

# **Wirtschaft 4.0 an beruflichen Schulen**

Eine Handreichung für Lehrkräfte



**BERUFLICHE SCHULEN**

## Impressum

Erstellt vom Arbeitskreis Wirtschaft 4.0 am Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung

### Mitglieder des Arbeitskreises:

Thomas Barmetler	Staatl. Berufsschule I Kempten
Tobias Böh	ISB München
Holger Borisch	Staatl. Berufsschule Main-Spessart Lohr am Main
Josef Eichinger	Staatl. Berufsschule Lauingen
Manfred Schauhuber	Städt. Berufsschule für Fertigungstechnik München
Günter Seitz	Berufliches Schulzentrum Hof - Stadt und Land
Martin Siegert	Berufliche Schule, Direktorat 2, Nürnberg
Markus Schütz	ISB München
Andreas Streinz	ISB München
Thomas Unterhofer	Staatl. Berufsschule Berchtesgadener Land Freilassing
Irene Wehritz	Berufliche Schule, Direktorat 1, Nürnberg
Rainer Witt	Berufliche Schule, Direktorat 11, Nürnberg
Alexander Wohlfart	ISB München

### Beratung des Arbeitskreises:

Christian Gohlisch	Handwerkskammer f. München und Oberbayern
Peter Hoffmann	ALP Dillingen
Rene Leibold	BWA-Deutschland
Michael Lotter	ALP Dillingen
Alfons Regler	AUDI AG
Wolfgang Reif	Handwerkskammer Niederbayern-Oberpfalz
Prof. Dr. Alfred Riedl	TU München
Manfred Schußmann	KUKA AG
Prof. Dr. Birgit Vogel-Heuser	TU München
Prof. Dr. Karl Wilbers	FAU Erlangen-Nürnberg
Manfred Wolf	ALP Dillingen
Prof. Dr. Alf Zugenmaier	Hochschule für angewandte Wissenschaften München

### 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](http://www.isb.bayern.de)  
E-Mail: [berufliche.schulen@isb.bayern.de](mailto:berufliche.schulen@isb.bayern.de)

### Abbildung Titelseite:

© [www.ClipDealer.de](http://www.ClipDealer.de)

### Layout/Satz:

PrePress-Salumae.com, Kaisheim



STAATSINSTITUT FÜR SCHULQUALITÄT  
UND BILDUNGSFORSCHUNG  
MÜNCHEN

# WIRTSCHAFT 4.0 AN BERUFLICHEN SCHULEN

Zweite, überarbeitete und erweiterte Auflage  
München 2020

1	Einleitung	4
2	Einordnung der Begriffe „Industrie 4.0 / Wirtschaft 4.0 / Digitale Transformation“ – Erläuterungen	5
3	Anforderungen der Unternehmen an Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Kontext der Digitalen Transformation	7
3.1	„Handwerk 4.0“ – Konkretisierungen	7
3.2	Stichwortnennungen im Arbeitskreis für den Bereich Elektro- und Automatisierungstechnik	8
3.3	Kompetenzbereiche	9
3.3.1	Fachgruppenübergreifend im Kontext Wirtschaft 4.0	9
3.3.2	Programmierung	9
3.3.3	Vernetzung (Netzwerktechnik, Kommunikationstechnik)	10
3.3.4	Fertigungsprozesse (Konstruktion, CAD, CAE)	10
3.3.5	Medienkompetenz (fächerübergreifend)	10
3.3.6	Sozialkompetenzen und überfachliche Kompetenzen	11
3.4	Möglichkeiten der individuellen Datenerhebung und -analyse	12
3.5	Übersicht der Anforderungen, geordnet nach den generischen Handlungsfeldern	16
4	Analysen ausgewählter Lehrplanrichtlinien/Lehrpläne (Berufsschulen, Berufsfachschulen, Fachschulen)	18
4.1	Kaufmann/Kauffrau für Büromanagement	18
4.2	Fachinformatiker und Fachinformatikerin („FI“)	28
4.3	Technische Assistenten für Informatik („TAI“)	42
4.4	Tabellarische Übersicht („FI“ und „TAI“)	59
4.5	Wirtschaft 4.0 in der Metalltechnik	62
4.5.1	Industriemechaniker und Industriemechanikerin	62
4.5.2	Fachschule für Maschinenbautechnik	82
4.6	Mechatronik und Elektrotechnik	93
4.6.1	Analyse der bestehenden Lehrpläne und Lehrplanrichtlinien	94
4.6.2	Schablonenmodell	95
4.6.2.1	Vorstellen der Lernszenarien	97
4.6.2.2	Themenkatalog für Wirtschaft 4.0	99
4.6.3	Zeitmanagement	109
4.6.4	Analyse der Lehrplanrichtlinie Elektroniker und Elektronikerin für Betriebstechnik („EBT“)	110
4.6.5	Analyse der Lehrplanrichtlinie für Elektroniker und Elektronikerin, Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik („EFEG“)	123

4.6.6	Analyse der alten Lehrpläne für Mechatroniker und Mechatronikerin .....	137
4.6.7	Analyse der neuen Lehrpläne Mechatroniker und Mechatronikerin .....	150
4.7	Bau-, Holztechnik .....	159
4.7.1	Zimmerer und Zimmerin .....	160
4.7.2	Schreiner und Schreinerin .....	171
5.	Quellenverzeichnis .....	180

## 1 Einleitung

Diese Handreichung hat zum Ziel, die überaus komplexe Thematik „Wirtschaft 4.0“ in ersten Ansätzen für berufliche Schulen greif- und nutzbar zu machen. Die in der Diskussion um „Wirtschaft 4.0“ bzw. „Industrie 4.0“ oft unscharf verwendeten Schlagwörter und Begriffe führen vereinzelt zu Fehldeutungen oder gar zu Verunsicherungen. In der vorliegenden Handreichung wird deshalb v. a. der Begriff „Digitale Transformation“ verwendet, da er alle wesentlichen Bereiche beruflicher Handlungsfelder aus Handwerk, Industrie und Wirtschaft integriert, die über vermeintliche Grenzen hinweg zusammenwachsen müssen (vgl. Kapitel 2).

Insofern ist es von großer Bedeutung, die Herausforderungen der digitalen Transformation der Arbeitswelt für berufliche Schulen auf sachliche und analytische Weise anzugehen. Hierzu leistet die Handreichung exemplarisch anhand der Analyse von Lehrplanrichtlinien ausgewählter Berufe sowie anhand ausgewählter Lehrpläne von Fachschulen und Berufsfachschulen ihren Beitrag. Naturgemäß kann damit nur ein Ausschnitt aus dem Möglichen und Gebotenen betrachtet werden. Auf Basis der einschlägigen wissenschaftlichen Untersuchungen im Vorfeld (vor allem die BayME-Studie von 2016) werden Hinweise und Anregungen im Rahmen der geltenden Ordnungsmittel gegeben.

Die hier getroffenen Aussagen sind als Anregungen für selbständige, weitergehende Analysen zu verstehen und sollen den beruflichen Schulen eine Basis für eigene Überlegungen mit individuellem, schulspezifischem Hintergrund bieten. Die Handreichung kann nicht leisten, Schulen diese eigenen Überlegungen zur möglichen Umsetzung mit den unterschiedlichsten dort herrschenden Bedingungen abzunehmen. Das wäre aus Sicht des Arbeitskreises zwar im Sinne des Servicegedankens grundsätzlich wünschenswert, ist aber aufgrund der lokal stets sehr individuellen Kriterien seriös nicht leistbar.

Die dargebotenen Teilbereiche sind so konzipiert, dass sie für sich alleine stehen könnten. Auch deshalb finden sich vor den berufsspezifischen Analysen ergänzende Lesehinweise. Dennoch wird, v. a. mit Blick auf die besonders ausgeprägte Interdisziplinarität der Thematik „Digitale Transformation“, dringend dazu geraten, alle Teilbereiche gleichermaßen zu lesen. Die Erfahrungen bei der Analyse der ausgewählten Lehrplanrichtlinien und Lehrpläne im Arbeitskreis zeigen, dass die aktuell formulierten Kompetenzerwartungen für die Lernfelder und -gebiete mit Blick auf den Kontext „Digitale Transformation“ in der Regel weiterhin gültig sind.

Basierend auf der immer schneller werdenden Entwicklung digitaler Technologien und der damit einhergehenden Beschleunigung der Veränderungsprozesse an beruflichen Schulen, wurde die erste Auflage der Handreichung Wirtschaft 4.0 an beruflichen Schulen (2018) überarbeitet und um Analysen weiterer Lehrplanrichtlinien erweitert. Rückmeldungen aus den beruflichen Schulen sowie Teilnovellierungen einzelner Lehrplanrichtlinien sind hierbei eingeflossen. Ferner wurde die Übertragbarkeit der Herangehensweisen in den Analysen auf andere Berufe und Ausbildungsrichtungen verbessert.

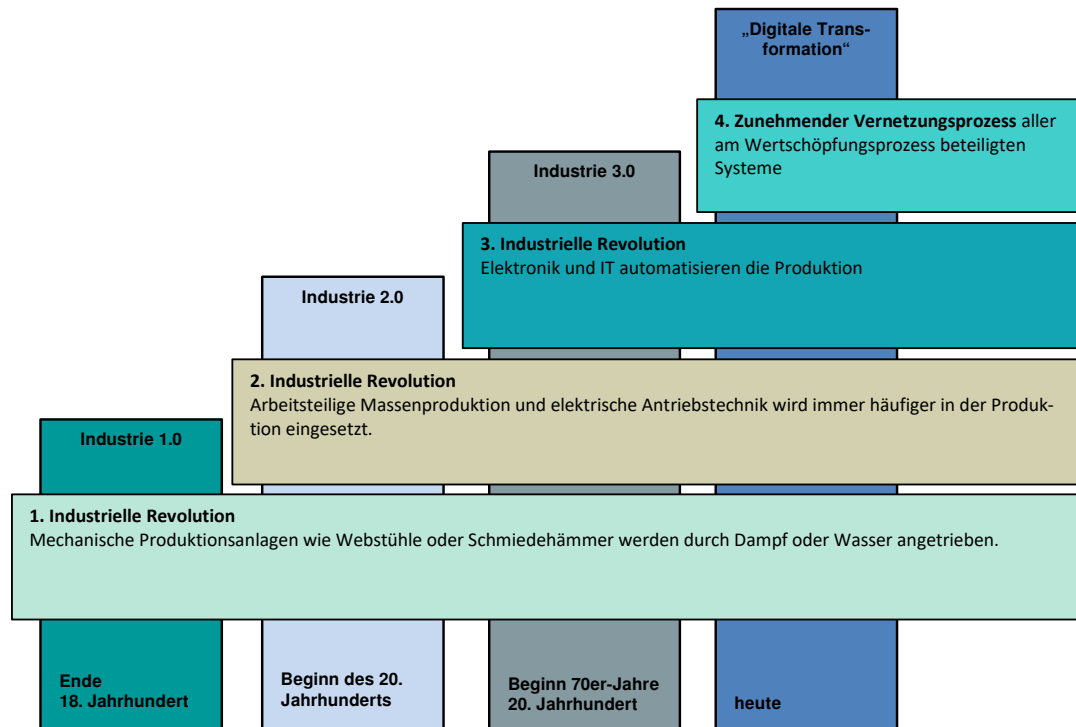
Auf das Fortbildungskonzept der Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung in Dillingen (ALP), die Fortbildungsmodul im Bereich Digitale Transformation durchführt, sei an dieser Stelle hingewiesen. Ein herzliches Dankeschön an die Akademie für die intensive, sich inhaltlich verschränkende Zusammenarbeit. Die vorliegende Handreichung und das Fortbildungskonzept der ALP sind als gedankliche Einheit zu verstehen. Mein besonderer Dank gilt aber allen Lehrkräften des Arbeitskreises sowie den Beraterinnen und Beratern der Handreichung.



Anselm Råde  
Direktor des ISB

## 2 Einordnung der Begriffe „Industrie 4.0 / Wirtschaft 4.0 / Digitale Transformation“ – Erläuterungen

Sucht man mit einschlägigen Internetsuchmaschinen nach dem Begriff „Industrie 4.0“, so erhält man zurzeit ca. 24 Millionen Treffer. Mittlerweile wird „4.0“ auch als Synonym für Veränderung benutzt. Von „Bäcker 4.0“ bis „Schule 4.0“ finden sich Bezeichnungen in Publikationen, um einen kernigen Begriff für den Fortschritt (meist hin zur Moderne) zu benutzen. Historisch knüpft der Begriff Industrie 4.0 an die bereits etablierten Begrifflichkeiten Industrie 1.0 bis Industrie 3.0 an.



(Säulenmodell – von Industrie 1.0 hin zur Digitalen Transformation)

Erweitert man den Begriff Industrie 4.0 um die Bereiche Dienstleistung, Handwerk, Handel und Arbeitswelt im Allgemeinen, so beschreibt die Digitale Transformation (vormals „Wirtschaft 4.0“) die Tragweite des Wandels besser und umfassender. Im Folgenden wird dieser Begriff und die damit einhergehende Sichtweise gedanklich zugrunde gelegt. Die Basis der Veränderung von der dritten industriellen Revolution hin zu Industrie 4.0 / Wirtschaft 4.0 oder auch zur Digitalen Transformation stellen sogenannte **cyber-physische Systeme<sup>1</sup> (CPS)** dar. Dies sind komplexe, physische Produktionssysteme, wie z. B. Fertigungs-einrichtungen, die durch **intelligente, autonome** und **dezentrale** Steuerungen sowie einen **hohen Vernetzungsgrad** gekennzeichnet sind. Die Vernetzung findet lokal sowohl auf **horizontaler** (Vernetzung z. B. innerhalb der Produktionsebene) als auch **vertikaler Ebene** (Vernetzung z. B. zwischen Produktionsebene und Betriebsleitebenen), aber auch global über das Internet statt. Dort bilden sie das **Internet der Dinge und Dienste** („Internet of Things – IoT“). Im Zuge von Industrie 4.0 / Wirtschaft 4.0 / Digitaler Transformation findet auch ein **Paradigmenwechsel** statt.

<sup>1</sup> Cyber-physische Systeme sind Systeme, bei denen informations- und softwaretechnische mit mechanischen bzw. elektronischen Komponenten verbunden sind, wobei Datentransfer und -austausch sowie Kontrolle bzw. Steuerung über eine Infrastruktur wie das Internet erfolgen.

Alle Phasen der Wertschöpfungskette eines Produktes werden eingeschlossen, von der Idee über die Entwicklung, Fertigung, Nutzung und Wartung bis zum Recycling. Das **Produkt** wird zu einer **aktiven Systemkomponente**. Beispielsweise kann ein am Produkt befindlicher Datenträger (z. B. mit RFID-Technologie) einer Bearbeitungsmaschine mitteilen, wie das Produkt bearbeitet werden „möchte“. Die **Digitale Transformation** und damit die **Wirtschaft 4.0** bedient sich Industrie 4.0-Technologien und beinhaltet dabei die Lieferkette sowie die Betreiber von Produktionseinrichtungen und die Endnutzer der Produkte.

Die cyber-physischen Systeme verfügen somit über **neue Fähigkeiten** gegenüber den zentral agierenden Steuerungen, deren Einführung in der Produktion u. a. den Übergang zur dritten industriellen Revolution eingeläutet hat. Cyber-physische Systeme erfassen den gesamten Wertschöpfungsprozess von Unternehmen, wozu auch die **kaufmännische Ebene** gehört. Kundenspezifische Fertigung („Losgröße 1“), vorausschauende Instandhaltung und bzw. oder eine optimierte Produktionslogistik sind nur einige Beispiele. Außer der Industrie können auch **Handwerk, Handel** und letztlich natürlich auch die **Endverbraucher** von diesen sich neu ergebenden Optionen in vielfältigen Bereichen profitieren. Der Einsatz der cyber-physischen Systeme, die eine Vielzahl von Unternehmensdaten verarbeiten, speichern und unter Verwendung dieser Daten agieren, bietet nicht nur **neue technische Möglichkeiten und Geschäftsmodelle**, sondern auch **neue Gefahren**. IT-Sicherheit in der Produktion und im Handel wird immer wichtiger. Große Datenmengen, komplexe und schnelllebige Daten („Big Data“) müssen bearbeitet und vor Manipulation und Missbrauch geschützt werden. Neben den unterscheidenden Merkmalen **nutzen** sowohl cyber-physische Systeme („Industrie 4.0“) als auch herkömmlich ausgestattete und programmierte bzw. programmierbare Produktionseinrichtungen („Industrie 3.0“) **gemeinsam innovative Technologien und Komponenten**, wie z. B. Sensor- und Robotertechnik. Dies verdeckt möglicherweise die klare Sicht auf die Unterschiede zwischen Industrie 3.0 und Industrie 4.0. Des Weiteren beschreiben die Begriffe Industrie 4.0, Wirtschaft 4.0 bzw. Digitale Transformation auch einen wirtschaftlichen Wandel, der keinen Zeitpunkt, sondern einen Zeitraum umfasst und stetig ist. Der Prozess unterliegt einer ständigen Anpassung und ist somit auch schwer zu konkretisieren. Insofern erscheint es angebracht, primär den Begriff „Digitale Transformation“ anzuwenden (vgl. Säulenmodell).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Digitale Transformation die Verzahnung von Produktion, Dienstleistung und Handel mit modernster Informations- und Kommunikationstechnik beschreibt. Treibende Kraft dieser Entwicklung ist die zunehmende Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft. Bei dieser starken inner- und überbetrieblichen Vernetzung muss die Sensibilisierung vor der wachsenden Gefahr durch Cyber-Kriminalität einen hohen Stellenwert erhalten.



### 3 Anforderungen der Unternehmen an Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Kontext der Digitalen Transformation

Bitte vergleichen Sie auch entsprechende Studien, hier v. a. die Studie „Industrie 4.0 - Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie“.

#### 3.1 „Handwerk 4.0“ – Konkretisierungen

Die Handwerkskammer Niederbayern-Oberpfalz hat im Zusammenhang mit der Thematik „Industrie 4.0“ folgende, hier im Auszug genannten Eckpunkte formuliert<sup>2</sup>:

##### **Was versteht man unter „Handwerk 4.0“?**

„Handwerk 4.0“ beschreibt Betriebsstrukturen, Arbeitsprozessabläufe, Produkte und Dienstleistungen von Handwerksbetrieben, die in einem bisher noch nicht da gewesenen Maß digital vernetzt, adaptiv wissensbasiert und aus Kundensicht höchst intelligent in Erscheinung treten. Dies wird dadurch möglich, dass sich der Anteil an einfacheren, manuellen Routinetätigkeiten verringert und die hochspezialisierte handwerkliche Wissensarbeit mithilfe intelligenter Technologien an Bedeutung gewinnt. Intelligente Informationssysteme helfen dem Handwerker, clevere Lösungen zu entwickeln. Die Betriebe setzen dabei gezielt individuelle Kundenwünsche um, die ebenfalls über den digitalen Weg, beispielsweise über soziale Medien, generiert werden. Von den Mitarbeitern in einem Handwerksbetrieb fordert „Handwerk 4.0“ das entsprechende Know-how, um die künftigen Anforderungen der digitalen Welt bewältigen und umsetzen zu können.

##### **Welche Handlungsfelder betrifft „Handwerk 4.0“?**

###### Neue Geschäftsmodelle und veränderte Strukturen

Die zunehmende Vernetzung und Zusammenführung von Produktionsketten, insbesondere bei industriezuliefernden Anbietern aus dem Handwerk, wird zu einer Neuordnung der Strukturen führen. In Zukunft werden Auftraggeber ihre Bestelldaten direkt an das Auftragsabwicklungssystem des Auftragnehmers senden. Durch diese direkte Beeinflussung der Produktion des Auftragnehmers verschwimmt die Grenze zwischen den Betrieben, bestehende Abläufe und Geschäftsmodelle werden neu definiert. Die damit verbundenen Risiken sind zu bewerten, um Vorsorge zu treffen.

###### Chancenreiche Technologien und neue Verfahren

Das Handwerk bleibt in vielen Bereichen nach wie vor „Hand-Werk“. Die Einzelproduktion wird ein beherrschender Faktor im Handwerk bleiben. Neue Verfahren und Technologien ermöglichen es den Handwerksbetrieben, ihre Spielräume erheblich zu erweitern, ihre Prozesse zu verschlanken, ihre individuelle Kreativität und Problemlösungskompetenz auszubauen sowie ihre Arbeitsplätze stärker mitarbeiter- und gesundheitsorientiert auszugestalten – „Handwerk 4.0“ ist daher eine große Chance für viele Handwerksbetriebe.

<sup>2</sup> Haber, Hinterdobler: Handwerk 4.0 – Zukunft im digitalen Zeitalter, HWK Niederbayern-Oberpfalz, Juli 2016

### Optimierte Geschäftsprozesse und Effizienzsteigerung

Digitale Geschäftsprozesse, ob im Büro, auf der Baustelle oder in der Werkstatt, tragen erheblich zu einer Effizienzsteigerung der Betriebe bei. Außerdem kann das digitale Arbeiten dabei helfen, die traditionell geringe Personalkapazität der Verwaltung in kleinen und mittleren Betrieben optimal zu steuern. Die Auswirkungen des demografischen Wandels können so, zumindest teilweise, abgemildert werden. Handwerksbetriebe können außerdem besser den gesellschaftlichen Bedürfnissen Rechnung tragen, z. B. durch Heimarbeitsplätze zur Steigerung der Familienfreundlichkeit.

### Veränderte Kundenansprache und angepasstes Marketing

Handwerksbetriebe haben facettenreiche Möglichkeiten, die in der Intensität des Aufwands variieren können, um ihre Kunden zu erreichen und zu bedienen. So werden sich die Kundenansprache und das Marketing in Zukunft grundlegend verändern. Gleichzeitig werden sich aber auch die Kundenbedürfnisse und das Informationsverhalten der Verbraucher ändern. Ehemals regionale Märkte werden geographisch deutlich erweitert, die Transparenz von Leistungen wird zunehmen. Zugleich wird es für Betriebe möglich sein, sich mit einfachen Mitteln weltweit zu präsentieren.

### Datenschutz und Datensicherheit als Rückgrat

Sämtliche Entwicklungen der digitalbasierten Technologien erfordern eine hohe Sicherheit der Daten und ihrer Übertragungswege. Das zu gewährleisten und zugleich in Einklang mit Verbraucher- und Datenschutz zu bringen, ist die Grundlage für den Erfolg digitaler Technologien. Zugriffe auf Kalkulations- oder Produktionsdaten sollten erst nach einem Abwägungsprozess und auf der Grundlage eindeutiger Vereinbarungen gewährt werden.

## **3.2 Stichwortnennungen im Arbeitskreis für den Bereich Elektro- und Automatisierungstechnik**

Die Reihenfolge der nachfolgend aufgeführten Punkte ist vollkommen zufällig und stellt keine Priorisierung dar.

- Erkennen horizontaler und vertikaler Zusammenhänge und Abhängigkeiten
- Prozessorientiertes Denken und Handeln
- Beherrschen von IT-Grundlagen – fachliche Kompetenzen mit verstärktem Fokus auf IT und Vernetzung
- Bewusstsein für Chancen, aber auch mögliche Gefahren, vernetzter Systeme
- Interesse für und Offenheit gegenüber technologischen Innovationen
- Bestreben, auf dem jeweils aktuellen Stand der Technik zu sein
- Verschmelzen realer und virtueller Realitäten (Simulationen, Augmented Reality, Virtual Reality)
- Datenerfassung, Datenweitergabe, Datenspeicherung, Datensicherheit, Datenverfügbarkeit, Datenauswertung  
In diesem Zusammenhang: Wer? Wie? Zugriffsrechte? Bedeutung in der Wertschöpfungskette?
- Horizontale und vertikale Vernetzung (MES, ERP)<sup>3</sup>

<sup>3</sup> MES: „Manufacturing Execution System“ – „Produktionssteuerung“ – Verknüpfung der Auftragsbearbeitung mit der Fertigung  
ERP: „Enterprise Resource Planning“ – Verknüpfung aller Unternehmensbereiche von der Warenwirtschaft, dem Personaleinsatz, über Logistik und IT bis zur Fertigung

- Interdisziplinäres (Elektro, Metall, IT, BWL) und interkulturelles Denken und Handeln
- Selbstreguliertes Lernen unter Nutzung unterschiedlichster Quellen
- Umgang mit Software (Installation, Updates)

### 3.3 Kompetenzbereiche

#### 3.3.1 Fachgruppenübergreifend im Kontext Wirtschaft 4.0

- Modell der Automatisierungspyramide (RAMI 4.0) mit horizontaler und vertikaler Vernetzung analysieren und beschreiben
- Eigenschaften eines CPS erfassen und beschreiben
- Hardware- und Software-Komponenten eines CPS analysieren und in der Automatisierungspyramide bzw. im RAMI verorten
- Schnittstellen eines CPS erfassen und Zusammenhänge beschreiben
- Neue Möglichkeiten in der Fertigung durch Wirtschaft 4.0 analysieren und vorschlagen
- Aufgaben und Daten eines ERP-Systems analysieren und interpretieren
- Aufgaben eines MES-Systems analysieren und anwenden

#### 3.3.2 Programmierung

Programmierung in den Bereichen *Mechatronische Systeme, Systementwicklung, Automatisierungstechnik, Steuerungstechnik, Mikrocontrollertechnik, Robotertechnik, Softwareentwicklung, Internettechnologien, Datenbanken*

- Geeignete Komponenten zur Umsetzung erforderlicher Steuerungs- und Regelungsaufgaben auswählen
- Daten- und Kommunikationsstruktur eines CPS-Prozesses beschreiben und festlegen
- Vernetzte Komponenten einer Anlage parametrieren und in Betrieb nehmen
- Zyklische und azyklische Kommunikation unterscheiden und realisieren
- Datenkommunikation zwischen Steuerungskomponenten umsetzen
- Erforderliche Netzübergänge (Gateway, Router, OPC) für den Datenaustausch mit übergeordneten Prozessebenen (MES, ERP) festlegen und einrichten
- Komponenten zur Prozessvisualisierung auswählen, konfigurieren sowie Prozess- und Fertigungsdaten mit geeigneten Systemen (WinCC, Zenon) visualisieren
- Verfahren zur Werkstückidentifikation auswählen und einsetzen (QR-Code, RFID)
- Diagnoseverfahren zur Fehlersuche nutzen
- Steuerungsprogramme in IEC-Sprachen (AWL, KOP, FUP, ST, AS) entwickeln
- Fernwartung und Internetkommunikation einer SPS konfigurieren und in Betrieb nehmen

- Anlagen unter dem Aspekt der funktionalen Sicherheit planen und realisieren
- Sinn und Zweck eines Datenbanksystems beschreiben, Architekturen eines Datenbankmodells analysieren sowie Fertigungs- und Prozessdaten innerhalb eines Datenbankmodells verorten

### 3.3.3 Vernetzung (Netzwerktechnik, Kommunikationstechnik)

- Prinzipiellen Kommunikationsablauf an einem Schichtenmodell erläutern
- Lokale Netze (drahtgebunden und drahtlos) in Verwaltung und Produktion analysieren und konzipieren
- Aufbau und Komponenten eines Ethernet-Netzwerks beschreiben
- Verfahren der Netzwerkadressierung und Strukturierung anwenden (Subnetze, CIDR, V-LAN)
- Netzwerkkomponenten auswählen, konfigurieren und in Betrieb nehmen (Switch, Router, SPS)
- Tools zur Diagnose in Netzwerken nutzen
- Industrielle Bus-Systeme/-protokolle (ASi, Profibus, Profinet, CAN) vergleichen und beschreiben
- Determinismus/Echtzeitfähigkeit von Bus-Systemen erschließen
- Verfahren zur Autorisierung und Authentifizierung beschreiben und anwenden sowie Maßnahmen zum sicheren Internetzugriff ergreifen
- Anbindung an eine Datencloud realisieren

### 3.3.4 Fertigungsprozesse (Konstruktion, CAD, CAE)

- Werkstücke mittels 3D-CAD-System entwickeln
- 3D-Datensätze für additive Fertigungsverfahren aufbereiten
- Additive Fertigungsverfahren vergleichen und auswählen
- Fertigungsdaten mit CAM-Systemen generieren
- Produktionsdaten in ERP-Systemen analysieren
- Möglichkeiten der vorbeugenden Instandhaltung identifizieren
- Anlagenplanung mittels CAE-Anwendung erstellen
- Datenschnittstellen zum Datenaustausch unterschiedlicher CAE-Systeme analysieren (DXF, STEP, VDA, VRML ...)

### 3.3.5 Medienkompetenz (fächerübergreifend)

- Geeignete Medien entsprechend Aufgabenstellung und Zielgruppen auswählen
- Plattformen zum digitalen Wissensaustausch nutzen

- Arbeitsergebnisse zur digitalen Darstellung aufbereiten
- Online Tools zum selbstgesteuerten Lernen einsetzen
- Apps zur HW-Konfiguration verwenden
- Verhaltensregeln im digitalen Raum einhalten
- Maßnahmen zum Schutz privater und betrieblicher Daten treffen
- Rechtliche Rahmenbedingungen bei der Mediennutzung berücksichtigen

### **3.3.6 Sozialkompetenzen und überfachliche Kompetenzen**

- Aufgabenstellungen aus Systemsicht erschließen
- In interdisziplinären Teams zusammenarbeiten
- Mit anderen Menschen und Kulturen angemessen umgehen
- Zusammenarbeit in Teams planen und organisieren
- Eigene Lösungsstrategien entwickeln
- Methoden zum selbst gesteuerten Lernen einsetzen

### 3.4 Möglichkeiten der individuellen Datenerhebung und –analyse

Beispiel 1: Umfrage zu sich verändernden Ausbildungsinhalten und Kompetenzen  
 Hinweis: Hier am Beispiel Industriemechaniker und Industriemechanikerin. Die Basis ist nutzbar für andere Berufe und Berufsgruppen.

Interviewraster zur Befragung von Ausbildungsverantwortlichen Gesprächspartner: _____ Datum: _____
---

Die Anforderungen an die jungen Facharbeiter ändern sich laufend. Zurzeit werden gravierende Veränderungen im Zusammenhang mit dem Begriff Digitale Transformation diskutiert. Damit wir als Berufsschule Ihren unternehmensspezifischen Bedürfnissen und den grundsätzlichen Änderungen im Berufsbild Industrie-mechaniker/-in gerecht werden können, bitten wir Sie um eine Einschätzung zu den in Zukunft erforderlichen Kompetenzen ihrer Facharbeiter.

Bei den Industriemechanikern sollten in Zukunft folgende Inhalte und Kompetenzen stärker bzw. weniger stark gewichtet werden:

	zunehmend wichtig		weniger wichtig			
<b>Grundstufe</b>	++	+	+-	-	--	Hinweise
Zeichnungslesen						
Grundlagen Rechnen						
Konventionelle Zerspanung: Theorie und Praxis						
Werkstoffkunde						
Lernen lernen: Sockeltraining						
Projekt der Grundstufe: z. B. Fahrzeug mit Gummitrieb						
<b>Fachstufe</b>						
Konventionelle Zerspanung: Theorie und Praxis						
CNC-Technik						
CAD/CAM						
3D-Druck						
Baugruppen: Lager, Dichtungen						
Werkstoffkunde						

Pneumatik						
Elektropneumatik						
Hydraulik						
SPS						
Robotik						
<b>Weitergehende Kompetenzen</b>						
Teamfähigkeit						
Dokumentieren und Auswerten von Daten aus Arbeitsprozessen – z. B. bei der Instandhaltung						
Selbständiges Arbeiten (an Projekten)						
Prozess-/Datenmanagement, z. B. Betriebsdaten bewerten						
Instandhaltung von vernetzten (komplexen) Anlagen						

Weitere Anmerkungen

---



---



---



---

## Beispiel 2: Umfrage zu betriebsinternen Fortbildungen der Auszubildenden

<b>Firmenname, Adresse</b>	
<b>Anzahl der Mitarbeiter</b>	

Welche betriebsinternen Fortbildungen haben Ihre Auszubildenden in den vergangenen Jahren erhalten bzw. sind zukünftig erwünscht? Bitte ergänzen Sie die Themenbereiche bei Bedarf.

