahrscheinlichkeit, Kennwerte der Normalverteilung von Stichproben, Maschinen- und Prozessfähigkeit.

Lernfeld 3		Herstellen von einfachen Baugruppen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler bereiten das Herstellen von einfachen Baugruppen vor.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Dazu lesen sie berufstypische Gesamt- und Gruppenzeichnungen, Anordnungspläne und einfache Schaltpläne und können die Funktionszusammenhänge der Baugruppen beschreiben und erklären. Sie erstellen und ändern Teil- und Gruppenzeichnungen sowie Stücklisten und wenden Informationen aus technischen, auch digitalen Unterlagen an. Auch unter Verwendung von Lernprogrammen planen sie einfache Steuerungen und wählen die entsprechenden Bauteile aus. Inhalte: Teil-, Gruppen- und Gesamtzeichnungen, Anordnungspläne, auch in digitaler Form, technische Informationsquellen, Funktionsbeschreibungen	<p>Die Schülerinnen und Schüler verstehen Zeichnungsangaben, um Fertigungskriterien wie Oberflächenqualitäten, Maß-, Form- und Lagetoleranzen zu erfüllen.</p> <p>Sie kennen die Darstellung von Linien, geometrische Grundkonstruktionen, räumliche Darstellung, Darstellung in drei Ansichten, Schnittdarstellung, Gewindedarstellung.</p> <p>Sie modellieren einfache Teile mithilfe von CAD, leiten die Ansichten ab und bemaßen diese. Sie planen und zeichnen einfache Steuerungen auch mithilfe von Lernprogrammen.</p>
2	Sie beschreiben die sachgerechte Montage von Baugruppen und vergleichen Montagevorschläge auch unter Anwendung fach- und englischsprachiger Begriffe. Einzelteile werden systematisch und normgerecht gekennzeichnet. Inhalte: Stücklisten und Montagepläne, Montagebeschreibungen	<p>Die Schülerinnen und Schüler leiten aus berufstypischen Gesamt- und Gruppenzeichnungen und Anordnungsplänen die Abfolge der Montage und Demontage ab.</p> <p>Sie kennen die Normen zur Kennzeichnung von Einzelteilen in Plänen und Zeichnungen.</p>
3	Sie wählen die erforderlichen Werkzeuge, Normteile und Vorrichtungen produktbezogen aus [...]. Inhalte: Kraft- und Drehmomentberechnungen	Die Schülerinnen und Schüler berechnen Kräfte zum Spannen der Werkstücke mithilfe der Kraft- und Drehmomentberechnungen sowie dem Hebelgesetz.
4	Sie bewerten Prüfergebnisse, beseitigen Qualitätsmängel, optimieren Montageabläufe und berücksichtigen deren Wirtschaftlichkeit. Inhalte: Montagekosten	Sie berechnen Montagekosten anhand von Lohn-, Werkzeug- und Maschinenkosten.

Fach: Instandhaltung

Lernfeld 4		Warten technischer Systeme
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler bereiten die Wartung von technischen Systemen, insbesondere von Betriebsmitteln, vor und ermitteln Einflüsse auf deren Betriebsbereitschaft.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Dabei bewerten sie die Bedeutung dieser Instandhaltungsmaßnahme unter den Gesichtspunkten Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit. Inhalte: Instandhaltungs- und Ausfallkosten	Sie berechnen Instandhaltungs- und Ausfallkosten anhand von Lohn-, Werkzeug- und Maschinenkosten.
2	Sie lesen Anordnungspläne, Wartungspläne und Anleitungen auch in englischer Sprache. Inhalte: Wartungspläne, Anordnungspläne, Betriebsanleitungen	Die Schülerinnen und Schüler können Zeichnungen, Skizzen und grafische Ablaufbeschreibungen in Anordnungsplänen, Wartungsplänen und Anleitungen lesen.
3	Sie wenden die Grundlagen der Elektrotechnik und der Steuerungstechnik an und erklären einfache Schaltpläne in den verschiedenen Gerätetechniken.	Die Schülerinnen und Schüler können, auch anhand der Grundlagen der Elektrotechnik und der Steuerungstechnik, einfache Schaltpläne lesen und Abläufe beschreiben.
4	Sie messen und berechnen elektrische und physikalische Größen. Inhalte: Größen im elektrischen Stromkreis, Ohm'sches Gesetz	Sie berechnen elektrische und physikalische Größen anhand der Gesetze der Elektrotechnik und Physik, wie z. B. dem Ohm'schen Gesetz, den Gesetzen zur Reihen- und Parallelschaltung und dem Leiterwiderstand.

Lernfeld 5		Formgeben von Bauelementen durch spanende Fertigung
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler fertigen Bauelemente des Werkzeugbaus.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Dazu lesen sie Gesamtzeichnungen, Teilzeichnungen, Skizzen und Stücklisten. Sie erstellen und ändern Skizzen und Teilzeichnungen und die dazugehörigen Fertigungsunterlagen auch mithilfe von Anwendungsprogrammen und digitalen Medien. Inhalte: technische Informationsquellen	Die Schülerinnen und Schüler lesen und erstellen Skizzen und Zeichnungen, indem sie ihnen bekannte Darstellungsarten und Zeichnungsnormen anwenden. Sie modellieren einfache Teile mithilfe von CAD, leiten die Ansichten ab und bemaßen diese.
2	Sie analysieren die Einflüsse des Fertigungsprozesses auf die Fertigungsqualität. Notwendige technologische Daten werden ermittelt und die Schneid- und Hilfsstoffe bestimmt. Inhalte: Bearbeitungsparameter, Standzeit, Zeitspannungsvolumen, Schnittleistung, Hauptnutzungszeit, ISO-System für Grenzmaße und Passungen, Form- und Lagetoleranzen	Sie bestimmen und berechnen werkstoffabhängige Kenngrößen, wie Winkel am Schneidwerkzeug, Schnittgeschwindigkeit und Drehzahl, Zustellung, Vorschub, Vorschubgeschwindigkeit, Schnittleistung, Hauptnutzungszeit, Standzeiten von Werkzeugen, Zeitspannungsvolumen etc. Sie kennen die Form- und Lagetoleranzen, berechnen Grenzabmaße, wählen Passungen entsprechend der Funktion und berechnen das Passungsspiel.
3	Die Schülerinnen und Schüler wählen Prüfmittel aus, erstellen Prüfpläne und wenden sie an. Sie dokumentieren und interpretieren die Prüfergebnisse unter Zuhilfenahme von Standardsoftware. Inhalte: Qualitätssicherung, Oberflächengüte	Die Schülerinnen und Schüler wenden Mittel der Qualitätssicherung an, wie Berechnungen zur Bruchwahrscheinlichkeit, zu Kennwerten der Normalverteilung von Stichproben und zur Maschinen- und Prozessfähigkeit. Die Schülerinnen und Schüler berechnen Oberflächenkenngrößen anhand von Rauheitsprofilen bzw. gegebenen Größen.
4	Sie setzen sich mit der Wirtschaftlichkeit der ausgewählten Fertigungsverfahren auseinander [...].	Sie berechnen Fertigungskosten anhand von Lohn-, Werkzeug- und Maschinenkosten.

Lernfeld 7		Fertigen mit numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler fertigen Einzelteile auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie lesen und erstellen Skizzen und Teilzeichnungen, denen sie die erforderlichen Informationen für die CNC-Fertigung entnehmen.	Die Schülerinnen und Schüler lesen und erstellen Skizzen und Teilzeichnungen, indem sie ihnen bekannte Darstellungsarten und Zeichnungsnormen anwenden. Sie modellieren einfache Teile mithilfe von CAD, leiten die Ansichten ab und bemaßen diese.
2	Sie ermitteln die technologischen und geometrischen Daten für die Bearbeitung und erstellen Arbeits- und Werkzeugpläne.	Die Schülerinnen und Schüler bestimmen und berechnen ihnen bekannte werkstoffabhängige Kenngrößen. Sie berechnen in der Zeichnung nicht gegebene Maße mithilfe des Satz des Pythagoras und der Winkelfunktionen.
3	Sie entwickeln auf der Basis dieser Pläne CNC-Programme. Inhalte: Koordinatensysteme, Null- und Bezugspunkte, CNC-Bemaßung, Koordinatenermittlung	Daraus erstellen sie eine CNC-Bemaßung in Abhängigkeit vom Koordinatensystem bzw. Null- und Bezugspunkt. In Abhängigkeit von der Bemaßungsart (absolut oder inkremental), berechnen sie die Koordinaten der einzelnen Punkte.
4	Dabei analysieren sie die Einflüsse des Fertigungsprozesses auf Maßgenauigkeit und Oberflächengüte.	Die Schülerinnen und Schüler berücksichtigen die erreichbare Rauheit von Oberflächen der Fertigungsverfahren. Sie berechnen Oberflächenkenngrößen anhand von Rauheitsprofilen bzw. gegebenen Größen.
5	Die Schülerinnen und Schüler vergleichen die Wirtschaftlichkeit und Produktqualität der CNC-Fertigung mit der konventionellen Fertigung.	Sie berechnen die Fertigungskosten und -zeiten anhand der ihnen bekannten technologischen (Werkstoff, Schnittleistung, Zustellung, Vorschubgeschwindigkeit ...) und wirtschaftlichen (Werkzeug- und Maschinenkosten ...) Größen.

Lernfeld 9		Herstellen von formgebenden Werkzeugoberflächen
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler fertigen formgebende Werkzeugoberflächen durch Verfahren der spanenden und abtragenden Bearbeitung.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie analysieren die Funktion der Bauelemente und entnehmen den Teilzeichnungen die Informationen zur Maß- und Formgenauigkeit sowie Oberflächengüte und wählen geeignete Bearbeitungsverfahren aus. Hierzu verwenden die Schülerinnen und Schüler technische Zeichnungen und Modelle aus rechnergestützten Systemen in digitaler Form.	Die Schülerinnen und Schüler lesen Teilzeichnungen anhand der ihnen bekannten Zeichnungsnormen. Die Systematik der auf CAD-Systemen erstellten technischen Zeichnungen und Modelle ist ihnen vertraut.
2	Sie ermitteln die technologischen und geometrischen Daten für die Bearbeitung aus technischen Dokumentationen und erstellen die notwendigen Arbeitspläne auch in digitaler Form.	Die Schülerinnen und Schüler bestimmen und berechnen ihnen bekannte werkstoffabhängige Kenngrößen. Sie berechnen in der Zeichnung nicht gegebene Maße mithilfe des Satz des Pythagoras und der Winkelfunktionen.
3	Zur Qualitätssicherung in der Fertigung werden Prüfverfahren und Prüfmittel auftragsbezogen ausgewählt, Prüfpläne und Prüfvorschriften auch in digitalen Ausführungen angewendet, die Ergebnisse bewertet und dokumentiert.	Die Schülerinnen und Schüler wenden Mittel der Qualitätssicherung an, wie Berechnungen zur Bruchwahrscheinlichkeit, zu den Kennwerten der Normalverteilung von Stichproben und der Maschinen- und Prozessfähigkeit. Die Schülerinnen und Schüler berechnen Oberflächenkenngrößen anhand von Rauheitsprofilen bzw. gegebenen Größen.

Lernfeld 6		Herstellen technischer Teilsysteme des Werkzeugbaus
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler planen die Herstellung technischer Teilsysteme.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Dazu lesen, erstellen und ändern sie Gruppen- und Gesamtzeichnungen, Anordnungspläne sowie Stücklisten unter Verwendung aktueller Anwendungsprogramme. Inhalte: technische Zeichnungen	Die Schülerinnen und Schüler lesen, erstellen, vervollständigen und ändern Skizzen und Zeichnungen, indem sie ihnen bekannte Darstellungsarten und Zeichnungsnormen anwenden. Sie modellieren einfache Teile mithilfe von CAD, leiten die Ansichten ab und bemaßen diese.
2	Sie analysieren die Teilsysteme nach den Funktionen Führen, Tragen, Übertragen, ermitteln die zugehörigen Kenngrößen und leiten aus der Funktion der Teile und den Werkstoffangaben die notwendigen Werkstoffeigenschaften ab. Sie wählen Untersuchungsverfahren aus, prüfen die vorliegenden mechanischen und technologischen Eigenschaften und werten die Ergebnisse aus. Inhalte: Härte, Festigkeit, Passungsauswahl, Wärmeausdehnung, Auflagerkräfte, Flächenpressung, Reibung, Drehmoment, Drehfrequenz, Übersetzungsverhältnisse	Die Schülerinnen und Schüler berechnen die bei Beanspruchung der Bauteile wirkenden Reibungskräfte und -momente, untersuchen diese in Festigkeitsberechnungen auf Flächenpressung, Scher-, Zug-, Druck- und Biegespannung unter Berücksichtigung der rechnerischen Wärmeausdehnung. Sie kennen die verschiedenen Härteprüfverfahren nach Rockwell, Vickers und Brinell, wenden diese an und berechnen aus Prüfergebnissen die Härtewerte. Sie berechnen Drehmomente, Drehfrequenzen und Übersetzungsverhältnisse u. a. in Getrieben. Auflagerkräfte berechnen sie mithilfe des Hebelgesetzes. Sie kennen die Form- und Lagetoleranzen, berechnen Grenzabmaße, wählen Passungen entsprechend der Funktion und berechnen das Passungsspiel.
3	Sie wählen die erforderlichen Werkzeuge, Hilfsmittel und Prüfmittel aus, bewerten die Prüfergebnisse, optimieren Montageabläufe und prüfen deren Wirtschaftlichkeit.	Die Schülerinnen und Schüler wenden Mittel der Qualitätssicherung an, wie Berechnungen zur Bruchwahrscheinlichkeit, zu den Kennwerten der Normalverteilung von Stichproben und zur Maschinen- und Prozessfähigkeit. Die Schülerinnen und Schüler berechnen Oberflächenkenngrößen anhand von Rauheitsprofilen bzw. gegebenen Größen. Sie berechnen die Montagekosten anhand von Lohn-, Werkzeug- und Maschinenkosten.

Fach: Instandhaltung

Lernfeld 8		Planen und Inbetriebnehmen steuerungstechnischer Systeme
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler planen die Herstellung technischer Teilsysteme.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	<p>Dabei analysieren sie Problemstellungen, entwickeln systematisch Lösungen und erstellen die notwendigen Planungsunterlagen. Sie erarbeiten auf der Grundlage der Planungsunterlagen und der Entscheidungen über die einzusetzende Gerätetechnik die entsprechenden Schaltpläne. Dazu verwenden sie aktuelle Anwendungsprogramme, auch speicherprogrammierbare Steuerungen.</p> <p>Inhalte: Elektropneumatik, Hydraulik, grafische Darstellung von Programmabläufen Logikpläne, logische Grundschaltungen, Sensoren, Signalglieder, Aktoren, Bedienungsanleitungen</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler berechnen Luftverbrauch, Kolbenkräfte und -geschwindigkeiten und die Leistung von Pumpen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler analysieren, ordnen und präzisieren steuerungstechnische Abläufe. Dabei entwickeln sie systematisch einen Schaltplan. Dazu entwerfen sie Verknüpfungssteuerungen und Ablaufsteuerungen anhand von Funktionsplänen u. a. mit GRAFCET, die einem logischen Aufbau folgen. Die Systematik der Schaltzeichen der Bauteile wird zeichnerisch erarbeitet. Schaltpläne werden später mit Anwendungsprogrammen konstruiert.</p>

Lernfeld 10		Fertigen von Bauelementen in der rechnergestützten Fertigung
Jahrgangsstufe		12/13
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler fertigen Bauelemente unter Einbeziehung eines CAD-/CAM-/CAQ-Systems.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie analysieren den Kundenauftrag, erstellen CAD-Modelle und Zeichnungen, generieren CNC-Programme und erstellen Fertigungsunterlagen auch in digitaler Form.	<p>Die Schülerinnen und Schüler lesen und erstellen CAD-Modelle und technische Zeichnungen anhand der ihnen bekannten Zeichnungsnormen und CAD-Programme.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler bestimmen und berechnen für die CNC-Programmierung notwendige werkstoffabhängige Kenngrößen wie Zustellung und Vorschubgeschwindigkeit. Nötige, in der Zeichnung nicht gegebene Maße, berechnen sie mithilfe des Satz des Pythagoras und der Winkelfunktionen.</p> <p>Daraus erstellen sie eine CNC-Bemaßung in Abhängigkeit vom Koordinatensystem bzw. Null- und Bezugspunkt.</p> <p>In Abhängigkeit von der Bemaßungsart (absolut oder inkremental), berechnen sie die Koordinaten der für die CNC-Programmierung nötigen Punkte.</p>
2	Sie prüfen das Bauelement und optimieren den Herstellungsprozess nach Gesichtspunkten der Wirtschaftlichkeit und Produktqualität.	Die Schülerinnen und Schüler berechnen Oberflächenkenngrößen anhand von Rauheitsprofilen bzw. gegebenen Größen. Sie führen eine umfangreiche Kostenrechnung anhand von Material-, Fertigungs- und Sonderkosten durch.