## Beispiel:

Themenbereich	durchgeführt	erwünscht	Inhalte	Ausbildungsberuf(e)
Robotik	X	X	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lineareinheiten</li> <li>3-Achs-Positionierer</li> </ul>	Elektroniker für Automatisierungstechnik
Bussysteme	X			
Industrial Ethernet		X		

## Abfrage:

Themenbereich	durchgeführt	erwünscht	Inhalte	Ausbildungsberuf(e)
Robotik				
Smart Home				
Smart Grid				
Fernwartung (z. B. Heizungsanlagen)				
Vernetzung (Ethernet, Industrial Ethernet, Profinet u. a.)				
Bussysteme				
Kommunikationstechnik				
Elektropneumatik				
Sensorik (IO-Link)				
RFID				
3D-Druck				
Datenauswertung aus Datenbanken, Excel u. a.				
Informationstechnik				
Digitale Handbücher nutzen				
Konferenzschaltungen zur Zusammenarbeit und für Support				



Beispiel 3: Auswertungsanalyse – Umfrage Ausbildungsbetriebe Mechatronik – BSZ Fertigungstechnik München

Umfrage Ausbildungsbetriebe Mechatronik München 21.03.17														
Domänenbezogene Kompetenzen Industrie 4.0 K1- K6														
12 Klein- und Mittelständische Unternehmen KMU		Wichtigkeit					Durchschnitt	Nennung	Wichtigkeit x Nennung					
8 Großunternehmen GU		1	2	3	4	5								
K1	Produktionsnetzwerke und –systeme analysieren, überwachen, optimieren und erweitern	3	2	1	4	3	0	4	2	1	0	2,65	20	53
		5	5	3	6	1								
K2	IT-gestützte Assistenz- und Diagnosesysteme anwenden und mitgestalten	3	1	2	5	3	2	3	0	1	0	2,50	20	50
		4	7	5	3	1								
K3	Daten aus der Produktion analysieren, interpretieren und dokumentieren	1	1	5	2	4	3	0	2	2	0	2,75	20	55
		2	7	7	2	2								
K4	Prozesszusammenhänge mit allen vor- und nachgelagerten Bereichen und deren Vernetzung verstehen und optimieren	3	3	4	1	2	3	2	0	1	1	2,45	20	49
		6	5	5	2	2								
K5	Anlageninbetriebnahme durchführen und Prozessoptimierung sicherstellen	7	3	3	4	0	1	2	0	0	0	1,75	20	35
		10	7	1	2	0								
K6	Störungsbehebung durchführen und Anlagen in Stand halten	9	4	2	3	0	0	1	1	0	0	1,55	20	31
		13	5	0	2	0								

Die Interpretation der Zahlenwerte hängt selbstverständlich von individuellen Faktoren ab.

### 3.5 Übersicht der Anforderungen, geordnet nach den generischen Handlungsfeldern

#### Anlagenplanung

- Funktion der Anlagen erschließen und beschreiben
- Möglichkeiten der Vernetzung untersuchen und dokumentieren
- Anlagensimulation durchführen und situativ einsetzen

#### Anlagenaufbau

- Technischen Aufbau der Anlage vornehmen
- Zusammenhänge und Funktionen der einzelnen Arbeitsschritte identifizieren
- Einbindung der Arbeitsschritte in Gesamtprozess untersuchen
- Einsatz von Aktoren und Sensoren planen und umsetzen
- Vernetzungsstruktur planen und umsetzen
- Wichtige Daten für den Gesamtprozess (Programme, Schnittstellenkonfigurationen, statistische Daten, Daten zur Qualitätsprüfung und zur Vernetzung) bereitstellen und verwenden

#### Anlageneinrichtung und Inbetriebnahme

- Einstellen eines Nullpunktes, das Kalibrieren und Austarieren von Startpositionen durchführen
- Den unterbrechungsfreien Transfer von Daten sicherstellen
- Anlagendaten für übergeordnete Systeme (MES, ERP) bereitstellen
- Die korrekte Anzeige von Daten auf Überwachungsbildschirmen realisieren
- Mechanische, hydraulische, pneumatische, elektrische und elektronische Funktionen sicherstellen

#### Anlagenüberwachung

- Echtzeit-Daten der Anlage analysieren und auswerten
- Gesamtablauf der Anlage beobachten und korrigieren

#### Prozessmanagement

- Prozesse beobachten und reflektieren
- Störungen identifizieren und beheben
- Vorbeugende Inspektionen ansetzen und überprüfen
- Kontinuierliche Prozessabläufe sicherstellen
- Ablauf, Funktion und Betrieb der Gesamtanlage beschreiben

#### Datenmanagement

- Maschinendaten analysieren, interpretieren und verarbeiten
- Anlagen aus Prozesssicht und softwareseitig erschließen und optimieren
- Parametrierungsaufgaben selbständig durchführen
- Korrektur von Programmiersätzen durchführen
- Datenanalysen anfertigen

#### Instandhaltung

- Instandhaltungsaufgaben (metalltechnische, elektrische und IT-basierte Aufgaben) durchführen
- Betriebs- und Produktionsdaten erfassen, aufbereiten und visualisieren
- Assistenzsysteme zur Fehlerdiagnose, Dokumentation und zum Wissenstransfer nutzen

#### Instandsetzung

- Reparaturabhängigkeiten aufgrund von Vernetzungen und IT-Anbindung von Maschinen und Anlagen erfassen
- Softwareupdates durchführen

#### Störungssuche und Störungsbehebung

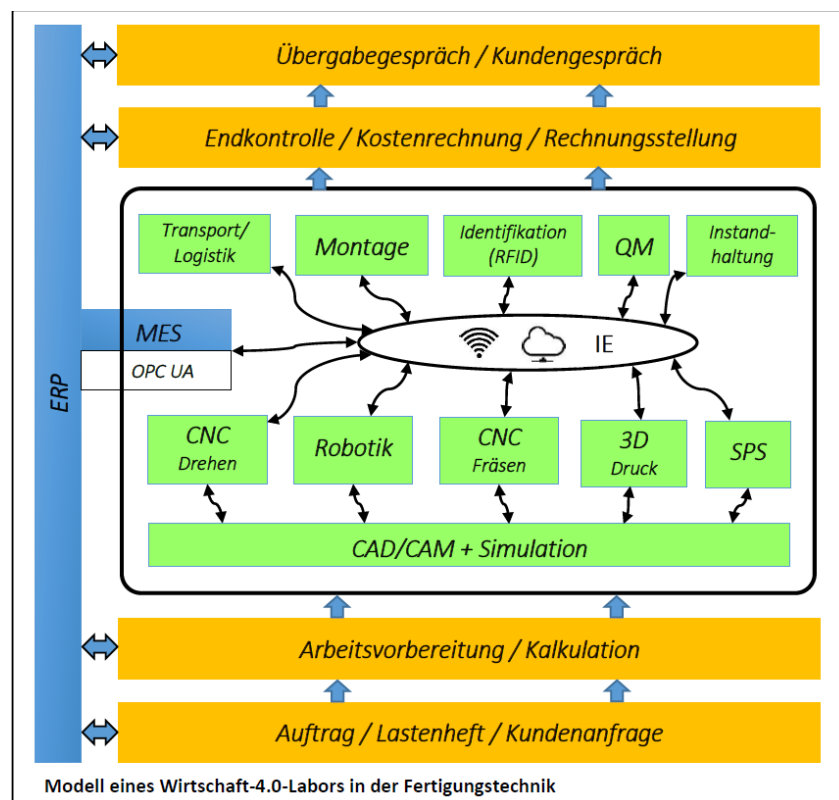
- Ursachen für Störungen im Produktionsablauf identifizieren und beheben
- Diagnoseverfahren beherrschen
- Störungen in IT-Systemen oder in der Vernetzung identifizieren und beheben

## 4 Analysen ausgewählter Lehrplanrichtlinien/Lehrpläne (Berufsschulen, Berufsfachschulen, Fachschulen)

### 4.1 Kaufmann/Kauffrau für Büromanagement

Diese Hinweise sollen einen Einblick liefern, wie bei der Lehrplananalyse vorgegangen wurde, wie sie verwendet werden kann und wie in kaufmännischen Lehrplänen Wirtschaft 4.0-Inhalte identifiziert und im Unterricht berücksichtigt werden können.

Wie bereits bei der Definition des Begriffs angesprochen, sind für Wirtschaft 4.0 cyber-physische Systeme (CPS) entscheidend. Sie ermöglichen einen deutlich höheren Vernetzungsgrad als bisher. Die Produktion selbst bleibt für den Kaufmann im Büromanagement zwar im Wesentlichen eine „Black Box“, allerdings wird über das ERP-System (Enterprise Resource Planning) und daran angeschlossen das MES (Manufacturing Execution System) eine Schnittstelle generiert (vgl. Abbildung Wirtschaft-4.0-Labor in der Fertigungstechnik). In diesem Bereich entstehen also die größten Veränderungen und somit die höchsten Anforderungen durch die Umstellung von Wirtschaft 3.0 auf 4.0.



Dies spiegelt sich bereits in den berufsbezogenen Vorbemerkungen der Lehrplanrichtlinie zum/zur Kaufmann/-frau für Büromanagement wieder. Schon hier wird eine Orientierung an Geschäftsprozessen unter Einsatz einer geeigneten Unternehmenssoftware gefordert.

Um geeignete Ansatzpunkte für Wirtschaft 4.0-Unterrichtsinhalte zu identifizieren, wurden die einzelnen Lernfelder nach den Einsatzmöglichkeiten für ERP-Systeme und somit entsprechend nach vernetzten Geschäftsprozessen durchsucht. Hier boten sich speziell (aber nicht ausschließlich) in der Jahrgangsstufe 10 im Bündelungsfach „Büromanagementprozesse“ das Lernfeld „Kunden akquirieren und binden“, im Bündelungsfach „Kaufmännische Steuerung und Kontrolle“ das Lernfeld „Werte-ströme erfassen und beurteilen“ und im Bündelungsfach „Geschäftsprozesse und Kommunikation“ das Lernfeld „Aufträge bearbeiten“ an. Diese drei Lernfelder wurden exemplarisch analysiert. Es ist außerdem nahe liegend, bereits in der Jahrgangsstufe 10 mit ERP-Systemen zu arbeiten, da so eine größere Vertrautheit mit dem System in den folgenden Ausbildungsjahren erreicht wird.

In den Kompetenzerwartungen des jeweiligen Lernfeldes wurde nach Formulierungen gesucht, die den sinnvollen Einsatz eines ERP-Systems zulassen. Diese wurden im Folgenden markiert. Bei den Vorschlägen zur Umsetzung im Unterricht wurde der Fokus auf korrespondierende Kompetenzerwartungen gelegt. Außerdem werden ebenfalls korrespondierende Unterrichtsinhalte angegeben, die für die Lernziel-erreichung nicht immer notwendig, aber hilfreich sind. Diese sind als mögliche Anregung zu verstehen und können unter Berücksichtigung individueller Lehr- und Lernparameter nach Sinnhaftigkeit im Unterricht vermittelt werden.

## Kaufmann/Kauffrau für Büromanagement: Auszüge aus den Lehrplanrichtlinien

### Auszug aus den berufsbezogenen Vorbemerkungen

Die Lernfelder orientieren sich an betrieblichen Handlungsfeldern. Sie sind methodisch-didaktisch so umzusetzen, dass sie zur beruflichen Handlungskompetenz führen. Die Kompetenzen beschreiben den Qualifikationsstand am Ende des Lernprozesses und stellen den Mindestumfang dar. Inhalte sind in Kursivschrift nur dann aufgeführt, wenn die in den Zielformulierungen beschriebenen Kompetenzen konkretisiert oder eingeschränkt werden sollen. Die Lernfelder bauen spiralcurricular aufeinander auf.

Die unterrichtliche Umsetzung der Buchführung im Lernfeld *Werteströme erfassen und beurteilen* zielt auf den Erwerb grundlegender buchhalterischer Kompetenzen ab. Zur Förderung der in diesem Lernfeld und im Lernfeld *Wertschöpfungsprozesse erfolgsorientiert steuern* formulierten Kompetenzen empfiehlt sich die Anwendung eines reduzierten Industriekontenrahmens. Diese Lernfelder eröffnen die Möglichkeit einer **ganzheitlichen Umsetzung mit einer Orientierung an Geschäftsprozessen**.

In die Lernfelder sind fremdsprachige Kompetenzbeschreibungen integriert. Schülerinnen und Schüler sind zu ermutigen, ihre fremdsprachigen Kompetenzen und berufsspezifisches Fachvokabular situationsadäquat einzusetzen. Das Fach Englisch ist mit 120 Stunden über drei Jahrgangsstufen angelegt und sollte thematisch in die Lernfelder eingebunden werden.

Die schreibtechnischen Kompetenzen werden zu gleichen Teilen durch Betrieb, Schule und Eigenengagement erworben. Der Schwerpunkt liegt am Beginn der Ausbildung.

Neben dem Einsatz von Programmen zur Textverarbeitung, zur Tabellenkalkulation und zur Präsentation **empfiehlt sich auch der Einsatz von Unternehmenssoftware zur Unterstützung der Lernprozesse**.

[...]

### Auszug aus der Übersicht über die Fächer und Lernfelder

#### Büromanagementprozesse

Die eigene Rolle im Betrieb mitgestalten und den Betrieb präsentieren	40 Std.
Büroprozesse gestalten und Arbeitsvorgänge organisieren	60 Std.
<b>Kunden akquirieren und binden</b>	<b>60 Std.</b>
	<hr/>
	160 Std.

#### Kaufmännische Steuerung und Kontrolle

<b>Werteströme erfassen und beurteilen</b>	<b>80 Std.</b>
--	----------------

#### Geschäftsprozesse und Kommunikation

<b>Aufträge bearbeiten</b>	<b>80 Std.</b>
Sachgüter und Dienstleistungen beschaffen und Verträge schließen	120 Std.

## BÜROMANAGEMENTPROZESSE

### Jahrgangsstufe 10

<b>Lernfeld</b>	<b>60 Std.</b>
<b>Kunden akquirieren und binden</b>	
<b>Kompetenzerwartung</b>	
<p><b>Die Schülerinnen und Schüler verfügen über die Kompetenz, den Einsatz von Preis- und Kommunikationspolitik für die Kundengewinnung und -bindung zu nutzen.</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler analysieren anhand der Daten der Marktforschung (<i>Primär- und Sekundärforschung</i>) und der Kundendaten die aktuelle Marktsituation (<i>Kundenstruktur, Konkurrenz, konjunkturelle Lage</i>) zum Leistungsangebot des Betriebes. Sie gestalten auf der Basis vorgegebener Elemente einen Fragebogen mit den Anwendungsmöglichkeiten (<i>Formulargestaltung</i>) eines Textverarbeitungsprogramms.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler informieren sich darüber, auf welchem Markt (<i>Käufer- und Verkäufermarkt</i>) sich ihr Betrieb befindet. Sie leiten daraus die absatzpolitischen Ziele und Möglichkeiten der Preisfestsetzung auch mithilfe von Modellen (<i>vollständige Konkurrenz</i>) ab.</p> <p>Sie nehmen Kunden als wichtige Partner wahr und ermitteln den spezifischen Nutzen von Produkten oder Dienstleistungen für diese. Sie identifizieren geeignete Wettbewerbsstrategien, um die absatzpolitischen Ziele des Betriebes zu erreichen.</p> <p>Im Rahmen einer Werbeplanung treffen die Schülerinnen und Schüler Entscheidungen zur Zielgruppe sowie zum Streugebiet und zur Streuzeit. Sie planen dabei den möglichen Einsatz von sozialen Netzwerken zur Optimierung der Unternehmensprofilbildung und der Erhöhung der Kundenzufriedenheit.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler beurteilen die Markt- und Wettbewerbssituation ihres Betriebes und entwickeln innerhalb eines Marketingkonzeptes einen Mix aus Preis- und Kommunikationspolitik. Bei der Festlegung der Preise berücksichtigen sie die Kunden-, Konkurrenz- und Kostensituation ihres Betriebes.</p> <p>Sie formulieren einen Werbebrief als Serienbrief an ihre Kundinnen und Kunden und gestalten diesen und weitere Werbemittel eines Textverarbeitungsprogramms. Zur Gewinnung ausländischer Kunden verfassen sie einen Brief auch in einer Fremdsprache. Sie nutzen auch Möglichkeiten aktueller Kommunikationswege im Rahmen der Kommunikationspolitik.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler berücksichtigen wirtschaftliche, rechtliche und ethische Grenzen der Werbung und artikulieren dabei eigene Wertvorstellungen. Sie respektieren die Wertvorstellung anderer.</p> <p>Sie dokumentieren, präsentieren und beurteilen ihre Ergebnisse. Die Schülerinnen und Schüler bewerten den Erfolg der angewendeten Marketingmaßnahmen für den Betrieb.</p> <p>Sie reflektieren ihre Vorgehensweise beim Einsatz von Marketinginstrumenten zur Kundenbindung und -gewinnung. Sie beurteilen die ökonomischen Wirkungen von Marketingmaßnahmen und deren Einfluss auf gesellschaftliche Prozesse.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler schätzen ein, inwiefern die ausgewählten Maßnahmen der Verantwortung des Betriebes für unterschiedliche Interessengruppen gerecht werden.</p>	

### Analyse des Lernfeldes:

Die Schülerinnen und Schüler analysieren anhand der Daten der Marktforschung (*Primär- und Sekundärforschung*) und der Kundendaten die aktuelle Marktsituation (*Kundenstruktur, Konkurrenz, konjunkturelle Lage*) zum Leistungsangebot des Betriebs.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- analysieren Datenbanken des ERP mit Blick auf Informationsbeschaffung.
- beurteilen die Nutzbarkeit gewonnener Daten nach vorab definierten Parametern.
- leiten aus den Ergebnissen die Stellung des Unternehmens am Markt ab und präsentieren gewonnene Erkenntnisse.

**Korrespondierende Inhalte:** ERP, Datenbank, Statistiken

Im Rahmen einer Werbeplanung treffen die Schülerinnen und Schüler Entscheidungen zur Zielgruppe sowie zum Streugebiet und zur Streuzeit. Sie planen dabei den möglichen Einsatz von sozialen Netzwerken zur Optimierung der Unternehmensprofilbildung und der Erhöhung der Kundenzufriedenheit.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- gruppieren Kunden zu relevanten Zielgruppen unter Nutzung einer Kundendatenbank eines ERP-Systems.
- entscheiden unter Berücksichtigung des verfügbaren Budgets und der zur Verfügung stehenden Kundendaten über zielgerichtete Werbemaßnahmen.
- beachten dabei Kommunikationsregeln in verschiedenen Kontexten u. a. in sozialen Netzwerken.

**Korrespondierende Inhalte:** ERP, Datenbank, Netiquette, Social Media, CRM, CCM

Die Schülerinnen und Schüler beurteilen die Markt- und Wettbewerbssituation ihres Betriebes und entwickeln innerhalb eines Marketingkonzeptes einen Mix aus Preis- und Kommunikationspolitik. Bei der Festlegung der Preise berücksichtigen sie die Kunden-, Konkurrenz- und Kostensituation ihres Betriebes.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- vergleichen eigene Kennzahlen aus dem ERP-System mit Branchen Kennzahlen.
- wägen Vor- und Nachteile verschiedener Kanäle zur Kundenansprache ab und erstellen Übersichten.
- entwerfen eigene Kommunikationsmittel (z. B. Briefe, Mails) zur Kundenansprache.
- nutzen interne und externe Informationsquellen bei der Preisfestlegung und erstellen aussagekräftige Übersichten unter Verwendung von Software.

**Korrespondierende Inhalte:** Suchmaschinen, Newsletter, Homepage, Profile



Sie formulieren einen Werbebrief als Serienbrief an ihre Kundinnen und Kunden und gestalten diesen und weitere Werbemittel mithilfe eines Textverarbeitungsprogramms.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erstellen Serienbriefe und binden dabei Adressen aus der Kundendatenbank ein.
- recherchieren allgemeine und branchenspezielle Gestaltungshinweise für Werbebriefe online und erstellen Übersichten.
- beurteilen die Notwendigkeit eines firmenspezifischen Auftretens unter Berücksichtigung von Corporate-Identity-Strategien des Unternehmens.
- berücksichtigen die Regeln des Datenschutzes und der Datensicherheit beim Versand von Werbung.

**Korrespondierende Inhalte:** Datenbank, Corporate Design, Suchregeln, Datensicherheit

Sie dokumentieren, präsentieren und beurteilen ihre Ergebnisse. Die Schülerinnen und Schüler bewerten den Erfolg der angewendeten Marketingmaßnahmen für den Betrieb.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- vergleichen Kosten und Einnahmen der Werbemaßnahmen unter Nutzung des ERP-Systems.
- bereiten ihre Ergebnisse mithilfe von geeigneten Medien unter Berücksichtigung von Präsentationsregeln mit geeigneter Software auf.
- definieren Unterschiede zwischen digitaler und persönlicher Kommunikation.

**Korrespondierende Inhalte:** ERP, Tabellenkalkulation, Präsentationssoftware, Kommunikationsregeln

KAUFMÄNNISCHE STEUERUNG UND KONTROLLE  
Jahrgangsstufe 10

<b>Lernfeld</b>	<b>80 Std.</b>
<b>Werteströme erfassen und beurteilen</b>	
<b>Kompetenzerwartung</b>	
<p><b>Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, Werteströme im Betriebsprozessbegleitend zu erfassen und ordnungsgemäß zu dokumentieren sowie die Auswirkungen auf den Betriebserfolg zu beurteilen.</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler identifizieren mit den Kategorien Güter, Geld und Information systematisch Werteströme ihres Betriebes anhand von Belegen, die im Rahmen der Geschäftsprozesse entstehen.</p> <p>Sie informieren sich über die rechtlichen Anforderungen an eine ordnungsgemäße Buchführung (<i>Handelsgesetzbuch, Abgabenordnung, Umsatzsteuergesetz</i>).</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler strukturieren zeitliche und organisatorische Abläufe zur Bearbeitung der Belege unter Berücksichtigung der betrieblichen Rahmenbedingungen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler kontieren Eingangsrechnungen von Sachgütern und Dienstleistungen und dokumentieren die zugrunde liegenden Geschäftsvorfälle. Sie nutzen das aufwandsrechnerische Verfahren beim Einkauf von Handelswaren und buchen Ausgangsrechnungen aus deren Verkauf. Sie buchen die notwendigen Zahlungen unter Berücksichtigung von Skonto. Sie führen Stornobuchungen (<i>Rücksendung</i>) durch. Sie erfassen buchhalterisch Wertminderungen von Anlagegütern. Sie berücksichtigen die Umsatzsteuer und erstellen Umsatzsteuervoranmeldungen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler vergleichen die Ergebnisse aus der Finanzbuchhaltung mit den tatsächlichen Bestandswerten und klären den Korrekturbedarf.</p> <p>Sie ermitteln den Erfolg des Betriebes und beurteilen dessen Auswirkungen für die Bilanz. Sie berechnen die Eigenkapitalrentabilität des Betriebes und bewerten mit den gewonnenen Daten die Wirtschaftlichkeit des Betriebes. Sie arbeiten konzentriert, verantwortungsbewusst und sorgfältig.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler durchdenken ihre Tätigkeiten in der Finanzbuchhaltung hinsichtlich Genauigkeit, Vollständigkeit und Korrektheit. In der retrospektiven Konfrontation mit dem Geleisteten hinterfragen sie ihre Konzentrationsfähigkeit und ergreifen bei Bedarf Maßnahmen, diese zu verbessern.</p>	

### Analyse des Lernfeldes:

Die Schülerinnen und Schüler kontieren Eingangsrechnungen von Sachgütern und Dienstleistungen und dokumentieren die zugrunde liegenden Geschäftsvorfälle. Sie nutzen das aufwandsrechnerische Verfahren beim Einkauf von Handelswaren und buchen Ausgangsrechnungen aus deren Verkauf. Sie buchen die notwendigen Zahlungen unter Berücksichtigung von Skonto. Sie führen Stornobuchungen (*Rücksendung*) durch. Sie erfassen buchhalterisch Wertminderungen von Anlagegütern. Sie berücksichtigen die Umsatzsteuer und erstellen Umsatzsteuervoranmeldungen.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- analysieren, in welcher Datenbank die notwendigen Informationen zu finden sind.
- ordnen eingehende Zahlungen den richtigen Geschäftsfällen im System zu.
- können nach Ausgangsrechnung und Stornobuchung den Restzahlbetrag verbuchen.
- verknüpfen ihr Wissen über die Grundsätze ordnungsgemäßer Buchführung mit der Datensicherung des ERP-Systems.
- erstellen aus den Daten im ERP-System die Umsatzsteuervoranmeldung.

**Korrespondierende Inhalte:** Datenbank, ERP-System, Datensicherheit

Die Schülerinnen und Schüler vergleichen die Ergebnisse aus der Finanzbuchhaltung mit den tatsächlichen Bestandswerten und klären den Korrekturbedarf.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- beurteilen die Notwendigkeit konsistenter Daten.
- nehmen Korrekturen im ERP-System vor.
- sind sensibilisiert für die Risiken einer unerwünschten Datenmanipulation von außen.
- gehen bei der Bearbeitung der Daten im ERP-System gewissenhaft und verantwortungsvoll vor.
- wenden Maßnahmen zum Schutz des Systems an.

**Korrespondierende Inhalte:** ERP-System, Datensicherheit, Datenkonsistenz, Phishing, Trojaner, Passwortstärke, Nutzerkonten, Berechtigungen

## GESCHÄFTSPROZESSE UND KOMMUNIKATION

### Jahrgangsstufe 10

Lernfeld <b>Aufträge bearbeiten</b>	80 Std.
<p data-bbox="304 427 1394 488"><b>Kompetenzerwartung</b></p> <p data-bbox="304 495 1394 600"><b>Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, Anfragen zu beantworten, Angebote zu erstellen und Aufträge anzunehmen sowie störungsfreie Prozesse fachgerecht auszuführen.</b></p> <p data-bbox="304 607 1394 757">Die Schülerinnen und Schüler analysieren den Geschäftsprozess der Auftragsbearbeitung und ihren Verantwortungsbereich sowie ihre Befugnisse in diesem Prozess. Sie sind bereit, mit anderen zusammenzuarbeiten und nehmen Kunden als wichtige Partner wahr. Sie erschließen sich die Struktur von büroüblichen Applikationen.</p> <p data-bbox="304 763 1394 891">Die Schülerinnen und Schüler sondieren die betrieblichen Rahmenbedingungen für die Erstellung von Angeboten. Sie informieren sich über die Formulierung und normgerechte Gestaltung von Texten des internen und externen Schriftverkehrs.</p> <p data-bbox="304 898 1394 1025">Die Schülerinnen und Schüler organisieren eine fachgerechte und kundenorientierte Abwicklung von Aufträgen. Sie berücksichtigen dabei die Interessen des Betriebes, unterschiedliche Bedürfnisse der Kunden und Gesichtspunkte der Nachhaltigkeit.</p> <p data-bbox="304 1032 1394 1429">Die Schülerinnen und Schüler führen mithilfe eines Tabellenkalkulationsprogramms (<i>Aufbau und Formatierung von Tabellen, Einsatz einfacher Funktionen und Formeln sowie geeignete Zelladressierungen</i>) einfache Preisberechnungen durch. Dabei wenden sie kaufmännische Rechenarten (<i>Dreisatz, Prozentrechnen</i>) sicher an. Sie formulieren verlangte und unverlangte Angebote. Sie reagieren sachgerecht auch auf fremdsprachliche Anfragen und Aufträge und organisieren und überwachen die Auftragsabwicklung, erstellen alle nötigen Dokumente (<i>Auftragsbestätigung, Lieferschein, Rechnung</i>). Dabei berücksichtigen sie relevante rechtliche Normen sowie die Gestaltungsaspekte des kaufmännischen Schriftverkehrs (<i>Formatierung, Normen</i>) und das Corporate Design des Betriebes. Bei der Kommunikation mit Kunden setzen sie die Leistungskomponenten von Textverarbeitungsprogrammen zum bedarfsgerechten und rationellen Entwickeln und Gestalten von Formularen, Verwenden von Textbausteinen und Einbinden von Objekten ein.</p> <p data-bbox="304 1435 1394 1518">Sie vervielfältigen Schriftstücke (<i>Kopieren, Drucken, Scannen</i>) und nutzen geeignete Dateiformate auch unter Beachtung nachhaltiger Gesichtspunkte.</p> <p data-bbox="304 1525 1394 1675">Die Schülerinnen und Schüler kommunizieren ziel- und kundenorientiert, bei Bedarf auch in einer fremden Sprache und berücksichtigen interkulturelle Unterschiede. Dabei nutzen sie Kommunikationssysteme (<i>Intranet, Internet, E-Mail, Fax und Telefon</i>) situationsgerecht.</p> <p data-bbox="304 1682 1394 1765">Sie kontrollieren den Erfolg ihrer betrieblichen Tätigkeit in Hinblick auf Effizienz, Qualität und Kundenzufriedenheit.</p> <p data-bbox="304 1771 1394 1962">Sie reflektieren ihre Arbeitsweise und sind sich stets ihrer Verantwortung bewusst. Ausgehend von Diskrepanzerfahrungen beim Vergleich von tatsächlichem und erwartetem Verhalten im Umgang mit Kunden überprüfen die Schülerinnen und Schüler ihre Rolle als Dienstleister. Sie überdenken dabei, inwiefern sie ihrer Rolle gerecht werden und Regeln und Normen einhalten.</p>	

**Analyse des Lernfeldes:**

Die Schülerinnen und Schüler analysieren den Geschäftsprozess der Auftragsbearbeitung und ihren Verantwortungsbereich sowie ihre Befugnisse in diesem Prozess. Sie sind bereit, mit anderen zusammenzuarbeiten und nehmen Kunden als wichtige Partner wahr. Sie erschließen sich die Struktur von büroüblichen Applikationen.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- leiten aus den zu ihrem Verantwortungsbereich gehörenden Befugnissen notwendige Berechtigungen im ERP-System ab.
- planen die arbeitsteilige Bearbeitung von Aufträgen.
- arbeiten sich selbständig und eigenverantwortlich in für sie notwendige Teilbereiche des ERP-Systems ein.

**Korrespondierende Inhalte:** Berechtigungsmanagement, Nutzerkonten, Dateikonflikt

Die Schülerinnen und Schüler organisieren eine fachgerechte und kundenorientierte Abwicklung von Aufträgen. Sie berücksichtigen dabei die Interessen des Betriebes, unterschiedliche Bedürfnisse der Kunden und Gesichtspunkte der Nachhaltigkeit.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- priorisieren Aufträge im System nach definierten Kriterien.
- halten anfallende Informationen im Laufe der Auftragsabwicklung im System fest und dokumentieren diese.
- berücksichtigen individuelle Kriterien zur Kundenbetreuung auch softwareunterstützt.

**Korrespondierende Inhalte:** Informationsmanagement, Dringlichkeit vs. Wichtigkeit

Sie reagieren sachgerecht auch auf fremdsprachliche Anfragen und Aufträge und organisieren und überwachen die Auftragsabwicklung, erstellen alle nötigen Dokumente (*Auftragsbestätigung, Lieferschein, Rechnung*). Dabei berücksichtigen sie relevante rechtliche Normen sowie die Gestaltungsaspekte des kaufmännischen Schriftverkehrs (*Formatierung, Normen*) und das Corporate Design des Betriebes.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- nutzen ERP-Systeme, um so weit als möglich standardisiert den Auftrag zu dokumentieren.
- verdeutlichen die Sinnhaftigkeit eines definierten Unternehmensauftretens unter Beachtung einheitlicher schriftlicher Kommunikationsstandards (Layout, Farbgebung).

**Korrespondierende Inhalte:** Dokumentenmanagement, Auftragsdokumentation, Corporate Identity

## 4.2 Fachinformatiker und Fachinformatikerin („FI“)

Im Folgenden werden in den Lehrplanrichtlinien für die Fachklassen Fachinformatiker und Fachinformatikerin exemplarisch Kompetenzen anhand ausgewählter Lernfelder herausgehoben bzw. ergänzt, um die Schülerinnen und Schüler mit den erforderlichen Kenntnissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten auf die kommenden Herausforderungen vorzubereiten.

Grundlagen sind

- die Lehrplanrichtlinien Fachinformatiker/Fachinformatikerin (2007),
- BIBB: IT-Berufe und IT-Kompetenzen in der Industrie 4.0, 2015
- die „Voruntersuchung IT-Berufe/Abschlussbericht – Teil A“ des Bundesinstituts für Berufsbildung vom Dezember 2016<sup>4</sup>.

Aus der letztgenannten Voruntersuchung wurde tabellarisch eine Übersicht der inhaltlichen Anforderungen an IT-Berufe erstellt (im Folgenden). Danach sind relevante Themen in den Lehrplanrichtlinien für die Fachklassen Fachinformatiker/Fachinformatikerin bereits enthalten.

Die Auswahl der Themenschwerpunkte sollte nicht nur auf IT im Büroumfeld, sondern auch auf industrielle Umgebungen ausgerichtet sein. Dafür könnten stark hardwarebezogene Inhalte gekürzt werden, da diese nicht mehr als besonders notwendig für IT-Berufe im Allgemeinen erachtet werden.

Die Formulierungen in den Lernfeldern sind so allgemein gehalten, dass sie auf Büro- wie auch auf industrielle Anwendungen übertragen werden können. So wurden nur wenige Formulierungen angepasst, dafür die Inhalte teilweise ergänzt.

Hinweise zur Analyse der Lehrplanrichtlinien:

- Die ausgewählten Lernfelder werden vollständig dargestellt. **Gelb markiert** sind die Stellen, die Anknüpfungspunkte zu für Wirtschaft 4.0 relevanten Themen aufweisen.
- **Konkretisierungen** in der Lehrplanrichtlinie **Gelb markiert** sind die Originalstellen des Lehrplans. Darunter sind Vorschläge zu modifizierten Kompetenzbeschreibungen aufgeführt. In der Zeile **Inhalte** sind ergänzende Inhalte zu bestehenden Lehrplänen und Lehrplanrichtlinien aufgelistet.

---

<sup>4</sup> BIBB 2016

**BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE PROZESSE**  
 Jahrgangsstufe 10

<b>Lernfeld</b>	<b>42 Std.</b>
<b>Geschäftsprozesse und betriebliche Organisation</b>	
<b>Zielformulierungen</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, anhand von Leistungs-, Geld- und Informationsflüssen typische Geschäftsprozesse zu analysieren und modellhaft abzubilden. Darauf aufbauend gestalten sie für einen Geschäftsprozess eine prozessorientierte Ablauforganisation und stellen Zusammenhänge zu den betrieblichen Funktionen her. Sie beschreiben die Auswirkungen des Prozesses auf die Aufbauorganisation. Den gestalteten Prozess überprüfen sie anhand von ausgewählten Indikatoren.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<p>Analyse von Leistungs-, Geld- und Informationsflüssen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– zwischen Lieferanten und Unternehmen,</li> <li>– innerhalb des Unternehmens,</li> <li>– zwischen dem Unternehmen und seinen Kunden.</li> </ul> <p>Gestaltung von Geschäftsprozessen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– prozessorientierte Ablauforganisation</li> <li>– prozessgebundene betriebliche Grundfunktionen, z. B.           <ul style="list-style-type: none"> <li>· Marketing und Vertrieb</li> <li>· Beschaffung</li> <li>· Lagerhaltung</li> <li>· Leistungserstellung</li> </ul> </li> <li>– prozessunabhängige betriebliche Querschnittsfunktionen:           <ul style="list-style-type: none"> <li>· Informationswirtschaft</li> <li>· Finanzwirtschaft</li> <li>· Personalwirtschaft</li> </ul> </li> <li>– Firmen der Aufbauorganisation</li> </ul> <p>Kontrolle von Geschäftsprozessen:          Erfolgsfaktoren</p>	

**Analyse des Lernfeldes:**

<p>Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, anhand von Leistungs-, Geld- und Informationsflüssen typische Geschäftsprozesse zu analysieren und modellhaft abzubilden.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren anhand von Leistungs-, Geld- und Informationsflüssen typische Geschäftsprozesse und bilden diese modellhaft ab.</li> <li>• analysieren und bewerten die Wertschöpfungskette an konkreten Beispielen.</li> <li>• untersuchen die für den Wertschöpfungsprozess eines Unternehmens relevanten Daten.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> ERP</p>

VERNETZTE SYSTEME  
Jahrgangsstufe 10

<b>Lernfeld</b>	<b>72 Std.</b>
<b>Vernetzte IT-Systeme, Teil 1</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler sollen vernetzte IT-Systeme in Einzel- oder Teamarbeit unter Berücksichtigung von Kundenanforderungen und Beachtung gesetzlicher und sicherheits-technischer Bestimmungen planen, Komponenten begründet auswählen, installieren, konfigurieren, in Betrieb nehmen, dokumentieren, präsentieren und handhaben. Dazu sind Grundlagen der Elektronik und der Übertragungstechnik zu beschreiben, Grundlagen der Netzwerktechnik anforderungsgerecht einzusetzen, Methoden zur Planung vernetzter IT-Systeme anzuwenden, IT-Produkte zur Übertragung, Kopplung, Verwaltung, Ein- und Ausgabe von Informationen zu beschreiben und zu installieren, sind Anwendungs- und Systemsoftware zu installieren, zu konfigurieren und zu handhaben sowie gesetzliche Bestimmungen zum Datenschutz und Maßnahmen zur Datensicherung anzuwenden. Sie sollen vernetzte IT-Systeme in ihrer Entwicklung nachvollziehen sowie technische und soziale Entwicklungstrends beschreiben und vergleichen.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<p>Konzeption:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Bestandsaufnahme nach Anforderungsanalyse</li> <li>– Wechselwirkung von vernetzten IT-Produkten und betrieblicher Organisation</li> <li>– Projektdokumentation</li> </ul>	
<p>Informationsübertragung in vernetzten IT-Systemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Grundlagen der Elektronik</li> <li>– Grundlagen der Übertragungstechnik</li> <li>– Schichtenmodell</li> <li>– Netzwerkarchitekturen, -protokolle und -schnittstellen</li> </ul>	
<p>Planung, Aufbau und Konfiguration:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Servertypen und Endgerät</li> <li>– Schnittstellen</li> <li>– Übertragungsmedien und Kopplungselemente</li> <li>– Messen und Prüfen</li> <li>– Netzwerkbetriebssystem</li> <li>– Anwendungssoftware</li> <li>– Datenschutz und Datensicherheit</li> <li>– Qualitätssicherungselemente</li> </ul>	
<p>Inbetriebnahme und Übergabe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Benutzer- und Ressourcenverwaltung</li> <li>– Dokumentation und Präsentation</li> </ul>	



### Analyse des Lernfeldes:

Sie sollen vernetzte IT-Systeme in ihrer Entwicklung nachvollziehen sowie technische und soziale Entwicklungstrends beschreiben und vergleichen.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- analysieren Topologien, Komponenten, Protokolle und Übertragungsmedien, die in der Netzwerktechnik auf unterschiedlichen (Anwendungs-)Ebenen und in unterschiedlichen Bereichen (Büro- oder Feldebene) zum Einsatz kommen.
- analysieren unterschiedliche Anforderungen in den Bereichen öffentliche Netze (Beispiele: Hotspot, Funkstrecken), private Home-Netze, Büro- und Verwaltungsnetze und industrielle Steuerungs- und Fertigungsnetze mit und ohne Echtzeitproblematik.
- verdeutlichen die Unterschiede zwischen industriellen Bus- und Netzsystemen.
- erfassen und strukturieren zeitkritische, deterministische Netzwerke.

**Korrespondierende Inhalte:** ASi-Bus, Profinet, IO-Link, Industrial Ethernet, Determinismus, Realtime-Fähigkeit, Machine-to-machine-Kommunikation

VERNETZTE SYSTEME  
Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld</b>	<b>68 Std.</b>
<b>Vernetzte IT-Systeme, Teil 2</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler sollen vernetzte IT-Systeme in Einzel- oder Teamarbeit unter Berücksichtigung von Kundenanforderungen und Beachtung gesetzlicher und sicherheits-technischer Bestimmungen planen, Komponenten begründet auswählen, installieren, konfigurieren, in Betrieb nehmen, dokumentieren, präsentieren und handhaben. Dazu sind Grundlagen der Elektronik und der Übertragungstechnik zu beschreiben, Grundlagen der Netzwerktechnik anforderungsgerecht einzusetzen, Methoden zur Planung vernetzter IT-Systeme anzuwenden, IT-Produkte zur Übertragung, Kopplung, Verwaltung, Ein- und Ausgabe von Informationen zu beschreiben, zu installieren, aufzustellen und zu prüfen. Anwendungs- und Systemsoftware sind zu installieren, zu konfigurieren und zu handhaben sowie gesetzliche Bestimmungen zum Datenschutz und Maßnahmen zur Datensicherung anzuwenden. Sie sollen vernetzte IT-Systeme in ihrer Entwicklung nachvollziehen sowie technische und soziale Entwicklungstrends beschreiben und vergleichen.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<p>Konzeption:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Bestandsaufnahme nach Anforderungsanalyse</li> <li>– Wechselwirkung von vernetzten IT-Produkten und betrieblicher Organisation</li> <li>– Projektdokumentation</li> </ul>	
<p>Informationsübertragung in vernetzten IT-Systemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Grundlagen der Elektronik</li> <li>– Grundlagen der Übertragungstechnik</li> <li>– Schichtenmodell</li> <li>– Netzwerkarchitekturen, -protokolle und -schnittstellen</li> </ul>	
<p>Planung, Aufbau und Konfiguration:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Servertypen und Endgerät</li> <li>– Schnittstellen</li> <li>– Übertragungsmedien und Kopplungselemente</li> <li>– Messen und Prüfen</li> <li>– Netzwerkbetriebssystem</li> <li>– Anwendungssoftware</li> <li>– Datenschutz und Datensicherheit</li> <li>– Qualitätssicherungselemente</li> </ul>	
<p>Inbetriebnahme und Übergabe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Benutzer- und Ressourcenverwaltung</li> <li>– Dokumentation und Präsentation</li> </ul>	

### Analyse des Lernfeldes:

Sie sollen vernetzte IT-Systeme in ihrer Entwicklung nachvollziehen sowie technische und soziale Entwicklungstrends beschreiben und vergleichen.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- analysieren vernetzte IT-Systeme in ihrer Entwicklung, beschreiben und vergleichen technische und soziale Entwicklungstrends.
- analysieren die Topologien, Komponenten, Protokolle und Übertragungsmedien, die in der Netzwerktechnik auf unterschiedlichen (Anwendungs-)Ebenen und in unterschiedlichen Bereichen (Büro- oder Feldebene) zum Einsatz kommen.
- beschreiben die unterschiedlichen Anforderungen in den Bereichen öffentliche Netze (Beispiel: Hotspot, Funkstrecken etc.), private Home-Netze, Büro- und Verwaltungsnetze und industrielle Steuerungs- und Fertigungsnetze mit und ohne Echtzeitproblematik.
- beschreiben die Unterschiede zwischen industriellen Bus- und Netzsystemen.
- analysieren zeitkritische, deterministische Netzwerke.
- setzen in komplexen realen Systemen Programme zur Virtualisierung und Simulation ein.

**Korrespondierende Inhalte:** ASi-Bus, Profinet, IO-Link, Industrial Ethernet, Determinismus, Realtime-Fähigkeit

VERNETZTE SYSTEME  
Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld</b>	<b>40 Std.</b>
<b>Öffentliche Netze, Dienste</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler können einen Überblick über wichtige Informations- und Kommunikationsdienste vermitteln und eine zielgerichtete Beratung zu deren Angeboten und Konditionen planen und durchführen. Sie sollen Architektur und Leistungsmerkmale verschiedener Kommunikationsnetze unterscheiden. Sie sollen in der Lage sein, den Zugang zu Kommunikationsnetzen zur Nutzung typischer Informationsdienste zu realisieren. Sie kennen wichtige Vorkehrungen zum Datenschutz und zur Datensicherheit und sind sich deren Bedeutung bei der Datenübertragung in öffentlichen Netzen bewusst. Unter Einsatz geeigneter Diagnosemittel sollen sie netzspezifische Protokolle aufnehmen und Messungen an den Systemschnittstellen durchführen.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<p>Beurteilen von aktuellen Informationsdiensten Gegenüberstellen wesentlicher Leistungs- und Sicherheitsmerkmale Wirtschaftlichkeitsbetrachtung</p> <p>Architektur verschiedener Kommunikationsnetze und deren Dienstmerkmale, Netze zur Sprach-, Text-, Daten- und Bildkommunikation Netzstruktur und Netzknoten: Festnetze, Funknetze, Netzübergänge Universalnetz, Dienstmerkmale</p> <p>Zugang zu Informations- und Kommunikationsdiensten Technische Voraussetzungen für die Nutzung Anbinden eines einfachen IT-Systems Netzzugangsprotokolle Systemschnittstellen Datenschutz und Datensicherheit</p>	

### Analyse des Lernfeldes:

Sie kennen wichtige Vorkehrungen zum Datenschutz und zur Datensicherheit und sind sich deren Bedeutung bei der Datenübertragung in öffentlichen Netzen bewusst.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- beschreiben wichtige Vorkehrungen zum Datenschutz und zur Datensicherheit, sind sich deren Bedeutung bei der Datenübertragung in öffentlichen Netzen bewusst und wenden diese an.
- informieren sich über Maßnahmen und Konzepte der IT-Sicherheit. Sie analysieren damit lokale und vernetzte IT-Systeme bezüglich deren Robustheit gegen Gefährdungen.
- entwickeln ein Bewusstsein für die Gefährdungen und Auswirkungen im Zusammenhang von Wirtschaft 4.0.

**Korrespondierende Inhalte:** Sensibilisierung für Sicherheitslücken, aktuelle Themen des BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik), Ausfallsicherheit für Industrieanlagen, Redundanzen, Safety, IT Security, Cyber Security, Datensicherheit, Risikoanalyse, technische Maßnahmen zum Schutz der Hardware und der Netz- und Infrastruktur, Berechtigungen, Zertifizierung, Cloud Computing, Cloud-Technologien, Edge und Fog Computing, Big Data, Mobilfunkstandards

ANWENDUNGSENTWICKLUNG/PROGRAMMIERUNG  
Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld</b>	<b>156 Std.</b>
<b>Entwickeln und Bereitstellen von Anwendungssystemen – Schwerpunkt: Programmentwicklungsmethoden</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler werden befähigt, in Projekten bei Analyse, Entwurf, Realisierung und Bereitstellung von Anwendungssystemen mitzuwirken. Sie entwerfen systematisch und sachgerecht Lösungen für didaktisch reduzierte Anwendungen. Sie wenden für die Bearbeitung von Anwendungssystemen eine Programmentwicklungsmethode an und passen die Programme auf der Grundlage bekannter Algorithmen und Datenstrukturen sowie unter Nutzung einer Softwareentwicklungsumgebung an den jeweiligen Anwendungsfall an. Sie werden in die Lage versetzt, über die Vorgehensweise zu reflektieren.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<p>Projektierung von Anwendungssystemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Modell des Projektmanagements</li> <li>– Entwicklungsstrategien und Vorgehensweise der Anwendungsentwicklung</li> <li>– Modelle und Verfahren der Qualitätssicherung</li> <li>– Methoden der IST-Analyse betrieblicher Prozesse und des IT-Systems</li> <li>– Methoden und Werkzeuge zur Entwicklung eines Lösungskonzepts</li> <li>– Methoden und Werkzeuge zur Dokumentation</li> </ul> <p>Programmentwicklungsmethoden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– grundlegende Algorithmen und Datenstrukturen</li> <li>– Strukturierung und Dokumentation</li> <li>– Programmbibliotheken</li> <li>– praxisrelevante Softwareentwicklungsumgebungen</li> <li>– ergonomische Gestaltung von Software</li> </ul>	

**Analyse des Lernfeldes:**

<p>Sie entwerfen systematisch und sachgerecht Lösungen für didaktisch reduzierte Anwendungen.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• entwerfen systematisch und sachgerecht Lösungen für didaktisch reduzierte Anwendungen.</li> <li>• entwerfen Lösungen für mobile Anwendungen.</li> <li>• entwerfen Lösungen für Web-Anwendungen.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> Design von Benutzeroberflächen, App-Entwicklung, Mobile Computing</p>

## IT-SYSTEME

Jahrgangsstufe 12

Fachrichtung: Systemintegration

<b>Lernfeld</b>	<b>99 Std.</b>
<b>Administrieren, Betreuen und Warten von IT-Systemen</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler sollen branchenübliche IT-Systeme administrieren, erweitern und kunden- bzw. anwenderspezifisch anpassen. Dazu müssen sie im Programmablauf auftretende Fehler systematisch und durch Einsatz von Experten- und Diagnosesystemen eingrenzen und beheben. Sie müssen für Datenschutz und Datensicherheit sorgen. Sie bereiten Unterlagen, die in deutscher oder englischer Sprache vorliegen, anwendergerecht auf und konzipieren Materialien für die Beratung, Einweisung und Schulung.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
Warten und Instandhalten	
Hard- und Softwarekomponenten: Datenträger, Datenformate und Datenaustausch, Störungsanalyse und -beseitigung	
Datenschutz und Datensicherung: – Maßnahmen zur Datensicherung und -archivierung – Virenschutz und Viren-beseitigung – Urheberrecht	
Dokumentation und Kundenbetreuung: – Dokumentation von Produktinformationen, Konfigurationen und Abläufen – Visualisierung, Präsentation, Unterweisung, Schulung	
Serviceleistungen: – Serviceverträge – Kalkulation und Abrechnung	

### Analyse des Lernfeldes:

<p>Die Schülerinnen und Schüler sollen branchenübliche IT-Systeme administrieren, erweitern und kunden- bzw. anwenderspezifisch anpassen.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• administrieren und erweitern branchenübliche IT-Systeme und passen diese kunden- bzw. anwenderspezifisch an.</li> <li>• bewerten IT-Systeme im Hinblick auf die Einsatzgebiete, Zukunftssicherheit, Nutzungsdauer, ergonomische Kriterien, Leistungsfähigkeit und Stabilität.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> Skriptsprachen, Mobile Devices, cyber-physische Systeme, Industrie- und Realtime-Fähigkeit, Betriebssysteme für Steuerungseinheiten, SPS, LOGO etc. als System und Systemanbindungen, Controller- und Einplatinensysteme (z. B. Raspberry Pi), Schnittstellen, KNX, CanOpen</p>
<p>Sie müssen für Datenschutz und Datensicherheit sorgen.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erfassen und beurteilen Eckpunkte des Datenschutzes und der Datensicherheit und wenden diese an.</li> <li>• berücksichtigen die rechtlichen Bestimmungen des Datenschutzes.</li> <li>• informieren sich über Maßnahmen und Konzepte der IT-Sicherheit. Sie analysieren lokale und vernetzte IT-Systeme bezüglich deren Robustheit gegen Gefährdungen.</li> <li>• entwickeln ein Bewusstsein für die Gefährdungen und Auswirkungen im Zusammenhang von Industrie 4.0.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> Sensibilisierung für Sicherheitslücken, aktuelle Themen des BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik), Ausfallsicherheit für Industrieanlagen, Redundanzen, Safety, IT Security, Cyber Security, Datensicherheit, Risikoanalyse, technische Maßnahmen zum Schutz der Hardware und der Netz- und Infrastruktur, Berechtigungen, Zertifizierung</p>



IT-SYSTEME  
 Jahrgangsstufe 12  
 Fachrichtung: Anwendungsentwicklung

<b>Lernfeld</b>	<b>77 Std.</b>
<b>Warten und Betreuen von IT-Systemen</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler warten und betreuen IT-Systeme nach Anwenderanforderungen. Sie sorgen für Datensicherheit und berücksichtigen die rechtlichen Bestimmungen des Datenschutzes. Sie bereiten Unterlagen, die in deutscher oder englischer Sprache vorliegen, anwendergerecht auf und konzipieren Materialien für die Beratung, Einweisung und Schulung. Sie können die Serviceleistungen kalkulieren und abrechnen.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
Warten und Instandhalten	
Hard- und Softwarekomponenten: Datenträger, Datenformate und Datenaustausch Störungsanalyse und -beseitigung	
Datenschutz und Datensicherung:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Maßnahmen zur Datensicherung und -archivierung</li> <li>– Virenschutz und Viren-beseitigung</li> <li>– Urheberrecht</li> </ul>	
Dokumentation und Kundenbetreuung:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Dokumentation von Produktinformationen, Konfigurationen und Abläufen</li> <li>– Visualisierung, Präsentation, Unterweisung, Schulung</li> </ul>	
Serviceleistungen:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Serviceverträge</li> <li>– Kalkulation und Abrechnung</li> </ul>	

### Analyse des Lernfeldes:

<p>Die Schülerinnen und Schüler warten und betreuen IT-Systeme nach Anwenderanforderungen.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erfassen IT-Systeme nach Anwenderanforderungen und warten diese nach Vorgaben.</li> <li>• bewerten IT-Systeme im Hinblick auf die Einsatzgebiete, Zukunftssicherheit, Nutzungsdauer, ergonomische Kriterien, Leistungsfähigkeit und Stabilität.</li> </ul>
<p>Sie sorgen für Datensicherheit und berücksichtigen die rechtlichen Bestimmungen des Datenschutzes.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erfassen Kriterien und Eckpunkte der Datensicherheit und berücksichtigen die rechtlichen Bestimmungen des Datenschutzes.</li> <li>• informieren sich über Maßnahmen und Konzepte der IT-Sicherheit. Sie analysieren lokale und vernetzte IT-Systeme bezüglich deren Robustheit gegen Gefährdungen.</li> <li>• entwickeln ein Bewusstsein für die Gefährdungen und Auswirkungen im Zusammenhang von Industrie 4.0.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> Skriptsprachen, Mobile Devices, cyber-physische Systeme, Sensibilisierung für Sicherheitslücken, aktuelle Themen des BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik), Ausfallsicherheit für Industrieanlagen, Redundanzen, Safety, IT Security, Cyber Security, Datensicherheit, Risikoanalyse, technische Maßnahmen zum Schutz der Hardware und der Netz- und Infrastruktur, Berechtigungen, Zertifizierung</p>

**ANWENDUNGSENTWICKLUNG/PROGRAMMIERUNG**

Jahrgangsstufe 12

Fachrichtung: Anwendungsentwicklung

<b>Lernfeld</b>	<b>165 Std.</b>
<b>Entwickeln und Bereitstellen von Anwendungssystemen – Schwerpunkt: Programmierungsmethoden, Programmierung und Datenbankkonzepte</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler wenden für das Entwickeln von Anwendungssystemen eine Programmierungsmethode an und erstellen die (Anwendungs-)Programme auf der Grundlage bekannter Algorithmen und Datenstrukturen sowie unter Nutzung einer Softwareentwicklungsumgebung. Sie entwickeln Datenbankkonzepte für Anwendungssysteme auf der Grundlage bekannter Datenmodelle und Datenbankentwicklungsmethoden. Sie erstellen die Anwendung in einer Datenbankentwicklungsumgebung. Sie können im Rahmen der Anwendungsentwicklung exemplarisch Datenschutz- und Datensicherungskonzepte für Datenbanken anwenden. Sie werden in die Lage versetzt, die Vorgehensweise zu reflektieren.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<p>           Programmierungsmethoden            Grundlegende Algorithmen und Datenstrukturen            Strukturierung und Dokumentation            Grundlagen der strukturierten und objektorientierten Programmierung            Programmbibliotheken            Praxisrelevante Softwareentwicklungsumgebungen            Ergonomische Gestaltung von Software            Datenbankanpassung            Architektur eines Datenbanksystems            Datendefinition            Datenmanipulation            Datenschutz- und Datensicherungskonzepte für Datenbanken         </p>	

**Analyse des Lernfeldes:**

<p>Sie entwickeln Datenbankkonzepte für Anwendungssysteme auf der Grundlage bekannter Datenmodelle und Datenbankentwicklungsmethoden.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>entwickeln Datenbankkonzepte für Anwendungssysteme auf der Grundlage bekannter Datenmodelle und Datenbankentwicklungsmethoden.</li> <li>berücksichtigen verschiedene Schnittstellen zu Anwendungssoftware.</li> <li>informieren sich über Standards in der industriellen Datenverarbeitung sowie der Datenkopplung zu ERP-Systemen.</li> <li>informieren sich über Unterschiede zwischen relationalen und NoSQL-Datenbanken.</li> <li>erarbeiten die verschiedenen Einsatzbereiche und erkennen die Anforderungen an Datenbanken zur Bewältigung großer Datenmengen.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> Big Data, NoSQL, Reduktion, Back-up, Redundanz, OPC UA, Datenauswertung und Visualisierung durch Tabellen und Grafiken, Schnittstellen zu ERP-Systemen</p>

### 4.3 Technische Assistenten für Informatik („TAI“)

Im Folgenden werden in den Lehrplänen der Berufsfachschule für technische Assistenten für Informatik exemplarisch Kompetenzen anhand ausgewählter Lernfelder herausgehoben bzw. ergänzt, um die Schülerinnen und Schüler mit den erforderlichen Kenntnissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten für die zunehmende Digitalisierung der Arbeit, den Datenschutz und die Informationssicherheit auszustatten. Die Herangehensweise entspricht im Wesentlichen den unter 4.2 genannten Punkten für Fachinformatiker und Fachinformatikerinnen.

Grundlagen:

- Lehrpläne für die Berufsfachschule für technische Assistenten für Informatik, 2015
- BIBB: IT-Berufe und IT-Kompetenzen in der Industrie 4.0, 2015
- „Voruntersuchung IT-Berufe / Abschlussbericht – Teil A“ des Bundesinstituts für Berufsbildung vom Dezember 2016<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> BIBB 2016

## BETRIEBSSYSTEME

## 1. Schuljahr

<b>Lerngebiet</b>	<b>76 Std.</b>
<b>Betriebssysteme und Hardware</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p><b>Die Schülerinnen und Schüler installieren unterschiedliche Betriebssysteme und passen sie an verschiedene Hardware an.</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über die Aufgaben eines Betriebssystems und dessen prinzipiellen Aufbau.</p> <p>Sie wählen für verschiedene Einsatzszenarien das passende Betriebssystem aus und entscheiden sich für ein geeignetes Dateisystem.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler passen die Firmware von Computersystemen an Vorgaben an und finden Fehler im Bootprozess. Sie installieren und optimieren Betriebssysteme unterschiedlicher Familien und verwenden verschiedene Bootmedien. Die Schülerinnen und Schüler analysieren und beheben Treiberprobleme.</p> <p>Sie bewerten Betriebssysteme anhand verschiedener Kriterien, wie Installationsaufwand, Hardwareabhängigkeit, Funktionalität und Kompatibilität. Sie beurteilen Dateisysteme unter anderem nach Funktionalität und Betriebssystemabhängigkeit.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler reflektieren die Vor- und Nachteile verschiedener Betriebs- und Dateisysteme, beraten Kunden und erläutern Fachbegriffe zielgruppengerecht.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
Betriebssystemarchitektur Multitasking, Multithreading, Multiusing Bootvorgang Firmware (z. B. Bios, UEFI) Bootmanager Installation Treiber und Geräte Laufwerke und Partitionen Systemsteuerung Dateisysteme Netzwerkanbindung und Druckerinstallation	

**Analyse des Lerngebiets:**

**Korrespondierende Inhalte:** Betriebssysteme für Steuerungseinheiten, SPS, LOGO etc. als System und Systemanbindungen, Controller- und Einplatinensysteme (z. B. Raspberry Pi, Arduino), Schnittstellen, KNX, CanOpen

## BETRIEBSSYSTEME

## 1. Schuljahr

<b>Lerngebiet</b>	<b>76 Std.</b>
<b>Lokale Administration von Betriebssystemen</b>	
<b>Kompetenzerwartungen</b>	
<p><b>Die Schülerinnen und Schüler benutzen unterschiedliche Betriebssysteme und verwalten diese lokal.</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über die Möglichkeiten, ein Betriebssystem lokal zu administrieren.</p> <p>Anhand verschiedener administrativer Aufgaben erarbeiten die Schülerinnen und Schüler Lösungsmöglichkeiten.</p> <p>Sie passen die Oberfläche und das Verhalten von Betriebssystemen an verschiedene Benutzergruppen an. Sie lassen einfache Aufgaben automatisiert und wiederholt durch das Betriebssystem durchführen. Sie richten das Betriebssystem zusammen mit der Anwendungssoftware nach Kundenvorgabe ein.</p> <p><b>Die Schülerinnen und Schüler bewerten Betriebssysteme im Hinblick auf Gesamtkosten über die Nutzungsdauer, ergonomische Kriterien, Leistungsfähigkeit und Stabilität.</b></p> <p>Sie stellen ihre Lösungswege zielgruppengerecht vor und diskutieren deren Vor- und Nachteile.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
Benutzer- und Rechteverwaltung Dateiverwaltung Kommandointerpreter (Shell) Zeitgesteuerte Skripte Startskripte Grafische Oberflächen Registrierungsdatenbank Systemdateien Tools zur Leistungsüberwachung Installation von Software (Installationsdateien, Paketmanager) Schadsoftware Usability, Ergonomie Total Cost of Ownership (TCO)	

**Analyse des Lerngebiets:**

<p><b>Die Schülerinnen und Schüler bewerten Betriebssysteme im Hinblick auf Gesamtkosten über die Nutzungsdauer, ergonomische Kriterien, Leistungsfähigkeit und Stabilität.</b></p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bewerten Betriebssysteme im Hinblick auf Gesamtkosten über die <b>Einsatzgebiete, Zukunftssicherheit</b>, Nutzungsdauer, ergonomische Kriterien, Leistungsfähigkeit und Stabilität.</li> </ul>
<p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> Industrie- und Realtime-Fähigkeit</p>

## NETZWERKTECHNIK

## 1. Schuljahr

<b>Lerngebiet</b>	<b>190 Std.</b>
<b>Netzwerke planen und realisieren</b>	
<b>Kompetenzerwartungen</b>	
<p><b>Die Schülerinnen und Schüler erstellen auf Grundlage von Kundenanforderungen Konzepte zum Aufbau oder zur Erweiterung von Netzwerken, realisieren diese und nehmen sie in Betrieb.</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über die Topologien, Komponenten, Protokolle und Übertragungsmedien, die in der Netzwerktechnik zum Einsatz kommen.</p> <p>Sie planen skalierbare Netzwerke anhand konkreter Problemstellungen. Dabei erstellen sie unter Berücksichtigung sicherheitstechnischer und ökonomischer Gesichtspunkte unterschiedliche Lösungen. Die erarbeiteten Konzepte überprüfen sie auch durch den Einsatz geeigneter Simulationsprogramme. Sie vergleichen ihre Lösungen und bewerten diese anhand festgelegter Kriterien und den Kundenanforderungen. Die Schülerinnen und Schüler organisieren den Aufbau des geplanten Netzwerks. Sie beschaffen die benötigten Materialien und stellen die Komponenten und Werkzeuge bereit. Unter Beachtung geltender Normen realisieren sie die benötigte Infrastruktur. Sie verlegen fachgerecht Leitungen und bestimmen bei drahtlosen Netzwerken die optimalen Standorte und Antennentypen. Die zu verwendenden aktiven und passiven Komponenten konfigurieren sie bedarfsgerecht und nehmen das Netzwerk in Betrieb. Die Funktionalität belegen sie anhand praxisnaher Tests. Die Schülerinnen und Schüler erstellen Netzwerkpläne und anschauliche Dokumentationen. Sie können Ihre Konzepte zielgruppengerecht präsentieren und erklären.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Topologien</li> <li>Schichtenmodelle</li> <li>Netzwerkprotokolle</li> <li>Netzwerkkomponenten und Kopplungselemente</li> <li>Kabelgebundene und drahtlose Übertragungstechniken</li> <li>Elektromagnetische Verträglichkeit</li> <li>Signalübertragung</li> <li>Strukturierte Verkabelung</li> <li>Netzwerkadressierung</li> <li>Analysetechniken</li> <li>Dokumentation</li> <li>Netzwerksicherheit</li> </ul>	

### Analyse des Lerngebiets:

Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über die Topologien, Komponenten, Protokolle und Übertragungsmedien, die in der Netzwerktechnik zum Einsatz kommen.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- informieren sich über die Topologien, Komponenten, Protokolle und Übertragungsmedien, die in der Netzwerktechnik auf unterschiedlichen Anwendungsebenen und in unterschiedlichen -bereichen (Büro- oder Feldebene) zum Einsatz kommen.
- informieren sich über die unterschiedlichen Anforderungen in den Bereichen öffentliche Netze (Beispiel: Hotspot, Funkstrecken etc.), Heim-, Büro- und Verwaltungsnetze und industrielle Steuerungs- und Fertigungsnetze mit und ohne Echtzeitproblematik.
- erkennen die Unterschiede zwischen industriellen Bus- und Netzsystemen.
- informieren sich über zeitkritische, deterministische Netzwerke.