Lernfeld 11		Herstellen der technischen Systeme des Werkzeugbaus
Jahrgangsstufe		12/13
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler planen die Herstellung von Systemen des Werkzeugbaus.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Dazu analysieren sie, auch mit digitalen Medien, den Aufbau und die Funktion von Werkzeugen der Schneid-, Umform- und Formentchnik sowie Vorrichtungen und Lehren. Sie analysieren Teil-, Gruppen- und Gesamtzeichnungen, Stücklisten sowie Anordnungspläne und werten sie aus. Dazu nutzen sie aktuelle Anwendungsprogramme. Inhalte: Funktionsbeschreibungen	Die Schülerinnen und Schüler besitzen räumliches Vorstellungsvermögen und können den Aufbau und die Funktion technischer Systeme nachvollziehen. Sie lesen Teil-, Gruppen- und Gesamtzeichnungen, Stücklisten sowie Anordnungspläne anhand der ihnen bekannten Zeichnungsnormen. Die Systematik der auf CAD-Systemen erstellten technischen Zeichnungen und Modelle ist ihnen vertraut.
2	Sie vergleichen und bewerten die Ergebnisse hinsichtlich der gestellten Qualitätsanforderungen an Maß- und Formgenauigkeit. Sie berücksichtigen die Eigenschaften von Werkstoffen, wählen geeignete Wärmebehandlungs- und Beschichtungsverfahren aus und berechnen notwendige Kenngrößen und Funktionswerte von Bau- und Maschinenelementen unter Beachtung der Normen. Inhalte: Festigkeitsberechnungen	Die Schülerinnen und Schüler beurteilen die Bauteile hinsichtlich Gestaltabweichungen und Rauheitskenngrößen. Dazu berechnen sie Oberflächenkenngrößen anhand von Rauheitsprofilen bzw. gegebenen Größen. Sie entnehmen den Zeichnungen Form- und Lagetoleranzen und prüfen diese anhand der Messergebnisse. Sie ermitteln notwendige Kenngrößen und Funktionswerte von Bau- und Maschinenelementen unter Beachtung der Normen mithilfe der Festigkeitsberechnung.
3	Die Schülerinnen und Schüler planen und koordinieren die zeitlichen Abläufe der Fertigung, der Bereitstellung der Einzelteile, die Montage der Einzelteile zu Teilsystemen und Gesamtsystemen und wählen die erforderlichen Werkzeuge und Hilfsmittel aus. Inhalte: Fertigungsorganisation, Montagepläne, Montagehilfsmittel	Die Schülerinnen und Schüler ordnen die Fertigungsschritte anhand einer Projektablaufplans auch mithilfe aktueller Anwendungsprogramme.

Fach: Bauelemente

Lernfeld 13		Planen und Fertigen technischer Systeme des Werkzeugbaus
Jahrgangsstufe		12/13
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler planen und fertigen technische Systeme, wie Werkzeuge und Vorrichtungen, nach Kundenauftrag.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Berücksichtigung wirtschaftlicher Gesichtspunkte	Die Schülerinnen und Schüler führen eine umfangliche Kostenrechnung durch unter Berücksichtigung der Material-, Fertigungs- und Sonderkosten.
2	Die Schülerinnen und Schüler fertigen Skizzen und Zeichnungen der Bauelemente mittels aktueller Anwenderprogramme an und planen den Fertigungsprozess. Inhalte: Konstruktionsrichtlinien	Die Schülerinnen und Schüler erstellen Skizzen und technische Zeichnungen und CAD-Modelle anhand der ihnen bekannten Zeichnungsnormen und CAD-Programme.
3	Sie bestimmen Werkstoffe und Fertigungsverfahren, berechnen die erforderlichen Kenngrößen und binden notwendige Fremdleistungen ein.	Die Schülerinnen und Schüler bestimmen und berechnen ihnen bekannte werkstoffabhängige Kenngrößen.

Lernfeld 14		Ändern und Anpassen technischer Systeme des Werkzeugbaus
Jahrgangsstufe		12/13
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler planen Änderungs- und Anpassungsmaßnahmen an technischen Systemen des Werkzeugbaus, wie Werkzeuge und Vorrichtungen.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Bei der Überarbeitung der technischen Unterlagen beachten sie die einschlägigen Normen.	Die Schülerinnen und Schüler ändern CAD-Modelle und technische Zeichnungen anhand der ihnen bekannten Zeichnungsnormen und CAD-Programme.

Fach: Instandhaltung

Lernfeld 12		Inbetriebnehmen und Instandhalten von technischen Systemen des Werkzeugbaus
Jahrgangsstufe		12/13
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler nehmen Werkzeuge, Vorrichtungen und Lehren in Betrieb und halten diese instand.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Dazu analysieren sie Gesamtzeichnungen, Teilzeichnungen, Stücklisten und technische Unterlagen, auch in englischer Sprache und mit digitalen Medien. Inhalte: technische Dokumentationen, Betriebsanleitung	Die Schülerinnen und Schüler lesen Teil-, Gruppen- und Gesamtzeichnungen, Stücklisten sowie Anordnungspläne technischer Unterlagen anhand der ihnen bekannten Zeichnungsnormen. Die Systematik der auf CAD-Systemen erstellten technischen Zeichnungen und Modelle ist ihnen vertraut.
2	Die Schülerinnen und Schüler warten und inspizieren technische Systeme. Sie nutzen Wartungspläne und wenden Verfahren zur Feststellung des Wartungsbedarfs an. Inhalte: Wartungs- und Inspektionsunterlagen	Die Schülerinnen und Schüler können in Wartungsanleitungen enthaltene Wartungs- und Pflegepläne lesen.

3.4.3 Ausbildungsberuf: Zerspanungsmechanikerin und Zerspanungsmechaniker

Fach: Fertigungstechnik

Lernfeld 1		Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler bereiten das Fertigen von berufstypischen Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen vor. Dazu werten sie Anordnungspläne und einfache technische Zeichnungen aus.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie erstellen und ändern Teilzeichnungen sowie Skizzen für Bauelemente von Funktionseinheiten und einfachen Baugruppen (Stücklisten).	Die Schülerinnen und Schüler bestimmen mithilfe der DIN EN ISO 2768 (alt – zukünftig: ISO 22081) die zulässigen oberen und unteren Grenzmaße. Dabei wird auf Kopfrechnen Wert gelegt.
2	Sie bestimmen die notwendigen technologischen Daten und führen die erforderlichen Berechnungen durch.	Die Schülerinnen und Schüler schätzen Material-, Lohn- und Werkzeugkosten ab und überprüfen ihre Schätzungen anhand von Masseberechnungen, Dreisatzrechnungen (inkl. Prozentrechnung, z. B. für die Bestimmung der MwSt.) und Hauptnutzungszeitberechnungen. In Versuchen werden die Ergebnisse auf Plausibilität überprüft.
3	In Versuchen werden [...] Fertigungskosten überschlägig ermittelt.	Die Schülerinnen und Schüler erstellen zu ausgewählten Teilen aus Gruppen- oder Montagezeichnungen normgerechte und bemaßte Teilzeichnungen. Dazu werten sie ggf. auch weitere technische Unterlagen und Informationsquellen aus.

Lernfeld 2		Fertigen von Bauelementen mit Maschinen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler bereiten das maschinelle Herstellen von berufstypischen Bauelementen vor. Zur Beschaffung von Informationen nutzen sie auch audiovisuelle und virtuelle Hilfsmittel.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Grundlagen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler werten Gruppenzeichnungen, Anordnungspläne und Stücklisten aus. Sie erstellen und ändern Teilzeichnungen und die dazugehörigen Arbeitspläne auch mithilfe von Anwendungsprogrammen zum rechnerunterstützten Zeichnen.	Die Schülerinnen und Schüler bestimmen die Grenzabmaße und Toleranzen eines Maßes nach DIN EN ISO 286 mithilfe von Tabellen und Handyapps und berechnen die Grenzmaße für das Maß. Dabei kann Wert auf Erhaltung von Kopfrechenkompetenzen gelegt werden.
2	Sie wählen Werkstoffe unter Berücksichtigung ihrer spezifischen Eigenschaften aus. Sie [...] ermitteln die technologischen Daten und führen die notwendigen Berechnungen durch.	Die Schülerinnen und Schüler bestimmen anhand von Tabellen in den Tabellenwerken, aber auch anhand von Datenblättern der Werkzeughersteller, günstige Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe und berechnen daraus die notwendigen Drehzahlen und die einzustellenden Vorschübe (pro Zahn oder pro Umdrehung). Diese Werte werden in die erstellten Arbeitspläne übernommen.
3	Sie [...] wählen [...] Maschinen [...] sowie [...] Werkzeuge unter Beachtung [...] technologischer und wirtschaftlicher Kriterien aus [...].	Die Schülerinnen und Schüler bewerten die verschiedenen Arbeitspläne unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten anhand von Berechnungen zu Werkzeug-, Maschinenkosten, Materialverbrauch und Arbeitskosten. Dazu dient vor allem die Berechnung der Hauptnutzungszeit. Nebenzeiten werden abgeschätzt oder anhand von Versuchen ermittelt. Die Schülerinnen und Schüler erstellen und ändern Teilzeichnungen normgerecht von Hand und mithilfe ortsüblicher CAD-Programme.

Fach: Bauelemente

Lernfeld 3		Herstellen von einfachen Baugruppen
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler bereiten das Herstellen von einfachen Baugruppen vor. Dazu lesen sie berufstypische Gesamt- und Gruppenzeichnungen, Anordnungspläne und einfache Schaltpläne und können die Funktionszusammenhänge der Baugruppen beschreiben und erklären.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Kompetenzen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie erstellen und ändern Teil- und Gruppenzeichnungen.	Die Schülerinnen und Schüler erstellen und ändern Teilzeichnungen normgerecht von Hand und mithilfe ortsüblicher CAD-Programme.
2	Sie wählen [...] Werkzeuge [...] produktbezogen aus und [...] berücksichtigen deren Wirtschaftlichkeit.	<p>Die Schülerinnen und Schüler errechnen aus den Bezeichnungen der Normteile – vor allem Schrauben und Muttern – die zugelassenen und notwendigen Drehmomente und bestimmen anhand der zur Verfügung stehenden Werkzeuge die notwendigen Montagekräfte.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler bestimmen die Montagekosten durch Dreisatzberechnung (in der Form drei Mitarbeiter 400 Stück zwei Tage, wie viele Tage brauchen drei Mitarbeiter).</p>

Fach: Instandhaltung

Lernfeld 4		Warten technischer Systeme
Jahrgangsstufe		10
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler bereiten die Wartung von technischen Systemen, insbesondere von Betriebsmitteln, vor und ermitteln Einflüsse auf deren Betriebsbereitschaft. Dabei bewerten sie die Bedeutung dieser Instandhaltungsmaßnahme unter den Gesichtspunkten Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Kompetenzen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Dabei bewerten sie die Bedeutung dieser Instandhaltungsmaßnahme unter den Gesichtspunkten Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit.	<p>Die Schülerinnen und Schüler berechnen (auch mithilfe des Dreisatzes) die Instandhaltungs- und Ausfallkosten und setzen sie in Relation.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler bestimmen die zu erwartenden elektrischen Größen in elektrischen Schaltungen anhand des Ohm'schen Gesetzes.</p>
2	Sie messen und berechnen elektrische und physikalische Größen.	Die Schülerinnen und Schüler lesen sowohl Wartungs- und Instandhaltungspläne als auch elektrische Schaltpläne und verknüpfen deren dargestellte Elemente mit den Baugruppenzeichnungen, um die Lage der entsprechenden Bauteile zu ermitteln.

Fach: Fertigungstechnik

Lernfeld 5		Herstellen von Bauelementen durch spanende Fertigungsverfahren
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler stellen Bauelemente aus Eisen- und Nichteisenmetallen sowie Kunststoffen durch spanende Fertigungsverfahren her. Dazu analysieren, erstellen und ändern sie auftragsbezogene Unterlagen. Sie nutzen technische, auch digitale Informationsquellen.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Kompetenzen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Mit geeigneten Untersuchungsverfahren bestimmen die Schülerinnen und Schüler die mechanischen und technologischen Eigenschaften des zu zerspanenden Werkstoffs, bestimmen dessen Eigenschaftsprofil für die Zerspanbarkeit und leiten daraus geeignete Werkzeuggeometrien und Schneidstoffe ab.	Die Schülerinnen und Schüler bestimmen mithilfe der DIN EN ISO 2768 (alt – zukünftig: ISO 22081) die zulässigen oberen und unteren Grenzmaße. Bei der Auswahl geeigneter Messmittel kontrollieren sie mithilfe der Formel $U_{zul} = T/10$ die notwendige Prüfmittelfähigkeit. Dabei wird auf Kopfrechnen Wert gelegt.
2	Die Schülerinnen und Schüler legen die für die Herstellung der Bauelemente notwendigen Fertigungsschritte und Fertigungsparameter fest, dokumentieren und präsentieren diese auch mithilfe digitaler Medien.	Anhand der Werkstoffeigenschaften berechnen sie die notwendigen Technologiedaten und berechnen unter Berücksichtigung der Schneidengeometrie die entstehende Schnittkraft und die daraus resultierende notwendige Schnitt- und Maschinenleistung. Daraus erarbeiten sie auch bei Abweichungen von den theoretischen Werten Hinweise für die Qualitätssicherung.
3	Zur Qualitätssicherung in der Fertigung werden Prüfverfahren und Prüfmittel auftragsbezogen ausgewählt, deren Einsatzfähigkeit festgestellt, Prüfpläne und Prüfvorschriften angewendet und die Ergebnisse auch digital dokumentiert.	Die Schülerinnen und Schüler berechnen für ausgewählte Bearbeitungsschritte die Hauptnutzungszeit und berechnen damit – auch unter Anwendung von Dreisatz und Prozentrechnung (z. B. für die Bestimmung der MwSt.) – anhand der Zeitspannungsvolumina die zu erwartenden Fertigungskosten. In Versuchen werden die Ergebnisse auf Plausibilität überprüft. Zur sicheren Aufnahme der entstehenden Schnittkräfte berechnen sie aus den wirksamen Drehmomenten die notwendigen Spannkkräfte. Für die Herstellung von Teilungen mit herkömmlichen Teilapparaten und Rundtischen sowie für die Fertigung von Gewinden berechnen sie zur Auswahl der geeigneten Maschinenelemente die notwendigen Übersetzungsverhältnisse.

	<p>Die Schülerinnen und Schüler erstellen zu ausgewählten Teilen aus Gruppen- oder Montagezeichnungen normgerechte und bemaßte Teilzeichnungen. Dazu werten sie ggf. auch weitere technische Unterlagen und Informationsquellen aus.</p> <p>Sie bestimmen sowohl aus der Zeichnung als auch aus der Funktion eines Bauteils die notwendigen Prüfmaße.</p>
--	---

Lernfeld 9		Herstellen von Bauelementen durch Feinbearbeitungsverfahren
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten Bauelemente durch Feinbearbeitungsverfahren unter Beachtung der Unfallverhütungsvorschriften.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Kompetenzen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Dazu analysieren sie Teil- und Gesamtzeichnungen [...].	Um die Wirtschaftlichkeit der Fertigungsverfahren zu ermitteln, berechnen sie die Abtragsleistung und die Hauptnutzungszeit für die Fertigung gegebener Konturen.
2	Auf Grundlage der verfahrens- und werkzeugabhängigen Wirkprinzipien bewerten die Schülerinnen und Schüler die technologischen, qualitativen und wirtschaftlichen Auswirkungen des ausgewählten Bearbeitungsverfahrens.	<p>Die Schülerinnen und Schüler bestimmen anhand der DIN EN ISO 286 die zulässigen oberen und unteren Grenzmaße. Bei der Auswahl geeigneter Messmittel (ausdrücklich auch digitaler Messmittel) kontrollieren sie mithilfe der Formel $U_{zul} = T/10$ die notwendige Prüfmittelfähigkeit. Dabei wird auf Kopfrechnen Wert gelegt.</p> <p>Bei der Bestimmung der Oberflächenrauheit ermitteln sie auch aus Messwerten der Cutoffs durch Mittelwertbildung den gemessenen Wert Rz.</p> <p>Sie diskutieren für die Funktion eines Teiles geeignete Rauheitswerte, tragen sie in die Fertigungszeichnungen ein und lesen aus eingetragenen Rauheitswerten sinnvolle Fertigungsverfahren heraus.</p>

Fach: Instandhaltung

Lernfeld 6		Warten und Inspizieren von Werkzeugmaschinen
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler warten und inspizieren Werkzeugmaschinen, sicherheitstechnische Einrichtungen und periphere Systeme zur Aufrechterhaltung einer störungsfreien Produktion. Sie nutzen die Möglichkeiten von Diagnosesystemen und interpretieren Funktions- und Fehlerprotokolle, auch durch Ferndiagnose.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Kompetenzen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie untersuchen fertigungstechnische Systeme nach Funktions- und Baueinheiten, ordnen diese Einheiten den Teilfunktionen Stützen, Tragen und Übertragen zu und berechnen notwendige Kenngrößen.	<p>Zur Bewertung des Verschleißes von Maschinenbauteilen und der fachgerechten Einteilung in die verschiedenen Verschleißursachen und Verschleißarten ermitteln die Schülerinnen und Schüler – auch nach überschlägiger Berechnung der wirkenden Auflagerkräfte – die entstehenden Flächenpressungen sowie die jeweils zu erwartende Reibung und vergleichen diese mit den Richtwerten der Hersteller sowie den Empfehlungen in Tabellenwerken.</p> <p>Aus den Baugruppenzeichnungen extrahieren die Schülerinnen und Schüler – auch durch Schraffur – die einzelnen Maschinenelemente und ihre jeweilige Lage und bestimmen den Kraftfluss in der jeweiligen Baugruppe. Diesen beschreiben sie und präsentieren ihn mit geeigneten Methoden.</p>