**Korrespondierende Inhalte:** ASi-Bus, Profinet, IO-Link, Industrial Ethernet, Determinismus, Realtime-Fähigkeit, IT Security



## COMPUTERSYSTEME

## 1. Schuljahr

<b>Lerngebiet</b>	<b>228 Std.</b>
<b>Computersysteme bereitstellen</b>	
<b>Kompetenzerwartungen</b>	
<p><b>Die Schülerinnen und Schüler stellen Computersysteme unter Berücksichtigung kundenspezifischer Anforderungen bereit.</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erfassen Anforderungen für die Beschaffung, Reparatur oder Erweiterung von Computersystemen und informieren sich über die benötigten Hardwarekomponenten. Hierfür verwenden sie auch fremdsprachliche Informationsquellen.</p> <p>Sie planen das gewünschte System, indem sie die Kompatibilität von Einzelkomponenten mit dem Gesamtsystem sicherstellen, Leistungskriterien beachten und Kosten- und Nutzenüberlegungen anstellen.</p> <p>Auf Grundlage der Planung halten sie die Eigenschaften der benötigten Komponenten schriftlich fest. Dabei erstellen sie unter Zuhilfenahme von geeigneter Software Angebote und Kalkulationen. Während des gesamten Prozesses kommunizieren sie mit dem Auftraggeber und beraten diesen bezüglich möglicher Alternativen unter Berücksichtigung von technischen, wirtschaftlichen, rechtlichen, ergonomischen und Umweltaspekten. Die Schülerinnen und Schüler realisieren und testen das gewünschte System.</p> <p>Sie präsentieren ihre Lösungen und bewerten diese anhand festgelegter Kriterien. Sie reflektieren ihre Arbeitsweise hinsichtlich Effektivität, Nutzerzufriedenheit und Arbeitsorganisation.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Grundgrößen der Elektrotechnik</li> <li>Digitaltechnik</li> <li>Funktionseinheiten von Computersystemen</li> <li>Benchmarks</li> <li>Fehlersuche</li> <li>Instandhaltung</li> <li>Peripheriegeräte</li> <li>Beschaffungsprozesse</li> <li>Ergonomie</li> <li>Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit</li> </ul>	

### Analyse des Lerngebiets:

Sie planen das gewünschte System, indem sie die Kompatibilität von Einzelkomponenten mit dem Gesamtsystem sicherstellen, Leistungskriterien beachten und Kosten- und Nutzenüberlegungen anstellen.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- berücksichtigen hierzu das Einsatzgebiet und den -zweck.
- diskutieren die Anforderungen der Feldebene (Fertigungsprozesse etc.) auf die anzuwendenden Feldbussysteme und Ankopplungsoptionen auf der Verwaltungsebene.
- wählen anhand der Vorgaben auf der Feldebene, der Sicherheitsbedürfnisse und der wirtschaftlichen Vorgaben aus der Vielfalt der Komponenten mit unterschiedlichen Schnittstellen geeignete Hardware- und Softwareprodukte aus.
- geben ein geeignetes Datenaustauschformat aus dem Arbeitsprozess (Feldebene) formatiert über Standardschnittstellen weiter.
- berücksichtigen hierbei aktuelle und zukünftig zu erwartende Entwicklungen in der IT.

**Korrespondierende Inhalte:** Schnittstellenstandards, OPC UA, RFID-Technik, Umgang mit technischer Dokumentation, Verwenden digitaler Handbücher, Auseinandersetzung mit cyber-physischen Systemen, Grundwissen „Industrie 4.0“: Automatisierungspyramide, Analysieren von Hard- und Software-Komponenten von CPS, Zukunftssicherheit eingesetzter IT-Technik, Codierungen zur Übertragungssicherheit, Realtime-Fähigkeit

## ANWENDUNGSENTWICKLUNG

## 1. Schuljahr

<b>Lerngebiet</b>	<b>114 Std.</b>
<b>Datenbankanwendungen</b>	
<b>Kompetenzerwartungen</b>	
<p><b>Die Schülerinnen und Schüler entwickeln bedarfsorientierte Datenbankanwendungen.</b>          Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über Datenbanksysteme und Datenmodellierung.</p> <p>Sie wählen für die Bearbeitung von Kundenaufträgen geeignete Datenbanksysteme aus und berücksichtigen verschiedene Schnittstellen zu Anwendungssoftware.</p> <p>Bei der Planung der Datenbank erstellen sie normgerechte Datenmodelle.</p> <p>Zur Realisierung von Datenbankanwendungen setzen die Schülerinnen und Schüler eine geeignete Datenbanksprache ein.</p> <p>Sie gewährleisten die Datenintegrität und prüfen die Schnittstellenfunktionalität anhand selbst definierter Testfälle.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren und präsentieren ihre Arbeitsergebnisse unter Verwendung geeigneter Standardsoftware.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
Datenmodellierung Datenintegrität Datenbankmanagementsysteme Datenbanksprachen Standardsoftware	

**Analyse des Lerngebiets:**

<p>Sie wählen für die Bearbeitung von Kundenaufträgen geeignete Datenbanksysteme aus und berücksichtigen verschiedene Schnittstellen zu Anwendungssoftware.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erfassen Standards in der industriellen Datenverarbeitung sowie der Datenkopplung zu ERP-Systemen.</li> <li>• beschreiben Unterschiede zwischen relationalen und NoSQL-Datenbanken.</li> <li>• erarbeiten die verschiedenen Einsatzbereiche und beschreiben die Anforderungen Datenbanken zur Bewältigung große Datenmengen.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> Big Data, NoSQL, Reduktion, Back-up, Redundanz, OPC UA, Datenauswertung und Visualisierung durch Tabellen und Grafiken, Schnittstellen zu ERP-Systemen</p>

## BETRIEBSSYSTEME

## 2. Schuljahr

<b>Lerngebiet</b>	<b>190 Std.</b>
<b>Betriebssysteme im Servereinsatz</b>	
<b>Kompetenzerwartungen</b>	
<p><b>Die Schülerinnen und Schüler wählen geeignete Serverdienste für unterschiedliche Betriebssystemfamilien aus, installieren diese und binden Clients daran.</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über die Aufgaben verschiedener Serverdienste und über das Vorgehen bei deren Installation und Konfiguration. Anhand von Kundenwünschen identifizieren sie geeignete Dienste zur Realisierung von Client-Server-Systemen. Sie planen die Installation und Konfiguration für verschiedene Betriebssysteme. Die Schülerinnen und Schüler installieren und konfigurieren Serverdienste und achten dabei auf eine durchgängige Dokumentation. Sie bewerten ihre Lösungen im Hinblick auf Ausfallsicherheit und betriebswirtschaftliche Aspekte. Sie präsentieren ihre Lösungen und wägen Vor- und Nachteile verschiedener Ansätze gegeneinander ab.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Netzwerkdienste</li> <li>Verzeichnisdienste</li> <li>Authorisierungsdienste</li> <li>Benutzerverwaltung</li> <li>E-Mail-Server bzw. Groupware-Server</li> <li>Drucken im Netzwerk</li> <li>Remoteadministration</li> <li>Software RAID und Volume-Management</li> <li>Virtualisierung</li> <li>Thin-Clients oder Zero-Clients</li> <li>Automatisierte Softwareverteilung</li> <li>Webserver</li> <li>Proxy-Server</li> <li>NAS und SAN</li> </ul>	

**Analyse des Lerngebiets:**

<b>Anhand von Kundenwünschen identifizieren sie geeignete Dienste zur Realisierung von Client-Server-Systemen. Sie planen die Installation und Konfiguration für verschiedene Betriebssysteme.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• identifizieren anhand von Kundenwünschen geeignete Dienste zur Realisierung von Client-Server-Systemen. Sie planen die Installation und Konfiguration für verschiedene Betriebssysteme.</li> <li>• informieren sich über verschiedene Arten der Datenhaltung und Orte der Datenverarbeitung.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> Cloud, Edge und Fog Computing, IT Security</p>

## BETRIEBSSYSTEME

## 2. Schuljahr

<b>Lerngebiet</b>	<b>38 Std.</b>
<b>Betriebssysteme von Mobilgeräten</b>	
<b>Kompetenzerwartungen</b>	
<p><b>Die Schüler und Schülerinnen passen Betriebssysteme für mobile Geräte an die Bedürfnisse der Benutzer an.</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über die Besonderheiten von Betriebssystemen und Entwicklungsumgebungen für mobile Geräte sowie von eingebetteten Systemen.</p> <p>Sie planen die benutzerspezifische Anpassung von Mobilgeräten und deren Einbindung in IT-Strukturen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler installieren Entwicklungsumgebungen, führen Anpassungen an der Software von Mobilgeräten durch und installieren Programme entsprechend der Anforderungen. Sie integrieren Mobilgeräte in Firmenumgebungen und andere vorhandene IT-Infrastrukturen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler bewerten Vor- und Nachteile ihrer Lösungen für Kunden mit unterschiedlichen Anforderungsprofilen. Sie reflektieren den Einsatz von Mobilgeräten unter Nutzen/Risiken-Aspekten für Firmen- und Privatanwender.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bootprozess</li> <li>Systemeinstellungen</li> <li>Benutzeroberflächen</li> <li>Entwicklungsumgebungen für Mobilgeräte</li> <li>App-Stores</li> <li>Rechteverwaltung</li> <li>E-Mail-Clients</li> <li>Mobile Device Management</li> <li>Konzepte für BYOD</li> </ul>	

**Analyse des Lerngebiets:**

<b>Korrespondierende Inhalte:</b> Einsatzmöglichkeiten im industriellen Bereich, TIA-Portal konfigurieren und anpassen
--

## NETZWERKTECHNIK

## 2. Schuljahr

<b>Lerngebiet</b>	<b>228 Std.</b>
<b>Netzwerke administrieren und erweitern</b>	
<b>Kompetenzerwartungen</b>	
<p><b>Die Schülerinnen und Schüler administrieren komplexe Netzwerke, passen diese kunden- und anwendungsspezifisch an und erweitern sie.</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über Komponenten, Dienste, Diagnose-, Absicherungs-, Überwachungs- und Zugangsmöglichkeiten von Netzwerken.</p> <p><b>Sie erarbeiten Konzepte zur Administration von Netzwerken unter Berücksichtigung festgelegter Kriterien und Kundenanforderungen.</b></p> <p><b>Darauf aufbauend organisieren die Schülerinnen und Schüler die Umsetzung des geplanten Netzwerks und beschaffen die benötigten Hard- und Softwarekomponenten. Diese installieren, konfigurieren und administrieren sie bedarfsgerecht. Zur Dokumentation erstellen sie Netzwerkpläne, protokollieren Administrations- und Konfigurationseinstellungen und übergeben diese dem Kunden.</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erkennen im Netzwerk auftretende Leistungsengpässe, Fehler und Sicherheitslücken. Diese analysieren und beseitigen sie. Sie bewerten ihre Lösungen im Hinblick auf Sicherheit, Administrierbarkeit, Erweiterbarkeit sowie unter betriebswirtschaftlichen Aspekten. Sie präsentieren ihre Konzepte und Auswertungen zielgruppengerecht.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Analysetechniken</li> <li>Firewall</li> <li>VPN</li> <li>VLAN</li> <li>Netzwerkmanagementsysteme</li> <li>SNMP</li> <li>Diagnoseverfahren</li> <li>Paketanalyse</li> <li>Wartung und Instandhaltung</li> <li>Netzwerkpläne</li> </ul>	

### Analyse des Lerngebiets:

<p>Sie erarbeiten Konzepte zur Administration von Netzwerken unter Berücksichtigung festgelegter Kriterien und Kundenanforderungen.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erarbeiten Konzepte für Netzwerkstrukturen zum Zusammenwirken der Feld- und Büroebene.</li> <li>• analysieren Systeme, Prozessabläufe und technische Bedingungen.</li> <li>• stellen Anforderungen an Bussysteme, leitungsgebundene oder drahtlose Netze fest.</li> <li>• erarbeiten, bewerten und wählen Lösungsvarianten aus.</li> </ul>
<p>Darauf aufbauend organisieren die Schülerinnen und Schüler die Umsetzung des geplanten Netzwerks und beschaffen die benötigten Hard- und Softwarekomponenten. Diese installieren, konfigurieren und administrieren sie bedarfsgerecht. Zur Dokumentation erstellen sie Netzwerkpäne, protokollieren Administrations- und Konfigurationseinstellungen und übergeben diese dem Kunden.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• realisieren unter Beachtung geltender Normen des Einsatzortes und Einsatzzwecks die benötigte Infrastruktur.</li> <li>• konfigurieren geeignete Übergänge zwischen den Netzwerken unterschiedlicher Anforderungen, z. B. Firewalls, Router und VLANs zwischen Feldbussystemen und Büronetzwerk oder öffentlichem Netzwerk.</li> <li>• bewerten die Zukunftssicherheit eingesetzter IT-Technik.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> Anforderungen bei verschiedenen Einsatzorten und -zwecken (öffentlicher Raum, privat/Zuhause, Büro, industrielle Feldebene), Anforderungen an iWLAN, Konfiguration von Netzwerkgeräten zur Sicherung von Netzwerken, Vernetzung von Steuerungseinheiten (industriell oder Smart Home), Vernetzung von Steuerungseinheiten zu Datenserver (industriell oder Smart Home), Determinismus der Datenkommunikation, Realtime-Fähigkeit, vertikale und horizontale Kommunikation, SPS, CANopen, EIB/KNX-Technik, EtherCat, CC-Link, Sercos, Smart Home, ASi-Bus, Profinet, IO-Link, Industrial Ethernet, Router-, Switch- und VLAN-Konfiguration (industrial), OpenSource-Feldbus-Anbindungen, Machine-to-machine-Kommunikation</p>

NETZWERKTECHNIK  
 2. Schuljahr

<b>Lerngebiet</b>	<b>38 Std.</b>
<b>Öffentliche Netze</b>	
<b>Kompetenzerwartungen</b>	
<b>Die Schülerinnen und Schüler verbinden IT-Systeme mit öffentlichen Informations- und Kommunikationsdiensten.</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über verschiedene Informations- und Kommunikationsdienste und unterscheiden diese bezüglich Architektur und Leistungsmerkmalen.</p> <p>Sie wählen Dienste unter Berücksichtigung von Leistungs- und Sicherheitsmerkmalen aus. Dabei beachten sie wirtschaftliche Aspekte.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler realisieren und konfigurieren den Zugang zu Kommunikationsnetzen und die Nutzung von Informationsdiensten. Sie gewährleisten die Datensicherheit bei der Datenübertragung in öffentliche Netze und beachten die geltenden Datenschutzrichtlinien.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren und präsentieren ihre Lösungen und bewerten diese nach vorgegebenen Qualitätskriterien.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Informationsdienste</li> <li>Mobilfunkstandards</li> <li>Satellitendienste</li> <li>Netze zur Sprach-, Text-, Daten- und Bildkommunikation</li> <li>WAN</li> <li>Netzzugang und -übergänge</li> <li>Leistungs- und Sicherheitsmerkmale</li> <li>Modulationsverfahren</li> <li>Ausfallsicherheit</li> </ul>	

**Analyse des Lerngebiets:**

**Korrespondierende Inhalte:** Cloud Computing, Cloud-Technologien, Edge und Fog Computing, Big Data, IT Security



## COMPUTERSYSTEME

## 2. Schuljahr

<b>Lerngebiet</b>	<b>114 Std.</b>
<b>IT-Sicherheit</b>	
<b>Kompetenzerwartungen</b>	
<p><b>Die Schülerinnen und Schüler gewährleisten die Sicherheit von Computersystemen.</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über Maßnahmen und Konzepte der IT-Sicherheit. Sie analysieren lokale und vernetzte IT-Systeme bezüglich deren Robustheit gegen Gefährdungen.</p> <p>Sie planen und entwickeln geeignete Konzepte, um kundenspezifische und gesetzliche Anforderungen an die Informationssicherheit unter Berücksichtigung der vorhandenen IT-Infrastruktur zu erfüllen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler installieren, konfigurieren und testen die entwickelten Konzepte.</p> <p>Sie präsentieren ihre Arbeitsergebnisse zielgruppengerecht und bewerten sie hinsichtlich Effektivität und Kosteneffizienz.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
Verfügbarkeit, Integrität, Vertraulichkeit, Authentizität Datenschutz, Urheberrecht, Regelungen und Gesetze zur IT-Sicherheit Unterbrechungsfreie Stromversorgung Verschlüsselung Firewall VPN Cloud Computing Back-up RAID-System Malware Intrusion Detection	

### Analyse des Lerngebiets:

<p>Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über Maßnahmen und Konzepte der IT-Sicherheit. Sie analysieren lokale und vernetzte IT-Systeme bezüglich deren Robustheit gegen Gefährdungen.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• informieren sich über Maßnahmen und Konzepte der IT-Sicherheit. Sie analysieren darauf aufbauend lokale und vernetzte IT-Systeme bezüglich deren Robustheit gegen Gefährdungen.</li> <li>• entwickeln strukturierte Übersichten über Gefährdungen und Auswirkungen im Zusammenhang von Wirtschaft 4.0.</li> </ul>
<p>Sie planen und entwickeln geeignete Konzepte, um kundenspezifische und gesetzliche Anforderungen an die Informationssicherheit unter Berücksichtigung der vorhandenen IT-Infrastruktur zu erfüllen.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• planen und entwickeln geeignete Konzepte, um kundenspezifische und gesetzliche Anforderungen an die Informationssicherheit unter Berücksichtigung der vorhandenen IT-Infrastruktur zu erfüllen, <b>auch im industriellen Umfeld.</b></li> <li>• planen technische und organisatorische IT-Sicherheitsmaßnahmen entsprechend der vorhandenen Risiken.</li> <li>• planen Möglichkeiten zur Überwachung der IT-Sicherheit.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> cyber-physische Systeme, Sensibilisierung für Sicherheitslücken, aktuelle Themen des BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik), Ausfallsicherheit für Industrieanlagen, Redundanzen, Safety, IT Security, Cyber Security Datensicherheit, Risikoanalyse, technische Maßnahmen zum Schutz der Hardware und der Netz- und Infrastruktur, Berechtigungen, Zertifizierung</p>

## COMPUTERSYSTEME

## 2. Schuljahr

<b>Lerngebiet</b> <b>Computersysteme warten</b>
<b>Kompetenzerwartungen</b> <b>Die Schülerinnen und Schüler warten Hardware von Computersystemen.</b> Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über die zu analysierenden Hardwarekomponenten und Möglichkeiten der Leistungsoptimierung. <b>Sie führen Fehlersuchen und Analysen von Leistungsparametern in Computersystemen durch. Hierfür nutzen sie geeignete Mess- und Analyseverfahren.</b> Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren die Mess- und Analyseergebnisse, werten diese aus und beheben Fehler beziehungsweise Leistungsengpässe.
<b>Inhalte:</b>  Testwerkzeuge Testprotokolle Benchmarks Fehlersuchstrategien

**Analyse des Lerngebiets:**

<b>Sie führen Fehlersuchen und Analysen von Leistungsparametern in Computersystemen durch. Hierfür nutzen sie geeignete Mess- und Analyseverfahren.</b>
Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• führen Fehlersuchen und Analysen von Leistungsparametern in Computersystemen durch. Hierfür nutzen sie geeignete Mess- und Analyseverfahren; sie setzen hierzu in komplexen realen Systemen Programme zur Virtualisierung und Simulation ein.</li> </ul>
<b>Sie planen und entwickeln geeignete Konzepte, um kundenspezifische und gesetzliche Anforderungen an die Informationssicherheit unter Berücksichtigung der vorhandenen IT-Infrastruktur zu erfüllen.</b>
Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• planen und entwickeln geeignete Konzepte, um kundenspezifische und gesetzliche Anforderungen an die Informationssicherheit unter Berücksichtigung der vorhandenen IT-Infrastruktur zu erfüllen, <b>auch im industriellen Umfeld.</b></li> <li>• planen technische und organisatorische IT-Sicherheitsmaßnahmen entsprechend der vorhandenen Risiken.</li> <li>• planen Möglichkeiten zur Überwachung der IT-Sicherheit.</li> </ul>
<b>Korrespondierende Inhalte:</b> Service, Hardware Support, Virtualisierung, Simulation

## ANWENDUNGSENTWICKLUNG

## 2. Schuljahr

<b>Lerngebiet</b>	<b>380 Std.</b>
<b>Entwicklung komplexer Anwendungen</b>	
<b>Kompetenzerwartungen</b>	
<p><b>Die Schülerinnen und Schüler entwickeln komplexe Anwendungssysteme mit Software-Engineering-Methoden unter Berücksichtigung kundenspezifischer Anforderungen.</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über Entwicklungsabläufe, die zur Durchführung von Softwareprojekten eingesetzt werden können.</p> <p>Gemeinsam mit den Kunden definieren sie die Anforderungen an die zu entwickelnde Software und entscheiden sich für geeignete Vorgehensmodelle sowie Entwicklungsumgebungen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler modellieren die Softwarearchitektur und planen die Umsetzung und den Test des Systems mithilfe von Projektmanagementmethoden.</p> <p>Die Ergebnisse der Entwurfsphase implementieren sie mit geeigneten Programmiersprachen und führen Softwaretests durch.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren die Programmentwicklung. Sie analysieren und bewerten diese auch unter Aspekten der Wirtschaftlichkeit und der Softwarequalität.</p> <p>Sie präsentieren ihre Programme zielgruppengerecht und erstellen Unterlagen zur Benutzerschulung. Die Schülerinnen und Schüler reflektieren ihre Vorgehensweise bei der Softwareentwicklung auch im Hinblick auf künftige Projekte.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Objektorientierte Analyse, Design und Programmierung</li> <li>Vorgehensmodelle</li> <li>Datenstrukturen und Algorithmen</li> <li>Ereignisorientierte Programmierung</li> <li>Versionsverwaltung</li> <li>Testverfahren</li> <li>Datenbankschnittstellen</li> <li>Mobile Anwendungen</li> <li>Web-Anwendungen</li> <li>Content Management Systeme</li> <li>Multimedia-Formate</li> <li>Anwendungen für die Automatisierungstechnik und eingebettete Systeme</li> </ul>	

**Analyse des Lerngebiets:**

**Korrespondierende Inhalte:** Design von Benutzeroberflächen, App-Entwicklung, Mobile Computing, Projektmanagement, Qualitätssicherung

#### 4.4 Tabellarische Übersicht („FI“ und „TAI“)

Erstellt aus der „Voruntersuchung IT-Berufe/Abschlussbericht – Teil A“ des Bundesinstituts für Berufsbildung vom Dezember, 2016

„Mussthemen“ (nach BIBB: IT-Berufe und IT-Kompetenzen in der Industrie 4.0, 2015)

	alle	FI AE <sup>6</sup>	FI SI <sup>7</sup>	TAIS <sup>8</sup>
<b>IT Security, Cyber Security</b>	x			
Datensicherheit	x			
Verfügbarkeit	x			
Datenintegrität	x			
Datenschutz	x			
Rechtliche Aspekte DS	x			
<b>Softwareentwicklung</b>	x			
Programmiersprachen	x			
Skriptsprachen	x			
App-Entwicklung		x		x
Web-Entwicklung		x		x
Design (Benutzeroberflächen, ergonomische Hardware etc.)		x		x
Mobile Computing	x			
<b>Projektmanagement</b>	x			
Qualitätssicherung	x			
<b>Datenbanken</b>		x		x
Datenmodellierung		x		x
Datenbanksysteme		x		x
Big Data	x			
<b>Betriebssysteme</b>			x	x
Systemadministration			x	x
Installation, Aufsetzen von Systemen			x	x
Mobile Devices	x			
Service, Hardware Support			x	x
Hardware-Kenntnisse			x	x
<b>Netzwerktechnik, -spezifika</b>	x			
Cloud Computing, Cloud-Technologie	x			
Netzwerkverwaltung			x	x
Aktuelle Mobilfunkstandards			x	x
Machine-to-machine Kommunikation			x	x
<b>Virtualisieren</b>	x			
ERP/Groupware	x			
Bedarfsermittlung und Beschaffung			x	
Informationsmanagement	x			
(Fach-)Englisch	x			

<sup>6</sup> Fachinformatiker/-in Anwendungsentwicklung

<sup>7</sup> Fachinformatiker/-in Systemintegration

<sup>8</sup> Technische Assistenten der Informatik

**Vertiefung zu IT-Sicherheit:**

Risikoanalyse
Technische Maßnahmen zum Schutz der Hardware und der Netze/Infrastruktur
Verschlüsselung
Berechtigungen
Rechtliche Anforderungen an die IT-Sicherheit
Zertifizierung
Schulung

**Soft Skills**

Lernbereitschaft
Eigenständiges Lernen
Eigenverantwortung
Kommunikationsfähigkeit
Teamarbeit
Problemlösefähigkeit
Planung und Entwicklung

**Erweiterungen auf produktionsnahe Inhalte („Industriepaket“)**

Robotik
Sensorik
Produktionssteuerung
3D-Druck
Embedded Systems

**Weniger von Bedeutung**

	alle	FI AE	FI SI	TAIS
Hardwarekenntnisse		x		
Installation		x		
Angebots- und Vertragserstellung		x		
Bedarfsermittlung und Beschaffung		x		
Technisches Marketing		x	x	
Kunden- bzw. Anwenderschulung		x		
Geschäfts- und Leistungsprozesse		x	x	
Elektrotechnik/Elektronik			x	
Andere Fremdsprachen als Englisch		x	x	

## 4.5 Wirtschaft 4.0 in der Metalltechnik

Die Berufe im Bereich Metalltechnik sind von den Veränderungen, die mit dem Begriff Wirtschaft 4.0 beschrieben werden, unterschiedlich stark betroffen. Für die Metalltechnik soll der Begriff Wirtschaft 4.0 im weitesten Sinne verstanden werden als fortschreitende Automatisierung, geprägt durch einen hohen Grad an Digitalisierung und Vernetzung.

Daraus ergeben sich folgende Fragestellungen:

- Wie stark ändert sich das Berufsbild des Anlagenmechanikers für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik durch Neuerungen in der Gebäudetechnologie (Smart Home)?
- Wie wirkt sich der technologische Wandel, bedingt durch veränderte Antriebe, eine Zunahme von Sensoren und des Vernetzungsgrades, auf den Beruf Kraftfahrzeugmechatroniker/-in aus?
- Wie stark und in welchen Bereichen sind die Mechanikerberufe (wie z. B. Industriemechaniker/-in, Werkzeugmechaniker/-in, Feinwerkmechaniker/-in, Fertigungsmechaniker/-in) von den Veränderungen durch Wirtschaft 4.0 betroffen?
- Welche Anforderungen stellt die Veränderung an die berufliche Fort- und Weiterbildung?

Die Handreichung kann auf diese Fragen, die stellvertretend für viele weitere Fragestellungen stehen, keine allumfassende, verbindliche Antwort liefern. Vielmehr wird versucht, beispielhaft am Beruf Industriemechaniker/-in und Maschinenbau-techniker/-in Anknüpfungspunkte in der Lehrplanrichtlinie bzw. im Lehrplan zu analysieren, die von einer zunehmenden Digitalisierung und Vernetzung betroffen sind.

### 4.5.1 Industriemechaniker und Industriemechanikerin

Die folgende Darstellung beschreibt den möglichen Ausbau eines Wirtschaft-4.0-Labors in einer beruflichen Schule. In diesem Labor gibt es verschiedene Möglichkeiten zur Verortung von cyber-physischen Systemen (CPS). Teilbereiche davon können z. B. die Robotik, die CNC-Fertigung, die Additive Fertigung, das QM oder die Instandhaltung sein.

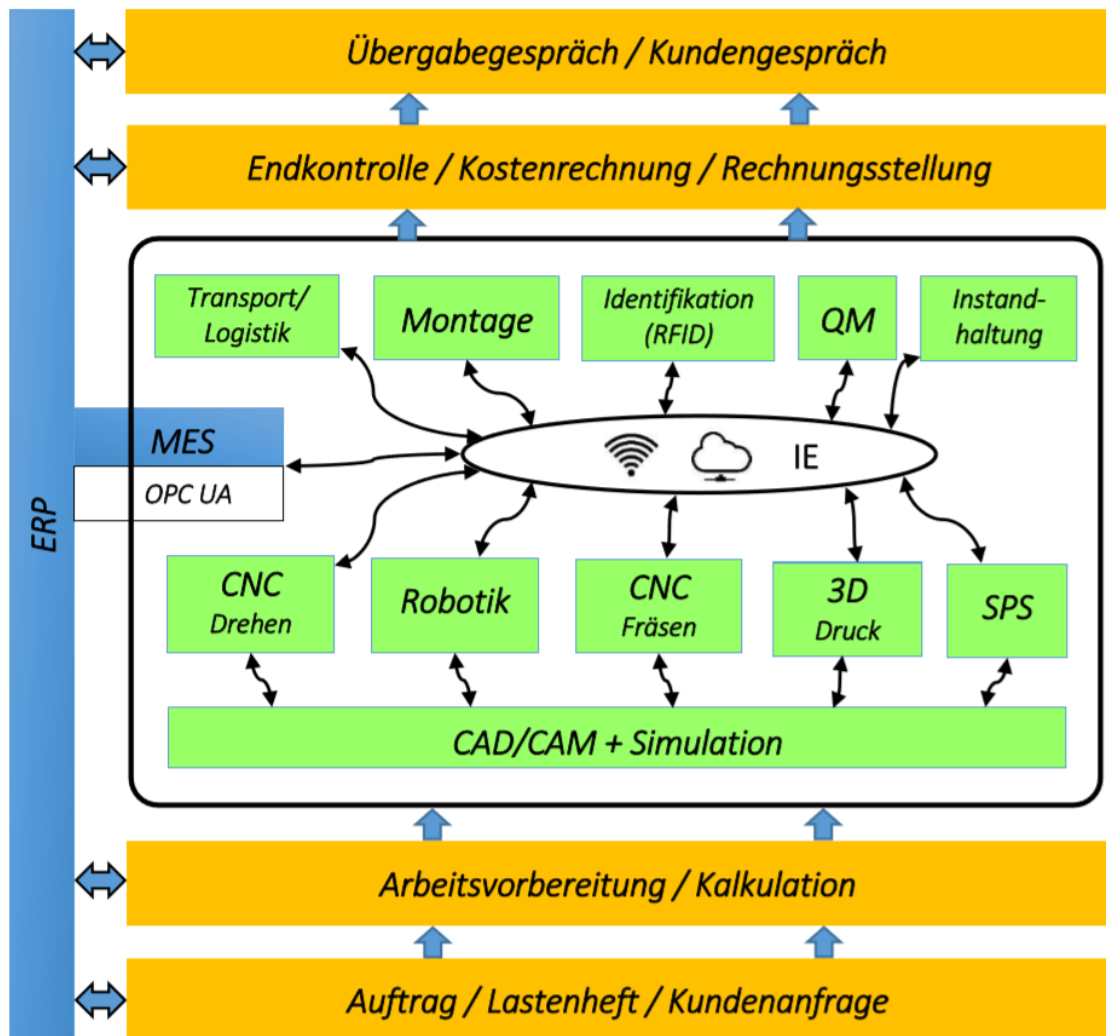
Im Kern der Darstellung sind die relevanten Handlungsfelder, die von einer zunehmenden Digitalisierung und Vernetzung betroffen sind, dargestellt.

Eingebettet sind die Handlungsfelder in den Prozessdurchlauf eines Fertigungsauftrags von der Kundenbestellung bis zum Übergabegespräch. Dies spiegelt in der didaktischen Umsetzung den Lernfeldgedanken wieder.

Die Schnittstelle zwischen den zunehmend digitalisierten Technologien einerseits und der Einbindung in den Prozessablauf andererseits bildet die Vernetzung. Die Steuerung des Fertigungsprozesses übernimmt dabei ein MES (Manufacturing Execution System), das über einen OPC-UA-Server die Prozessdaten der automatisierten Geräte steuert. Ein übergeordnetes ERP (Enterprise Resource Planning) steuert den gesamten Wertschöpfungsprozess.



### Analysemodell eines Labors für die Digitale Transformation an der Berufsschule für den Kernberuf Industriemechaniker/-in



Modell eines Wirtschaft-4.0-Labors in der Fertigungstechnik

Folgende Aspekte werden dargestellt:

- Eine komplette Auftragsbearbeitung wird abgebildet.
- Die kaufmännischen und technischen Prozesse greifen ineinander.
- Bestehende Anlagen an der beruflichen Schule sollen integriert werden.
- Simulationen, digitale Zwillinge, VR/AR sind integrierbar, ohne auf die Anschaulichkeit von realen Prozessen, die in der beruflichen Erstausbildung erforderlich ist, zu verzichten.
- Innerhalb des Modells können die inhaltlichen Schwerpunkte je nach Bedarf vor Ort (Anforderungen der Betriebe, interdisziplinäre Kooperation z. B. mit Kaufleuten, Produktdesignern, IT-Berufen) angepasst werden.
- Die Einzeltechnologien können zur Grundlagenausbildung getrennt geschult werden.

Dem Modell liegt die didaktische Überlegung zugrunde, dass im Vorlauf zu komplexen (interdisziplinären) Projekten, die einen vollständigen Prozessdurchlauf abbilden, die Grundlagenausbildung in den einzelnen Handlungsfeldern durchgeführt wird.

Moderne Technologien sind international. Es bietet sich somit an, mit Handbüchern, Herstellerunterlagen und ähnlichen Dokumenten auch in englischer Sprache zu arbeiten bzw. solche zu erarbeiten.

### **Industriemechaniker/-in: Handlungsfelder Wirtschaft 4.0 und Verortungen in der Lehrplanrichtlinie**

Die zunehmende Digitalisierung und Vernetzung gewinnt wie bei vielen Berufen, so auch beim/bei Industriemechaniker/der Industriemechanikerin, an Bedeutung. Erfahrene Ausbilderinnen und Ausbilder und Lehrkräfte sind sich jedoch einig, dass die Vermittlung der zusätzlichen Inhalte nicht zu Lasten der Grundlagenausbildung gehen darf. Damit diese weiterhin fundiert und umfassend erfolgen kann, wurde in die Grundstufe (Jahrgangsstufe 10) ein Handlungsfeld aus den Themenbereichen „Digitale Transformation“ integriert. Hier wird angeregt, die Grundlagen eines CAD-Programms zu schulen, das die Basics einer **durchgehenden** CAX-Prozesskette bildet.