Lernfeld 7		Inbetriebnehmen steuerungstechnischer Systeme
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler analysieren, programmieren und parametrieren berufsspezifische steuerungstechnische Systeme auch mithilfe von Simulationsprogrammen. Sie nehmen die steuerungstechnischen Systeme unter Beachtung der Arbeitsschutzbestimmungen in Betrieb.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Kompetenzen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler ermitteln und bewerten die jeweiligen Druck- und Kräfteverhältnisse und vergleichen die Wirtschaftlichkeit und Funktionalität unterschiedlicher Gerätetechniken.	<p>Die Schülerinnen und Schüler errechnen aus den Kolbenflächen und Leitungsquerschnitten die jeweiligen Druck- und Kräfteverhältnisse in pneumatischen und hydraulischen Systemen. Sie ermitteln die notwendigen Antriebsleistungen und bestimmen unter Beachtung aktueller Energiepreise und Anschaffungskosten die Wirtschaftlichkeit der zum Einsatz kommenden Lösung. Dabei bewerten sie auch Gesichtspunkte des Arbeits- und Umweltschutzes.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler lesen sowohl Funktions- als auch elektrische und hydraulische bzw. pneumatische Schaltpläne und verknüpfen deren dargestellte Elemente mit den Baugruppenzeichnungen, um die Lage der entsprechenden Bauteile zu ermitteln.</p>

Fach: Rechnergestützte Fertigung

Lernfeld 8		Programmieren und Fertigen mit numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen
Jahrgangsstufe		11
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler fertigen Bauelemente auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Kompetenzen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie analysieren und erstellen fertigungsgerechte Teilzeichnungen und entnehmen ihnen die erforderlichen Informationen für die CNC-Fertigung.	Die Schülerinnen und Schüler bestimmen fehlende Konturpunktkoordinaten durch geeignete Berechnungen. Üblicherweise kommen hierzu Winkelfunktionen oder der Lehrsatz des Pythagoras zum Einsatz.
2	Sie ermitteln die technologischen und geometrischen Daten für die Bearbeitung und erstellen Arbeits- und Werkzeugpläne.	Für eine fachgerechte Programmierung bestimmen sie mithilfe der Tabellenwerke und Herstellerangaben geeignete Technologiedaten (Fertigungsparameter).
3	Sie entwickeln auf der Basis dieser Pläne rechnergestützt CNC-Programme, überprüfen und optimieren den Bearbeitungsprozess durch Simulation und führen die Datensicherung durch.	Sie bestimmen geeignete Koordinatensysteme, indem sie die Bezugspunkte und die Achslagen in den Fertigungszeichnungen oder auf gesonderten Einrichteblättern ergänzen.
4	Die Schülerinnen und Schüler planen die Einspannung des Werkstücks und der Werkzeuge.	
5	Auf Grundlage der erstellten Prüfpläne wählen die Schülerinnen und Schüler geeignete Prüfmittel aus.	Bei der Auswahl geeigneter Messmittel (ausdrücklich auch digitaler Messmittel) kontrollieren sie mithilfe der Formel $U_{zul} = T/10$ die notwendige Prüfmittelfähigkeit. Dabei wird auf Kopfrechnen Wert gelegt.

Fach: Fertigungstechnik

Lernfeld 10		Optimieren des Fertigungsprozesses
Jahrgangsstufe		12
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler gestalten, beurteilen und optimieren den Fertigungsprozess auch unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Kenngrößen.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Kompetenzen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie planen für eine Fertigungsaufgabe Bearbeitungsstrategien und legen die Fertigungsparameter unter Berücksichtigung des Werkzeugs, der Zusammensetzung des Werkstoffs und dessen Anlieferungszustandes fest.	Die Schülerinnen und Schüler bestimmen aus der theoretisch zu erwartenden Schnittkraft die zu erwartende Maschinenleistung und entwickeln daraus automatisierbare Kennzahlen zur Überwachung der Prozessqualität an der Maschine, da mit zunehmendem Schneidenverschleiß gleichzeitig die reale Maschinenleistung steigen und Maßhaltigkeit abnehmen wird.
2	Die Schülerinnen und Schüler bewerten den Werkzeugverschleiß durch quantitative Kennwerte.	
3	Die Schülerinnen und Schüler analysieren unterschiedliche Maschinenbauformen und Antriebskonzepte, berechnen fertigungsbezogene Leistungsdaten und beurteilen die Verwendungsmöglichkeiten und Wirtschaftlichkeit der Maschinen.	<p>Sie kalkulieren die Teilekosten, indem sie an ausgewählten Teilen verschiedene Werkzeuge auswählen und damit die Hauptnutzungszeit berechnen und mit den Zeiten der Simulation vergleichen. Aus den Ergebnissen wird im Klassenverband der „günstigste Anbieter“ ermittelt. Dabei fließen Aspekte der Standzeit und der Werkzeugkosten mit in die Betrachtungen ein. Nach Möglichkeit werden reale Produkte verwendet.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler führen Maschinen- und Prozessfähigkeitsuntersuchung – wenn möglich anhand eigener Messreihen – durch, beurteilen daraus die Qualitätsfähigkeit der eingesetzten Maschinen und nutzen die günstigste aller zur Verfügung stehenden Maschinen.</p>

Lernfeld 12		Vorbereiten und Durchführen eines Einzelfertigungsauftrags
Jahrgangsstufe		12
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler planen eigenverantwortlich die Durchführung eines Einzelfertigungsauftrags. Dazu analysieren sie die Auftragsunterlagen und legen unter Berücksichtigung der geometrischen und qualitativen Vorgaben des zu fertigenden Bauteils die Bearbeitungsstrategie auch unter Verwendung von Datenmanagementsystemen fest.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Kompetenzen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie ermitteln oder überprüfen und optimieren die Fertigungsparameter.	Die Schülerinnen und Schüler lesen die Fertigungszeichnungen und planen auf dieser Basis die Fertigung. Sie planen geeignete Spannflächen und Spannmittel und legen sie in Einrichteblättern zeichnerisch fest.
2	Unter Berücksichtigung der Werkstückgeometrie und der auftretenden Kräfte wählen die Schülerinnen und Schüler geeignete Spannsysteme aus [...].	
3	Die Schülerinnen und Schüler wählen Werkzeuge und Spannmittel aus und stellen die erforderlichen Prüfmittel bereit.	Sie wählen geeignete Werkzeuge aus, bestimmen die dazugehörigen Prozessparameter und berechnen damit – ggf. nur überschlägig – die wirkenden Zerspanungskräfte. Mithilfe des Hebelgesetzes sowie ggf. der auftretenden Reibung überprüfen sie rechnerisch die notwendigen Spannkräfte und kontrollieren exemplarisch die Einhaltung der erreichbaren Werten der geplanten Systeme. Dabei vergleichen und diskutieren sie die verschiedenen Lösungsansätze, insbesondere unter Kosten- und Sicherheitsgesichtspunkten.
4	Die Schülerinnen und Schüler wählen zur Realisierung des Materialflusses Anschlagmittel und Hebezeuge aus und beurteilen deren Betriebssicherheit.	
5	Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren die Fertigungs- und Prüfdaten in geeigneten Protokollen und führen eine kundenorientierte Übergabe des Fertigteils und der Fertigungsunterlagen durch.	Sie bestimmen aus überschlägigen Volumenberechnungen die zu erwartenden Massen vor und nach der Zerspanung und entwickeln daraus Planungen für geeignete Hebezeuge und ggf. Handhabungsgeräten wie Robotern.

Fach: Rechnergestützte Fertigung

Lernfeld 11		Planen und Organisieren rechnergestützter Fertigung
Jahrgangsstufe		12
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler bereiten auftragsbezogen einen rechnergestützten Fertigungsprozess vor, organisieren und überwachen auch unter Anwendung eines MES, den Fertigungsablauf. Dabei berücksichtigen sie die Anforderungen rechnergestützter Fertigung.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Kompetenzen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Die Schülerinnen und Schüler erstellen CNC-Programme für die Fertigung von Werkstücken mit komplexen Geometrien ...	Die Schülerinnen und Schüler organisieren vorhandene Werkzeugdatenbanken mithilfe von Nenndurchmessern und -längen und bestimmen die Korrekturwerte. Sie kontrollieren durch Kopfrechnen die Richtigkeit.
2	Die Schülerinnen und Schüler bewerten unter qualitativen Vorgaben das Arbeitsergebnis und sichern die Prozessfähigkeit.	Vorhandene Werkzeuge werden mithilfe verschiedener Werkzeugkodierungsverfahren in den Werkzeugspeicher importiert. Die Lernenden leiten aus den Fertigungszeichnungen geeignete Programmstrukturen ab, identifizieren aus regelhaften Veränderungen Indikationen für Parameterprogrammierung und beschreiben Konturen auch mit grafischen Programmiersystemen.

Lernfeld 13		Organisieren und Überwachen von Fertigungsprozessen in der Serienfertigung
Jahrgangsstufe		12
Kernkompetenz		Die Schülerinnen und Schüler organisieren die Serienfertigung von Bauelementen als Teil einer betrieblichen Gesamtproduktion im Einsatzgebiet.
	Zielformulierung/Kompetenzen aus dem LF	Mathematische und zeichnerische Kompetenzen, welche in den Zielformulierungen enthalten sind
1	Sie prüfen die Produktqualität und überwachen den Fertigungsablauf.	Die Schülerinnen und Schüler analysieren die Fertigungsunterlagen im Hinblick auf die vom Kunden geforderten Eigenschaften und erkennen für die geplanten Fertigungsverfahren kritische Konturen.
2	Die Schülerinnen und Schüler erstellen Prüfprotokolle, auch mithilfe von Anwendungsprogrammen.	Sie identifizieren die vom Kunden festgelegten Prüfmaße in der Zeichnung und tragen – nach betrieblicher Übung ggf. mit Rücksprache – darüber hinaus aufgrund ihrer Analyse weitere notwendige Prüfmerkmale in die Zeichnungen ein.
3	Die Schülerinnen und Schüler überprüfen und bewerten am Produkt die angewendeten Maßnahmen zur Prozesslenkung, auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten.	Sie erstellen Prüfpläne und die dazugehörigen Prüfprotokolle und entwickeln für entscheidende Spezifikationen Qualitätsregelkarten. Dazu berechnen sie auf Grundlage der Maschinenfähigkeit erste Eingriffsgrenzen und wenden die Algorithmen an, um die Eingriffsgrenzen an die Fertigung anzupassen. Sie berechnen die notwendigen statistischen Kennwerte und überwachen damit den Fertigungsprozess sowie nach Prüfung der Maschine auf Fähigkeit auch die Prozessfähigkeit und leiten damit ggf. geeignete Korrekturmaßnahmen ein. Dabei überschlagen sie die wirtschaftlichen Folgen ihres Handelns, vor allem im Zusammenhang mit der geplanten Stichprobenhäufigkeit.

4 Lernsituationen

Bei der Entwicklung einer Lernsituation einigt sich das Lehrerteam zunächst darüber, welche Kompetenzen in einer Lernsituation besonders gefördert werden sollen. Danach werden die Inhalte abgestimmt, anhand derer diese Kompetenzen entwickelt werden können und welche Kenntnisse die Schülerinnen und Schüler zur Bearbeitung der Lernsituation benötigen. Darüber hinaus sollte sich das Lehrerteam Gedanken machen, auf welche Weise in der Lernsituation soziale Lernprozesse gefördert werden können und welche Anknüpfungspunkte sich zur Förderung von Methodenkompetenz, kommunikativer Kompetenz und Lernkompetenz bieten. Diese Vorüberlegungen gilt es, bei der Beschreibung einer beruflichen Situation zu berücksichtigen.

Das Lehrerteam sollte nicht nur auf idealtypische Situationen, sondern auch auf „Schlüsselprobleme“ der Berufswirklichkeit eingehen, anhand derer sowohl allgemeine Zusammenhänge wie auch mögliche Konflikte oder Widersprüche erarbeitet und reflektiert werden können. Die Schülerinnen und Schüler werden befähigt, ihre Aufgaben konstruktiv zu lösen.

In der didaktischen Konzeption werden anschließend die in der beschriebenen Situation erforderlichen beruflichen Handlungsanforderungen in Handlungen der Schülerinnen und Schüler übersetzt. Ausgehend von der Situationsbeschreibung ist der Unterricht so zu planen, dass der Lernprozess eine vollständige Handlung darstellt und selbständiges und selbstreguliertes Lernen fördert. Es bietet sich an, geeignete berufliche Situationen als Rahmensituation fächerübergreifend zu verwenden. Auf der Basis dieser Rahmensituation können dann, dem jeweils gewünschten Fokus entsprechend, die verschiedenen Lernfelder und Bündelungsfächer miteinander verknüpft werden. Damit wird die berufliche Situation aus unterschiedlichen Blickrichtungen betrachtet. Ausgehend von einer möglichst authentischen beruflichen Lernsituation sollten die Handlungsaufträge so formuliert werden, dass sie die Schülerinnen und Schüler eindeutig zur Lösung der beschriebenen Aufgaben- oder Problemstellung auffordern und eindeutige Handlungsprodukte hervorbringen.⁵

⁵ Vgl. Umsetzungshilfen zum Lehrplan für das Berufsgrundschuljahr Agrarwirtschaft – Tierischer Bereich

Struktur einer Unterrichtseinheit:

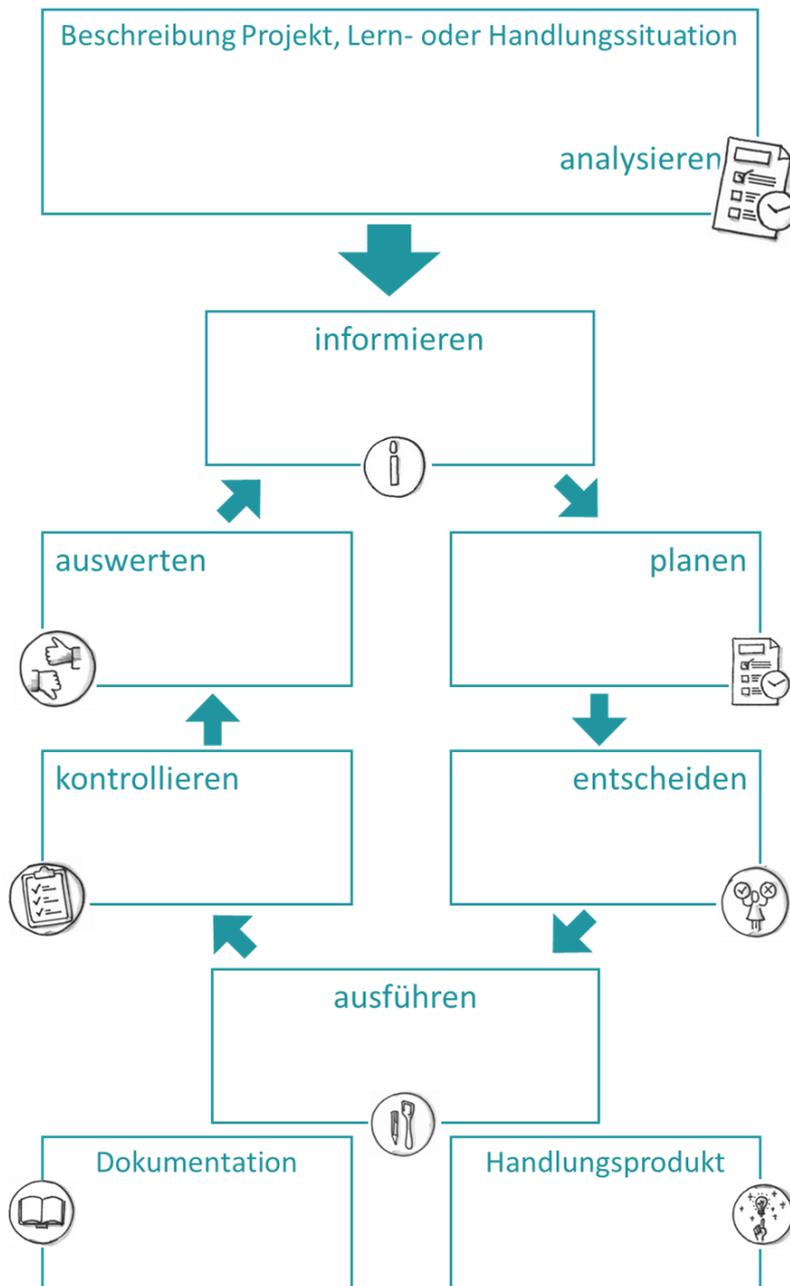


Abbildung 11: Struktur einer Unterrichtseinheit in Anlehnung an die vollständige Handlung

In der vorliegenden Handreichung werden die beschriebenen mathematischen und zeichnerischen Inhalte mit illustrierenden Aufgaben konkretisiert. Dieses Kapitel soll einen groben Überblick über die Lernsituationen und ihre illustrierenden Beispiele aus den verschiedenen Fachbereichen geben. Die nachfolgende Tabelle zeigt anhand ausgewählter Berufe und Lernfelder auf, welche Lernsituationen mittels illustrierender Beispiele veranschaulicht werden.