Ein exemplarischer Umsetzungsvorschlag: 10. Jgst.: CAD Grundkurs; 11. Jgst.: Werkstücke zeichnen und Baugruppen erstellen, CNC-Programmierung aufbauend auf die CAD-Modelle des Zeichenprogramms; 12. Jgst.: CNC Fertigungsoptimierung mit CAD-CAM, CAD-Modelle als Grundlage zur Additiven Fertigung und Anwendung anlagenspezifischer CAM-Programme. Wie intensiv und umfassend die im Modell des „Wirtschaft-4.0-Labors“ dargestellten Handlungsfelder im Unterricht Gegenstand sind, hängt vom jeweiligen Einsatzgebiet der Facharbeiter/-innen in ihren Betrieben ab. Zur Differenzierung müssen somit die Anforderungen der Ausbildungsbetriebe herangezogen werden.

Exemplarisch wird im Folgenden am Beispiel der Lehrplanrichtlinie für den Beruf Industriemechaniker und Industriemechanikerin beschrieben, welche Kompetenzen, bedingt durch die zunehmende Digitalisierung und Vernetzung, anzubahnen sind.

### **Wesentliche Anknüpfungspunkte der W-4.0-Handlungsfelder für den Industriemechaniker/die Industriemechanikerin**

#### **Grundlage: Lehrplanrichtlinie vom Juli 2018**

Hinweise zur Analyse der Lehrplanrichtlinie:

- **1. Übersicht über die Fächer und Lernfelder** (LPR S. 6 und 7)  
**Gelbe Markierung:** Diese Lernfelder bieten Anknüpfungspunkte für Wirtschaft 4.0 relevante Themen.
- **2. Die Lernfelder** werden vollständig dargestellt:  
**Gelb markiert** sind die Stellen, die Anknüpfungspunkte zu für Wirtschaft 4.0 relevanten Themen aufweisen.
- **Konkretisierung** im Lehrplan:  
**Gelb markiert** sind die Originalstellen des Lehrplans. Darunter sind Vorschläge für modifizierte Kompetenzbeschreibungen aufgeführt.  
 In der Zeile **Inhalte** sind ergänzende Inhalte zur bestehenden LPR aufgelistet.
- Die markierten Stellen werden analytisch aufgegriffen.
- Lernfelder und Lerngebiete, an denen keine explizite Analyse im Rahmen der Handreichung vorgenommen wurde, sind hier nicht angeführt. Dies liegt daran, dass entweder schon sehr klare Analysemöglichkeiten im Lerngebiet bzw. Lernfeld ausgewiesen sind oder tendenziell weniger Anknüpfungspunkte an für Wirtschaft 4.0 relevante Themen und Kompetenzbereiche gegeben sind. Ergänzungen zu Inhalten der Lerngebiete bzw. Lernfelder sind als Anregung zu verstehen und ersetzen nicht die gültigen Lehrpläne oder Lehrplanrichtlinien.
- **Die Hinweise dienen als Erläuterungen und ersetzen keineswegs die gültige und verbindliche Lehrplanrichtlinie (vgl. Vorwort).**

## Ausbildungsberuf Industriemechaniker/Industriemechanikerin

### Übersicht über die Fächer und Lernfelder (Lehrplanrichtlinie S. 6 und 7)

#### Jahrgangsstufe 10

Fächer und Lernfelder Nr.		Zeitrichtwerte in Stunden	
<b>Fertigungstechnik</b>			<b>168</b>
1	Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen	84	
2	Fertigen von Bauelementen mit Maschinen	84	
<b>Bauelemente</b>			<b>84</b>
3	Herstellen von einfachen Baugruppen	84	
<b>Instandhaltung</b>			<b>84</b>
4	Warten technischer Systeme	84	

#### Jahrgangsstufe 11

Fächer und Lernfelder Nr.		Zeitrichtwerte in Stunden	
<b>Fertigungstechnik</b>			<b>192</b>
5	Fertigen von Einzelteilen mit Werkzeugmaschinen	72	
8	Fertigen auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen	60	
11	Überwachen der Produkt- und Prozessqualität	60	
<b>Bauelemente</b>			<b>48</b>
7	Montieren von technischen Teilsystemen	48	
<b>Instandhaltung</b>			<b>36</b>
9	Instandsetzen von technischen Systemen	36	
<b>Automatisierungstechnik</b>			<b>60</b>
6	Installieren und Inbetriebnehmen steuerungstechnischer Systeme	60	

#### Jahrgangsstufe 12/13

Fächer und Lernfelder Nr.		Zeitrichtwerte in Stunden	
<b>Fertigungstechnik</b>			<b>154</b>
14	Planen und Realisieren technischer Systeme	84	
15	Optimieren von technischen Systemen	70	
<b>Bauelemente</b>			<b>84</b>
10	Herstellen und Inbetriebnehmen von technischen Systemen	84	
<b>Instandhaltung</b>			<b>70</b>
12	Instandhalten von technischen Systemen	70	
<b>Automatisierungstechnik</b>			<b>84</b>
13	Sicherstellen der Betriebsfähigkeit automatisierter Systeme	84	

**FERTIGUNGSTECHNIK  
JAHRGANGSSTUFE 10**

<b>Lernfeld</b> <b>Fertigen von Bauelementen mit Maschinen</b>	<b>84 Std.</b> <b>fpL 24 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler bereiten das maschinelle Herstellen von berufstypischen Bauelementen vor. Zur Beschaffung von Informationen nutzen sie auch audiovisuelle und virtuelle Hilfsmittel.</p> <p>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.</p> <p>Sie wählen Werkstoffe unter Berücksichtigung ihrer spezifischen Eigenschaften aus und ordnen sie produktbezogen zu.</p> <p>Sie planen die Fertigungsabläufe, ermitteln die technologischen Daten und führen die notwendigen Berechnungen durch.</p> <p>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.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler entwickeln Beurteilungskriterien, wählen Prüfmittel aus und wenden sie an, sie erstellen und interpretieren Prüfprotokolle.</p> <p>Sie präsentieren die Arbeitsergebnisse, optimieren die Arbeitsabläufe und entwickeln Alternativen. Dabei nutzen sie aktuelle Medien und Präsentationsformen.</p> <p>In Versuchen erproben sie ausgewählte Arbeitsschritte und auch alternative Möglichkeiten und bewerten die Arbeitsergebnisse.</p> <p>Sie kennen die Einflüsse des Fertigungsprozesses auf Maße und Oberflächengüte. Sie setzen sich mit den Einflüssen auf den Fertigungsprozess auseinander und berücksichtigen dabei die Bedeutung der Produktqualität.</p> <p>Sie beachten die Bestimmungen des Arbeits- und des Umweltschutzes.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<p>Technische Zeichnungen und Informationsquellen auch in digitaler Form          Fertigungspläne          Funktionsbeschreibungen          Auswahlkriterien für Prüfmittel und Anwendungen          ISO-Toleranzen          Oberflächenangaben          Messfehler          Bohren, Senken, Reiben, Fräsen, Drehen          Funktionseinheiten von Maschinen und deren Wirkungsweise          Standzeiten von Werkzeugen          Fertigungsdaten und deren Berechnungen          Kühl- und Schmiermittel          Grundlagen des Qualitätsmanagements          Werkzeug- und Maschinenkosten, Materialverbrauch, Arbeitszeit</p>	

**Analyse des Lernfeldes:**

Die Schülerinnen und Schüler bereiten das maschinelle Herstellen von berufstypischen Bauelementen vor. Zur Beschaffung von Informationen nutzen sie auch audiovisuelle und virtuelle Hilfsmittel.

Sie erstellen und ändern Teilzeichnungen und die dazugehörigen Arbeitspläne auch mithilfe von Anwendungsprogrammen zum rechnerunterstützten Zeichnen.

Die Schülerinnen und Schüler lernen die Grundlagen eines CAD-Systems.

**Korrespondierende Inhalte:** z. B. CAD-System, Zusammenhänge einer CAX-Prozesskette

**FERTIGUNGSTECHNIK**

Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld</b> <b>Fertigen auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen</b>	<b>60 Std.</b> <b>fpL 12 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>  <p>Die Schülerinnen und Schüler fertigen Bauelemente durch Einzel- und Serienfertigung auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen. Sie lesen und erstellen Skizzen und Teilzeichnungen und entnehmen ihnen die erforderlichen Informationen für die CNC-Fertigung. Sie ermitteln die technologischen und geometrischen Daten für die Bearbeitung und erstellen Arbeits- und Werkzeugpläne. Die Schülerinnen und Schüler planen die Einspannung für Werkstücke und Werkzeuge und richten die Werkzeugmaschine ein, auch unter Verwendung von Werkzeug-Management-Systemen. Sie entwickeln CNC-Programme durch grafische Programmierverfahren und überprüfen sie durch Simulationen. Sie verwenden CAD-/CAM-Applikationen.</p> <p>Unter Anwendung ausgewählter Elemente des Qualitätsmanagements erstellen sie Prüfpläne auch im Hinblick auf die Serienfertigung. 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. Sie beachten die Bestimmungen des Arbeitsschutzes an CNC-Maschinen.</p>	
<b>Inhalte:</b> Koordinatenbemaßung Arbeitsplan, Werkzeugplan, Einrichteblatt Aufbau und Funktion von CNC-Maschinen Koordinatensysteme Bezugspunkte Geometriedaten Technologiedaten Programmaufbau Werkzeugkorrekturen Attributive und variable Merkmalsprüfung	

**Analyse des Lernfeldes:**

<p>Die Schülerinnen und Schüler fertigen Bauelemente durch Einzel- und Serienfertigung auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen. Sie lesen und erstellen Skizzen und Teilzeichnungen und entnehmen ihnen die erforderlichen Informationen für die CNC-Fertigung.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fertigen Bauteile mit generativen Fertigungsverfahren und mit CNC-Fräs- und Drehmaschinen. Sie vergleichen die Fertigung anhand von Technologie- und Produktionsparametern.</li> <li>• arbeiten mit einem CAD-System, entnehmen Informationen, ändern Zeichnungen und erstellen selbst 3D-Modelle für Einzelteile.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> z. B. additive Fertigungsverfahren, CAD-System</p>
<p>Sie entwickeln CNC-Programme auch durch grafische Programmierverfahren und überprüfen sie durch Simulationen.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erstellen CNC-Programme mithilfe eines CAD-/CAM-Systems, sie simulieren und optimieren diese.</li> <li>• erzeugen auf der Grundlage von CAD-Zeichnungen Programme mit der entsprechenden Anwendersoftware für die Additive Fertigung.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> z. B. CAD-/CAM-System, Additive Fertigung (3D-Druck)</p>
<p>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.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden Prüfmittel in einem vernetzten Fertigungsprozess, sie werten Prüfergebnisse aus verknüpften Messstationen aus.</li> <li>• beurteilen Qualitätskriterien und Produktivität, indem sie Prüfergebnisse und Produktionsparameter auch mithilfe eines Produktionsteilsystems (MES) auswerten.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> z. B. vernetzte Messstationen, MES</p>

FERTIGUNGSTECHNIK  
Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld</b> <b>Überwachen der Produkt- und Prozessqualität</b>	<b>60 Std.</b> <b>fpL 12 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
<p>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.</p> <p>Sie unterscheiden systematische von zufälligen Einflussgrößen und ermitteln diese für ausgewählte Prozesse anhand von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen. Die Schülerinnen und Schüler verwenden statistische Verfahren der Qualitätssicherung in der laufenden Produktion. Sie erfassen Messdaten auch in digitaler Form und werten diese mithilfe von Anwendersoftware aus.</p> <p>Sie dokumentieren die Einhaltung der Prozess- und Produktqualität nach Kundenvorgaben. Sie überwachen den Produktionsprozess mit Methoden der Qualitätssicherung in der Massen- und Serienfertigung. Dabei nehmen sie Prozesskenngrößen für variable und attributive Produktmerkmale auf. Sie führen und interpretieren Prozessregelkarten.</p> <p>Sie dokumentieren den zeitlichen Verlauf eines Prozesses und leiten aus den Qualitätsdaten Korrekturmaßnahmen am Prozess ab.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler analysieren Qualitätsdaten aus CAQ-Systemen, diskutieren Konsequenzen für den Produktionsprozess, sichern und präsentieren die Ergebnisse.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Qualitätsnormen</li> <li>Statistische Prozessregelung</li> <li>Qualitätsregelkarten</li> <li>Ursache-Wirkungs-Diagramme</li> <li>Maschinenfähigkeitsindizes</li> <li>Prozessfähigkeitsindizes</li> <li>Normalverteilung</li> <li>Histogramme</li> <li>Standardabweichung, arithmetischer Mittelwert, Medianwert, Spannweite</li> <li>Prüfanweisungen</li> <li>Muster-/Trendanalysen</li> </ul>	



### Analyse des Lernfeldes:

Die Schülerinnen und Schüler überwachen die Produkt- und Prozessqualität und führen Maschinen- und Prozessfähigkeitsuntersuchungen nach Auftrag und Anweisung durch.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- verdeutlichen eine zunehmende Individualisierung von Herstellungsprozessen und die Herausforderungen an einen Prozessdurchlauf mit Losgröße 1.

Die Schülerinnen und Schüler wenden statistische Verfahren der Qualitätssicherung in der laufenden Produktion auch unter Verwendung von Anwendersoftware an.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- wenden vernetzte Prüfmittel (Messstationen) an, analysieren die gewonnenen Daten, werten diese auch softwareunterstützt aus und verwenden die gewonnenen Ergebnisse zur Anpassung des Fertigungsprozesses.
- benennen die Zusammenhänge und Schnittstellen eines in den Fertigungsprozess eingebundenen Qualitätsmanagements, sowohl zu den Produktionsanlagen als auch zu einem MES.
- verwenden eine Messsoftware, die neben der Datenaufnahme auch eine Auswertung durch statistische Verfahren zulässt und eine Schnittstelle zu einem MES aufweist.
- überwachen und steuern technische Prozesse mittels eines Computer-Systems durch SCADA-Anwendungen (Supervisory Control and Data Acquisition).

**Korrespondierende Inhalte:** z. B. einbinden vernetzter Prüfmittel, Anwendersoftware für Messstationen und Messwertauswertung, Schnittstellen: QM zum Fertigungsprozess (Closed Loop), durch SCADA-Anwendungen und eines Produktionsleitsystems (MES)

**AUTOMATISIERUNGSTECHNIK**  
 Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld</b> <b>Installieren und Inbetriebnehmen steuerungs-technischer Systeme</b>	<b>60 Std.</b> <b>fpL 24 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>  <p>Die Schülerinnen und Schüler installieren steuerungstechnische Systeme und nehmen sie in Betrieb.</p> <p>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.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler planen und realisieren den Aufbau der Steuerung auch mit Simulationsprogrammen. Sie nehmen das steuerungstechnische System unter Berücksichtigung des Arbeitsschutzes in Betrieb. Sie entwickeln Strategien zur Fehlersuche und zur Optimierung des steuerungstechnischen Systems und wenden diese an.</p> <p>Sie dokumentieren und präsentieren ihre Ergebnisse auch unter Verwendung von geeigneten Anwendungsprogrammen.</p>	
<b>Inhalte:</b> Technologieschema Pneumatische und hydraulische Leistungsteile Versorgungseinheit Sensoren und Aktoren Stoff-, Energie-, Informationsfluss Stromlaufpläne Druckmedien Drücke, Kräfte, Geschwindigkeiten, Volumenstrom Betriebsarten Anlagensicherheit	

### Analyse des Lernfeldes:

<p>Die Schülerinnen und Schüler installieren steuerungstechnische Systeme und nehmen sie in Betrieb.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nehmen ein flexibles Fertigungssystem in Betrieb.</li> <li>• beschreiben Anforderungen an technische Systeme bei zunehmender Variantenvielfalt.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> z. B. Variantensortieranlage, Losgröße 1, Datenmanagement</p>
<p>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.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren verschiedene Identifikationssysteme.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> z. B. RFID, intelligente Sensoren, dezentrale Peripherie, Wattmeter</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler planen und realisieren den Aufbau der Steuerung. Sie nehmen das steuerungstechnische System unter Berücksichtigung des Arbeitsschutzes in Betrieb. Sie entwickeln Strategien zur Fehlersuche und zur Optimierung des steuerungstechnischen Systems und wenden diese an.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden virtuelle Unterstützungssysteme zu Planung, Aufbau und Fehlersuche.</li> <li>• beschreiben die Problematik der Datensicherheit in einem (auch vertikal) vernetzten System.</li> <li>• verdeutlichen Chancen und mögliche Gefahren vernetzter Systeme.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> z. B. Simulationen, Visualisierung, digitaler Klon</p>
<p>Sie dokumentieren und präsentieren ihre Ergebnisse auch unter Verwendung von geeigneten Anwendungsprogrammen.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden zur Dokumentation Anwendersoftware und erkennen den Zusammenhang zu betrieblichen Steuerungs- und Dokumentationssystemen.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> z. B. Anwenderprogramme, übergeordnetes MES, ERP, Datenbank</p>

INSTANDHALTUNG  
Jahrgangsstufe 12/13

<b>Lernfeld</b> <b>Instandhalten von technischen Systemen</b>	<b>70 Std.</b> <b>fpL 14 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler halten technische Systeme instand, indem sie Maßnahmen zur Verbesserung der Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit planen und durchführen. Sie nehmen Kundenaufträge zur Instandhaltung von technischen Systemen an.</p> <p>Sie nutzen auch digitale Wartungspläne und wenden Verfahren zur Feststellung des Wartungsbedarfs an.</p> <p>Sie untersuchen Systeme hinsichtlich der Ursachen der festgestellten Fehler. Dazu nutzen sie technische Unterlagen auch in englischer Sprache. Sie grenzen Teilsysteme ab und bestimmen die Eingangs- und Ausgangsgrößen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler diagnostizieren Fehler und Störungen mit Diagnosesystemen und interpretieren Funktions- und Fehlerprotokolle, auch durch Ferndiagnose.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler wählen geeignete Prüfverfahren und Prüfmittel aus und wenden diese an. Aus den Fehlerursachen und der Fehlerhäufigkeit ermitteln sie Schwachstellen, analysieren und bewerten diese unter Anwendung geeigneter Methoden auch hinsichtlich Belastung und Verschleiß. Sie beraten den Kunden bezüglich möglicher Maßnahmen zur Verbesserung und erstellen die hierfür notwendigen Unterlagen und Pläne.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler beschaffen die notwendigen Bauelemente, stellen die Funktionsfähigkeit des technischen Systems wieder her und dokumentieren ihre Ergebnisse. Nach Abschluss der Instandhaltung übergeben sie das technische System dem Kunden.</p> <p>Sie berücksichtigen wirtschaftliche und rechtliche Folgen von Instandhaltungsarbeiten und deren Einfluss auf die Qualitätsanforderungen an die Produktion und das Produkt.</p> <p>Sie beachten die Bestimmungen des Arbeits- und Umweltschutzes.</p>	
<b>Inhalte:</b> Betriebsdaten-Erfassung Ausfallbedingte, zustandsbedingte und vorbeugende Instandhaltung Condition Monitoring Schadensanalyse Werkstoffprüfverfahren Wärmebehandlungsverfahren Statistische Fehlerauswertung Paretoanalyse Muster-/Trend-Analysen Kostenvoranschläge Ausfallzeiten, Instandhaltungskosten Produkthaftung unter Beachtung des Qualitätsmanagements	

### Analyse des Lernfeldes:

<p>Die Schülerinnen und Schüler halten technische Systeme instand, indem sie Maßnahmen zur Verbesserung der Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit planen und durchführen. Sie nehmen Kundenaufträge zur Instandhaltung von technischen Systemen an.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verdeutlichen die Bedeutung der zunehmenden Datenerfassung in komplexen Produktionsanlagen für die Planung und Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> z. B. Datenerfassung durch (intelligente) Sensoren, Speicherung, Verarbeitung und Auswertung der Daten, Komponentenhersteller</p>
<p>Sie grenzen Teilsysteme ab und bestimmen die Eingangs- und Ausgangsgrößen.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren auch softwareunterstützt Daten aus Produktionsprozessen, um ungeplante Stillstände zu erkennen und durch richtige Maßnahmen zu verhindern.</li> <li>• unterscheiden Fehlerursachen an Anlagen aufgrund des Verbrauchs des Abnutzungsvorrats oder durch fehlerhafte Diagnoseinstrumente.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> z. B. Sensoren zur Prädiktiven Instandhaltung, webbasierte Ferndiagnose, belastungsabhängige Lebensdauer, Datenauswertung, Software zur prädiktiven Instandhaltung, internationale Vernetzung von Instandhaltungsmaßnahmen</p>
<p>Sie beraten den Kunden bezüglich möglicher Maßnahmen zur Verbesserung und erstellen die hierfür notwendigen Unterlagen und Pläne.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beraten den Kunden im Hinblick auf die Vorzüge von prädikativer Instandhaltung, aber auch mit Blick auf die möglichen Gefahren.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> z. B. Datenschutz, Kostenanalyse, webbasierte Handbücher und Ersatzteilbeschaffung</p>

FERTIGUNGSTECHNIK  
Jahrgangsstufe 12/13

<b>Lernfeld</b> <b>Planen und Realisieren technischer Systeme</b>	<b>84 Std.</b> <b>fpL 28 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler planen und realisieren technische Systeme. Sie analysieren Projektaufträge im Hinblick auf ihre Durchführbarkeit und definieren die Ziele.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler übernehmen die Projektorganisation, dokumentieren den Projektfortschritt, analysieren und bewerten den Verlauf und leiten notwendige Maßnahmen ein. Sie beachten die Vorgaben des Qualitätsmanagements und sichern dadurch die Qualität von Produkten und Prozessen.</p> <p>Sie erstellen Dokumentationen und präsentieren ihre Ergebnisse. Dabei verwenden sie aktuelle Informations- und Kommunikationsmedien.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler beurteilen Projektergebnisse und Handlungsprozesse unter lern- und arbeitsorganisatorischen, technischen, ökologischen und ökonomischen Aspekten.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<p>Lasten-/Pflichtenheft          Projektstrukturplan          Projektmanagement-Tools          Evaluation</p>	

### Analyse des Lernfeldes:

<p>Die Schülerinnen und Schüler planen und realisieren technische Systeme. Sie analysieren Projektaufträge im Hinblick auf ihre Durchführbarkeit und definieren die Ziele.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>planen und realisieren <b>flexible</b> technische Systeme. Dabei arbeiten Fertigungsanlagen mit Transport-, Handhabungs- und Identifikationssystemen zusammen.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> z. B. Schnittstelle zwischen CNC-Technik, Handhabungssystem und RFID Lese-/Schreibgerät</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler übernehmen die Projektorganisation, dokumentieren den Projektfortschritt, analysieren und bewerten den Verlauf und leiten notwendige Maßnahmen ein. Sie beachten die Vorgaben des Qualitätsmanagements und sichern dadurch die Qualität von Produkten und Prozessen.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>beherrschen die Teiltechnologien von Fertigungsanlagen, Transport-, Handhabungs- und Identifikationssystemen.</li> <li>differenzieren die Schnittstellen nach mechanischer, elektrischer und digitaler Einbindung.</li> <li>richten die Schnittstellen zwischen den Teiltechnologien ein.</li> <li>verwenden Anwendersoftware zum Prozessdatenmanagement.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> z. B. CNC-Technik, Transportsystem, Robotik, RFID, Schnittstellenproblematik</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler beurteilen Projektergebnisse und Handlungsprozesse unter lern- und arbeitsorganisatorischen, technischen, ökologischen und ökonomischen Aspekten.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>differenzieren zwischen horizontaler und vertikaler Vernetzung und beziehen IT-Fachleute zur Problemlösung mit ein.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> z. B. vertikale Vernetzung, interdisziplinäre Kommunikation</p>

FERTIGUNGSTECHNIK  
Jahrgangsstufe 12/13

<b>Lernfeld</b> <b>Optimieren von technischen Systemen</b>	<b>70 Std.</b> <b>fpL 14 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>  <p>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.</p> <p>Sie erarbeiten Verbesserungsvorschläge auch unter Berücksichtigung technologischer Entwicklungen sowie neuer Werk- und Hilfsstoffe. Die Schülerinnen und Schüler präsentieren die Vorschläge, moderieren die Entscheidungsfindung in Arbeitsgruppen, schätzen den wirtschaftlichen Nutzen ein und entscheiden über eine Weiterleitung der Optimierungsvorschläge an das betriebliche Vorschlagswesen. Hierfür wenden sie Systeme zur Auftrags- und Ressourcenplanung an.</p> <p>Sie planen Optimierungsmaßnahmen und entscheiden über eine eigenverantwortliche Durchführung. Sie dokumentieren die durchgeführten Arbeiten.</p>	
<b>Inhalte:</b> Arbeitsorganisation Ideenmanagement Wissensmanagement	



### Analyse des Lernfeldes:

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.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erfassen den Kommunikationsfluss des gesamten Geschäftsprozesses.
- erleben die internationale Vernetzung von betrieblichen Abläufen.

**Korrespondierende Inhalte:** z. B. interdisziplinäre, internationale und interkulturelle Zusammenarbeit

Sie erarbeiten Verbesserungsvorschläge auch unter Berücksichtigung technologischer Entwicklungen sowie neuer Werk- und Hilfsstoffe. Die Schülerinnen und Schüler präsentieren die Vorschläge, moderieren die Entscheidungsfindung in Arbeitsgruppen, schätzen den wirtschaftlichen Nutzen ein und entscheiden über eine Weiterleitung der Optimierungsvorschläge an das betriebliche Vorschlagswesen.

Sie planen Optimierungsmaßnahmen und entscheiden über eine eigenverantwortliche Durchführung.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erkennen die arbeitsorganisatorischen Zusammenhänge im Geschäftsprozess und die Folgen für die daran Beteiligten.
- erfahren, dass die am Geschäftsprozess beteiligten Personen unterschiedliche Parameter als Grundlage von Optimierungsmaßnahmen heranziehen.
- erarbeiten Optimierungsvorschläge auch aufgrund unterschiedlicher disziplinärer und kultureller Vorprägungen.
- stimmen sich mit interdisziplinären Teams (Kaufleute-Techniker: IT-Metalstechnik, E-Technik-Metalstechnik) über die wirkungsvollsten Optimierungsmaßnahmen ab.

**Korrespondierende Inhalte:** z. B. Arbeitsorganisation, Fließ-/Variantenfertigung, interdisziplinäre, interkulturelle und internationale Teamarbeit

**AUTOMATISIERUNGSTECHNIK**  
 Jahrgangsstufe 12/13

<b>Lernfeld</b> <b>Sicherstellen der Betriebsfähigkeit automatisierter Systeme</b>	<b>84 Std.</b> <b>fpL 28 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>  <p>Die Schülerinnen und Schüler sichern die Betriebsfähigkeit automatisierter Systeme. Hierzu analysieren sie automatisierte Systeme unter Verwendung von technischen Dokumentationen auch in englischer Sprache.</p> <p>Für einzelne Teilsysteme entwickeln sie unter Berücksichtigung des vorgegebenen Prozessablaufs und der Herstellerunterlagen Lösungen zur Prozessoptimierung.</p> <p>Zur Behebung von Betriebsstörungen erarbeiten sie Strategien zur Fehlereingrenzung, wenden sie an und beseitigen die Fehler unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte.</p> <p>Sie modifizieren diese Systeme, testen, dokumentieren und präsentieren ihre Lösungen. Sie berücksichtigen notwendige Maßnahmen zum Arbeitsschutz beim Umgang mit Fertigungs- und Handhabungssystemen.</p> <p>Sie bewerten die ökonomischen und gesellschaftlichen Aspekte der Automatisierungstechnik.</p>	
<b>Inhalte:</b> Elektropneumatische und elektrohydraulische Funktionseinheiten Steuerung Regelung Programmierbare Steuerungen Betriebsarten Ablaufsprache, Funktionsbausteinsprache Flexible Handhabungssysteme Identifikationssysteme Schnittstellen Instandhaltungsvorschriften Sicherheitseinrichtungen	

### Analyse des Lernfeldes:

Die Schülerinnen und Schüler sichern die Betriebsfähigkeit automatisierter Systeme. Hierzu analysieren sie automatisierte Systeme unter Verwendung von technischen Dokumentationen auch in englischer Sprache.

Für einzelne Teilsysteme entwickeln sie unter Berücksichtigung des vorgegebenen Prozessablaufs und der Herstellerunterlagen Lösungen zur Prozessoptimierung.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- wenden Software zur Programmierung und Simulation von Steuerungsabläufen an (SPS) und entwickeln selbständig Funktionspläne zur Optimierung von Steuerungsabläufen.
- setzen sich mit Kommunikationsschnittstellen der Steuerung auseinander.
- kennen die Regeln der Adressierung in Rechnernetzen.

**Korrespondierende Inhalte:** z. B. Herstellerunterlagen (webbasiert, auch in englischer Sprache), SPS, FUP, Grafcet, Schnittstellen an SPS und Robotern, Kleinsteuerungen (LOGOs) vernetzen

Zur Behebung von Betriebsstörungen erarbeiten sie Strategien zur Fehlereingrenzung, wenden sie an und beseitigen die Fehler unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- setzen sich mit den Netzwerkschnittstellen von Maschinen in der Fertigung auseinander.
- grenzen bei der systematischen Fehlersuche bei Betriebsstörungen die Fehlerursache ein und vergeben, wenn erforderlich, Teilaufträge an IT-Fachleute.

**Korrespondierende Inhalte:** z. B. Netzwerktopologien, Netzarten, Bustechnologie, interdisziplinäre Kommunikation (Metalltechnik-IT)

Die Schülerinnen und Schüler modifizieren Systeme, testen, dokumentieren und präsentieren ihre Lösungen. Sie berücksichtigen notwendige Maßnahmen zum Arbeitsschutz beim Umgang mit Fertigungs- und Handhabungssystemen.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- vernetzen Fertigungssysteme und flexible Handhabungssysteme und setzen sich mit den Schnittstellen auseinander.
- erkennen bei der Prozesssteuerung die Aufgaben eines Produktionsleitsystems (MES) und werten die dort gespeicherten Prozessdaten nach festgelegten Kriterien (z. B. Durchlaufzeit, Losgrößen, Energieverbrauch, Positionen, Druck, Temperatur etc.) aus.
- analysieren Mensch-Maschine-Schnittstellen anhand technischer Merkmale, aber auch aus ergonomischer Sicht sowie aus der des Arbeitsschutzes.

**Korrespondierende Inhalte:** z. B. Netzwerktechnik, intelligente Sensoren, Energiemanagement, Kostenrechnung

#### 4.5.2 Fachschule für Maschinenbautechnik

Die nachfolgenden Erläuterungen und Beispiele beziehen sich auf den Lehrplanentwurf des ISB vom Juli 2012 (Lehrpläne für die Fachschule für Maschinenbautechnik). Veränderungen in der Industrie- und Wirtschaftslandschaft setzen eine ständige Anpassung der Stoffverteilungspläne bzw. didaktischen Jahrespläne voraus. Die Beispiele der nachfolgenden Lehrplananalyse sind exemplarisch und ermitteln Fachinhalte, die eine relevante Nähe zu Themen der industriellen Veränderungen (Industrie 4.0) aufweisen. Die vorgenommenen Analysen zielen nicht auf Vollständigkeit ab, sondern dienen als Grundlage für eigene Überlegungen. Die Offenheit des Lehrplanentwurfs sowie die Möglichkeit zur Profilbildung über Wahlpflichtfächer erfordern eine zusätzliche, individuelle Betrachtungsweise. Die Verbindlichkeit sowie Inhalte des vorliegenden Lehrplanentwurfs bleiben erhalten. Die zusätzlich formulierten Inhalte und Kompetenzen aus der Lehrplananalyse sollen nur den Fokus auf entsprechende Technologien der Digitalen Transformation richten.

Lernfelder und Lerngebiete, an denen keine explizite Analyse im Rahmen der Handreichung vorgenommen wurde, sind hier nicht angeführt. Dies liegt daran, dass entweder schon sehr klare Analysemöglichkeiten im Lerngebiet bzw. Lernfeld ausgewiesen sind oder tendenziell weniger Anknüpfungspunkte an für Wirtschaft 4.0 relevante Themen- und Kompetenzbereiche gegeben sind. Ergänzungen zu Inhalten der Lerngebiete bzw. Lernfelder sind als Anregung zu verstehen und ersetzen nicht die gültigen Lehrpläne oder Lehrplanrichtlinien.

#### **Ausgewählte Inhalte des Lehrplans mit Nähe zu Wirtschaft 4.0 im Lehrplanentwurf**

(Kursiv das jeweilige Lerngebiet, in Klammern das jeweilige Fach)

- Informationstechniken zielgerichtet einsetzen (Informationstechniken)
- Unternehmensprozesse planen (Industriebetriebslehre)
- Lerngebiet *Steuerungsaufgaben analysieren*, theoretisch lösen und praktisch umsetzen (Steuerungstechnik)
- Automatisierte Prozesse gestalten (Automatisierungstechnik)
- Produktionsschritte planen (Produktions- und Fertigungstechnik)
- Werkzeugmaschinen bewerten und programmieren (Werkzeugmaschinen)
- Entwicklungs- und Konstruktionsaufgaben analysieren, systematisch lösen und ausarbeiten (Entwicklung und Konstruktion)
- Lerngebiet 2 *Mechatronische Funktionseinheiten kombinieren* (Mechatronische Systeme)
- Lerngebiet 2 *Mechatronische Systeme prüfen* (Mechatronische Systementwicklung)
- Produktionsprozesse planen und steuern (Produktionsplanung und -steuerung)
- Fachbezogen in englischer Sprache kommunizieren (technisches Englisch)

## Exemplarische Lehrplananalyse

Das nachfolgende Beispiel beschreibt die Vorgehensweise bei der Analyse des Lerngebietes. Alle nachfolgenden Lerngebiete wurden entsprechend bearbeitet.

Zunächst werden die Zielformulierungen gelb markiert, die eine relevante Nähe zum Thema Digitale Transformation besitzen.

<b>Lerngebiet</b>	<b>160 Std.</b>
<b>Steuerungsaufgaben analysieren, theoretisch lösen und praktisch umsetzen</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schüler und Schülerinnen verstehen die zentrale Stellung von Steuerungen in Fertigungs-, Montage- und Prüfprozessen. Sie erarbeiten grundlegende Begriffe der Steuerungstechnik und führen die Planung, Inbetriebnahme, Wartung und Dokumentation von Steuerungen durch. Die Schüler und Schülerinnen entwickeln Strategien zur Fehleranalyse und beheben Fehler. Sie werden besonders vertraut mit dem Aufbau und der Arbeitsweise einer SPS und projektieren, programmieren und testen Ablauf- und Verknüpfungssteuerungen. Mit industrietypischen Bauteilen und Simulationsprogrammen lösen sie praxisorientierte Aufgaben. Dabei berücksichtigen sie gültige Normen, Vorschriften und sicherheitstechnische Aspekte.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
Pneumatische und hydraulische Steuerungen Binäre Signalverarbeitung Elektrische, elektropneumatische und elektrohydraulische Steuerungen Speicherprogrammierbare Steuerungen	

Danach erfolgt eine inhaltliche Analyse und Ergänzung, z. B. Schichtenmodelle der Automation, Automatisierungspyramide, RAMI 4.0, Datenflussplan.

Anschließend erfolgt die entsprechende Kompetenzformulierung:

<p>Die Schüler und Schülerinnen verstehen die zentrale Stellung von Steuerungen in Fertigungs-, Montage- und Prüfprozessen.</p>
<p>Die Schüler und Schülerinnen ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verdeutlichen das Zusammenwirken unterschiedlicher Steuerungssysteme in einem CPS.</li> <li>• analysieren und bewerten den Daten- und Energiefluss in einem CPS.</li> <li>• erstellen Pläne und Anweisungen für vorgezogene Instandhaltung.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> Schichtenmodell der Automation, RAMI 4.0, Steuerkette, Datenflussplan, Schaltpläne</p>
<p>Sie projektieren, programmieren und testen Aufbau und Arbeitsweise einer SPS und Ablauf- und Verknüpfungssteuerungen.</p>
<p>Die Schüler und Schülerinnen ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• planen den Einsatz von SPS innerhalb eines CPS.</li> <li>• ergründen notwendige Hardwarevoraussetzungen der SPS.</li> <li>• beschreiben den Datenfluss von der Feldebene zu übergeordneten Ebenen.</li> <li>• erstellen Verknüpfungs- und Ablaufsteuerungen und dokumentieren sie.</li> <li>• stellen Datenschnittstellen für weiterführende Systeme bereit.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> Datenschnittstellen, Aufbau SPS, Programmiersprachen nach IEC 61131</p>

## INFORMATIONSTECHNIK

### 1. Schuljahr

<b>Lerngebiet</b>	<b>80 Std.</b>
<b>Informationstechniken zielgerichtet einsetzen</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schüler und Schülerinnen setzen Informationstechniken zur Problemlösung, strukturierter Dokumentation und Präsentation ein. An berufsbezogenen Aufgabenstellungen wenden sie Methoden der Aufbereitung, Speicherung, Weiterverarbeitung und Übertragung von Information an und beurteilen Daten in Bezug auf Zuverlässigkeit, Vollständigkeit und Sicherheit. Sie setzen die Informationstechnik fächerübergreifend ein.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<p>Branchenübliche Software            Verknüpfung und Einbindung von Daten mit unterschiedlichem Dateiformat Datenfernübertragung            Urheberrechte            Englischsprachige Software</p>	

#### Analyse des Lerngebiets:

<p>An berufsbezogenen Aufgabenstellungen wenden sie Methoden der Aufbereitung, Speicherung, Weiterverarbeitung und Übertragung von Information an und beurteilen Daten in Bezug auf Zuverlässigkeit, Vollständigkeit und Sicherheit.</p>
<p>Die Schüler und Schülerinnen ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren Datenverkehr hinsichtlich Sicherheit und Zuverlässigkeit.</li> <li>• beurteilen und bewerten Verfahren zur Datenspeicherung.</li> <li>• beurteilen und bewerten Datenübertragungsmöglichkeiten.</li> </ul>
<p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> Verschlüsselung, Zertifikate, RAID, Cloudspeicher</p>

## WERKZEUGMASCHINEN

## 2. Schuljahr

<b>Lerngebiet</b>	<b>120 Std.</b>
<b>Werkzeugmaschinen bewerten und programmieren</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schüler und Schülerinnen werden vertraut mit dem Aufbau und der Funktionsweise der Baugruppen von Werkzeugmaschinen auch im automatisierten Umfeld, bewerten und wählen diese aus. Sie kennen die Wirkungsweise, die Programmierung und Bedienung von Werkzeugmaschinen. Im Rahmen von Fertigungsaufgaben führen sie die technologische Planung und die erforderlichen Berechnungen durch und erstellen Programme.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<p>CIM-Schnittstellen Abnahme und Instandhaltung</p>	

**Analyse des Lerngebiets:**

<p>Die Schüler und Schülerinnen werden vertraut mit dem Aufbau und der Funktionsweise der Baugruppen von Werkzeugmaschinen auch im automatisierten Umfeld, bewerten und wählen diese aus.</p>
<p>Die Schüler und Schülerinnen ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren und bewerten Werkzeugmaschinen hinsichtlich Eignung und Nutzung in vernetzten Systemen.</li> <li>• analysieren und bewerten Datenschnittstellen hinsichtlich Protokoll, Datenmenge, Geschwindigkeit, Übertragungssicherheit etc.</li> <li>• bewerten Werkzeugidentifikationssystem, z. B. RFID.</li> <li>• bewerten Programm- und Werkzeugverwaltungssysteme.</li> <li>• beurteilen Diagnose- und Prozessüberwachungssysteme.</li> </ul>
<p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> serielle Datenübertragung, Ethernet, Condition Monitoring, DNC, RFID, QR, EAN</p>

## ENTWICKLUNG UND KONSTRUKTION

## 2. Schuljahr

<b>Lerngebiet</b>	<b>160 Std.</b>
<b>Entwicklungs- und Konstruktionsaufgaben analysieren, systematisch lösen und ausarbeiten</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schüler und Schülerinnen entwickeln Lösungen für komplexe Konstruktionsaufgaben. Bei der Bearbeitung dieser Aufgaben setzen sie kreativ Methoden und Werkzeuge ein, deren Ziel innovative Lösungen sind. Sie nutzen zur Gestaltoptimierung von Bauteilen und zur Berechnung von Maschinenelementen branchenübliche Software. Funktionskontrollen und Bewegungssimulationen werden mit 3D-CAD-Systemen durchgeführt. Lösungen werden präsentiert, in detailliert ausgearbeiteten Konstruktionsunterlagen zur Weiterleitung aufbereitet und nach Gesichtspunkten der Wertanalyse beurteilt. Die Schüler und Schülerinnen verstehen die zentrale Stellung von Entwicklung und Konstruktion im Wertschöpfungsprozess eines Unternehmens. Die Einbeziehung von Kostenvorgaben wie auch die Einhaltung aller relevanten Sicherheitsvorschriften sowie aktuelle Forderungen der Ergonomie, des Designs und des Umweltschutzes finden dabei Beachtung.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
Gestaltungsregeln Konstruktion maschinenbautypischer Beispiele Pflichtenheft Dokumentation Finite Elemente CIM-Schnittstellen	

**Analyse des Lerngebiets:**

<p>Die Schüler und Schülerinnen entwickeln Lösungen für komplexe Konstruktionsaufgaben. Die Schüler und Schülerinnen verstehen die zentrale Stellung von Entwicklung und Konstruktion im Wertschöpfungsprozess eines Unternehmens.</p>
<p>Die Schüler und Schülerinnen ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Bedeutung der Konstruktionsdaten im weiteren Wertschöpfungsprozess des Unternehmens.</li> <li>• setzen Datenschnittstellen gängiger 3D-Systeme ein und stellen Part und Assembly Daten für weiterführende Software bereit.</li> <li>• erstellen und bewerten Animationsdaten für den Einsatz in Instandhaltungs-, Instandsetzungs- und Montageanleitungen sowie Anwenderdokumentationen.</li> <li>• unterscheiden zwischen Animation und Simulation.</li> <li>• wenden Werkzeuge zur Erstellung von Simulationen an.</li> </ul>
<p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> systemneutrale Datenformate (DXF, VDA-FS, IGES, IFC, STEP), Bewegungspfadanimation, Motion Control, Exploded View Animation, digitaler Zwilling</p>



## MECHATRONISCHE SYSTEME

## 2. Schuljahr

<b>Lerngebiet</b>	<b>80 Std.</b>
<b>Mechatronische Funktionseinheiten kombinieren</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler kombinieren mechatronische Komponenten zu einem Gesamtsystem. Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über die Funktionseinheiten aus der Elektrotechnik und Mechanik und erarbeiten den kombinierten Einsatz in einem mechatronischen System. Dabei beachten sie die Bedeutung der Software als Bindeglied in der Funktion des Gesamtsystems. Die Schülerinnen und Schüler beurteilen den Einfluss von Störgrößen auf das Zusammenspiel der einzelnen Funktionseinheiten und erarbeiten Lösungen zu deren Vermeidung. Sie beachten die technischen Möglichkeiten der Energieversorgung.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<p>Aktoren und Sensoren          Übertragungselemente          Softwareeinsatz in mechatronischen Systemen          Störgrößen          Energieversorgung          Miniaturisierung</p>	

**Analyse des Lerngebiets:**

<p>Die Schülerinnen und Schüler kombinieren mechatronische Komponenten zu einem Gesamtsystem. Dabei beachten sie die Bedeutung der Software als Bindeglied in der Funktion des Gesamtsystems.</p>
<p>Die Schüler und Schülerinnen ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• untersuchen Sensoren und Aktoren hinsichtlich ihrer Schnittstellen und des Datenformats.</li> <li>• bewerten Sensoren und Aktoren hinsichtlich ihrer Eignung in einer vernetzten Fertigungsstruktur.</li> <li>• ordnen Übertragungsprotokolle von Sensoren und Aktoren in die Fertigungsstruktur ein.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> Feldbussysteme, IO-Link, ASI, Profinet, Ethernet, OPC UA, Datenformate, Echtzeitdaten, Verbindungstechniken, Fehleranalyse</p>

## MECHATRONISCHE SYSTEMENTWICKLUNG

## 2. Schuljahr

<b>Lerngebiet</b>	<b>80 Std.</b>
<b>Mechatronische Systeme prüfen</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler prüfen mechatronische Systeme mit unterschiedlichen Testverfahren. Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über vorhandene Verfahren für das Testen mechatronischer Komponenten. Sie wägen den Einsatz einer dezentralen Wartung mit einer Vor-Ort-Wartung ab und begründen ihre Entscheidung. Sie wenden die Richtlinien für eine Qualitätsprüfung von Software an und analysieren die Risiken und möglichen Auswirkungen von Programmfehlern. Die Schülerinnen und Schüler führen einen Fernzugriff auf ein mechatronisches System durch, sie analysieren und beeinflussen dessen Betriebsverhalten. Sie überprüfen die Reaktion des Systems auf die vorgenommenen Änderungen und beurteilen die Sicherheit der Datenübertragung.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<p>Diagnose von Aktoren und Sensoren          Datenprotokolle für Bussysteme          Testverfahren für Software          Fernwartung          Datensicherheit</p>	

**Analyse des Lerngebiets:**

<p>Sie wägen den Einsatz einer dezentralen Wartung mit einer Vor-Ort-Wartung ab und begründen ihre Entscheidung.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler führen einen Fernzugriff auf ein mechatronisches System durch, sie analysieren und beeinflussen dessen Betriebsverhalten. Sie überprüfen die Reaktion des Systems auf die vorgenommenen Änderungen und beurteilen die Sicherheit der Datenübertragung.</p>
<p>Die Schüler und Schülerinnen ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bewerten den Übertragungsweg einer Fernwartung durch die Cloud.</li> <li>• untersuchen den Übertragungsweg einer Fernwartung hinsichtlich Sicherheit und Performance.</li> <li>• unterscheiden zwischen Echtzeitdaten, Konfigurationsdaten und Wartungsdaten.</li> </ul>
<p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> LAN, WAN, MQTT, MindSphere</p>

## PRODUKTIONSPLANUNG UND -STEUERUNG

## 2. Schuljahr

<b>Lerngebiet</b>	<b>80 Std.</b>
<b>Produktionsprozesse planen und steuern</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schüler und Schülerinnen planen ausgewählte Aspekte von Produktionsprozessen, steuern und überwachen diese von der Angebotsbearbeitung bis zum Einsatz beim Kunden unter Mengen-, Termin- und Kapazitätsvorgaben. Die Schülerinnen und Schüler kennen die grundlegenden Zusammenhänge bei der Produktionsplanung und -steuerung. Sie beschreiben und analysieren Produktions- und Dienstleistungsprozesse in Abhängigkeit vom Absatzmarkt und den betrieblichen Ressourcen. Die Schüler und Schülerinnen erkennen die Notwendigkeit von rechnerunterstützten PPS-Systemen und beschreiben deren grundlegende Struktur und Hierarchie. Sie bilden Prozesse ab und planen Aufträge mithilfe eines PPS-Systems.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<p>Prozess- und Wertschöpfungskette          Prozessparameter          Stammdaten          Organisationsstrukturen und -einheiten          Visualisierung von Geschäftsprozessen</p>	

**Analyse des Lerngebiets:**

<p>Die Schüler und Schülerinnen erkennen die Notwendigkeit von rechnerunterstützten PPS-Systemen und beschreiben deren grundlegende Struktur und Hierarchie. Sie bilden Prozesse ab und planen Aufträge mithilfe eines PPS-Systems.</p>
<p>Die Schüler und Schülerinnen ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ordnen ERP-Systeme in die Unternehmensstruktur ein.</li> <li>• beschreiben den Datenfluss von der IO-Ebene zur Unternehmensebene.</li> <li>• bewerten den Datenfluss hinsichtlich Menge, Geschwindigkeit und Sicherheit.</li> <li>• beschreiben die Funktionsbereiche einer ERP-Software.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> ERP-Systeme (z. B. SAP ERP, Microsoft NAV), Funktionsbereiche wie Materialwirtschaft, Bedarfsermittlung, Produktionsplanung und -steuerung, Stückliste, Dokumentenmanagement, Übertragungsprotokolle</p>

## AUTOMATISIERUNGSTECHNIK

## 2. Schuljahr

<b>Lerngebiet</b>	<b>120 Std.</b>
<b>Automatisierte Prozesse gestalten</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schüler und Schülerinnen gestalten aus Teilkomponenten verkettete flexible Systeme mit den Bereichen Sensorik, Handhabungstechnik und Industriekommunikation. Sie erfassen die Bedeutung und Notwendigkeit der unterschiedlichen Komponenten in der Automatisierungstechnik und lernen, wie diese korrekt eingesetzt und verknüpft werden. Sie analysieren Automatisierungsaufgaben, sie planen und realisieren deren Umsetzung an praktischen Übungsbeispielen. Dabei berücksichtigen sie gültige Vorschriften und sicherheitstechnische Anforderungen. Sie setzen zielgerichtet Software zur Zellenplanung und Prozessvisualisierung ein.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
Transportsysteme Sortier- und Vereinzelungssysteme Robotik, Aktorik, Sensorik Visionsysteme (Bildverarbeitungssysteme) Bussysteme	

**Analyse des Lerngebiets:**

<p>Die Schüler und Schülerinnen gestalten aus Teilkomponenten verkettete flexible Systeme mit den Bereichen Sensorik, Handhabungstechnik und Industriekommunikation. Sie setzen zielgerichtet Software zur Zellenplanung und Prozessvisualisierung ein.</p>	
Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• erfassen die Bedeutung und Notwendigkeit der unterschiedlichen Komponenten in der Automatisierungstechnik, insbesondere unter dem Gesichtspunkt eines CPS.</li> <li>• beschreiben und bewerten die wichtigsten Schnittstellen und Feldbussysteme gängiger Aktoren und Sensoren und deren Verwendung innerhalb eines CPS.</li> <li>• unterscheiden zwischen echtzeitfähiger und nicht echtzeitfähiger Kommunikation.</li> <li>• erstellen Kommunikationsstrukturen für ein CPS und dokumentieren es.</li> <li>• beurteilen die Notwendigkeit der Datenkommunikation zwischen Fertigung und übergeordneten Systemen.</li> <li>• konfigurieren die entsprechenden Netzübergänge.</li> <li>• analysieren und bewerten den Datenfluss hinsichtlich IT-Sicherheit.</li> <li>• visualisieren einzelne Fertigungsabschnitte mit geeigneter Software.</li> </ul>	
<b>Korrespondierende Inhalte:</b> Transport-, Sortier- und Vereinzelungssysteme, ASi, IO-Link, Ethernet, Industrie-Ethernet, Profibus, Profinet, OPC UA, SCADA-System, HMI, Handhabungssysteme, SPS	

PRODUKTIONS- UND FERTIGUNGSTECHNIK  
2. Schuljahr

<b>Lerngebiet</b>	<b>120 Std.</b>
<b>Produktionsschritte planen</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schüler und Schülerinnen planen für ausgewählte Fertigungsaufgaben die Produktionsschritte, die Produktionsmittel sowie den Zeitbedarf und dokumentieren diese. Sie wählen für Fertigungsaufgaben die möglichen Verfahren und notwendigen technischen Mittel aus, beschreiben und visualisieren den Ablauf, ermitteln bzw. berechnen Prozessgrößen und optimieren diese. Sie beurteilen Produktionsverfahren nach Umweltrelevanz, Wirtschaftlichkeit, Arbeitssicherheit und weiteren relevanten Aspekten.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<p>Arbeitsplan Materialflussplan Energie- und Hilfsstoffe Betriebsmittel</p>	

**Analyse des Lerngebiets:**

<p>Die Schüler und Schülerinnen planen für ausgewählte Fertigungsaufgaben die Produktionsschritte, die Produktionsmittel sowie den Zeitbedarf und dokumentieren diese.</p>
<p>Die Schüler und Schülerinnen ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren und bewerten die notwendigen Daten zur Gestaltung eines dynamischen Fertigungsprozesses.</li> <li>• beschreiben die Datenschnittstellen der jeweiligen Unternehmensebenen.</li> <li>• planen den Workflow und benutzen Werkzeuge wie Materialmanagement, Personalmanagement, Qualitätsmanagement, Informationsmanagement und Leistungsanalysen.</li> <li>• setzen entsprechende Branchensoftware (MES) ein.</li> </ul>
<p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> Modelle der Automation (RAMI, Automatisierungspyramide), Datenmengen, Datentypen, Shopfloor, MES, ERP</p>

## INDUSTRIEBETRIEBSLEHRE

## 2. Schuljahr

<b>Lerngebiet</b>	<b>120 Std.</b>
<b>Unternehmensprozesse planen</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schüler und Schülerinnen planen und steuern Unternehmensprozesse bei der Fertigung und Montage von Ausbauelementen und Hochbaukonstruktionen unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten.</p> <p>Sie unterscheiden Betriebsstrukturen und bewerten Fertigungs- und Montageprozesse. Sie erarbeiten und beschreiben die Methoden der Datenermittlung zu Betriebsvergleich, Vorgabezeitermittlung und Belegung von Betriebsmitteln, wenden diese an und ermitteln Materialbedarfe.</p> <p>Sie machen sich mit aktuellen Kostenrechnungsmethoden vertraut, führen diese durch, erstellen branchenübliche Angebote und bewerten die Ergebnisse.</p> <p>Die Schüler und Schülerinnen verschaffen sich einen Überblick über die Methoden der Arbeitsbewertung sowie über Belastung und Beanspruchung durch Arbeit.</p> <p>Sie vergleichen die verschiedenen Entlohnungssysteme, beurteilen Probleme bei der Entgeltfindung und bewerten neue Verfahren.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erkennen die Notwendigkeit von Marketing und lernen fachbezogene Marketingkonzepte kennen.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
Aufbau- und Ablauforganisation Prozessmodelle Produktionsprogramm-, Fertigungs- und Montageplanung Betriebsabrechnung, Betriebs- und Unternehmenskennzahlen Methoden der Vorgabezeitermittlung Kalkulationsverfahren Arbeitsbewertung und Entgeltdifferenzierung Marketing	

**Analyse des Lerngebiets:**

<p>Die Schüler und Schülerinnen planen und steuern Unternehmensprozesse bei der Fertigung von Gütern und Dienstleistungen unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten. Sie unterscheiden Betriebsstrukturen und Fertigungs- und Montageprozesse.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten und beschreiben die Methoden der Datenermittlung und wenden diese an.</p>	
Die Schüler und Schülerinnen ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren und bewerten die Wertschöpfungskette an konkreten Beispielen.</li> <li>• untersuchen die für den Wertschöpfungsprozess eines Unternehmens relevanten Daten.</li> </ul>	
<b>Inhalte:</b>	
BDE, MES, ERP Fertigungstiefe Just in time, just in sequence Shopfloor, Officefloor	

## 4.6 Mechatronik und Elektrotechnik

### Lesehinweise

Viele Berufe im Bereich Elektrotechnik weisen eine hohe Nähe zu Wirtschaft-4.0-Handlungsfeldern auf. Dadurch werden sich Änderungen bei den notwendigen Kompetenzen und zu vermittelnden Inhalten ergeben. Fasst man den Begriff weiter im Sinne von *Digitalisierung* und *Vernetzung*, so sind auch Handwerksberufe in ähnlichem Maß betroffen.

Die weiteren Betrachtungen werden für den/die Mechatroniker/-in als Industrieberuf sowie für den Beruf Elektroniker/-in für Energie- und Gebäudetechnik stellvertretend für die Handwerksberufe durchgeführt. Da sich viele Themengebiete auch in anderen Elektroberufen wiederfinden, lassen sich die Erkenntnisse übertragen.

Wie auch bei den anderen Berufsfeldern in dieser Handreichung, wurde zunächst eine Lehrplananalyse durchgeführt, um Anknüpfungspunkte für relevante Themen für Wirtschaft 4.0 zu identifizieren. Durch die offenen Zielformulierungen in den Lernfeldern der Elektroberufe zeigt sich, dass es in nahezu allen Lernfeldern möglich ist, neue Inhalte und Kompetenzen anzugliedern.

Um die Umsetzung im Unterricht zu erleichtern, wird zusätzlich ein vernetzkompetenzorientierter Ansatz durchgeführt, hier als „Schablonenmodell“ bezeichnet. Dabei werden neue Themen an einem bekannten Lernszenario abgebildet. Im Idealfall sind die Themengebiete in verschiedenen Berufen identisch. Lediglich die konkreten Inhalte unterscheiden sich.

Für die beiden Berufe Mechatroniker/-in und Elektroniker/-in für Energie- und Gebäudetechnik werden exemplarisch Lernszenarios („Transportanlage“ und „Smart Home“) auf verschiedenen Kompetenzstufen mit Beispielen zur Hard- und Softwareausstattung beschrieben. Ein Themenkatalog nennt neue Wirtschaft 4.0 relevante Themen und solche, die künftig verstärkt Einzug in den Unterricht finden sollen. Im Anschluss wird die konkrete Umsetzung für die beiden Lernszenarios gezeigt. Dabei wird auch das Vorgehen ersichtlich, wie anhand des Themenkatalogs die Umsetzungsbeispiele entstehen. Dadurch können bei Bedarf eigene Lernszenarios für weitere Berufe oder andere Ausstattungen konzipiert werden. Die Anpassung eines Lernszenarios auf einer höheren Kompetenzstufe wird am Beispiel „Transportanlage“ für die Fachschule für Mechatroniktechnik erläutert.

Ergänzend zu den nachfolgenden berufsspezifischen Inhalten ist ein sicherer Umgang mit digitalen Medien und Werkzeugen grundlegende Voraussetzung für die Lernenden im Umfeld von Wirtschaft 4.0. Dort, wo es möglich ist (z. B. Erstellung von Schaltplänen oder Werkstückzeichnungen), sollte dies sinnvollerweise rechnergestützt erfolgen. Im Rahmen eines zu erstellenden Medienkonzeptes werden digitale Basiskompetenzen, wie z. B. „Souverän handeln in einer mediatisierten Welt“ oder „Digital Präsentieren“, verankert. Es sollte dabei eine Abstimmung mit den Anforderungen im Kontext von Wirtschaft 4.0 erfolgen.

#### 4.6.1 Analyse der bestehenden Lehrpläne und Lehrplanrichtlinien

Bei der Lehrplananalyse gilt es, in den vorhandenen Lehrplänen alle Textstellen zu markieren, die in Relation zum Thema Wirtschaft 4.0 gesehen werden können.

##### SYSTEM- UND GERÄTETECHNIK

Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld</b>	<b>24 Std.</b>
<b>Elektrische Anlagen der Haustechnik in Betrieb nehmen und in Stand halten</b>	<b>fpL 0 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
Die Schülerinnen und Schüler beraten die Kunden zu Auswahl, Einsatz und Anwendungsmöglichkeiten von elektrischen Anlagen und Geräten der Haustechnik. Sie berücksichtigen energietechnische, ökologische und ökonomische Aspekte.	
Die Schülerinnen und Schüler planen und installieren Anlagen der Haustechnik und nehmen diese in Betrieb. Dabei schließen sie erforderliche Teilkomponenten an wasser-, abwasser- und luftführende Rohrleitungssysteme an. Sie wenden die entsprechenden Normen und Vorschriften an und beachten die Sicherheitsbestimmungen.	
Die Schülerinnen und Schüler planen, errichten und prüfen den inneren Blitzschutz und beurteilen den äußeren Blitzschutz entsprechend der Schutzbedürftigkeit des Gebäudes. Dabei berücksichtigen sie entsprechende Normen und Bestimmungen.	
Die Schülerinnen und Schüler führen die vorgeschriebenen Funktionsprüfungen durch. Sie richten Anlagen nach den Ansprüchen der Kunden ein und stellen Hausgeräte auf. Sie weisen die Nutzer ein und beraten bezüglich notwendiger Instandhaltungsarbeiten und bieten Wartungsverträge an.	
Die Schülerinnen und Schüler wechseln defekte Komponenten und Geräte aus und entsorgen diese sowie Restmaterialien fachgerecht. Sie erkennen schadstoffhaltige Komponenten und Geräte und führen diese der umweltgerechten Entsorgung zu.	

Anschließend müssen, in diesen Textstellen, die Inhalte näher beleuchtet werden, die für Wirtschaft 4.0 relevant sind. Für die Textstellen in obigem Auszug könnten Eckpunkte sein:

- zu den beiden oberen Textstellen Schnittstellen, Vernetzung, sicherer Fernzugriff
- zur unteren Textstelle KNX, DALI, EnOcean, HomeMatic

Mit jedem inhaltlichen Betrachtungsgegenstand sollen den Schülerinnen und Schülern (im Folgenden „SuS“) bestimmte Kompetenzen näher gebracht werden. Diese müssen nun formuliert werden.

- Zu den oberen Textstellen:
  - o Die Schülerinnen und Schüler analysieren Möglichkeiten gewerkeübergreifender Vernetzung.
  - o Sie beraten und informieren Kunden über Vor- und Nachteile, Einsparmöglichkeiten, Komfortgewinn etc. und mögliche Risiken.
- Zur unteren Textstelle:
  - o Die Schülerinnen und Schüler analysieren unterschiedliche vernetzbare Systeme der Haustechnik.
  - o Sie fügen Teilnehmer in vernetzte Systeme ein und nehmen diese in Betrieb.
  - o Sie prüfen die Kommunikation in vernetzten Systemen und führen ggf. eine Fehlersuche/-beseitigung durch.

Abschließend besteht Notwendigkeit, geeignete Handlungen zu finden, um diese notwendigen Kompetenzen auch anbahnen und vermitteln zu können.



Lernfelder und Lerngebiete, an denen keine explizite Analyse im Rahmen der Handreichung vorgenommen wurde, sind hier nicht angeführt. Dies liegt daran, dass entweder schon sehr klare Analysemöglichkeiten im Lerngebiet bzw. Lernfeld ausgewiesen sind oder tendenziell weniger Anknüpfungspunkte an Wirtschaft 4.0 relevante Themen- und Kompetenzbereiche gegeben sind. Ergänzungen zu Inhalten der Lerngebiete bzw. Lernfelder sind als Anregung zu verstehen und ersetzen nicht die gültigen Lehrpläne oder Lehrplanrichtlinien.

#### 4.6.2 Schablonenmodell

Bei der Lehrplananalyse wurde festgestellt, dass in allen gesichteten Lehrplänen die Lernfeldinhalte so offen formuliert sind, dass anzubahnde Kompetenzen rund um Wirtschaft 4.0 problemlos integrierbar sind. D. h., für die neu zu vermittelnden Kompetenzen sind umfangreiche Anknüpfungspunkte vorhanden.

Dies führt zum Teil aber dazu, dass es schwierig ist, passgenaue Markierungen in den einzelnen Lernfeldern vorzunehmen. Zu umfangreiche Markierungen erscheinen für die spätere Nutzung nicht hilfreich.

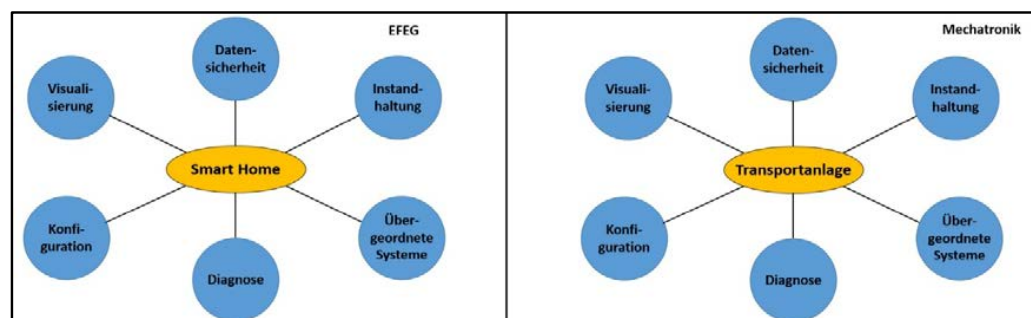
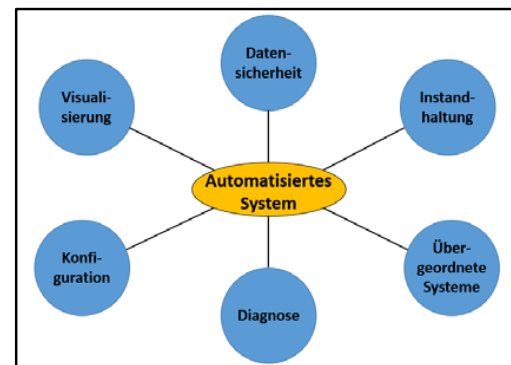
Aus dieser Überlegung leitet sich der zweite Ansatz ab, das Schablonenmodell. Hierbei wird von einem konkreten Lernszenario ausgegangen, das in der Form bereits im Unterricht eingesetzt wird. Anhand dieses Szenarios werden die neuen Themenbereiche und die zugehörigen Kompetenzen beschrieben.

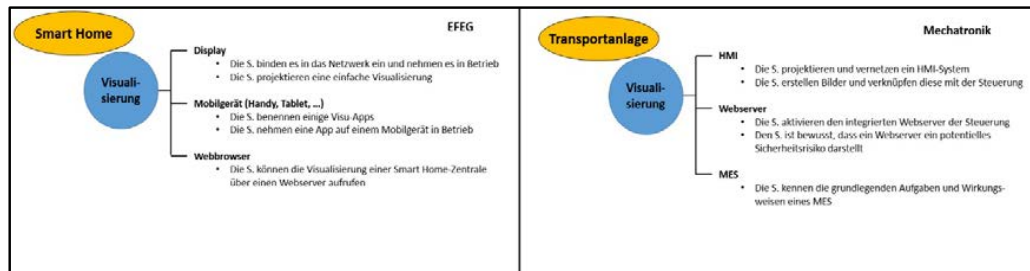
Die Schablone für alle Szenarios sieht ein zentrales „automatisiertes System“ vor. Nur ein solches bildet die Anforderungen der Wirtschaft 4.0 möglichst weitgehend ab.