Fachrichtung	Ausbildungsberuf Jahrgangsstufe	Fach und Lernfeld (LF) Lernsituation (LS)
Bautechnik	BGJ/k Bautechnik Jahrgangsstufe 10	Hochbau, LF 3 1.1 Ansichten einer Bauzeichnung erstellen
	BGJ/k Bautechnik Jahrgangsstufe 10	Tiefbau, LF 1 und LF 2 1.2 Ein Schnurgerüst planen und Geländehöhen bestimmen
	BGJ/k Bautechnik Jahrgangsstufe 10	Tiefbau, LF 2 1.3 Ein Fundament bemessen und zeichnerisch darstellen
	BGJ/k Bautechnik Jahrgangsstufe 10	Ausbau, LF 6 1.4 Ein Werkstattgebäude verputzen
	Beton- und Stahlbetonbauerin und Beton- und Stahlbetonbauer Jahrgangsstufe 11	Massivdeckenbau, LF Herstellen einer Massivdecke Eine Deckenschalung herstellen
	Maurerin und Maurer Jahrgangsstufe 12	Treppenbau, LF Herstellen einer geraden Treppe Eine gerade Treppe berechnen

	BGJ/s Zimmerin und Zimmerer Jahrgangsstufe 10	Grundlagen Holzprodukte, LF 1 Schätzungen durch immer genauere Messmethoden präzisieren
	BGJ/s Zimmerin und Zimmerer Jahrgangsstufe 10	Grundlagen Holzprodukte, LF 1 Die zeichnerische Streckenteilung – Basiswissen des Zimmermanns
	BGJ/s Zimmerin und Zimmerer Jahrgangsstufe 10	Wand- und Deckenkonstruktionen herstellen, LF 5 Eine Holzliste, auch rechnergestützt, erstellen
	Zimmerin und Zimmerer Jahrgangsstufe 11	Dachkonstruktionen, LF 11 Fertigungszeichnung einer Kehlbohle entwickeln
Elektrotechnik	BGJ/k Elektrotechnik Jahrgangsstufe 10	System- und Gerätetechnik, LF 1 Vorwiderstand für einen Temperaturfühler dimensionieren
	BGJ/k Elektrotechnik Jahrgangsstufe 10	System- und Gerätetechnik, LF 1 Überprüfen einer Lichterkette
	BGJ/k Elektrotechnik Jahrgangsstufe 10	Installations- und Energietechnik, LF 2 Den Spannungsfall einer Leitungstrommel analysieren
	Elektronikerin und Elektroniker Fachrichtung Energie- und	Installations- und Energietechnik, LF 5 Dimensionieren einer Leitung für

	Gebäudetechnik Jahrgangsstufe 11	einen Umbau im Badezimmer
	Elektronikerin und Elektroniker Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik Jahrgangsstufe 11	Installations- und Energietechnik, LF 5 Die Fehler des Drehstromanschlusses eines Warmwasserspeichers analysieren
	Elektronikerin und Elektroniker Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik Jahrgangsstufe 11	System- und Gerätetechnik, LF 10 Beleuchtungsanlage in einem Gartengeschäft erneuern
	Elektronikerin und Elektroniker Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik Jahrgangsstufe 12	System- und Gerätetechnik, LF 10 Dimensionieren der Beleuchtung im Klassenzimmer
Holztechnik	Schreinerin und Schreiner Jahrgangsstufe 11	Arbeit vorbereiten, LF 7 Lackmischungen berechnen
Metalltechnik	Industriemechanikerin und Industriemechaniker Jahrgangsstufe 11	Fertigungstechnik, LF 7 Lager durch Erwärmung montieren
	Industriemechanikerin und Industriemechaniker Jahrgangsstufe 11	Fertigungstechnik, LF 8 Bodenplatte mittels CNC-Fräsmaschine fertigen

	Metallbauerin und Metallbauer Jahrgangsstufe 11	Fertigungstechnik, LF 7 1.1 Kaltbiegen von Sturmhaken: Materialbestand für Sturmhaken prüfen
	Metallbauerin und Metallbauer Jahrgangsstufe 11	Fertigungstechnik, LF 7 1.2 Kaltbiegen von Sturmhaken: Biegevorrichtung optimieren und Arbeitsschritte planen
	Werkzeugmechanikerin und Werkzeugmechaniker Jahrgangsstufe 12/13	Bauelemente, LF 13 Spannvorgang an einer Bohrvorrichtung überprüfen
	Zerspanungsmechanikerin und Zerspanungsmechaniker Jahrgangsstufe 11	Fertigungstechnik, LF 9 Toleranzen nach ISO 286 bestimmen

Die detailliert ausgearbeiteten Lernsituationen werden zum Download auf der Homepage des ISB zur Verfügung gestellt.

<http://www.isb.bayern.de>

Nutzen Sie dafür die Suchfunktion

5 Steckbriefe zu den Lernsituationen

Die Mitglieder des Arbeitskreises haben umfangreiche Lernsituationen mittels illustrierender Aufgaben für den unterrichtlichen Einsatz erstellt. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit haben die Autoren dieser Umsetzungshilfe entschieden, in den nächsten Unterkapiteln nicht das vollständige illustrierende Aufgabenbeispiel darzustellen. Die Leserinnen und Leser dieser Umsetzungshilfe werden mittels Steckbriefe mit den Titeln der Lernsituationen vertraut gemacht und durch Bilder, Skizzen oder technische Zeichnungen werden die Szenarien veranschaulicht. Allgemeine Parameter wie Ausbildungsberuf, Jahrgangsstufe, Fach, Lernfeld, Querverweise, benötigte Materialien und der Zeitrahmen folgen.

Des Weiteren werden in diesen berufsspezifischen Steckbriefen die für die jeweilige Lernsituation analysierten Kompetenzerwartungen und die Phasen der vollständigen Handlung erläutert. Die kompletten illustrierenden Aufgabenbeispiele, dazugehörige Lösungshilfen sowie Anregungen zum weiteren Lernen der Fachrichtungen Bautechnik, Elektrotechnik, Holztechnik und Metalltechnik stehen auf der Homepage des ISB unter folgendem Link zur Verfügung.

<http://www.isb.bayern.de>

5.1 Bautechnik

5.1.1 Ausbildungsberuf: BGJ/k Bautechnik

Lernsituation 1.1:

Ansichten einer Bauzeichnung erstellen

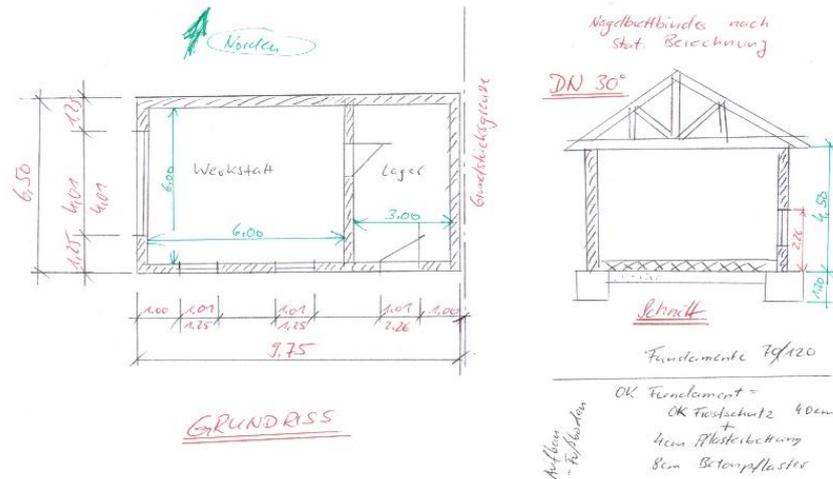


Abbildung 12: Michael Kleber

Fach	Hochbau
Jahrgangsstufe	10 BGJ/k
Lernfeld	LF 3: Hochbau
Querverweise zu weiteren Lernfeldern des Lehrplans	Diese Lernsituation ist auch für weitere Bauberufe geeignet, welche Bauzeichnungen benötigen.
Zeitraumen	2 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	Zeichenmaterialien, Taschenrechner, Arbeitsblätter

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

-
- planen die Herstellung eines einschaligen Mauerwerkskörpers aus klein- oder mittelformatigen künstlichen Mauersteinen einschließlich Öffnungen.
 - fertigen Ausführungszeichnungen an und führen Mengen- und Materialermittlungen anhand von Tabellen durch.

Phasen der vollständigen Handlung

1. Orientieren:

Handlungssituation:

Ein Bekannter möchte ein Werkstattgebäude errichten. In einem persönlichen Gespräch ist eine Handskizze entstanden.

2. Informieren:

Informationen und Details zur baulichen Situation sind in der Angabe und der Handskizze vorgegeben

- Die Außenwände erhalten eine Dicke von 24 cm.
- Unter den Wänden sind Streifenfundamente vorgesehen.
- Als Dachkonstruktion werden Nagelbrettbinder (nach statischer Berechnung) mit einer Dachneigung von 30° montiert. Der Dachüberstand beträgt 35 cm.
Die Nagelbrettkonstruktion liegt auf einem Ringanker auf.
- Das Bauvorhaben sieht eine Grenzbebauung vor, deshalb darf an dieser Stelle kein Dachvorsprung erstellt werden. Darum wird der Giebel vollständig aufgemauert.
Beim gegenüberliegenden Giebel ist eine Brettverschalung vorgesehen.
- Als Fußboden ist ein Betonpflaster mit einer Höhe von 8 cm vorgesehen.
Pflasterbettung: 4 cm Edelsplitt 0/8
Diese liegt auf einer Frostschutzschicht von 40 cm auf.
(OK Frostschutz = OK Fundament)

3. Planen:

Die Schülerinnen und Schüler korrigieren die Handskizze. Danach Informieren sie sich über die Zusammenhänge der Projektionen anhand eines Informationsblattes.

4. Durchführen:

Die Schülerinnen und Schüler zeichnen die Ansichten anhand von Projektionslinien.

5. Kontrollieren und Bewerten:

Die Schülerinnen und Schüler vergleichen im Gallery-Walk die Zeichnungen und diskutieren die Ergebnisse.

Die gesamte Lernsituation inklusive aller Arbeitsblätter und zusätzlichen Materialien finden Sie unter:

<http://www.isb.bayern.de>

Nutzen Sie dafür die Suchfunktion.

Lernsituation 1.2:

Ein Schnurgerüst planen und Geländehöhen bestimmen

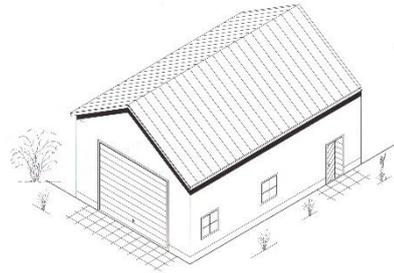


Abbildung 13: Michael Kleber

Fach	Tiefbau
Jahrgangsstufe	10 BGJ/k
Lernfeld	LF 1: Einrichten der Baustelle LF 2: Erschließen und Gründen eines Bauwerks
Querverweise zu weiteren Lernfeldern des Lehrplans	Diese Lernsituation ist auch für weitere Bauberufe (z. B. Zimmerer) geeignet, welche ein Schnurgerüst für eine Baumaßnahme benötigen.
Zeitraumen	2 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	Taschenrechner, Arbeitsblätter

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- führen Messungen zur Absteckung und Höhenfixierung der Baugruben und Gräben durch.

Phasen der vollständigen Handlung

1. Orientieren:

Handlungssituation: Ein Garagengebäude hat eine Baugenehmigung erhalten und die Bauarbeiten können beginnen. Für einen reibungslosen Bauablauf ist es notwendig, die Bauwerksfluchten mit einem Schnurgerüst zu sichern.

2. Informieren:

Informationen und Details zur baulichen Situation sind in der Aufgabenstellung vorgegeben. Die Details zur baulichen Situation sind in der Aufgabenstellung vorgegeben.

Gebäudeabmessungen: 9,74 m x 6,49 m, Fußbodenaufbau (siehe Detailskizze)
Ein Streckennivellement zum bestehenden Wohnhaus ist vorhanden.

3. Planen:

Die Fußbodenhöhe des geplanten Gebäudes soll 15 cm tiefer liegen als beim bestehenden Wohnhaus. Das geplante Schnurgerüst soll auf Höhe der ersten Mauerschicht (25 cm) angefertigt werden, somit ist die Mauerflucht beim Anlegen des Mauerwerks durch das Schnurgerüst vorgegeben.

4. Durchführen:

Die Schülerinnen und Schüler informieren sich anhand eines Informationsblattes. Sie zeichnen die Draufsicht eines Schnurgerüsts und begründen ihre Abstände der Schnurgerüstböcke zum Bauvorhaben. (Ggf. ist die Lagerung des Baugrundes oder Hanglage des Grundstücks zu berücksichtigen.) Sie überprüfen rechnerisch die Diagonalen des Schnurgerüsts und werten das vorgegebene Streckennivellement aus.

Aus diesen Daten kann die Höhenlage des Garagenneubaus und des dazugehörigen Schnurgerüsts ermittelt werden.

5. Kontrollieren und Bewerten:

Die Schülerinnen und Schüler vergleichen im Plenum ihre Höhenlagen und diskutieren ihre Ergebnisse.

Die gesamte Lernsituation inklusive aller Arbeitsblätter und zusätzlichen Materialien finden Sie unter:

<http://www.isb.bayern.de>

Nutzen Sie dafür die Suchfunktion.

Lernsituation 1.3:

Ein Fundament bemessen und zeichnerisch darstellen

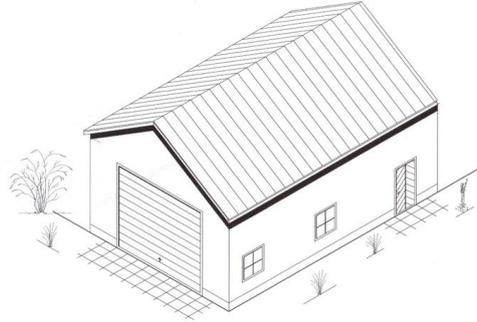


Abbildung 14: Michael Kleber

Fach	Tiefbau
Jahrgangsstufe	10 BGJ/k
Lernfeld	LF 2: Erschließen und Gründen eines Bauwerks
Querverweise zu weiteren Lernfeldern des Lehrplans	LF 2: Aufbau einer Pflasterfläche
Zeitraumen	10 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	Arbeitsblätter, Zeichenplatte mit Zubehör

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- planen unter Berücksichtigung der Unfallverhütungsvorschriften das Herstellen von Baugruben und Gräben, fertigen zugehörige Zeichnungen an und ermitteln die Mengen.
- konstruieren unter Berücksichtigung von anstehender Bodenart und vorliegender Belastung eine Flachgründung und stellen diese zeichnerisch dar.

Phasen der vollständigen Handlung
--

1. Orientieren:

Arbeitsauftrag: Das dargestellte Gebäude soll gebaut werden.

2. Informieren:

Informationen zur Situation sind aus dem Grundriss zu entnehmen.

Auftrag 1: Gebäudegröße (9,74 m x 6,49 m)

Auftrag 2: Wanddicke (24 cm)

Auftrag 3: Situation bei Schnitt C-C (Grenzbebauung)

3. Planen:

Aus der Angabe ist für das Innenfundament keine Fundamenthöhe zu entnehmen. Diese muss rechnerisch und zeichnerisch ermittelt werden.

4. Durchführen:

Die Schülerinnen und Schüler entscheiden über das aufgerundete Maß der Fundamentbreite und begründen ihre Entscheidungen. Anschließend zeichnen sie einen Fundamentplan im Maßstab 1 : 50.

Sie berechnen den erforderlichen Erdaushub für die Streifenfundamente.

Für den Abtransport des Erdreichs berücksichtigen sie eine Auflockerung von 20 %.

Zur Vertiefung zeichnen sie drei Detailzeichnungen im Maßstab 1 : 10.

5. Kontrollieren und Bewerten:

Im Gallery-Walk präsentieren die Schülerinnen und Schüler ihre Fundamentpläne und Berechnungen.

Die gesamte Lernsituation inklusive aller Arbeitsblätter und zusätzlichen Materialien finden Sie unter:

<http://www.isb.bayern.de>

Nutzen Sie dafür die Suchfunktion.

Lernsituation 1.4:

Ein Werkstattgebäude verputzen

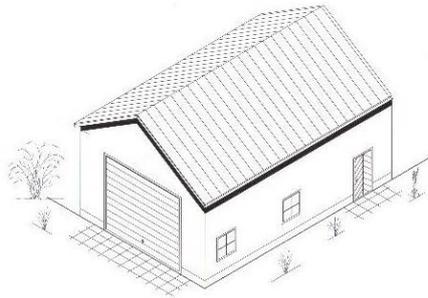


Abbildung 15: Michael Kleber

Fach	Ausbau
Jahrgangsstufe	10 BGJ/k
Lernfeld	LF 6: Beschichten und Bekleiden eines Bauteils
Querverweise zu weiteren Lernfeldern des Lehrplans	Diese Lernsituation ist auch für weitere Bauberufe (z. B. Maler) geeignet, welche Berechnungen zu Wandflächen benötigen.
Zeitrahmen	2 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	Taschenrechner, Arbeitsblätter

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- planen das Beschichten und Bekleiden von horizontalen und vertikalen Bauteilen.
- kalkulieren die Verputzarbeiten eines Projekts. Dabei bestimmen sie die Wandflächen, berechnen den Materialbedarf.

Phasen der vollständigen Handlung
--

1. Orientieren:

Handlungssituation:

Ein Werkstattgebäude wurde gebaut.

Mittlerweile sind die Fenster und Türen eingebaut.

Die Elektroinstallation ist abgeschlossen.

Nun sollen die Verputzarbeiten beginnen.

2. Informieren:

Informationen und Details zur baulichen Situation sind in der Angabe und in den Planunterlagen vorgegeben:

- Der Außenputz soll mit einem Kalk-Zementputz, 2 cm stark, erfolgen.
- Eine Sockelhöhe von 35 cm ist reihum vorgesehen.
- Die Innenputzarbeiten sind ebenfalls mit einem Kalk-Zementputz durchzuführen. Hier beträgt die Putzstärke 1 cm.

3. Planen:

Die Schülerinnen und Schüler berechnen die erforderlichen Putzflächen für den Außen- und Innenputz. Bei der Außenputzfläche berücksichtigen sie eine Sockelhöhe von 35 cm.

4. Durchführen:

Die Schülerinnen und Schüler planen einen sinnvollen Arbeitsablauf der Verputzarbeiten. Dabei berücksichtigen sie die Arbeitsvorbereitung, Durchführung und das Nacharbeiten.

5. Kontrollieren und Bewerten:

Die Schülerinnen und Schüler vergleichen im Plenum ihre berechneten Putzflächen und diskutieren die Reihenfolge der Arbeitsschritte.

Die gesamte Lernsituation inklusive aller Arbeitsblätter und zusätzlichen Materialien finden Sie unter:

<http://www.isb.bayern.de>

Nutzen Sie dafür die Suchfunktion.

Lernsituation:

Eine Deckenschalung herstellen

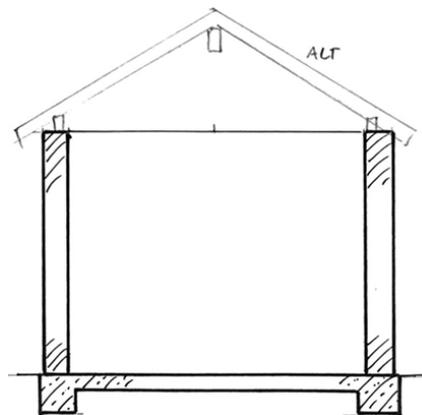


Abbildung 16: Max Bauer

Fach	Massivdeckenbau
Jahrgangsstufe	11
Lernfeld	LF: Herstellen einer Massivdecke
Querverweise zu weiteren Lernfeldern des Lehrplans	LF: Herstellen einer Massivdecke (Maurer Jahrgangsstufe 11)
Zeitraumen	3 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	Arbeitsblätter

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- stellen die Deckenkonstruktion zeichnerisch dar.
- berechnen die Mengen für die Schalung.

Phasen der vollständigen Handlung
--

1. Orientieren:

Der Kundenwunsch (Erneuerung einer Garagendecke) wird vorgestellt. Die Schülerinnen und Schüler sammeln die erforderlichen Daten der Bauaufnahme.
(*Arbeitsblatt 1*)

2. Informieren:

Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über Aufbau der systemlosen Schalung (*Wiederholung*) sowie Auswahl Material – Schaltafeln, Träger.

3. Planen:

Sie legen die Arbeitsschritte der Berechnung fest.

4. Durchführen:

Die Schülerinnen und Schüler erstellen Schalungsplan und Materialliste.

5. Präsentieren:

Sie stellen ihre Ergebnisse in der Klasse vor.

6. Kontrollieren und Reflektieren:

Die Schüler und Schülerinnen beurteilen die Ergebnisse hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit der Lösungen (Material- und Arbeitsaufwand vergleichen).

Die gesamte Lernsituation inklusive aller Arbeitsblätter und zusätzlichen Materialien finden Sie unter:

<http://www.isb.bayern.de>

Nutzen Sie dafür die Suchfunktion.

Lernsituation:

Eine gerade Treppe berechnen

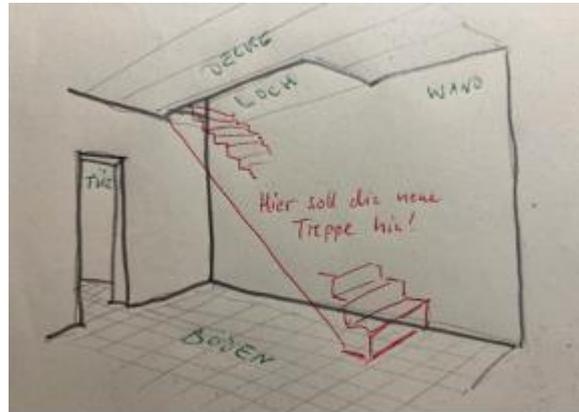


Abbildung 17: Max Bauer

Fach	Treppenbau
Jahrgangsstufe	12
Lernfeld	LF: Herstellen einer geraden Treppe
Querverweise zu weiteren Lernfeldern des Lehrplans	Beton- und Stahlbetonbauer LF: Herstellen einer geraden Treppe, Jahrgangsstufe 11 BGJ/s Holztechnik, LF 3: Einfache Treppen herstellen, Jahrgangsstufe 10
Zeitraumen	2 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	Arbeitsblätter, Fachbuch, Tabellenbuch, Taschenrechner

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- planen die Herstellung einer einläufigen Treppe.
- berechnen die Treppe unter Berücksichtigung des unterschiedlichen Fußbodenaufbaus.

Phasen der vollständigen Handlung
--

1. Orientieren:

Der Kundenwunsch wird vorgestellt. Die Schülerinnen und Schüler sammeln die erforderlichen Daten der Bauaufnahme (Arbeitsblatt 1).

2. Informieren:

Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über das ideale Steigungsverhältnis, die Schrittmaßregel und die Lauflängenberechnung (Fach- und Tabellenbuch, LSG).

3. Planen:

Die Schülerinnen und Schüler legen die Arbeitsschritte der Berechnung fest.

4. Durchführen:

Die Schülerinnen und Schüler berechnen die Treppe der Projektaufgabe (Aufgabenblätter, Fachbuch).

5. Kontrollieren und Bewerten:

Die Schülerinnen und Schüler beurteilen die Ergebnisse hinsichtlich der Erfüllung der Normvorschriften und der Nutzbarkeit der Treppe (Präsentation, LSG).

Die gesamte Lernsituation inklusive aller Arbeitsblätter und zusätzlichen Materialien finden Sie unter:

<http://www.isb.bayern.de>

Nutzen Sie dafür die Suchfunktion.

5.1.2 Ausbildungsberuf: BGJ/s Zimmerin und Zimmerer

Lernsituation 1:

Schätzungen durch immer genauere Messmethoden präzisieren



Abbildung 18: Klaus Hümmer

Fach	Grundlagen Holzprodukte
Jahrgangsstufe	10
Lernfeld	LF 1: Einfache Produkte aus Holz herstellen
Querverweise zu weiteren Lernfeldern des Lehrplans	LF 2: Holzprodukte für den Außenbereich herstellen LF 9: Einfache Holzbaukonstruktionen planen und herstellen
Zeitraumen	8–10 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	Arbeitsblätter, Skizzenblatt, Bleistift, Messinstrumente, Taschenrechner, Zeichenplatte/-blatt

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erarbeiten konstruktive Lösungsvorschläge und visualisieren diese mithilfe von Skizzen und Zeichnungen.
- führen notwendige material- und produktbezogene Berechnungen (*Längen, Flächen, Volumen, Verschnitt, Pythagoras, Winkelfunktionen*) durch und überprüfen die Plausibilität der Ergebnisse (*schätzen, überschlagen, messen*).

Phasen der vollständigen Handlung
--

1. Orientieren:

Die Schülerinnen und Schüler geben den Arbeitsauftrag mit eigenen Worten wieder.

2. Informieren:

Die Schülerinnen und Schüler benennen verschiedene Werkzeuge zur Längenmessung und erklären ihre Anwendungsbereiche.
Sie unterscheiden die in der Baugeschichte verwendeten Messmethoden.

3. Planen:

Die Schülerinnen und Schüler erstellen eine Skizze der Werkstatt.
Sie schätzen die Maße der Werkstatt und messen diese mit verschiedenen Messinstrumenten aus.

4. Durchführen:

Die Schülerinnen und Schüler zeichnen den Grundriss der Werkstatt und bemaßen die Zeichnung.
Anschließend rechnen sie die Fläche der Werkstatt aus.

5. Kontrollieren und Bewerten:

Die Schülerinnen und Schüler vergleichen und bewerten die Schätzungen mit den errechneten Maßen.

Die gesamte Lernsituation inklusive aller Arbeitsblätter und zusätzlichen Materialien finden Sie unter:

<http://www.isb.bayern.de>

Nutzen Sie dafür die Suchfunktion.

Lernsituation 2:

Die zeichnerische Streckenteilung – Basiswissen des Zimmermanns

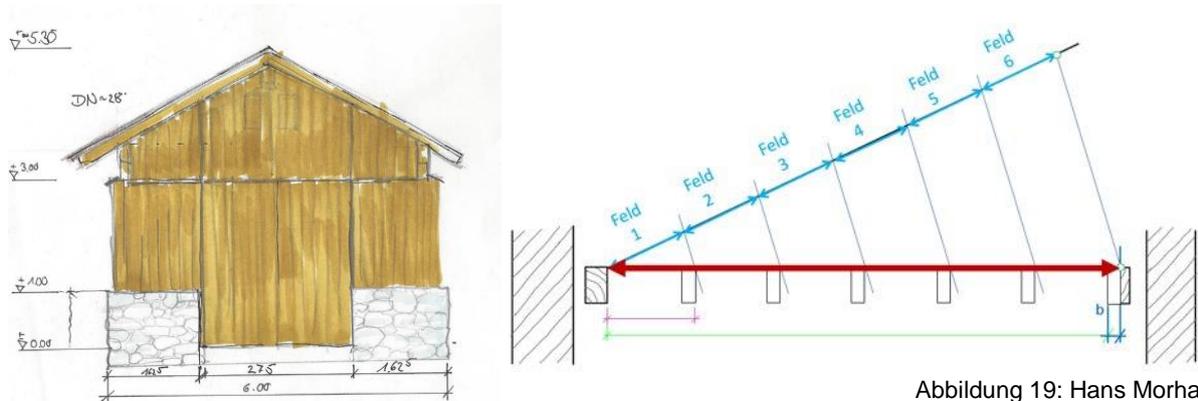


Abbildung 19: Hans Morhard

Fach	Grundlagen Holzprodukte
Jahrgangsstufe	BGJ/s Zimmerer
Lernfeld	LF 1: Produkte aus Holz herstellen
Querverweise zu weiteren Lernfeldern des Lehrplans	Die Streckeneinteilung (rechnerisch und zeichnerisch) kommt sehr häufig zur Anwendung. Hier nur ein paar Querverweise: LF 3 (Einteilung Treppenstufen), LF 7 (Latteeinteilung Dachdeckung), LF 10 (Außenwandbekleidungen), LF 14 (Staketeneinteilung), LF 17 (Schifterausteilung)
Zeitrahmen	3 - 4 Unterrichtsstunden (ohne Durchführung und Bewertung)
Benötigtes Material	CAD-Programm

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erfassen Informations- und Wissenslücken und nutzen verschiedene Datenquellen (Internet, Tabellen), um fehlende Informationen zu recherchieren oder notwendiges Wissen aufzubauen.
- erarbeiten konstruktive Lösungsvorschläge und visualisieren diese mithilfe von Skizzen und Zeichnungen.

Phasen der vollständigen Handlung

1. Orientieren:

Die Schülerinnen und Schüler analysieren den Auftrag „Garage“ und grenzen ihn ein. Es sind verschiedene Arbeiten durchzuführen, u. a. die Erstellung eines „Stadltors“ (*Plan lesen, Maße entnehmen, Flächenberechnungen*)

Material: Arbeitsblatt 1, Informationsblatt 1 (alternativ: Internetrecherche)

2. Informieren:

Mithilfe der PowerPoint 1 informieren sich die Schülerinnen und Schüler über die zeichnerische Streckenteilung und verstehen diese. Im Lehrer-Schüler-Gespräch wird anschließend das Arbeitsblatt 2 bearbeitet.

Material: PowerPoint 1, Arbeitsblatt 2

3. Planen:

Sie zeichnen die Ansicht der Rahmenkonstruktion eines Torflügels und bestimmen die Lage der Friese durch zeichnerische Streckenteilung (Arbeitsblatt 3).

Der Position der Strebe kommt beim Torbau eine besondere Bedeutung zu. Sie verhindert im Zusammenspiel mit den Beschlägen das häufig zu beobachtende Absinken der Konstruktion.

Hinweise:

Der Kräfteverlauf, die Position der Streben und der Bänder wird von den Schülerinnen und Schülern festgelegt und begründet. (Wiederholung/Vorwissen aktivieren).

Auch zuvor schon durchgenommene Parallelprojektionen könnten hier noch einmal geübt werden: Level 1: Überblattung, Level 2: Stirnversatz.

Die Schülerinnen und Schüler erstellen rechnergestützt die Fertigungsunterlagen (CAD).

Material: Arbeitsblatt 3, Informationsblatt 2 und 3, CAD-Programm

4. Durchführen:

Die Schülerinnen und Schüler binden in Partnerarbeit jeweils einen Torflügel ab (Aufriss nach Plan, ausarbeiten der Verbindungen), bauen ihn zusammen und montieren die Beschläge.

Hinweis:

Auf die Montage einer Bepankung wird verzichtet, aber anhand von Beispielen besprochen.

5. Präsentieren/kontrollieren/reflektieren:

Die Schülerinnen und Schüler hängen die Torflügel in ein von der Lehrkraft vorgefertigtes Modell ein und bewerten ihre Ergebnisse mithilfe eines Bewertungsbogens.

Gemeinsam mit der Lehrkraft werden Entwicklungsziele festgelegt und geplant, wie diese erreicht werden können.



Die gesamte Lernsituation inklusive aller Arbeitsblätter und zusätzlichen Materialien finden Sie unter:

<http://www.isb.bayern.de>

Nutzen Sie dafür die Suchfunktion.

Lernsituation 3:

Eine Holzliste, auch rechnergestützt, erstellen

Holzliste

Pos.	Bezeichnung	Anzahl	Einzellänge in m	Breite in m	Höhe in m	Gesamtlänge in m	Volumen in m ³
1	Schwellenkranz	2	4,00	0,06	0,12	8,00	0,058
2	Schwellenkranz	2	1,76	0,06	0,12	3,52	0,025
3	Schwelle/Rähm	4	4,00	0,06	0,12	16,00	0,115
4	Schwelle/Rähm	4	1,76	0,06	0,12	7,04	0,051
5	Pfosten	24	1,90	0,06	0,12	45,60	0,328
6	Pfosten	2	2,31	0,12	0,12	4,62	0,067
7	Pfosten	2	2,21	0,12	0,12	4,42	0,064
8	Kopfbänder	6	1,10	0,12	0,12	6,60	0,095
9	Kopfbänder	4	0,80	0,12	0,12	3,20	0,046
10	Pfette	3	4,00	0,12	0,24	12,00	0,346
11	Pfette	1	4,00	0,12	0,12	4,00	0,058
12	Sparren	7	6,50	0,10	0,16	45,50	0,728
						SUMME	1,980

Abbildung 17: Klaus Hümmer

Fach	Wand- und Deckenkonstruktionen
Jahrgangsstufe	BGJ/s Zimmerer
Lernfeld	LF 5: Wand- und Deckenkonstruktionen herstellen
Querverweise zu weiteren Lernfeldern des Lehrplans	LF 1: Einfache Produkte aus Holz herstellen LF 2: Holzprodukte für den Außenbereich herstellen LF 6: Einfache Pfetten- und Sparrendächer herstellen LF 9: Einfache Holzbaukonstruktionen planen und herstellen
Zeitraumen	6–8 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	Taschenrechner, Arbeitsblätter, Skizzenblatt, Messinstrumente, Tabellenkalkulationsprogramm

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- ermitteln den Materialbedarf (Stücklisten, Sägewerkslisten ...).
- erstellen, auch rechnergestützt, [...] Material- und Holzlisten.

Phasen der vollständigen Handlung
--

1. Orientieren:

Die Schülerinnen und Schüler können die Aufgabenstellung anhand der gegebenen Raumsituation erklären. Sie können die Notwendigkeit von Listen begründen.

2. Informieren:

Die Schülerinnen und Schüler können zwischen Holzliste, Materialliste und Bestellliste unterscheiden.

3. Planen:

Die Schülerinnen und Schüler können aus gegebenen Randbedingungen eine bemaßte Skizze herstellen.

4. Durchführen:

Die Schülerinnen und Schüler können aus der Skizze die Maße der benötigten Hölzer entnehmen.

Sie füllen eine Holzliste mit diesen Maßen aus.

Mithilfe eines Tabellenkalkulationsprogramms erstellen die Schülerinnen und Schüler eine Holzliste.

Die Schülerinnen und Schüler können die notwendigen Formeln in die Holzliste einsetzen.

Abschließend formatieren sie die Holzliste.

5. Kontrollieren und Bewerten:

Die Schülerinnen und Schüler können die per Hand ausgefüllte Holzliste mit EDV-gestützten abgleichen.

Die gesamte Lernsituation inklusive aller Arbeitsblätter und zusätzlichen Materialien finden Sie unter:

<http://www.isb.bayern.de>

Nutzen Sie dafür die Suchfunktion.