Betrachtet man ein solches automatisiertes System, so können jeweils einige typische Themen daran festgemacht werden.

Je nach zu unterrichtender Berufsgruppe muss bzw. kann das zentrale automatisierte System gewählt werden. Dabei gilt es natürlich, auch die Anforderungen der kooperierenden Betriebe und die vorhandenen Ausstattungen an der eigenen Schule zu berücksichtigen.

Im Fall einer Handwerkerklasse des Berufes Elektroniker/-in, Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik (EFEG), könnte als automatisiertes System beispielsweise ein Smart Home dienen. Dagegen stünde bei einer Mechatronikerklasse z. B. eine Transportanlage im Mittelpunkt.





Obwohl sich die zentralen automatisierten Systeme unterscheiden, kann jedoch jedes Mal die gleiche Schablone darauf angewendet werden. Das bedeutet, es können jeweils die gleichen Wirtschaft 4.0 relevanten Themen vermittelt werden.

Diese Themen unterscheiden sich dann lediglich in zwei Punkten.

- Den konkreten Inhalten:  
Z. B. ein einfaches Display bei den EFEGs gegenüber einem komplexeren HMI bei den Mechatronikern.
- Der Tiefe der zu vermittelnden Kompetenzen:  
Z. B. müssen die Mechatroniker in der Berufsschule die grundlegenden Aufgaben und die Wirkungsweise eines MES lediglich analysieren, während Schüler einer Fachschule für Mechatroniktechnik das MES konfigurieren und bedienen können sollten.

Das Anwenden der Schablonen erleichtert die Übertragung der notwendigen Inhalte und Kompetenzen bzw. die Anpassung bezüglich der Tiefe der zu vermittelnden Kompetenzen auf andere Berufe deutlich.

Die oben angeführten Themenfelder sind nicht als feststehende, starre Vorgaben zu verstehen. Sie müssen – wie bereits erwähnt – an die Gegebenheiten vor Ort angepasst werden. Eine Auswahl weiterer möglicher Themenfelder findet sich in nachfolgendem Kapitel.

Das mögliche Vorgehen wird nachfolgend an zwei Beispielen exemplarisch durchgeführt.

#### 4.6.2.1 Vorstellen der Lernszenarien

##### Lernszenario „Transportanlage“ (Mechatroniker/-in)

Dieses Lernszenario umfasst – wie an vielen Schulen bereits vorhanden – ein Transportband. Dieses sollte die übliche Ausstattung für die Automatisierungstechnik, wie Sensoren, um zu erkennen, dass sich das Werkstück am Bandanfang bzw. -ende befindet, enthalten. Um Inhalte der Wirtschaft 4.0 abzubilden, werden vier Ausbaustufen empfohlen.

Die Stufen 1 und 2 stellen die absoluten Grundbedingungen für den Kontext Wirtschaft 4.0 dar. Diese Inhalte sind in allen Berufsfeldern vollständig – wenn auch in unterschiedlicher Tiefe – zu unterrichten.

Mit Stufe 3 kann eine Abgrenzung zwischen beruflicher Erstausbildung und Weiterbildung (z. B. Techniker- oder Meisterschule) erreicht werden.

Die Stufe 4 ist zur Vertiefung für den Schwerpunktunterricht (z. B. Wahlfächer), besonders bei IT-affinen Berufen, oder zur fachbereichsübergreifenden Nutzung der Anlagen geeignet.

Stufe 1:

- Einsatz eines Werkstückträgers („WT“), um schnelle Umstellungen in der Produktion zu ermöglichen
- Identifikationssystem (z. B. RFID, QR-Code etc.), um einzelne Teile bzw. WTs zu erkennen
- Energiemonitor (z. B. für Strom, Spannung, Druckluft etc.), um Daten für Energieeffizienz und Auslastung der Anlage zu erhalten
- Eine Steuerung (z. B. Siemens CPU 1500 oder ET200 SP) mit mindestens einem dezentralen Feldbuselement, die Verbindung sollte ethernetbasiert sein.

Stufe 2:

- Am Transportband sollte ein Applikationsmodul vorhanden sein. Dies setzt Bearbeitungsschritte (z. B. Teile auflegen, bohren, zusammenfügen etc.) oder Handhabungsschritte (z. B. wenden, sortieren, kontrollieren etc.) um.
- Das Applikationsmodul sollte mit einer eigenen Steuerung (z. B. Siemens CPU 1500 oder ET200 SP) versehen sein. Damit bleibt die Anlage modular nutzbar und es sind dezentrale Aufgaben und horizontale Kommunikation (mit der Steuerung des Transportbandes) realisierbar.
- Eine Visualisierungseinheit (z. B. Display oder Touchscreen) ermöglicht die Realisierung einer grafischen Mensch-Maschine-Schnittstelle zu Bedien- und Anzeigezwecken. Auch diese sollte ethernetbasiert eingebunden werden.

Stufe 3:

- Zusammenschaltung mehrerer Transportbänder und/oder Applikationsmodule zu einer Gesamtanlage mit Austausch von Daten
- Implementierung übergeordneter Systeme zur Auftragsannahme und -steuerung (z. B. Webfrontend zur Bestellannahme, ERP, MES etc.)

Stufe 4:

- Einsatz unterschiedlicher Medien zur Datenübertragung (z. B. Ethernetleitung und WLAN)
- Zielgerichtetes Verwenden sicherheitsgerichteter Hardware (z. B. VPN-fähige Switche)
- Implementierung von Informationssicherheit (z. B. Vertraulichkeit, Verfügbarkeit, Integrität)

### **Lernszenario „Smart Home“ (Elektroniker/-in für Energie- und Gebäudetechnik)**

Für die Nutzung dieses Lernszenarios sollte im Idealfall ein Raum oder ein Gang in der Schule mit Smart-Home-Betriebsmitteln ausgestattet werden. Hiermit könnten Verbreitung und Nutzungsmöglichkeiten von Wirtschaft 4.0 sowohl im privaten als auch im Büroumfeld vermittelt werden. Auch eine berufs-, gewerke- und somit abteilungsübergreifende Nutzung zwischen Elektroberufen und den Anlagenmechanikern für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik ist denkbar.

Auf dem Markt werden derzeit viele proprietäre Lösungen angeboten. Diese unterscheiden sich häufig schon durch die Wahl des eingesetzten Bussystems: KNX, ZigBee, Z-Wave, Bluetooth, Ethernet.

Da sich im industriellen Umfeld vor allem die ethernetbasierte Vernetzung durchgesetzt hat, empfiehlt sich auch im Smart Home der Einsatz von IP-Adressen und der kabel- oder funkbasierten Vernetzung der Teilnehmer.

Auch in diesem Lernszenario können unterschiedliche Implementierungsstufen im Unterricht verwendet werden:

#### Stufe 1:

- Einsatz einfacher Sensoren (z. B. Taster, Rauchmelder, Anwesenheitssensor etc.) und Aktoren (z. B. Schaltsteckdosen) zunächst **eines** Anbieters
- Vernetzung über eine Smart-Home-Zentrale des jeweiligen Anbieters
- Visualisierung der Betriebszustände über die in die Smart-Home-Zentrale integrierte Web-Oberfläche

#### Stufe 2:

- Erweitern der Ausstattung um komplexere Sensoren/Aktoren (z. B. Rollläden/Jalousie, Wetterstation etc.)
- Kombination von Sensoren/Aktoren unterschiedlicher Hersteller, wobei häufig eine Drittsoftware für die herstellerübergreifende Kommunikation eingesetzt werden muss.
- Detailliertere und individuell konfigurierbare Visualisierung über externe Anzeigegeräte (z. B. Tablet)

#### Stufe 3:

- Einführung und Betrieb einer eigenen, herstellerunabhängigen Smart-Home-Zentrale (z. B. über einen Raspberry Pi)
- Kombination von internen Smart-Home-Installationen mit Sprachsteuerungen externer Anbieter (z. B. Alexa von Amazon, Echo von Google )
- Einbindung von realen Anwendungen aus dem Bereich Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik

#### 4.6.2.2 Themenkatalog für Wirtschaft 4.0

Für die Umsetzung der Lernszenarios mit Wirtschaft 4.0 relevanten Themen werden hier Themenbereiche, die neu sind oder an Bedeutung gewinnen, mit Anwendungsbeispielen für die Szenarien „Transportanlage“ und „Smart Home“ aufgezeigt. Diese eignen sich zur Erstellung eigener Handlungssituationen. Die konkrete Umsetzung der beiden Szenarien mit Lerninhalten erfolgt im Anschluss.

##### *Konfiguration*

Hier geht es um die Art und Weise, wie einzelne Teilnehmer des vernetzten Systems adressiert werden und wie mittels Projektierungssoftware ein System aufgesetzt und in Betrieb genommen werden kann.

Beispiel „Transportanlage“:

Der Umgang mit IP-Adressen und Profinet-Gerätenamen muss beherrscht werden. Mithilfe des TIA-Portals müssen Projektierungsdaten und Programmcode auf die einzelnen Teilnehmer übertragen werden.

Beispiel „Smart Home“:

Aufbau und Vergabekriterien für Geräteadressen bzw. physikalische Adressen (z. B. bei KNX) oder IP-Adressen (z. B. bei DEVOLO oder HOMEMATIC) müssen bekannt sein. Außerdem ist ein sicherer Umgang mit der zugehörigen Projektierungssoftware notwendig, um Eigenschaften und Funktionen an die Betriebsmittel übertragen zu können.

##### *Diagnose*

Insbesondere Adressierungsfehler verhindern im Unterrichtsalltag häufig die erfolgreiche Inbetriebnahme von Anlagen. Kenntnisse über Diagnoseanzeigen, hilfreiche Software oder notwendige Hardware unterstützen bei der Fehlersuche und -behebung.

Beispiel „Transportanlage“:

Mithilfe der integrierten Fehler-LEDs der CPU, Onlinebeobachtung, Beobachtungstabelle, Diagnosepuffer, Belegungsplan etc. können doppelte IP-Adressen, inkonsistente Profinet-Gerätenamen o. Ä. erkannt und behoben werden.

Beispiel „Smart Home“:

Befinden sich die Smart-Home-Betriebsmittel alle im gleichen Netz und sind mit korrekten Adressen versehen? Der Einsatz von einfachen Kommandozeilenbefehlen (z. B. „Ping“-Befehl) oder das Überprüfen von LAN-Leitungen helfen beim Aufbau einer funktionierenden Kommunikation.

##### *Übergeordnete Systeme*

Durch die Aggregation und Akkumulierung von Daten entstehen neue Geschäftsmodelle. Die diesbezügliche Zusammenführung und Analyse der Daten übernehmen übergeordnete Systeme.

Außerdem müssen die dezentralen Teile einer komplexen, vernetzten Anlage vom Auftragsingang über die Auftragsabwicklung/Produktion, die Auslieferung und anschließendem Service für das Produkt koordiniert werden.

Beispiel „Transportanlage“:

Der Kunde kann sein Produkt über ein Webfrontend online bestellen. Die dabei entstehenden Daten laufen automatisiert in ein ERP-System und das MES löst die Fertigung aus. Während des Prozesses werden die entstehenden Daten von einem Qualitätsmanagementsystem erfasst.

Beispiel „Smart Home“:

Da alle derzeit am Markt befindlichen proprietären Systeme ihre spezifischen Einsatzbereiche (z. B. Schwerpunkt „Beleuchtung“ oder „Heizung“) haben, gilt es, für ein allumfassendes Smart Home die Systeme unterschiedlicher Hersteller zu kombinieren. Dafür wird ein übergeordnetes System (z. B. Smart-Home-Zentrale auf Raspberry Pi) eingesetzt.

### *Instandhaltung*

Aufgrund der hohen Sensordichte und der Vernetzung aller Anlagenteile bestehen neue Möglichkeiten der Zustandsüberwachung („Condition Monitoring“) und der vorbeugenden Instandhaltung („Predictive Maintenance“).

Beispiel „Transportanlage“:

Der aufgenommene Strom des Antriebsmotors wird kontinuierlich überwacht. Ändert sich die Belastung nicht, ist jedoch trotzdem über einen längeren Zeitraum ein kontinuierlicher Stromanstieg zu verzeichnen, so liegt die Vermutung nahe, dass ein Lager-/Getriebschaden bevorstehen könnte.

Beispiel „Smart Home“:

Werden Fenster in einem Smart Home geöffnet, so wird dies in der Zentrale erfasst und längerfristig gespeichert. Sollte nun ein Fenster an einem Werktag zu ungewöhnlichen Zeiten geöffnet werden, so liegt eine Abweichung der üblichen Nutzung vor. Dies könnte ein Hinweis für einen Einbruch sein.

### *Datensicherheit*

Vertraulichkeit, Verfügbarkeit und Integrität bilden die drei Grundpfeiler von Informationssicherheit. Wer darf auf Daten zugreifen („Vertraulichkeit“), wo oder wann müssen/dürfen Daten verfügbar sein („Verfügbarkeit“)? Ob die Daten im Originalzustand oder manipuliert („Integrität“) vorliegen ist entscheidend.

Beispiel „Transportanlage“:

Der Switch zwischen den vernetzten Betriebsmitteln bietet die Möglichkeit, einen „gespiegelten Port“ einzurichten. Nun kann der Netzwerkverkehr zwischen den Betriebsmitteln einfach mitgelesen werden. Wird in einem weiteren Schritt die Verbindung zwischen den Betriebsmitteln über ein VPN realisiert, ist das Mitschneiden des Datenverkehrs – auch am gespiegelten Port – nicht mehr möglich.

Beispiel „Smart Home“:

Mithilfe einfacher „Gadgets“ aus dem Internet kann die Datenübertragung einer Fernfernbedienung mit einer Smart-Home-Zentrale aufgezeichnet und später wieder abgespielt werden. Zeichnet man damit beispielsweise das Signal zur Abschaltung der Alarmanlage oder zum Öffnen der Haustüre auf, so kann dieser Vorgang später jederzeit von einem Einbrecher wiederholt werden. Dies funktioniert jedoch nur, wenn der Hersteller keine speziellen Maßnahmen gegen solche „Replay-Attacken“ vorgesehen hat.

### *Visualisierung*

Mithilfe dieser Mensch-Maschine-Schnittstelle lassen sich Anlagenzustände sehr kompakt und übersichtlich darstellen. Außerdem bieten sie – bei gut gemachter Oberfläche – eine intuitive Art der Bedienung und reduzieren somit die Einarbeitungszeiten neuer Mitarbeiter bzw. das Risiko von Fehlbedienungen. Ferner erleichtern sie die Diagnose von Anlagenzuständen und eine mögliche Fehlersuche.

Beispiel „Transportanlage“:

Werden in einem Übersichtsbild der Anlage die Schaltzustände von Sensoren abgebildet, so kann der Bediener sehr schnell erkennen, ob die Signale der SPS – dargestellt auf dem Panel – mit der Realität übereinstimmen können.

Beispiel „Smart Home“:

Ein Hausbesitzer kann beim Verlassen seines Eigenheims auf einem Display erkennen, ob alle Fenster geschlossen sind.

### *Identifikationssysteme*

Aufbau und Funktion von Identifikationssystemen wie RFID, QR-Code etc.

Beispiel „Transportanlage“:

Werkstückträger sind über einen eingelassenen RFID-Chip identifizierbar und lösen bei der Steuerung einer Applikation eine bestimmte Handlung aus.

Beispiel „Smart Home“:

Jedes Betriebsmittel ist über einen QR-Code identifizierbar und über diesen vor der Erstbenutzung in der Smart-Home-Zentrale anzumelden.

### *Bibliotheksfähige Programmierung*

Ein moderner Code muss heute wiederverwendbar, hardwareunabhängig und gekapselt sein. Dafür werden Bausteine mit definierten Schnittstellen verwendet.

Beispiel „Transportanlage“:

Der Baustein für die Ansteuerung des Transportbandes (z. B. mit Vorlauf/Rücklauf) wird nur einmal geschrieben und kann dann problemlos auf die Steuerung eines anderen Bandes mit unterschiedlicher Belegung der Ein-/Ausgangskarten übertragen werden.

Beispiel „Smart Home“:

Komplexere Szenarien (z. B. betätigen eines Tasters löst Szenario „Fernsehen“ aus, wodurch das Licht gedimmt, die Rollläden halb heruntergelassen, der Fernseher und das Soundsystem eingeschaltet werden) werden so geschrieben, dass sie einfach in der zugehörigen Online-Community geteilt und dort wiederverwendet werden können.

### *Computer-integrierte Produktion (CIP)*

Durchgängige Planung und Produktion ohne Medienbruch garantieren schnelle Entwicklungs- und Produktionszeiten mit minimierten Fehlerquellen. Dafür werden immer mehr CAD-/CAM-Systeme eingesetzt.

Beispiel „Transportanlage“:

Ein Werkstück wird mit CAD-Software gezeichnet und direkt an einen 3D-Drucker (dieser könnte ein Applikationsmodul einer Gesamtanlage – vgl. Lernszenario „Transportanlage“, Stufe 3 – sein) zur Fertigung geschickt.

Beispiel „Smart Home“:

Nicht sinnvoll umsetzbar.

### *Simulation*

Bevor eine Anlage real aufgebaut wird, entsteht diese häufig erst einmal am Rechner. Dies erfolgt räumlich und funktional so übereinstimmend mit der später aufzubauenden realen Anlage, dass man von einem „digitalen Zwilling“ spricht. Hier können nicht nur mögliche Veränderungen des mechanischen Aufbaus, sondern auch die Funktionsweise der kompletten Anlage vorab getestet werden.

Beispiel „Transportanlage“:

Die real existierende Transportanlage liegt auch als digitaler Zwilling vor. Damit können die Schüler ihr SPS-Programm zunächst am Computer über eine Simulations-SPS und die virtuelle Anlage testen. Dies reduziert auch die notwendige Anzahl realer Anlagen.

Beispiel „Smart Home“:

Beim Smart Home wird unter Simulation meist eine Präsenzsimulation verstanden. D. h., mit dem Einschalten dieser Funktion gehen – ohne dass eine Person anwesend ist – Lichter an/aus oder es schaltet sich der Fernseher zu üblichen Zeiten ein/aus.

### *Robotik*

Neben der Digitalisierung schreitet auch der Automatisierungsgrad immer weiter fort. Damit ziehen auch immer mehr Roboter in die Anlagen ein.

Beispiel „Transportanlage“:

Ein Handarbeitsplatz zum Zusammensetzen von Einzelteilen zu einer Baugruppe wird durch einen kollaborativen Roboter ersetzt.

Beispiel „Smart Home“:

Autonome „Roboter“ zum Rasenmähen oder Staubsaugen werden so in das Smart Home eingebunden, dass sie ihre Tätigkeiten nur ausführen, wenn keine Personen anwesend sind.

### *Qualitätsmanagement*

Die Vielzahl erhobener Daten gilt es, geschickt zu verknüpfen und auszuwerten, um damit Rückschlüsse auf die möglichen Ursachen von Qualitätsmängeln und/oder Ausschuss zu ziehen.

Beispiel „Transportanlage“:

Setzt man den Zeitpunkt von vermehrtem Produktionsausschuss in Relation zur erfassten Temperatur, zu Luftdruck, Luftfeuchte o. Ä., so kann ggf. eine Ursache für diesen Mangel gefunden werden.

Beispiel „Smart Home“:

Hier geht es um die Lebensqualität in einem Smart Home. So können z. B. der Sauerstoffgehalt, die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit in einzelnen Räumen erfasst und optimiert werden.

### *Produktion*

Da es ein erklärtes Ziel der Wirtschaft 4.0 ist, in immer kleineren Stückzahlen auch individualisierte Produkte herzustellen, müssen auch geeignete Produktionsverfahren zum Einsatz kommen.

Beispiel „Transportanlage“:

Eine Applikation der Transportanlage könnte ein 3D-Drucker sein, der individualisierte Einzelteile erstellt und über das Bandsystem in den Kreislauf einschleust.

Beispiel „Smart Home“:

Da hier nichts produziert wird, ist dieses Thema nicht sinnvoll umsetzbar.

### **Umsetzungsbeispiele**

Für die Umsetzung von Wirtschaft 4.0 im Unterricht muss man sich zunächst über drei Punkte Klarheit verschaffen:

1. Welches Lernszenario soll verwendet werden?  
In diesem Dokument wird exemplarisch mit den zwei vorgestellten Lernszenarien „Transportanlage“ oder „Smart Home“ gearbeitet.
2. Für welchen Beruf soll eine Umsetzung erfolgen?  
Erfolgt die Umsetzung eines Lernszenarios für einen Elektroniker mit Fachrichtung Automatisierungstechnik, so steht die Programmierung sicher mehr im Fokus, als bei einem Mechatroniker, bei dem der Schwerpunkt vielleicht in den Bereich der Instandhaltung gelegt wird.
3. In welcher fachlichen Tiefe soll die Umsetzung erfolgen?  
Hier muss insbesondere eine Differenzierung zwischen der beruflichen Erstausbildung – also im Bereich der Berufsschule – und der beruflichen Weiterbildung, in der Regel in Meister- und Fachschulen, erfolgen.

Diese drei Informationen finden sich jeweils in den Überschriften der nachfolgend vorgestellten Umsetzungsbeispiele wieder.

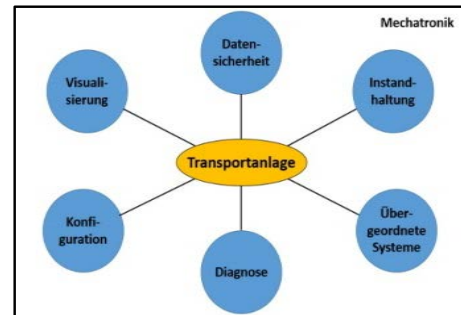


Dabei greift man sich aus den vorgeschlagenen Themenbereichen die zum Beruf und der vorhandenen Ausstattung passenden heraus. Die darin zu vermittelnden Inhalte müssen von der Lehrkraft mit der zum Beruf passenden Taxonomie (z. B. soll ein Inhalt lediglich „bekannt“ sein, „angewendet“ oder etwas selbst „entwickelt“ werden) versehen werden.

### Beispiel 1: Lernszenario „Transportanlage“ für Mechatroniker, Berufsschule

Auf der rechten Seite ist noch einmal die zugehörige Schablone dargestellt.

Nun gilt es, die sechs außen angeordneten Themen mit Inhalten und Lernergebnissen zu füllen.



Im Folgenden werden Schülerinnen und Schüler aus Gründen der Übersichtlichkeit mit „SuS“ abgekürzt.

#### Thema Konfiguration:

- Inhalt: „Adressierung“
  - o SuS versehen Automatisierungsgeräte mit IP-Adressen
  - o SuS analysieren und verdeutlichen den Aufbau und Umgang mit IP-Adressen und Subnetzmasken
- Inhalt: „Spezifikation/Anforderungen an industrielle Bussysteme (z. B. Industrial Ethernet)“
  - o SuS verwenden die Anschlusstechnik von Profinet
  - o SuS erfassen wichtige Eigenschaften industrieller Bussysteme (z. B. Echtzeitfähigkeit, Determinismus, EMV etc.)
- Inhalt: „Inbetriebnahme der Anlage mit lauffähigem Programm“
  - o SuS übertragen Programme auf Steuerungen
  - o SuS wenden in diesem Zusammenhang Diagnose- und Problemlösungsstrategien an

#### Thema Diagnose:

- Inhalt: „Verbindungsprobleme“
  - o SuS verdeutlichen die Bedeutung der Diagnose LEDs an der CPU
  - o SuS nutzen die Diagnosemöglichkeiten, um die Vernetzungsparameter (IP-Adresse, Profinet-Gerätenamen), Hardware und projektierte Software zu überprüfen
  - o SuS verwenden die Diagnosewerkzeuge Onlinebeobachtung, Beobachtungstabelle, Diagnosepuffer und Belegungsplan in der Software TIA-Portal zielgerichtet
- Inhalt: „Fehlersuche“
  - o SuS wenden Lösungsstrategien für einfache Probleme an (z. B. Fehlermeldung: die CPU ist unter der eingestellten Adresse nicht erreichbar, Lösung: korrekte IP-Adresse einstellen)
  - o SuS erstellen einfache Visualisierungen zur Diagnose von Anlagenzuständen und wenden diese an

**Thema Übergeordnete Systeme:**

- SuS verdeutlichen die Zusammenhänge von ERP, MES und Shopfloor (z. B. vertikale Vernetzung in der Automatisierungspyramide)
- SuS benennen übliche Kommunikationsschnittstellen eines MES (z. B. OPC UA)

**Thema Instandhaltung:**

- SuS nutzen Echtzeit-Daten (z. B. Strom-, Druckluft-, Temperaturüberwachung) der Anlage zur vorbeugenden Instandhaltung („Predictive Maintenance“)
- SuS wenden einfache Methoden der Zustandsüberwachung („Condition Monitoring“) an (z. B. Ausfahrzeit eines Zylinders mit Zeitüberwachung)

**Thema Datensicherheit:**

- Sensibilisierung der SuS für Datensicherheit und Datenschutz (z. B. Verschlüsselung, VPN, logische Netze etc.)
- SuS planen eine sinnvolle Benutzerverwaltung und legen diese an (z. B. unterschiedliche Zugriffsberechtigungen in einem HMI)

**Thema Visualisierung:**

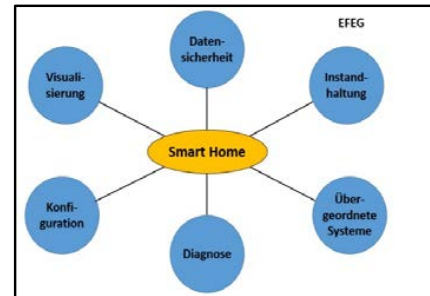
- SuS binden Visualisierungssysteme (HMI) in vernetzte Anlagen ein
- SuS erfassen Betriebs- und Produktionsdaten, bereiten diese auf und stellen sie grafisch dar
- SuS nutzen moderne Visualisierungstechniken (z. B. Datenbrillen für Virtual Reality oder Augmented Reality)

## Beispiel 2:

### Lernszenario „Smart Home“ für EFEG, Berufsschule

Auf der rechten Seite ist noch einmal die zugehörige Schablone dargestellt.

Auch hier gilt es, die sechs außen angeordneten Themen mit Inhalten und Kompetenzen zu füllen.



#### Thema Konfiguration:

- Inhalt: „Adressierung“
  - o SuS versehen die Smart-Home-Betriebsmittel mit korrekten Adressen
  - o SuS verdeutlichen den Aufbau und Umgang mit IP-Adressen und Subnetzmasken
- Inhalt: „Inbetriebnahme der Anlage mit lauffähigem Programm“
  - o SuS verknüpfen die Sensoren logisch sinnvoll mit den Aktoren und hinterlegen diese Steuerung lauffähig auf der Zentrale
  - o SuS wenden in diesem Zusammenhang Diagnose- und Problemlösungsstrategien an

#### Thema Diagnose:

- Inhalt: „Verbindungsprobleme“
  - o SuS erfassen die Bedeutung vorhandener Status-LEDs
  - o SuS verdeutlichen die Möglichkeiten der Projektierungssoftware zur Diagnose des Anlagenzustandes

#### Thema Übergeordnete Systeme:

- SuS verdeutlichen die Zusammenhänge von lokaler Installation und cloudbasierten Diensten
- SuS richten übliche Kommunikationsschnittstellen (z. B. Portweiterleitung in einem Router) ein

#### Thema Instandhaltung:

- SuS nutzen die Möglichkeiten der Online-Zustandsabfrage (z. B. Batteriestand) aller Betriebsmittel, um frühzeitig („Predictive Maintenance“) Ausfällen vorzubeugen

#### Thema Datensicherheit:

- Sensibilisierung der SuS für Datensicherheit und Datenschutz (z. B. Verschlüsselung, VPN, logische Netze etc.)
- SuS planen eine sinnvolle Benutzerverwaltung und legen diese an (z. B. unterschiedliche Zugriffsberechtigungen bei Schließsystem)

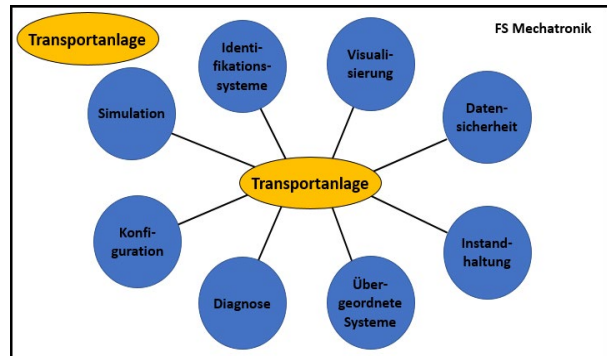
#### Thema Visualisierung:

- SuS binden Visualisierungssysteme (z. B. Display) in das Smart Home ein
- SuS erfassen Betriebs- (z. B. Licht an/aus) und Umgebungszustände (z. B. Temperatur), bereiten diese auf und stellen sie grafisch dar

### Beispiel 3:

#### Lernszenario „Transportanlage“ für Mechatroniktechnik, Fachschule

Für die Fachschule für Mechatronik-technik werden im Schablonenmodell der „Transportanlage“ die Lernergebnisse angepasst und um die Punkte „Identifikationssysteme“ und „Simulation“ erweitert (vgl. Abbildung). An der gleichen Lernsituation können somit Inhalte auf unterschiedlichen Kompetenz-niveaus umgesetzt werden.



#### Thema Konfiguration:

- Inhalt: „Adressierung“
  - o SuS verstehen Automatisierungsgeräte und weitere Feldgeräte mit IP-Adressen
  - o SuS planen Netzwerke mit IP-Adressen und Subnetzmasken
- Inhalt: „Spezifikation/Anforderungen an industrielle Bussysteme (z. B. Industrial Ethernet)“
  - o SuS verwenden zielgerichtet die Anschlusstechnik von Profinet
  - o SuS beurteilen wichtige Eigenschaften industrieller Bussysteme (z. B. Echtzeitfähigkeit, Determinismus, EMV etc.)
  - o SuS unterscheiden und realisieren zyklische und azyklische Kommunikation
- Inhalt: „Inbetriebnahme der Anlage mit lauffähigem Programm“
  - o SuS übertragen Programme und Konfigurationsdaten auf Steuerungen und vernetzte Feldgeräte
  - o SuS realisieren die Datenkommunikation zwischen mehreren Steuerungen
  - o SuS wenden in diesem Zusammenhang Diagnose- und Problemlösungsstrategien an

#### Thema Diagnose:

- Inhalt: „Verbindungsprobleme“
  - o SuS wenden verschiedene Diagnosemöglichkeiten und Tools an, um die Vernetzungsparameter (IP-Adresse, Profinet-Gerätenamen), Hardware und projektierte Software zu überprüfen
  - o SuS analysieren die Diagnosewerkzeuge Onlinebeobachtung, Beobachtungstabelle, Diagnosepuffer und Topologieansicht in der Software, z. B. „TIA-Portal“, „Indra-Works“, „CoDeSys“ o. Ä.
- Inhalt: „Fehlersuche“
  - o SuS nutzen verschiedene Lösungsstrategien zur Fehlersuche und planen Testszenarien für einzelne Programmteile
  - o SuS erstellen Visualisierungen zur Diagnose vor Ort und zur Ferndiagnose von Anlagenzuständen und wenden diese an

#### Thema Übergeordnete Systeme:

- SuS verdeutlichen die Zusammenhänge von ERP, MES und Shopfloor (z. B. vertikale Vernetzung in der Automatisierungspyramide bzw. im RAMI)
- SuS beschreiben die Daten- und Kommunikationsstruktur eines CPS-Prozesses und legen diese fest
- SuS richten den Datenaustausch mit übergeordneten Prozessebenen (MES, ERP) ein (z. B. über OPC UA)
- SuS nutzen die Datenstrukturen in den übergeordneten Prozessebenen (MES, ERP)
- SuS beschreiben die Architektur eines einfachen Datenbankmodells für Produktionsdaten

### Thema Instandhaltung:

- SuS bereiten Echtzeit-Daten (z. B. Strom-, Druckluft-, Temperaturüberwachung) der Anlage zur vorbeugenden Instandhaltung auf („Predictive Maintenance“)
- SuS wenden verschiedene Methoden der Zustandsüberwachung („Condition Monitoring“) an (z. B. Ausfahrzeit eines Zylinders mit Zeitüberwachung)
- SuS verdeutlichen Möglichkeiten zur Speicherung und Auswertung von Sensordaten in einer Datencloud

### Thema Datensicherheit:

- SuS wenden Strategien für Datensicherheit und Datenschutz in Produktionsanlagen (z. B. Verschlüsselung, VPN, logische Netze etc.) an
- SuS planen eine sinnvolle Benutzerverwaltung und legen diese an (z. B. unterschiedliche Zugriffsberechtigungen in einem HMI)

### Thema Visualisierung:

- SuS binden Visualisierungssysteme (HMI) in vernetzte Anlagen ein
- SuS erfassen Betriebs- und Produktionsdaten, bereiten diese auf und stellen sie grafisch dar
- SuS nutzen den Webserver der Steuerung zur Darstellung von Anlagenzuständen per Internetzugriff und auf mobilen Endgeräten
- SuS nutzen moderne Visualisierungstechniken (z. B. Datenbrillen für Virtual Reality oder Augmented Reality) zielgerichtet

### Thema Identifikationssysteme:

- SuS verdeutlichen die Notwendigkeit der Werkstückidentifikation im Kontext von Wirtschaft 4.0
- SuS wählen Verfahren zur Werkstückidentifikation aus
- SuS konfigurieren ein Identifikationssystem und führen die Inbetriebnahme durch
- SuS binden die Werkstückidentifikation in das Steuerungsprogramm ein

### Thema Simulation:

- SuS verwenden bei der Programmentwicklung Simulationstools („digitaler Zwilling“)
- SuS sehen den Datenaustausch für das Simulationsmodell im Steuerungsprogramm vor
- SuS verwenden die Möglichkeiten der Simulation zur Fehlersuche und zum Erkennen von kritischen Anlagenzuständen

Neben diesem Lernszenario bietet der Lehrplan der Fachschule für Mechatroniktechnik sehr viele Möglichkeiten, Themen, die relevant für Digitale Transformation sind, umzusetzen. In der Tabelle sind besonders geeignete Pflicht- und Wahlpflichtfächer mit einigen Unterrichtsbeispielen dargestellt.