Lernsituation:

Fertigungszeichnung einer Kehlbohle entwickeln

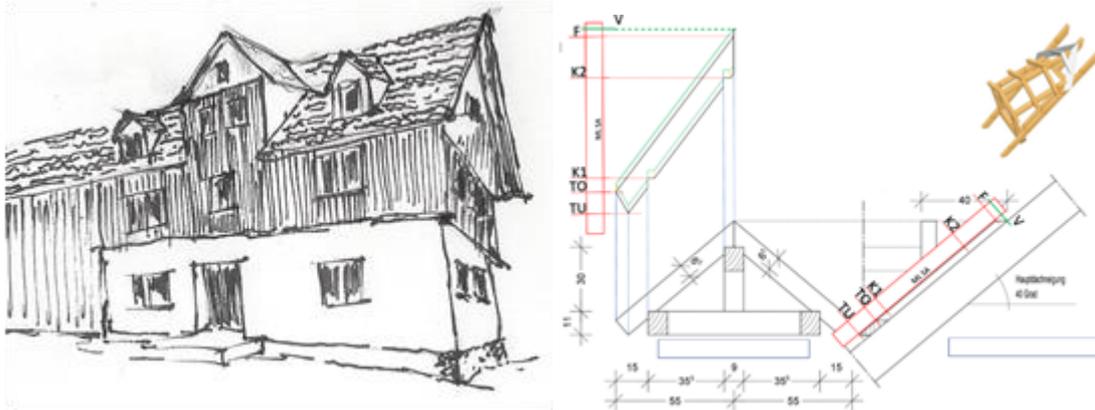


Abbildung 20: Fachverband Zimmerer Bayern

Fach	Dachkonstruktionen
Jahrgangsstufe	11
Lernfeld	LF 11: Dachtragwerk mit Dachaufbauten planen und herstellen
Querverweise zu weiteren Lernfeldern des Lehrplans	LF 17: Walmdachtragwerke planen und herstellen (Dachausmittlung bei ungleiche Traufhöhen)
Zeitrahmen	3–4 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	Arbeitsblätter, Zeichenmaterialien, PowerPoint, Leisten

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

generieren (traditionell zeichnerisch) die fertigungstechnisch erforderlichen Abbundmaße (wahre Längen) einer Kehlbohle.

Phasen der vollständigen Handlung

1. Orientieren:

Die Schülerinnen und Schüler analysieren den Kundenauftrag „Wohnraumerweiterung“ und grenzen ihn ein (Plan lesen, Maße entnehmen und berechnen, Anforderungen an das Produkt).

Material: Blatt 1 Kundenauftrag

2. Informieren:

Sie verstehen, wie mithilfe von Ansichten bzw. Profilen die wahre Länge der Kehlbohle ermittelt werden kann.

Material: PowerPoint 1, Blatt 2 Ermittlung der wahren Kehlbohlenlänge

3. Planen:

Die Schülerinnen und Schüler entwickeln mithilfe der Ansichten bzw. Profile eine maßstäbliche Fertigungszeichnung der Kehlbohle (Abundmaße, wahre Längen).

Material: Blatt 3 M 1 : 10 (DIN A4), alternativ: M 1: 5 (DIN A3), PowerPoint 2

4. Durchführen:

Sie wenden fachgerecht geeignete Anreissmethoden an.

Material: Leisten maßstäblich aushobeln

Pos.	Stück	Bezeichnung	b/h in cm	Länge in m
1	1	Schifter	7/9	0,50
2	1	Kehlbohle	3,5/15	1,10

5. Kontrollieren und Bewerten:

Die Schülerinnen und Schüler bewerten ihre Ergebnisse und die Ergebnisse der anderen Seite mithilfe eines Bewertungsbogens.

Material: Blatt 4 Bewertungsbogen

Die gesamte Lernsituation inklusive aller Arbeitsblätter und zusätzlichen Materialien finden Sie unter:

<http://www.isb.bayern.de>

Nutzen Sie dafür die Suchfunktion.

5.2 Elektrotechnik

5.2.1 Ausbildungsberuf: BGJ/k Elektrotechnik

Lernsituation 1:

Vorwiderstand für einen Temperaturfühler dimensionieren

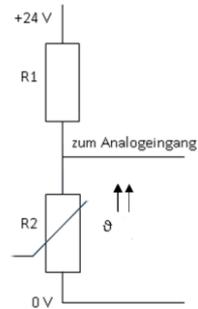


Abbildung 21: Andreas Wiedemann

Fach	System- und Gerätetechnik
Jahrgangsstufe	10
Lernfeld	LF 1: Elektrotechnische Systeme analysieren und Funktionen prüfen
Querverweise zu weiteren Lernfeldern des Lehrplans	Englisch, LF 3
Zeitrahmen	2–3 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	Tabellenbuch, Taschenrechner, Arbeitsblätter, Datenblatt (optional: LOGO + Temperaturfühler für den Aufbau)

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- analysieren elektrotechnische Systeme auf der Anlagen-, Geräte-, Baugruppen- und Bauelementeebene sowie Wirkungszusammenhänge zwischen den einzelnen Ebenen. Dabei lesen und erstellen sie technische Unterlagen.
- bestimmen Funktionen und Betriebsverhalten ausgewählter Bauelemente und Baugruppen und deren Aufgaben in elektrotechnischen Systemen.
- werten englischsprachige technische Dokumentationen unter Zuhilfenahme von Hilfsmitteln aus.
- ermitteln zur Analyse und Prüfung von Grundschaltungen und zum Erkennen allgemeiner Gesetzmäßigkeiten der Elektrotechnik elektrische Größen messtechnisch und rechnerisch, dokumentieren und bewerten diese.

Phasen der vollständigen Handlung
--

1. Orientieren:

Eine Belüftungsanlage einer Kfz-Werkstatt wird mit einer LOGO gesteuert. Damit die Klappe der Belüftungsanlage bei 35°C öffnet, muss ein Temperatursensor an den Analogeingang angeschlossen werden.

2. Informieren:

Die Schülerinnen und Schüler informieren sich anhand des Datenblattes und des Tabellenbuchs über den Temperatursensor. (Aufgaben 1 und 2)

3. Planen:

Die Schülerinnen und Schüler entnehmen dem Datenblatt den Widerstandswert und entwerfen die passende Schaltung mit dem Auszug aus dem Handbuch der LOGO.

4. Durchführen:

Die Schülerinnen und Schüler berechnen den Vorwiderstand.

5. Kontrollieren und Bewerten:

Eine Schülerin bzw. ein Schüler stellt seine Lösung vor (optional Aufbau mit der LOGO).

Die gesamte Lernsituation inklusive aller Arbeitsblätter und zusätzlichen Materialien finden Sie unter:

<http://www.isb.bayern.de>

Nutzen Sie dafür die Suchfunktion.

Lernsituation 2:

Überprüfen einer Lichterkette



Abbildung 22: clipdealer.com

Fach	System- und Gerätetechnik
Jahrgangsstufe	10
Lernfeld	LF 1: Elektrotechnische Systeme analysieren und Funktionen prüfen
Querverweise zu weiteren Lernfeldern des Lehrplans	LF 2: Elektrische Installationen planen und ausführen
Zeitrahmen	6 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	Tabellenbuch, Taschenrechner, Arbeitsblätter; wenn möglich (alte) Lichterkette
Vorkenntnisse	Ohm'sches Gesetz, elektrische Leistung (bei leistungsschwachen Klassen, d. h. über 50 % der Schülerinnen und Schüler kommen von der Mittelschule: Reihenschaltung)

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- ermitteln zur Analyse und Prüfung von Grundschaltungen und zum Erkennen allgemeiner Gesetzmäßigkeiten der Elektrotechnik elektrische Größen messtechnisch und rechnerisch, dokumentieren und bewerten diese.
- prüfen die Funktion elektrischer Schaltungen und Betriebsmittel. Sie analysieren und beheben Fehler.
- ermitteln zur Analyse und Prüfung von Grundschaltungen und zum Erkennen allgemeiner Gesetzmäßigkeiten der Elektrotechnik elektrische Größen messtechnisch und rechnerisch, dokumentieren und bewerten diese.

Phasen der vollständigen Handlung
--

1. Orientieren:

Die Schülerinnen und Schüler sollen eine defekte Lichterkette reparieren.

2. Informieren:

Technische Daten

Auftrag 1: Auffinden möglicher Fehlerquellen

Auftrag 2: Feststellen der Schaltungsart der Lichterkette

3. Planen:

Auftrag 3: Es sind zwei Glühlampen defekt. Die gleichen Glühlampen gibt es nicht, darum muss durch Rechnungen die Lichterkette analysiert werden, damit die richtige Entscheidung getroffen werden kann.

4. Durchführen:

Die Schülerinnen und Schüler müssen sich für eine Glühlampe entscheiden und das begründen.

Falls eine Lichterkette (oder ein Ersatz) vorhanden, kann es anhand dieser jetzt ausprobiert werden.

5. Kontrollieren und Bewerten:

Woran werden die Ersatzlampen auf einen Blick erkannt?

Verschiedene Messungen sind durchzuführen.

Die gesamte Lernsituation inklusive aller Arbeitsblätter und zusätzlichen Materialien finden Sie unter:

<http://www.isb.bayern.de>

Nutzen Sie dafür die Suchfunktion.

Lernsituation 3:

Den Spannungsfall einer Leitungstrommel analysieren



Abbildung 23: clipdealer.com

Fach	Installations- und Energietechnik
Jahrgangsstufe	BGJ/k Elektrotechnik
Lernfeld	LF 2: Elektrische Systeme planen und installieren
Zeitraumen	ca. 4 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	Arbeitsblätter, Tabellenbuch Elektrotechnik (Verlag: Europa), Fachkundebuch; optional: benötigtes Material bei einem Versuch (Leitungstrommel, Leuchte, weitere Verbraucher mit großer Leistung; Zusatz: Simulationsprogramm SimElektro)
Vorkenntnisse	Reihen- bzw. Parallelschaltung; Leistung

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- analysieren Kundenaufträge zur Installation der Energieversorgung von Geräten.
- prüfen die Funktionsfähigkeit der Anlagen.
- bewerten ihre Planung und Inbetriebnahme.
- suchen und beseitigen Fehler.
- demonstrieren die Funktion der Anlagen, übergeben diese an die Kunden und weisen in deren Nutzung ein.

Phasen der vollständigen Handlung

1. Orientieren:

Der Lehrer zeigt den Schülerinnen und Schülern die Nachricht vom Onkel. Danach überlegen sie in Partnerarbeit, warum die Leuchte dunkler wird. Der Lehrer notiert die Ideen der Schülerinnen und Schüler, um am Ende der Lernsituation wieder auf die Ideen einzugehen.

Optional: Versuchsaufbau mit einer Leitungstrommel, einer Leuchte und mit weiteren Verbrauchern

2. Informieren:

Die Schülerinnen und Schüler informieren sich im Tabellenbuch und im Fachkundebuch über die Themen Leitungswiderstand und Spannungsfall. Danach präsentiert eine Schülerin oder ein Schüler die Lösung.

3. Planen:

Die Schülerinnen und Schüler berechnen den Leitungswiderstand und den Spannungsfall und bewerten diesen für die drei verschiedenen Fälle.

4. Durchführen:

Die Schülerinnen und Schüler beraten den Onkel mit einer kurzen Nachricht, wie er den Spannungsfall reduzieren kann.

5. Präsentieren:

Eine Schülerin bzw. ein Schüler präsentiert ihren bzw. seinen Lösungsweg.

6. Kontrollieren und Bewerten:

Im Plenum werden die Ideen der Orientierungsphase nochmals aufgegriffen.

Optional: mögliche Simulation mit dem Programm SimElektro (Europa-Lehrmittel)

Die gesamte Lernsituation inklusive aller Arbeitsblätter und zusätzlichen Materialien finden Sie unter:

<http://www.isb.bayern.de>

Nutzen Sie dafür die Suchfunktion.

5.2.2 Ausbildungsberuf: Elektronikerin und Elektroniker Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik

Lernsituation 1:

Dimensionieren einer Leitung für einen Umbau im Badezimmer

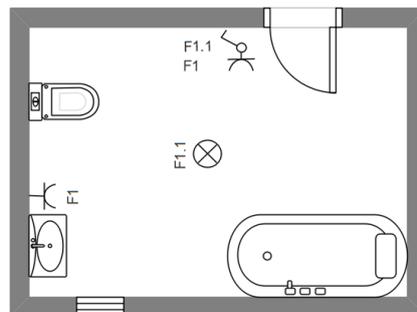


Abbildung 24: Mona Fuhrmann

Fach	Installations- und Energietechnik
Jahrgangsstufe	11
Lernfeld	LF 5: Elektroenergieversorgung und Sicherheit von Anlagen und Geräten konzipieren
Querverweise zu weiteren Lernfeldern des Lehrplans	-
Zeitrahmen	4 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	Arbeitsblätter, Datenblätter, Tabellenbuch, Formelsammlung

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- dimensionieren Anlagen unter Berücksichtigung von Netzsystemen und Schutzmaßnahmen.

Phasen der vollständigen Handlung
--

1. Orientieren:

Die Schülerinnen und Schüler verschaffen sich einen Überblick über das „Projekt Badezimmer“.

2. Informieren:

Die Schülerinnen und Schüler informieren sich anhand der Informationstexte über die Schritte der Leitungsdimensionierung.

3. Planen:

Die Schülerinnen und Schüler ordnen die Schritte der Leitungsdimensionierung in eine sinnvolle Reihenfolge.

4. Durchführen:

Die Schülerinnen und Schüler führen die Leitungsdimensionierung für das „Projekt Badezimmer“ durch.

5. Kontrollieren und Bewerten:

Die Schülerinnen und Schüler vergleichen die Leitungsdimensionierung bei Festanschluss und Steckdosenanschluss.

Die gesamte Lernsituation inklusive aller Arbeitsblätter und zusätzlichen Materialien finden Sie unter:

<http://www.isb.bayern.de>

Nutzen Sie dafür die Suchfunktion.

Lernsituation 2:

Die Fehler des Drehstromanschlusses eines Warmwasserspeichers analysieren



Abbildung 25: AEG DEM 80 Basis Variowall

Die genannten Marken-, Firmen- oder Produktnamen dienen der Umsetzung der Lernsituation. Sie wurden exemplarisch und ohne Priorisierung gewählt und können jederzeit durch ähnliche Marken, Firmen oder Produkte ersetzt werden.

Fach	Installations- und Energietechnik
Jahrgangsstufe	11
Lernfeld	LF 5: Elektroenergieversorgung und Sicherheit von Anlagen und Geräten konzipieren
Querverweise zu weiteren Lernfeldern des Lehrplans	
Zeitraumen	3 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	Tabellenbuch, Fachkundebuch, Taschenrechner

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- analysieren Kundenaufträge zur Elektroenergieversorgung (Wechsel- und Drehstromsysteme) unter Beachtung der sicherheitstechnischen Anforderungen.

Phasen der vollständigen Handlung
--

1. Orientieren:

Die Schülerinnen und Schüler analysieren die Problemstellung des Kunden.

2. Informieren:

Die Schülerinnen und Schüler informieren sich mithilfe des Stromlaufplans und des Internets oder Fachbuchs zur Funktion eines Warmwasserspeichers.

3. Planen:

Die Schülerinnen und Schüler planen mithilfe der Schaltungsarten die Lösung der Problemstellung des Kunden.

4. Durchführen:

Die Schülerinnen und Schüler führen verschiedene Fehlerberechnungen zur Sternschaltung durch.

5. Kontrollieren und Bewerten:

Die Schülerinnen und Schüler bewerten ihre Ergebnisse und können somit ihre Vermutungen vom Beginn der Lernsituation verifizieren und die Problemstellung lösen.

Die gesamte Lernsituation inklusive aller Arbeitsblätter und zusätzlichen Materialien finden Sie unter:

<http://www.isb.bayern.de>

Nutzen Sie dafür die Suchfunktion.

Lernsituation 3:

Beleuchtungsanlage in einem Gartengeschäft erneuern



Abbildung 26: clipdealer.com

Fach	System- und Gerätetechnik
Jahrgangsstufe	11
Lernfeld	LF 10: Elektrische Geräte und Anlagen der Haustechnik planen, in Betrieb nehmen und übergeben
Zeitrahmen	2 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	Tabellenbuch, Fachkundebuch, Taschenrechner

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- berücksichtigen ökonomische Aspekte bei der Information über Auswahlkriterien und Anwendungsmöglichkeiten von elektrischen Anlagen und Geräten der Haustechnik.

Phasen der vollständigen Handlung
--

1. Orientieren:

Die Schülerinnen und Schüler analysieren die Problemstellung des Kunden.

2. Informieren:

Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über alle notwendigen Daten zur Berechnung der Amortisationszeit.

3. Planen:

Die Schülerinnen und Schüler planen die Vorgehensweise zur Berechnung der Amortisationszeit.

4. Durchführen:

Die Schülerinnen und Schüler führen die Amortisationsrechnung durch.

5. Kontrollieren und Bewerten:

Die Schülerinnen und Schüler bewerten ihr Ergebnis und beraten den Kunden dementsprechend in einem Kundengespräch.

Die gesamte Lernsituation inklusive aller Arbeitsblätter und zusätzlichen Materialien finden Sie unter:

<http://www.isb.bayern.de>

Nutzen Sie dafür die Suchfunktion.

Lernsituation 4:

Dimensionieren der Beleuchtung im Klassenzimmer



Abbildung 27: <https://de.clipdealer.com/>

Fach	System- und Gerätetechnik
Jahrgangsstufe	12
Lernfeld	LF 10: Elektrische Geräte und Anlagen der Haustechnik planen, in Betrieb nehmen und übergeben
Zeitraumen	ca. 4 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	Arbeitsblätter, Tabellenbuch Elektrotechnik (Verlag: Europa), Meterstab, Leiter, Luxmeter
Vorkenntnisse	Grundkenntnisse der Beleuchtungstechnik

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- informieren sich über Auswahlkriterien und Anwendungsmöglichkeiten von elektrischen Anlagen (Beleuchtungsanlagen).
- kontrollieren die ordnungsgemäßen Funktionen ihrer Installationen anhand der vorgeschriebenen Prüfungen sowie der Kundenanforderungen.
- bewerten ihre Planung und Inbetriebnahme.

Phasen der vollständigen Handlung
--

1. Orientieren:

Die Schülerinnen und Schüler überlegen in Partnerarbeit, welche Faktoren für die Dimensionierung einer Beleuchtungsanlage wichtig sein könnten.

2. Informieren:

Die Schülerinnen und Schüler informieren sich anhand einer Beispielaufgabe im Tabellenbuch, welche Faktoren bei der Ermittlung des Bemessungslichtstromes eines Leuchtmittels wichtig sind.

3. Planen:

Die Schülerinnen und Schüler bestimmen nun den Bemessungslichtstrom je Lampe im Klassenzimmer (nach dem Wirkungsgradverfahren laut Tabellenbuch).

4. Durchführen:

Die Schülerinnen und Schüler wählen im Internet das passende Leuchtmittel aus.

5. Präsentieren:

Eine Schülerin bzw. ein Schüler präsentiert ihren bzw. seinen Lösungsweg und begründet die Auswahl des Leuchtmittels.

6. Kontrollieren und Bewerten:

Die Schülerinnen und Schüler vergleichen ihr Ergebnis mit dem eingesetzten Leuchtmittel im Klassenzimmer.

Sie messen mit einem Luxmeter die Leuchtstärke an verschiedenen Stellen im Klassenzimmer und bewerten die Ergebnisse.

Die gesamte Lernsituation inklusive aller Arbeitsblätter und zusätzlichen Materialien finden Sie unter:

<http://www.isb.bayern.de>

Nutzen Sie dafür die Suchfunktion.

5.3 Holztechnik

5.3.1 Ausbildungsberuf: Schreinerin und Schreiner

Lernsituation:

Lackmischungen berechnen

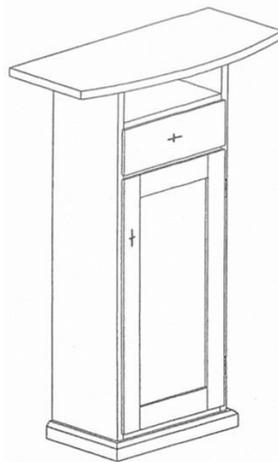


Abbildung 28: Max Bauer

Fach	Arbeit vorbereiten
Jahrgangsstufe	11
Lernfeld	LF 7: Einzelmöbel herstellen
Querverweise zu weiteren Lernfeldern des Lehrplans	LF 9: Einbaumöbel herstellen und montieren (Hierunter fallen z. B. auch Küchen, bei denen höhere Anforderungen an Oberflächen gestellt werden.)
Zeitrahmen	3 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	Arbeitsblätter, Fachbuch

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- gestalten, planen und fertigen kundenorientiert individuelle Einzelmöbel.
- berechnen den Materialbedarf dazu (Mischungsrechnen) und verarbeiten Beschichtungsmaterialien.

Phasen der vollständigen Handlung
--

1. Orientieren:

Für das zu erstellende Projekt soll die Oberflächenbeschichtung geplant werden. Wir wiederholen die Anforderungen an den Lack, um eine Auswahl treffen zu können und bestimmen die zu lackierende Fläche.

2. Informieren:

Die Schülerinnen und Schüler sichten die Datenblätter verschiedener Lacke (Recherche im Internet).
Sie informieren sich über die Regeln des Mischungsrechnens.

3. Planen:

Die Schülerinnen und Schüler entscheiden sich für einen Lack, die erforderliche Schichtenanzahl und die dazu passende Rechenmethode.

4. Durchführen:

Die Schülerinnen und Schüler berechnen den konkreten Bedarf für Lack, Härter und ggf. Verdünner.

5. Präsentieren:

Sie vergleichen die Ergebnisse in der Klasse.

6. Reflektieren:

Die Schülerinnen und Schüler diskutieren die für die Situation notwendige Genauigkeit der Berechnungen (Näherungen oder genaue Formeln?).

Die gesamte Lernsituation inklusive aller Arbeitsblätter und zusätzlichen Materialien finden Sie unter:

<http://www.isb.bayern.de>

Nutzen Sie dafür die Suchfunktion.

5.4 Metalltechnik

5.4.1 Ausbildungsberuf: Industriemechanikerin und Industriemechaniker

Lernsituation 1:

Lager durch Erwärmung montieren

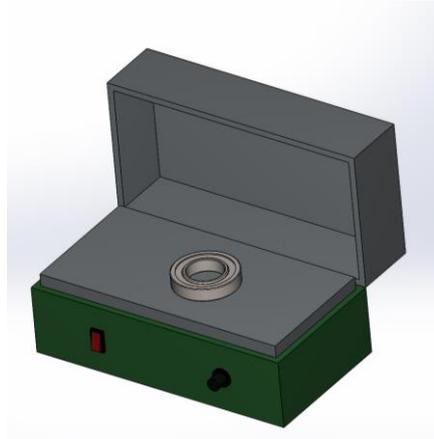


Abbildung 29: Andreas Lindner

Fach	Fertigungstechnik
Jahrgangsstufe	11
Lernfeld	LF 7: Montieren von technischen Teilsystemen Die vorliegende Unterrichtseinheit ist in besonderer Weise geeignet, die fachpraktischen Lerninhalte (fpL) abzudecken.
Querverweise zu weiteren Lernfeldern des Lehrplans	LF 1: Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen LF 2: Fertigen von Bauelementen mit Maschinen
Zeitraumen	2 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitsblätter mit Anlagen, Tabellenbuch • Zylinderrollenlager DIN 5412 - NU 211 • Möglichkeit zum Anwärmen von Wälzlagern, z. B. Wärmeplatte, Induktionsanwärmgerät, ggf. Ölbad oder Härteofen (falls nichts anderes verfügbar) • Infrarotthermometer oder Kontaktthermometer im Messbereich von etwa 0°C - 150°C

	<ul style="list-style-type: none">• ausreichende Anzahl sauberer Hitzeschutzhandschuhe• Messmittel: geeignete Messmittel für den Innendurchmesser 55 mm (Skalenteilungswert mindestens 1/100 mm, besser 1/1000 mm)• Exceltabelle (mebis-Kurs) für die Lehrkraft, um schnell die Versuchsergebnisse der Lernenden zu überprüfen• nach Möglichkeit: Pumpenwelle gemäß Zeichnung (Hier kann ggf. ein dualer Partner für die Zusammenarbeit gewonnen werden, indem er die Welle als Übungsstück herstellen lässt.) <p>Wenn die Welle vorhanden ist und eine Montage abschließend durchgeführt werden soll:</p> <ul style="list-style-type: none">• Feinzeiger mit Stativ und Endmaßzusammenstellung 55 mm• für den Innenring des Lagers NU 211 geeigneten Anwärming (auch hier ist möglicherweise eine Fertigung in Kooperation mit einem dualen Partner denkbar)
--	---

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- planen die Montage von technischen Teilsystemen. Mithilfe von technischen Zeichnungen, Anordnungsplänen und Stücklisten führen sie eine Funktionsanalyse durch.
- ermitteln die für die Montage notwendigen Kennwerte, wählen die erforderlichen Werkzeuge und Hilfsmittel aus und montieren die Baugruppen.

Phasen der vollständigen Handlung

1. Orientieren:

Die Schülerinnen und Schüler haben einen Überblick über die durchzuführende Instandsetzungsarbeit.

2. Informieren:

Die Lernenden informieren sich (ggf. mit Unterstützung der Lehrperson) über geeignete Arten der Lagermontage und -demontage. Sie informieren sich weiterhin über die Formeln zur Längenausdehnung durch Erwärmung.

3. Planen:

Die Schülerinnen und Schüler bestimmen rechnerisch den zu erwartenden Fügezustand von Welle und Lager im kalten Zustand und bei erwärmtem Innenring und planen auf dieser Grundlage den Tausch des Innenrings.

4. Durchführen:

Die Lernenden messen die Längenausdehnung des Innendurchmessers des Lagerinnenrings im Versuch bei verschiedenen Temperaturen und vergleichen die gemessenen Werte mit den rechnerisch zu erwartenden Werten.
Wenn die Welle vorhanden ist, führen sie die Demontage und Montage fachgerecht durch.

5. Kontrollieren und Bewerten:

Die Schülerinnen und Schüler vergleichen die Versuchsergebnisse mit den rechnerischen Werten, ermitteln mögliche Ursachen für Abweichungen und kontrollieren (wenn die Welle vorhanden ist) die praktische Durchführbarkeit des Arbeitsplans.

Die gesamte Lernsituation inklusive aller Arbeitsblätter und zusätzlichen Materialien finden Sie unter:

<http://www.isb.bayern.de>

Nutzen Sie dafür die Suchfunktion.

Lernsituation 2:

Bodenplatte mittels CNC-Fräsmaschine fertigen

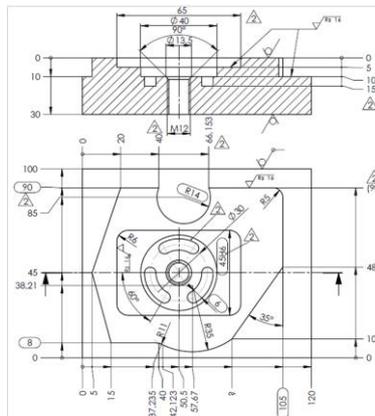


Abbildung 29: Andreas Lindner

Fach	Fertigungstechnik
Jahrgangsstufe	11
Lernfeld	LF 8: Fertigen auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen
Querverweise zu weiteren Lernfeldern des Lehrplans	LF 5: Fertigen von Einzelteilen mit Werkzeugmaschinen LF 2: Fertigen von Bauelementen mit Maschinen
Zeitrahmen	2 Unterrichtsstunden (sofern die Möglichkeit besteht, eine Maschine zu rüsten und den Auftrag tatsächlich zu fertigen: 4 h)
Benötigtes Material	Arbeitsblätter; wenn möglich CNC-Fräsmaschine
Vorkenntnisse	Bestimmung der Grenzmaße anhand der ISO-Toleranzen, Bestimmung geeigneter Schnittdaten aus Tabellenwerken und Ermittlung von Drehzahl und Vorschub, LF 2/LF 5 Auswahl geeigneter Werkzeuge, Bestimmung der Hauptnutzungszeit, LF 5

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- fertigen auftragsbezogen unter Berücksichtigung des Arbeits- und Umweltschutzes Werkstücke aus verschiedenen Werkstoffen auf Werkzeugmaschinen [...].
- entnehmen Gruppenzeichnungen, Teilzeichnungen, Skizzen und Stücklisten die notwendigen Informationen.
- wählen unter technologischen Aspekten geeignete Fertigungsverfahren aus. [...] Sie legen notwendige technologische Daten fest und wählen die erforderlichen Hilfsstoffe aus. [...] Für das gewählte Fertigungsverfahren erstellen sie Arbeitspläne, wählen Spannmittel für Werkstücke und Werkzeuge aus und richten die Maschine zur Fertigung ein.
- ermitteln die Fertigungskosten und beurteilen die Wirtschaftlichkeit der ausgewählten Fertigungsverfahren. (LF 9)

Phasen der vollständigen Handlung

1. Orientieren:

Die Schülerinnen und Schüler verstehen den Arbeitsauftrag.

2. Informieren:

Die Lernenden informieren sich (bei Bedarf bei einem Großteil der Lernenden strukturiert mithilfe der Lehrperson) zum Lehrsatz des Pythagoras und zu Winkelfunktionen. Dazu verwenden sie das Rechenbuch, ihr Tabellenbuch sowie geeignete Quellen im Internet, insbesondere die in großer Zahl zu findenden Erklärvideos.

Die Schülerinnen und Schüler klären die Syntax eines Bohrzyklus und eines Gewindebohrzyklus unter Verwendung der Hilfefunktion in ihrer Simulationssoftware und mithilfe des Tabellenbuchs.

3. Planen:

Die Schülerinnen und Schüler wählen aufgrund betrieblicher Erfahrungen geeignete Spannmittel und mithilfe einer bereitgestellten Werkzeugliste in Anlehnung an die Werkzeugmagazine in der PAL-Prüfung „Zerspanungsmechaniker/-innen“ geeignete Werkzeuge aus.

Sie erstellen einen Arbeitsplan als Grundlage für die Programmstruktur und (sofern eine Maschine zur realen Fertigung vorhanden ist) einen Prüfplan.

4. Durchführen:

Die Lernenden bestimmen rechnerisch die fehlenden Koordinaten. Sie ermitteln die Technologiedaten F und S mithilfe gängiger Tabellenwerke, auch von Herstellern, und bestimmen anhand dieser Werte die Hauptnutzungszeit. Sie schreiben das CNC-Programm mit der ortsüblichen Programmiersoftware.

5. Kontrollieren und Bewerten:

Die Schülerinnen und Schüler simulieren das Programm grafisch, ggf. fertigen sie einen Prototyp auf einer CNC-Fräsmaschine.

Sie vergleichen überschlägig die errechnete Hauptnutzungszeit mit der Programmlaufzeit bzw. Fertigungsdauer (Hinweis: letztere enthalten auch Verfahrswege im Eilgang, Nebenzeiten).

Nach erfolgter Fertigung kontrollieren sie die Prüfmaße und leiten ggf. Verbesserungsmaßnahmen ein.

Die gesamte Lernsituation inklusive aller Arbeitsblätter und zusätzlichen Materialien finden Sie unter:

<http://www.isb.bayern.de>

Nutzen Sie dafür die Suchfunktion.

Lernsituation 1.1:

Kaltbiegen von Sturmhaken: Materialbestand für Sturmhaken prüfen



Abbildung 30: Ralph Kießling

Fach	Fertigungstechnik
Jahrgangsstufe	11
Lernfeld	LF 7: Herstellen von Umformteilen
Querverweise zu weiteren Lernfeldern des Lehrplans	-
Zeitrahmen	2 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	Tabellenbuch, Taschenrechner, Arbeitsblätter, Geodreieck, Minenbleistift, Infoblatt

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- planen die Herstellung von Umformteilen. Dazu erstellen sie auftragsbezogen Skizzen und Zeichnungen.

Phasen der vollständigen Handlung
--

1. Orientieren:

Die Schülerinnen und Schüler verschaffen sich einen Überblick über die Lernsituation „Sturmhaken“.

2. Informieren:

Die Schülerinnen und Schüler informieren sich anhand des Infotextes über das Berechnen von „gestreckten und zusammengesetzten Längen“.

3. Planen:

Die Schülerinnen und Schüler ermitteln aus dem Abbild des Sturmhakens die benötigten Maße und Winkel.

Sie machen sich anhand der Beispiel- und Übungsaufgabe mit dem Berechnen von „gestreckten und zusammengesetzten Längen“ vertraut.

Sie wählen die zum Berechnen der gestreckten Länge und Materialbedarfs benötigten Formeln aus.

4. Durchführen:

Die Schülerinnen und Schüler berechnen den zum Fertigen der Sturmhaken benötigten Materialbedarf.

5. Kontrollieren und Bewerten:

Die Schülerinnen und Schüler prüfen, ob der Materialbestand zum Fertigen der Sturmhaken ausreicht.

Die gesamte Lernsituation inklusive aller Arbeitsblätter und zusätzlichen Materialien finden Sie unter:

<http://www.isb.bayern.de>

Nutzen Sie dafür die Suchfunktion.

Lernsituation 1.2:

Kaltbiegen von Sturmhaken: Biegevorrichtung optimieren und Arbeitsschritte planen

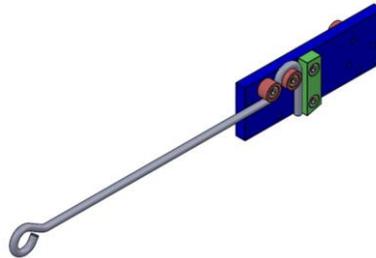


Abbildung 31: Ralph Kießling

Fach	Fertigungstechnik
Jahrgangsstufe	11
Lernfeld	LF 7: Herstellen von Umformteilen
Querverweise zu weiteren Lernfeldern des Lehrplans	LF 5: Herstellen von Blechbauteilen (Jahrgangsstufe 11) LF 8: Demontieren und Montieren von Baugruppen in der Werkstatt (Jahrgangsstufe 11)
Zeitrahmen	2–3 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	Tabellenbuch, Taschenrechner, Arbeitsblätter, Lineal, Geodreieck, Minenbleistifte, Textmarker, Zeichnungen

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- planen die Herstellung von Umformteilen. Dazu erstellen sie auftragsbezogen Skizzen und Zeichnungen. (LF 7)
- planen die Herstellung eines mehrteiligen Blechbauteiles unter Berücksichtigung von Funktion, Form und Materialauswahl. (LF 5)
- planen die Demontage und Montage von Bauelementen und Baugruppen einer Metallbau- und Stahlbaukonstruktion. (LF 8)
- planen die Arbeitsschritte unter Berücksichtigung der erforderlichen Bauteile, Werkzeuge, Prüfmittel, Herstellerangaben und Sicherheitsmaßnahmen. (LF 8)

Phasen der vollständigen Handlung

1. Orientieren:

Die Schülerinnen und Schüler verschaffen sich einen Überblick über die Lernsituation „Sturmhaken“.

2. Informieren:

Die Schülerinnen und Schüler informieren sich mithilfe von Tabellen und Formeln über die Mindest-Biegeradien an Blechen und Werkzeugen und die Rückfederung von Blechen.

Sie informieren sich anhand von Zeichnungen über die Gestalt des Sturmhakens und den Aufbau einer Biegevorrichtung.

Sie informieren sich anhand einer Vorgangsbeschreibung über das Biegen des Sturmhakens mithilfe einer Biegevorrichtung.

3. Planen:

Die Schülerinnen und Schüler ermitteln aus der Zeichnung die benötigten Maße und Winkel des Sturmhakens. (Teil 1)

Sie machen sich anhand der Literatúrauszüge, Beispiel- und Übungsaufgabe mit dem Berechnen von „gestreckten und zusammengesetzten Längen“ vertraut. (Teil 1)

Sie stellen die zum Berechnen benötigten Formeln auf.

Sie wählen aus Tabellen technologische Kennwerte (Mindest-Biegeradius und Rückfederungsfaktor) aus.

Sie entnehmen den Einzelteilzeichnungen der Biegevorrichtung die benötigten Maße.

4. Durchführen:

Die Schülerinnen und Schüler erstellen Anleitungen und Richtlinien zum Bedienen der Biegevorrichtung.

Sie erstellen einen konstruktiven Verbesserungsvorschlag zum Bedienen der Biegevorrichtung.

Sie erstellen einen Arbeitsplan zum Fertigen der Sturmhaken.

5. Kontrollieren und Bewerten:

Die Schülerinnen und Schüler beurteilen den Materialbestand des für den Sturmhaken benötigten Rundstahls.

Sie überprüfen die Konstruktion des Sturmhakens hinsichtlich des Mindest-Biegeradius.

Sie überprüfen die Auslegung der Biegevorrichtung hinsichtlich des Mindest-Biegeradius und der Rückfederung.

Sie prüfen, ob die gefertigten Sturmhaken den Zeichnungsvorgaben entsprechen.

Sie beurteilen zwei Fertigungsvarianten im Hinblick auf deren Wirtschaftlichkeit und Fertigungsqualität.



Die gesamte Lernsituation inklusive aller Arbeitsblätter und zusätzlichen Materialien finden Sie unter:

<http://www.isb.bayern.de>

Nutzen Sie dafür die Suchfunktion.

5.4.2 Ausbildungsberuf: Werkzeugmechanikerin und Werkzeugmechaniker

Lernsituation:

Spannvorgang an einer Bohrvorrichtung überprüfen

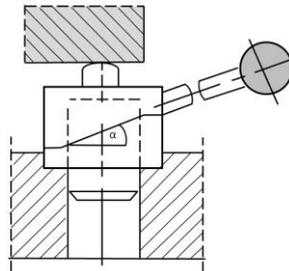


Abbildung 32: Viktoria Wiedemann

Fach	Bauelemente
Jahrgangsstufe	12/13
Lernfeld	LF 13: Planen und Fertigen technischer Systeme des Werkzeugbaus
Querverweise zu weiteren Lernfeldern des Lehrplans	-
Zeitrahmen	2–3 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	Arbeitsblätter, Tabellenbuch, Formelsammlung, Taschenrechner

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

planen technische Teilsysteme, wie Werkzeuge und Vorrichtungen, nach Kundenauftrag.

Phasen der vollständigen Handlung
--

1. Orientieren:

Die Schülerinnen und Schüler verschaffen sich einen Überblick über die Lernsituation „Bohrvorrichtung“.

2. Informieren:

Die Schülerinnen und Schüler informieren sich anhand der Informationstexte über die „Finger- und Handkräfte“ und über die „Schraube als Kraft- und Energiewandler“.

3. Planen:

Die Schülerinnen und Schüler wählen einen geeigneten Fall der „Finger- und Handkräfte“ aus und bestimmen mithilfe der Zeichnung und der Stückliste die benötigten Größen zur Berechnung der Handkraft.

4. Durchführen:

Die Schülerinnen und Schüler überprüfen die beim Spannvorgang der Werkstücke benötigte Handkraft an einer Bohrvorrichtung.

5. Kontrollieren und Bewerten:

Die Schülerinnen und Schüler beurteilen das Ergebnis und leiten notwendige Maßnahmen ab.

6. Vertiefen

Die Schülerinnen und Schüler wenden ihr Wissen über die „Schraube als Kraft- und Energiewandler“ an weiteren Aufgaben an.

Die gesamte Lernsituation inklusive aller Arbeitsblätter und zusätzlichen Materialien finden Sie unter:

<http://www.isb.bayern.de>

Nutzen Sie dafür die Suchfunktion.

Lernsituation:

Toleranzen nach ISO 286 bestimmen



Abbildung 33: Andreas Lindner

Fach	Fertigungstechnik
Jahrgangsstufe	11
Lernfeld	LF 9: Herstellen von Bauelementen durch Feinbearbeitungsverfahren
Querverweise zu weiteren Lernfeldern des Lehrplans	<p>LF 1: Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen</p> <p>LF 2: Fertigen von Bauelementen mit Maschinen</p> <p>In Absprache mit LF 9 können Teile dieser Aufgaben bereits vorgezogen werden.</p>
Zeitraumen	3 Unterrichtsstunden, kann unter Auslassung der Allgometoleranzen (eigentlich Bereits Stoff im LF 1) auf zwei Unterrichtsstunden gekürzt werden.
Benötigtes Material	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitsblätter, Tabellenbuch • ggf. Zeichnung aus dem Anhang zur Projektion • ggf. digitales Puzzle aus ... als Lernzielkontrolle für „1. Wichtige Grundbegriffe der tolerierten Maßeintragungen“ • ggf. Internetverbindung zur Nutzung der Möglichkeiten zur Selbstkontrolle für die Lernenden • Video für „3.4. Die Toleranzgrade“ • Nach Möglichkeit sollten einige Wellen nach Zeichnung beschafft werden. Dabei bietet es sich an, im Rahmen der Lernortkooperation bei ausgewählten Betrieben nachzufragen, ob diese Werkstücke als Übungsstücke gefertigt werden können. Dadurch ist gewährleistet, dass eine sinnhafte Prüfung im Unterricht durchgeführt

	werden kann.
--	--------------

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- bearbeiten Bauelemente durch Feinbearbeitungsverfahren [...]. Dazu analysieren sie Teil- und Gesamtzeichnungen und leiten daraus die besonderen Anforderungen spezieller Funktionsflächen hinsichtlich ihrer mechanischen und optischen Eigenschaften sowie der Maß- und Formgenauigkeit ab.
- definieren produktbezogene Prüfmerkmale, erstellen unter Verwendung aktueller Anwendungsprogramme Prüfpläne, ordnen Prüfmittel zu und wählen produktbezogene Prüfverfahren aus.

Phasen der vollständigen Handlung

1. Orientieren:

Die Schülerinnen und Schüler haben einen Überblick über die zu fertigende Welle und ihre Funktion.

2. Informieren:

Die Lernenden informieren sich (bei Bedarf mit Unterstützung der Lehrperson) über die verschiedenen Arten, Maße zu tolerieren: frei gewählte Toleranzen, Allgemeintoleranzen nach DIN ISO 2768 bzw. ISO 22081 und ISO 286 und die Bestimmung der Grenzmaße.

3. Planen:

Die Schülerinnen und Schüler erstellen anhand der Prüfmaße einen fachgerechten Prüfplan.

4. Durchführen:

Die Lernenden ermitteln aus den Angaben der ISO-Toleranzen (und den Allgemeintoleranzen) die oberen und unteren Grenzabmaße sowie daraus folgend die Grenzmaße der tolerierten Maße. Dabei wird auf Rechenkompetenzen, insbesondere auf Kopfrechnen, Wert gelegt.

5. Präsentieren:

Die Schülerinnen und Schüler präsentieren die Ergebnisse ihrer Übungsaufgaben.

6. Kontrollieren:

Die Lernenden arbeiten ihren Prüfplan an den vorhandenen Wellen ab und protokollieren die Ergebnisse.

7. Reflektieren:

Die Schülerinnen und Schüler begründen, warum nahe beieinanderliegende Maße nach ISO 286 trotzdem deutlich voneinander abweichende Toleranzen haben.

Die gesamte Lernsituation inklusive aller Arbeitsblätter und zusätzlichen Materialien finden Sie unter:

<http://www.isb.bayern.de>

Nutzen Sie dafür die Suchfunktion.

6 Schlussbemerkungen

Die Autoren sind sich einig, dass zwar viele Auszubildende aufgrund der omnipräsenten digitalen Informationsmöglichkeiten in ihrer privaten Lebenswelt eine hohe Medienkompetenz aufweisen, meist im beruflichen Kontext aber nur oberflächliches Wissen besitzen. Um die dynamisch anwachsenden Informationen nicht nur in den technischen Ausbildungsberufen der Industrie, sondern auch im Handwerk aufnehmen und wirksam verarbeiten zu können, ist die Vermittlung der grundlegenden Schlüsselkompetenz des sinnerfassenden Lesens essenziell für die berufliche Ausbildung, gerade im gewerblich-technischen Bereich. Dabei geht es nicht nur um die Aneignung bestimmter allgemeiner Inhalte aus Texten, sondern um die kognitive und emotionale Entwicklung der Auszubildenden und ihre Bereitschaft, aktiv und nachhaltig komplexe fachliche Lernprozesse – auch mathematisch und zeichnerisch – zu verstehen.

7 Quellen

- Balder Batran, Herbert Bläsi, Volker Frey, Gerd Hillberger, Klaus Hühn (2003): Lernfeld Bautechnik Grundstufe Hamburg: Verlag Handwerk & Technik, Seite 59
- Lindner, A. (2015/2016): Möglichkeiten des Lernfelds „Fertigen auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen aus fachdidaktisch-praktischer Sicht“. lernen & lehren 30 (120), S. 166–173 und 31 (121), S. 33–35
- Lindner, A., Krause, A.-L. (2020): „Smartes Lernen“ – „Lernen 4.0“ – oder nur „Programmiertes Lernen – reloaded“? In: Vollmer, Th., Karges, T., Richter, T., Schlömer, B., Schütt-Sayed, S. (Hg.), Digitalisierung mit Arbeit und Berufsbildung nachhaltig gestalten. S. 135–147, Bielefeld: wbv Media
- Alber, Batran, Frey, Köhler, Kraus, Rothacher, Stumm (2014): Lernfeld Bautechnik Maurer Fachstufen. 7. Auflage, Hamburg: Verlag Handwerk & Technik
- Batran, Frey, Köhler (2017): Tabellenbuch Bau. 24. Auflage, Hamburg: Handwerk und Technik GmbH
- Infineon technologies, Hersteller-Datenblatt, Silicon Temperature Sensors: <https://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/Infineon%20PDFs/KT,KTY.pdf> (16.07.2021)
- LOGO! Handbuch 03/2009: https://www.coinoperatorshop.com/media/products/logo_system_manual_de-DE_de-DE.pdf (20.05.2021)
- Tkotz, Klaus (2014): Lernsituationen, Arbeitsbuch Elektrotechnik, Lernfelder 1–4. 5. Auflage, Verlag Europa Lehrmittel
- Michael Dzieia, Heinrich Hübscher, Dieter Jagla, Jürgen Klaue, Harald Wickert (2019) Elektronik Tabellen, Energie- und Gebäudetechnik, 4. Auflage, Westermann
- ABB Verlegearten und Strombelastbarkeit von Kabeln (nach DIN VDE 0298-4/August 2003): <https://search.abb.com/library/download.aspx?documentid=2cdc401002d0106&languagecode=de&documentpartid=&action=launch> (07.03.2021)

- AEG Haustechnik: Produktdatenblatt Infrarot-Heizstrahler IWQ 181
<https://images-eu.ssl-images-amazon.com/images/I/71WGB0OpriS.pdf>
(07.03.2021)
- Siemens: Datenblatt Schuko-Steckdose 5UB1580:
<https://docs.rs-online.com/8c66/0900766b8170b9b1.pdf> (07.03.2021)
- Landesinnungsverband des Bayerischen Zimmererhandwerks, München:
https://www.zimmerer-bayern.de/files/content/documents/4.0_Bildung/2020/20200330-Praktische-Zwischenpruefung.pdf (12.04.2021)
- Stefan Hesse, Heinrich Krahn, Dieter Eh (2012): Betriebsmittel Vorrichtung: Grundlagen und kommentierte Beispiele, 2. Auflage, Hanser-Verlag
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (www.baua.de): Manuelle Arbeit ohne Schaden: Grundsätze und Gefährdungsbeurteilung:
https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Praxis/A55.pdf?_blob=publicationFile (09.04.2021)
- Moos, J. et al. (2018): Technische Mathematik Metallbauer und Konstruktionsmechaniker. 2., durchgesehene Auflage. Verlag Handwerk & Technik: Hamburg
- Alber, Batran, Frey, Köhler, Kraus, Rothacher, Stumm (2014): Lernfeld Bautechnik Maurer Fachstufen, 7. Auflage, Hamburg: Handwerk und Technik GmbH, 2014
- Batran, Frey, Köhler (2017): Tabellenbuch Bau, 24. Auflage, Hamburg: Handwerk und Technik GmbH, 2017
- Ahrenberg, Ehrlich, Hollatz, Holst, Mett, Nagel, Schröder, Seifert Woehnl, Zander, Bautechnik Fachstufen Maurer, Cornelsen, Berlin, 2. Auflage 2001, ISBN3-464-43022-7
- CreativeLines 3.0
- Fachbuch: Lernfeld Bautechnik, Verlag: Handwerk und Technik – Hamburg 5. Auflage, 2003, Seiten 46, 47
- Bildnachweis: Fachbuch Bautechnik – Technisches Zeichnen, Europa Lehrmittel, 4. Auflage 2005, Seite 42

- Abb. 1: AEG, Technisches Datenblatt, DEM 80 Basis Variowall, Produkt-Nr. 234198 (12.11.2021)
- Abb. 2: AEG DEM 80 Basis Variowall, Bedienung und Installation, Elektroschaltpläne und Anschlüsse (12.11.2021)
- <https://de.clipdealer.com>
- <https://www.din.de/de/din-und-seine-partner/presse/mitteilungen/allgemeintoleranzen-iso-gps-system-soll-iso-2768-ersetzen-229990>, zuletzt aufgerufen am 9.7.2020
- Würth Ladenband – Technische Informationen:
https://media.wuerth.com/stmedia/wuerth/documents/documents/LANG_de/33345164.pdf (Aufruf am 13.02.2022)
- Würth Kloben für Ladenbänder - Technische Informationen:
https://media.wuerth.com/stmedia/wuerth/documents/documents/LANG_de/33479093.pdf (Aufruf am 13.02.2022)
- Schulversion von Nemetschek Allplan 2021
- Schulversion Vectorworks
- Welzel (Hrsg.) u. a.: Tabellenbuch Holztechnik, Handwerk und Technik, Hamburg, 2019, ISBN 978-3-582-35576-8
- Datenblatt_T8-LED-Roehre-150cm-30W-840_7150K-40-f-30-LMQqugxR4ZHIZBh (16.03.2022)
- AEG, Technisches Datenblatt, DEM 80 Basis Variowall, Produkt-Nr. 234198 (12.11.2021)
- AEG DEM 80 Basis Variowall, Bedienung und Installation, Elektroschaltpläne und Anschlüsse (12.11.2021)
- Würth Ladenband – Technische Informationen:
https://media.wuerth.com/stmedia/wuerth/documents/documents/LANG_de/33345164.pdf (13.02.2022)
- Würth Kloben für Ladenbänder – Technische Informationen:
https://media.wuerth.com/stmedia/wuerth/documents/documents/LANG_de/33479093.pdf (13.02.2022)

- <https://www.din.de/de/din-und-seine-partner/presse/mitteilungen/allgemeintoleranzen-iso-gps-system-soll-iso-2768-ersetzen-229990> (9.7.2020)
- Fehrmann, Ignatowitz, D. Köhler, F. Köhler, Lämmlin, Pahl, Steinmüller, Weingartner, Tabellenbuch für Metallbautechnik, Verlag Europa-Lehrmittel, 10. Auflage 2018, ISBN 978-3-8085-1617-1
- Dillinger, Escherich, Gomeringer, Kilgus, Schellmann, Scholer, Rechenbuch Metall, Verlag Europa-Lehrmittel, 31. Auflage 2012, ISBN 978-3-8085-1853-3
- Ralph Kießling, Konstruktionen zum Sturmhaken und zur Biegevorrichtung, mit dem 3D-CAD-Programm SOLIDWORKS 2020 von Dassault Systèmes
- https://www.dillinger.de/imperia/md/content/dillinger/publikationen/baumaschinen/werkstoffblaetter/technische_information_dillimax.pdf (03.04.2022)
- https://www.marienhuetten.at/fileadmin/user_upload/downloads/Produktdatenblaetter/Produktdatenblatt_S235JR_Rev03.pdf (03.04.2022)