<b>Pflichtfächer mit „Wirtschaft 4.0“-Bezug</b>	<b>Unterrichtsbeispiele</b>
betriebswirtschaftliche Prozesse	Produktions- und Auftragsplanung mit ERP-Systemen
Informationstechnik	Vernetzung der Anlagenkomponenten
Steuerungstechnik	Programmieren nach IEC-Norm
Softwareentwicklung	Hochsprachenprogrammierung (Java) von Anlagenkomponenten
mechatronische Systeme	Visualisierung, Werkstückidentifikation, Sensorik mit IO-Link
mechatronische Systementwicklung	Konzipierung einer Gesamtanlage, Datenaustausch mit MES-System
Konstruktion	Konstruktion und Fertigung mit 3D-Druck
Robotertechnik	Industrieroboter in eine Gesamtanlage einbinden
<b>Wahlpflichtfächer mit Bezug zur Digitalen Transformation</b>	<b>Unterrichtsbeispiele</b>
Messtechnik	Erfassen und Auswerten von Anlagendaten, Big Data
elektrische Maschinen und Antriebe	vernetzte Antriebe
Feldbussysteme	Vernetzung mit Profinet
internetbasierte Leittechnik	Webshop, Fernwartung, Visualisierung mittels Webserver der Steuerung
industrielle Bildverarbeitung	visuelle Qualitätskontrolle
Qualitäts- und Umweltmanagement	Energiemanagement in Fertigungsanlagen
Datenverarbeitungstechnik	Datenbanken für MES und ERP-Systeme

### **Auswahl relevanter Fächer der Fachschule für Mechatroniktechnik**

Durch eine gezielte Auswahl der Wahlpflichtfächer und Unterrichtsthemen kann an der Fachschule für Mechatroniktechnik im Rahmen des bestehenden Lehrplans bereits jetzt das Profil eines Technikers „Digitale Transformation“ ausgebildet werden. Auch in den Fachrichtungen Elektrotechnik und Maschinenbautechnik sind durch die möglichen Wahlpflichtfächer viele Anknüpfungspunkte für neue Themen vorhanden.

Auch hier gilt: Lernfelder und Lerngebiete, an denen keine explizite Analyse im Rahmen der Handreichung vorgenommen wurde, sind hier nicht angeführt. Dies liegt daran, dass entweder schon sehr klare Anknüpfungspunkte im Lerngebiet bzw. Lernfeld ausgewiesen sind oder tendenziell weniger Anknüpfungspunkte an relevante Themen- und Kompetenzbereiche der Digitalen Transformation gegeben sind.

### 4.6.3 Zeitmanagement

Bei dem vorgestellten Schablonenmodell sind die neuen Inhalte der Digitalen Transformation noch keinem Lernfeld zugeordnet. Wie die vorangegangene Lehrplananalyse gezeigt hat, kommen mitunter mehrere Anknüpfungspunkte infrage. Die konkrete Zuordnung obliegt daher den Kolleginnen und Kollegen im Rahmen der didaktischen Jahresplanung auf Basis und unter Beachtung der gültigen Lehrplanrichtlinien.

Um neue Themen und Inhalte in den Unterricht zu integrieren, müssen möglicherweise andere Inhalte zumindest in ihrer fachlichen Tiefe reduziert werden. Dabei ist zu beachten, dass dies nicht zu Lasten prüfungsrelevanter Themen gehen darf. Trotzdem sind sicher Unterrichtsinhalte zu identifizieren, die nach jetzigem Stand der Technik in geringerem Umfang relevant sind. Hier kann auch eine Rücksprache mit den örtlichen Ausbildungsbetrieben hilfreich sein.

Ein Beispiel bei den Elektroberufen ist das Lernfeld 4 *IT-Systeme*. Wird hier heute noch oft der Aufbau von Computersystemen mit deren Bestandteilen sehr ausführlich betrachtet, so sollte in Zukunft der Fokus auf Netzwerktechnologie und Konfiguration von Netzwerkkomponenten und der Datensicherheit liegen. Dies kann je nach Beruf auch anhand eines Automatisierungssystems oder mit Smart-Home-Systemen dargestellt werden. Gleiches gilt analog im Fach *Logistik und technische Kommunikation* (Lernfeld *Kommunizieren mithilfe von Datenverarbeitungssystemen*) im ersten Jahr der Mechatroniker-Ausbildung. Werden Inhalte wie das digitale Präsentieren aus dem IT-Unterricht in allgemeinbildende Fächer wie Deutsch ausgelagert (vgl. Beispiel-Mediencurriculum für die Berufsschule und Berufsfachschule; siehe Informationen zum Medienkonzept auf MEBIS) ergeben sich Möglichkeiten, die o. g. Themen in den Unterricht aufzunehmen.

Auch kann beispielsweise in der Antriebstechnik oder der E-Pneumatik der Anteil an Schutz- und Relaischaltungen reduziert werden, um vermehrt eine Ansteuerung mit einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) einzusetzen.

Wird im Unterricht für verschiedene Inhalte kontinuierlich eine Lernumgebung, z. B. immer die gleiche Anlagenstation, genutzt, entstehen weniger Einarbeitungsphasen in wechselnde Lernsituationen. So kann die Lernzeit optimal genutzt werden, und es entstehen Freiräume für neue Inhalte.

Unumgänglich bei der Implementierung neuer Inhalte in den Unterricht ist eine teamübergreifende Abstimmung und Zusammenarbeit. Nur so kann eine effiziente und nachhaltige Umsetzung sichergestellt werden.

#### **4.6.4 Analyse der Lehrplanrichtlinie Elektroniker und Elektronikerin für Betriebstechnik („EBT“)**

Dieser Analyse liegt die Lehrplanrichtlinie mit Stand Mai 2004 zugrunde.

Da die Überarbeitung der bisherigen Lehrplanrichtlinie unter Berücksichtigung der Digitalen Transformation erfolgte, wurden nachfolgend nur die Textpassagen in Grün hervorgehoben, die gegenüber der alten Lehrplanrichtlinie verändert wurden bzw. neu hinzugekommen sind.

Allerdings stellen diese Formulierungen i. d. R. unmittelbar einen sehr konkreten Bezug zur Umsetzung der Digitalen Transformation im Unterricht her.

##### **Unterrichtsfächer:**

**Installations- und Energietechnik**

**System- und Gerätetechnik**

**Steuerungstechnik**

**Betriebstechnik**



### In den berufsbezogenen Vorbemerkungen ergaben sich folgende Änderungen:

Die Schülerinnen und Schüler ...

- arbeiten **und kommunizieren** im Rahmen der beruflichen Tätigkeit inner- und außerbetrieblich **sowie interdisziplinär** mit anderen Personen, auch aus anderen Kulturkreisen. Sie arbeiten darüber hinaus teamorientiert **und wenden aktuelle Kommunikationsmittel auch im virtuellen Raum an.**
- **berücksichtigen die mit der Digitalisierung der Arbeit verbundene Daten- und Informationssicherheit.**
- beachten Normen und Vorschriften, nutzen technische Regelwerke und Bestimmungen, Datenblätter und Beschreibungen, Betriebsanleitungen und andere berufstypische Informationen, **auch in audiovisueller und virtueller Form** sowie in englischer Sprache.
- **beschreiben die Funktionsweise, Produktions- und Organisationsabläufe sowie die Einbindung von cyber-physischen Systemen, auch unter Berücksichtigung logistischer Prozessschritte.**
- programmieren und konfigurieren Systeme **normkonform auch unter Zuhilfenahme intelligenter Sensorik und Aktorik.**
- installieren Automatisierungssysteme, Maschinen und Antriebssysteme, richten diese ein **und vernetzen sie miteinander unter Berücksichtigung der aktuellen Standards.**
- entwickeln Vorgehensweisen für die Inbetriebnahme und Optimierung von elektrotechnischen Systemen und Anlagen **auch auf virtueller Ebene.**
- **wenden Programme und Systeme zur Erfassung, Verarbeitung, Visualisierung und Analyse prozessbezogener Daten an und nutzen diese zur Fehlersuche, Verlaufsoptimierung und Anlagensimulation.**
- überwachen und warten Anlagen **unter Zuhilfenahme von vorliegenden Fehler- und Prozessdaten**, führen regelmäßige Prüfungen durch, analysieren Störungen, leiten Sofortmaßnahmen ein und setzen Anlagen instand.

INSTALLATIONS- UND ENERGIETECHNIK  
Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld</b> <b>Elektroenergieversorgung und Sicherheit</b> <b>von Betriebsmitteln gewährleisten</b>	<b>84 Std.</b> <b>fpL 24 Std.</b>
<p><b>Zielformulierung</b></p> <p><b>Die Schülerinnen und Schüler planen die Elektroenergieversorgung für Betriebsmittel und Anlagen. Sie analysieren und klassifizieren Möglichkeiten der Elektroenergieversorgung nach funktionalen, ökonomischen und ökologischen Aspekten.</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler dimensionieren Anlagen unter Berücksichtigung von Netzsystemen und Schutzmaßnahmen. Dazu wählen sie Komponenten der Anlagen aus, bemessen diese und erstellen Schaltpläne unter Nutzung von Fachliteratur, Datenblättern und Gerätebeschreibungen, <b>auch in audiovisueller und virtueller Form</b> sowie in englischer Sprache.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler kontrollieren bei Errichtung, Inbetriebnahme und Instandhaltung von Anlagen der Elektroenergieversorgung und bei Betriebsmitteln die Einhaltung von Normen, Vorschriften und Regeln zum Schutz gegen elektrischen Schlag, zum Arbeitsschutz und zur Unfallverhütung.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler prüfen ortsfeste und ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel und nehmen diese in Betrieb. Sie protokollieren Betriebswerte und Prüfergebnisse und ordnen diese in eine Dokumentation ein.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler weisen die Nutzer in das Betreiben der Anlagen ein.</p>	
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Schalt- und Verteilungsanlagen</li> <li>Umweltverträglichkeit</li> <li>Spannungsebenen</li> <li>Wechsel- und Drehstromsystem</li> <li>Netzsysteme</li> <li>Schutzeinrichtungen</li> <li>Mess- und Prüfmittel</li> <li>Prüfprotokolle</li> <li>Schutzklassen, Isolationsklassen</li> <li>Schutzarten</li> <li>Nutzereinweisung</li> </ul>	

INSTALLATIONS- UND ENERGIETECHNIK  
Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld</b>	<b>12 Std.</b>
<b>Energietechnische Anlagen errichten und instand halten</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p><b>Die Schülerinnen und Schüler analysieren Kundenaufträge zur Errichtung von Energieversorgungsanlagen und planen die Auftragsabwicklung in Abstimmung mit allen am Prozess Beteiligten.</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler beschaffen auftragsbezogene Informationen über Aufbau und Betriebsverhalten von Niederspannungsschaltanlagen und bewerten das Zusammenwirken der Komponenten. Sie planen die Arbeitsschritte und treffen Entscheidungen zur Arbeitsorganisation, um die Montage und Installation zielgerichtet und zeitökonomisch durchzuführen. Dabei berücksichtigen sie insbesondere die Einhaltung der Sicherheitsregeln, Unfallverhütungsvorschriften und Umweltschutzbestimmungen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler kontrollieren und bewerten Arbeitsabläufe und Arbeitsergebnisse nach ökonomischen, ökologischen und sicherheitstechnischen Aspekten.</p> <p>Bei der Inbetriebnahme setzen sie Mess- und Prüfverfahren ein und nehmen erforderliche Einstellungen und Veränderungen vor.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler führen fristgerecht Wiederholungsprüfungen durch, sie lokalisieren und beurteilen Betriebsstörungen. Sie besprechen mit den Beteiligten Lösungswege zur Beseitigung der Fehler und beheben zielgerichtet Störungen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren alle Arbeitsabläufe und die Veränderungen der Anlagen.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<p>Leitungen und Leitungsnetze          Schaltanlagen          Schutzeinrichtungen für elektrische Netze          Netzarten          Dezentrale und intelligente Energieversorgungssysteme          Energietechnische Anlagen in Gebäuden, in besonderen Räumen und im Freien          Kompensation          Messwert- <b>und Datenerfassung</b>, Verarbeitung und Auswertung          Fehlerarten und Methoden der Fehlersuche          Recycling und Entsorgung</p>	

SYSTEM- UND GERÄTETECHNIK  
Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld</b> <b>Geräte und Baugruppen in Anlagen analysieren und prüfen</b>	<b>60 Std.</b> <b>fpL 12 Std.</b>
<p><b>Zielformulierung</b></p> <p><b>Die Schülerinnen und Schüler planen und organisieren nach Kundenanforderungen Änderungs- und Instandsetzungsaufträge an Geräten und Baugruppen von Anlagen und legen Arbeitsschritte zur Durchführung von Arbeitsaufträgen fest.</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler analysieren Geräte, Baugruppen sowie Wirkungszusammenhänge zwischen den Komponenten der Anlage. Dabei nutzen sie Fachliteratur, Datenblätter und Gerätebeschreibungen, <b>auch in audiovisueller und virtueller Form</b> sowie in englischer Sprache. Sie bestimmen Funktion und Betriebsverhalten von Baugruppen der Anlage.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler nehmen Messwerte und Signalverläufe auf und beurteilen diese im Hinblick auf eine betriebssichere Funktion der Geräte und Baugruppen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler grenzen Fehler systematisch ein und beseitigen Störungen in den Komponenten der Anlage. Sie führen Änderungs- und Instandsetzungsarbeiten an Geräten und Baugruppen durch, kontrollieren und prüfen diese.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler wenden Normen, Vorschriften und Regeln für die Änderung und Instandsetzung von Geräten und Baugruppen an und beachten die Bestimmungen des Arbeits- und Umweltschutzes.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erstellen rechnergestützt technische Unterlagen für die Dokumentation der Änderungs- oder Instandsetzungsarbeit. Sie begründen, präsentieren und bewerten die Arbeitsergebnisse.</p>	
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Betriebs- und Gebrauchsanleitungen</li> <li>Methoden der Schaltungsanalyse</li> <li>Analoge und digitale Baugruppen</li> <li>Schaltungstechnische Standardlösungen</li> <li>Methoden der Fehlereingrenzung</li> <li>Simulationssoftware</li> <li>Mess- und Prüfverfahren</li> <li>Prüfvorschriften, Prüfprotokolle</li> <li>Technische Schaltungsunterlagen</li> <li>Arbeitsschutz, Gesundheitsschutz</li> <li>Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)</li> <li>Gesprächsführung, Gesprächsprotokollierung</li> <li><b>Aktuelle Kommunikationsmedien und -formen</b></li> </ul>	

SYSTEM- UND GERÄTETECHNIK  
Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld</b>	<b>24 Std.</b>
<b>Gebäudetechnische Anlagen ausführen und in Betrieb nehmen</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p><b>Die Schülerinnen und Schüler planen die Auftragsabwicklung für elektrische Anlagen der Gebäudetechnik unter technischen und zeitlichen Vorgaben. Sie koordinieren ihre Zeit- und Arbeitsplanung im Team und in Abstimmung mit anderen Gewerker. Die Schülerinnen und Schüler überprüfen ihre Entscheidungen auf Durchführbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit.</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler analysieren, erweitern, errichten und konfigurieren Systeme der Gebäudetechnik unter Einschluss von Kommunikationssystemen. <b>Sie beachten dabei die Daten- und Informationssicherheit</b> und beziehen bei der Projektierung die Visualisierung mit ein.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler prüfen die fertiggestellten Anlagen der Gebäudetechnik, nehmen diese in Betrieb und weisen die Nutzer ein.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler überwachen Systeme der Gebäudetechnik, grenzen bei Störungen Fehler systematisch ein und ergreifen Maßnahmen zu deren Behebung. Dabei wenden sie Diagnosesysteme an und interpretieren Funktions- und Fehlerprotokolle. Sie nutzen Reklamationen zur Verbesserung von Anlagen und Dienstleistungen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler beachten Sicherheits- und Brandschutzvorschriften und legen Maßnahmen zu deren Einhaltung fest.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten und erstellen die für den Betrieb von Anlagen notwendigen Serviceunterlagen. Dabei nutzen sie branchenübliche Software.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler verwenden Fachliteratur, Produktdatenbanken, Geräte- und Anlagenbeschreibungen, auch in englischer Sprache.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kundenberatung</li> <li>Materialdisposition und Kalkulation</li> <li>Licht- und Beleuchtungstechnik</li> <li>Gefahren- und Brandmeldeanlagen</li> <li>Kommunikationsanlagen</li> <li><b>Informationstechnische Schutzziele Verfügbarkeit, Integrität, Vertraulichkeit und Authentizität</b></li> <li>Blitzschutz</li> <li>Gebäudesystemtechnik und deren Komponenten</li> <li>Lastmanagement</li> <li>Visualisierungssoftware</li> <li>Normen, Vorschriften und Regeln</li> </ul>	

STEUERUNGSTECHNIK  
Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld</b> <b>Steuerungen für Anlagen programmieren und realisieren</b>	<b>72 Std.</b>  <b>fpL 24 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>  <b>Die Schülerinnen und Schüler planen Steuerungen für Anlagen. Sie analysieren Steuerungen bestehender Anlagen, um diese an veränderte Kundenanforderungen anzupassen.</b> Die Schülerinnen und Schüler erfassen und analysieren Steuerungsabläufe. Sie wenden Werkzeuge zur Programmentwicklung an, konfigurieren und parametrieren die notwendigen Hard- und Softwarekomponenten. Dabei wählen sie Darstellungsarten unter Einhaltung der Normen und Vorschriften.  Die Schülerinnen und Schüler nehmen Steuerungen unter Berücksichtigung der Anlagenfunktionen in Betrieb. Sie überprüfen selbständig die Funktion von Steuerungen, auch unter sicherheitsrelevanten Aspekten, und nutzen geeignete Prüf- und Messverfahren zur Fehlersuche. Sie beheben Fehler in den von ihnen erstellten Steuerungsprogrammen.  Die Schülerinnen und Schüler ergänzen oder erstellen steuerungstechnische Dokumentationen und präsentieren ihre Arbeitsergebnisse.  Die Schülerinnen und Schüler verwenden im Arbeitsprozess Fachsprache und Fachtermini, auch in englischer Sprache.  Die Schülerinnen und Schüler arbeiten selbständig und übernehmen Verantwortung im Team auch interdisziplinär. Sie beurteilen dabei gewonnene Erfahrungen und Erkenntnisse.	
<b>Inhalte:</b> Anforderungskatalog Rechnergestützte Informationsbeschaffung Sensoren, Aktoren Funktionsgruppen einer Steuerung Programmdokumentation Funktionen, Funktionsbausteine Speicher-, Zeit- und Zählfunktionen Schrittketten Programmtest <b>an realen und simulierten Prozessen</b> Fehlersuche <b>mithilfe prozessbezogener Daten</b> Prüfprotokolle, technische Dokumentation und Programmarchivierung Normen, Vorschriften und Regeln Präsentationstechniken mit Standard-Software Moderationstechniken	

STEUERUNGSTECHNIK  
Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld</b> <b>Antriebssysteme auswählen und integrieren</b>	<b>60 Std.</b> <b>fpL 24 Std.</b>
<p><b>Zielformulierung</b></p> <p><b>Die Schülerinnen und Schüler planen die Auftragsabwicklung von antriebstechnischen Aufgabenstellungen nach Kundenanforderungen. Sie analysieren Aufträge für Antriebssysteme und planen die technische Realisierung des Antriebs.</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler koordinieren die Beschaffung von aufgabenbezogenen, auch englischsprachigen Informationen im Team. Dazu führen sie Fachgespräche und werten ihre Erkenntnisse aus.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler wählen die erforderlichen Geräte, Baugruppen und Schutzeinrichtungen unter funktionalen, ökonomischen und ökologischen Aspekten aus und dimensionieren diese.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler errichten elektrische und pneumatische Antriebe, prüfen diese und führen nach der Parametrierung der Komponenten die Inbetriebnahme durch. Sie messen und dokumentieren Betriebswerte, erstellen rechnergestützt technische Dokumentationen sowie Schaltungsunterlagen, präsentieren diese den Nutzern und weisen sie ein.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler wenden Normen, Vorschriften und Regeln für die Errichtung und den Betrieb von elektrischen Antrieben an und beachten die Bestimmungen des Arbeits- und Umweltschutzes. Sie überprüfen und dokumentieren fachgerecht deren Einhaltung.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler bewerten die Arbeitsergebnisse ganzheitlich.</p>	
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Struktur von Antriebssystemen</li> <li>Stellglieder</li> <li>Gleich- und Wechselstrommaschinen</li> <li>Schutzeinrichtungen</li> <li>Bauformen, Betriebsarten, Schutzarten und Kühlung von Maschinen</li> <li>Geräte und Baugruppen zum Schalten und Steuern von Antrieben</li> <li>Anlass- und Bremsverfahren</li> <li>Drehzahlsteuerung</li> <li>Prüfverfahren</li> <li>Fachgespräch</li> <li>Technische Dokumentationen</li> </ul>	

INSTALLATIONS- UND ENERGIETECHNIK  
Jahrgangsstufe 12/13

<b>Lernfeld</b> <b>Energietechnische Anlagen errichten und instand halten</b>	<b>84 Std.</b> <b>fpL 28 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>  <b>Die Schülerinnen und Schüler analysieren Kundenaufträge zur Errichtung von Energieversorgungsanlagen und planen die Auftragsabwicklung in Abstimmung mit allen am Prozess Beteiligten.</b> Die Schülerinnen und Schüler beschaffen auftragsbezogene Informationen über Aufbau und Betriebsverhalten von Niederspannungsschaltanlagen und bewerten das Zusammenwirken der Komponenten. Sie planen die Arbeitsschritte und treffen Entscheidungen zur Arbeitsorganisation, um die Montage und Installation zielgerichtet und zeitökonomisch durchzuführen. Dabei berücksichtigen sie insbesondere die Einhaltung der Sicherheitsregeln, Unfallverhütungsvorschriften und Umweltschutzbestimmungen.  Die Schülerinnen und Schüler kontrollieren und bewerten Arbeitsabläufe und Arbeitsergebnisse nach ökonomischen, ökologischen und sicherheitstechnischen Aspekten.  Bei der Inbetriebnahme setzen sie Mess- und Prüfverfahren ein und nehmen erforderliche Einstellungen und Veränderungen vor.  Die Schülerinnen und Schüler führen fristgerecht Wiederholungsprüfungen durch, lokalisieren und beurteilen Betriebsstörungen. Sie besprechen mit den Beteiligten Lösungswege zur Beseitigung der Fehler und beheben zielgerichtet Störungen.  Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren alle Arbeitsabläufe und die Veränderungen der Anlagen.	
<b>Inhalte:</b> Leitungen und Leitungsnetze Schaltanlagen Schutzeinrichtungen für elektrische Netze Netzarten Dezentrale <b>und intelligente</b> Energieversorgungssysteme Energietechnische Anlagen in Gebäuden, in besonderen Räumen und im Freien Kompensation Messwert- <b>und Datenerfassung</b> , Verarbeitung und Auswertung Fehlerarten und Methoden der Fehlersuche Recycling und Entsorgung	



SYSTEM- UND GERÄTETECHNIK  
Jahrgangsstufe 12/13

<b>Lernfeld</b> <b>Gebäudetechnische Anlagen ausführen und in Betrieb nehmen</b>	<b>56 Std.</b> <b>fpL 14 Std.</b>
<p><b>Zielformulierung</b></p> <p><b>Die Schülerinnen und Schüler planen die Auftragsabwicklung für elektrische Anlagen der Gebäudetechnik unter technischen und zeitlichen Vorgaben. Sie koordinieren ihre Zeit- und Arbeitsplanung im Team und in Abstimmung mit anderen Gewerken. Die Schülerinnen und Schüler überprüfen ihre Entscheidungen auf Durchführbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit.</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler analysieren, erweitern, errichten und konfigurieren Systeme der Gebäudetechnik unter Einschluss von Kommunikationssystemen. <b>Sie beachten dabei die Daten- und Informationssicherheit</b> und beziehen bei der Projektierung die Visualisierung mit ein.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler prüfen die fertiggestellten Anlagen der Gebäudetechnik, nehmen diese in Betrieb und weisen die Nutzer ein.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler überwachen Systeme der Gebäudetechnik, grenzen bei Störungen Fehler systematisch ein und ergreifen Maßnahmen zu deren Behebung. Dabei wenden sie Diagnosesysteme an und interpretieren Funktions- und Fehlerprotokolle. Sie nutzen Reklamationen zur Verbesserung von Anlagen und Dienstleistungen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler beachten Sicherheits- und Brandschutzvorschriften und legen Maßnahmen zu deren Einhaltung fest.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten und erstellen die für den Betrieb von Anlagen notwendigen Serviceunterlagen. Dabei nutzen sie branchenübliche Software.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler verwenden Fachliteratur, Produktdatenbanken, Geräte- und Anlagenbeschreibungen, auch in englischer Sprache.</p>	
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kundenberatung</li> <li>Materialdisposition und Kalkulation</li> <li>Licht- und Beleuchtungstechnik</li> <li>Gefahren- und Brandmeldeanlagen</li> <li>Kommunikationsanlagen</li> <li><b>Informationstechnische Schutzziele Verfügbarkeit, Integrität, Vertraulichkeit und Authentizität</b></li> <li>Blitzschutz</li> <li>Gebäudesystemtechnik und deren Komponenten</li> <li>Lastmanagement</li> <li>Visualisierungssoftware</li> <li>Normen, Vorschriften und Regeln</li> </ul>	

STEUERUNGSTECHNIK  
Jahrgangsstufe 12/13

<b>Lernfeld</b> <b>Automatisierte Anlagen in Betrieb nehmen und instand halten</b>	<b>98 Std.</b> <b>fpL 28 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
<p><b>Die Schülerinnen und Schüler planen Steuerungen für komplexe automatisierte Anlagen. Sie analysieren Steuerungen bestehender Anlagen und installieren automatisierte Anlagen. Sie binden Komponenten in übergeordnete Automatisierungssysteme mittels industrieller Kommunikationssysteme ein.</b></p>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler organisieren und optimieren ihre Arbeitsprozesse arbeitsteilig. Sie verhindern durch vorausschauende Analyse mögliche Fehlerquellen bei der Planung von Anlagen. Sie erfassen die Auswirkungen der Fehlerquellen auf die Anlagen und Dienstleistungen und setzen präventive Schritte um.</p>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler konfigurieren und parametrieren automatisierte Anlagen und die darin eingebundenen Antriebssysteme. Sie berücksichtigen dabei die Topologie und die Strukturen von Automatisierungssystemen. Sie erfassen und analysieren deren Datenaustausch und setzen Instrumente zur Programmentwicklung und -visualisierung ein.</p>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler wenden Normen, Vorschriften und Regeln für die Errichtung und den Betrieb von automatisierten Anlagen sowie kommunikationsfähigen elektrischen Antrieben und Bestimmungen des Arbeitsschutzes an. Sie dokumentieren fachgerecht deren Einhaltung.</p>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler überprüfen selbständig die Funktion und Sicherheit von automatisierten Anlagen und nehmen sie in Betrieb.</p>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler führen Wartungs- und Diagnosearbeiten, auch Ferndiagnose, an automatisierten Anlagen und Antrieben durch. Sie wenden dabei Strategien zur systematischen Fehlereingrenzung und -beseitigung an.</p>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler erstellen und modifizieren Dokumentationen, nutzen auch englischsprachige Unterlagen und präsentieren ihre Ergebnisse. Dabei verwenden sie Standard- und anwendungsspezifische Software.</p>	
<p><b>Inhalte:</b>          Ebenen <b>und vernetzte Strukturen</b> der Automatisierungstechnik          Kennwerte und Normen von Bussystemen          Konfiguration von Netzwerken und Bussystemen          Digitale Software-Regelungen          Betriebsarten von automatisierten Anlagen          Wortverarbeitung, Analogwertverarbeitung  <b>Datennutzung, -analyse und -verarbeitung</b>          Steuern und Regeln von kommunikationsfähigen Antriebssystemen          Umrichter gespeiste Antriebe          NetZRückwirkungen und EMV-Maßnahmen          Fehlermöglichkeits- und Fehlereinflussanalyse          Kontinuierlicher Verbesserungsprozess          Konfliktlösungsstrategien</p>	

BETRIEBSTECHNIK  
Jahrgangsstufe 12/13

<b>Lernfeld</b>	<b>70 Std.</b>
<b>Elektrotechnische Anlagen planen und realisieren</b>	<b>fpL 14 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
<p><b>Die Schülerinnen und Schüler planen Projekte für elektrotechnische Anlagen. Sie definieren Ziele, analysieren und strukturieren Aufgaben im Hinblick auf ihre Durchführbarkeit und berücksichtigen bei der Projektauswahl die Einsatzgebiete.</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler planen, entwickeln und realisieren praxisgerechte Lösungen. Dabei übernehmen sie Verantwortung für die Projektorganisation sowie die Abstimmung der Lern- und Arbeitsprozesse. Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren den Projektfortschritt, analysieren und bewerten den Verlauf. Sie beachten grundlegende Normen und Abläufe des Qualitätsmanagements und sichern dadurch die Qualität von Produkten und Prozessen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler errichten die elektrotechnischen Anlagen oder Anlagenkomponenten, nehmen diese in Betrieb und prüfen Teil- und Gesamtfunktionen. Sie demonstrieren Aufbau und Funktion der Anlagen oder Anlagenkomponenten.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler beachten bei der Projektrealisierung Recyclingmöglichkeiten und Umweltverträglichkeiten.</p> <p>Sie erstellen und modifizieren Dokumentationen, nutzen auch englischsprachige Unterlagen und präsentieren ihre Ergebnisse. Dabei verwenden sie aktuelle Informations- und Kommunikationsmedien.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler beurteilen Projektergebnisse und Handlungsprozesse unter lern- und arbeitsorganisatorischen, technischen und ökonomischen Aspekten.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Projektbeschreibung</li> <li>Zeit- und Arbeitsplanung</li> <li>Wirtschaftlichkeit, <b>Organisations- und Prozessabläufe</b></li> <li>Anlagen- und Produktgestaltung</li> <li>Normen, Vorschriften und Regeln</li> <li>Qualitätssicherung</li> <li>Projektbeurteilung</li> </ul>	

BETRIEBSTECHNIK  
Jahrgangsstufe 12/13

<b>Lernfeld</b> <b>Elektrotechnische Anlagen instand halten und ändern</b>	<b>56 Std.</b> <b>fpL 14 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>  <b>Die Schülerinnen und Schüler planen Instandhaltungs- und Änderungsmaßnahmen in elektrotechnischen Anlagen.</b>  Die Schülerinnen und Schüler analysieren Störungen und wenden Methoden und Strategien zur systematischen Fehlereingrenzung und -beseitigung in elektrotechnischen Anlagen oder Anlagenkomponenten an. Sie ändern elektrotechnische Anlagen oder Anlagenkomponenten nach Kundenwünschen und dokumentieren diese fachgerecht.  Die Schülerinnen und Schüler weisen die Kunden in die Bedienung der veränderten Anlagen ein, informieren über gesetzliche Auflagen bei der Instandhaltung und erläutern die veränderten Instandhaltungsbedingungen.  Für die Projektdokumentation nutzen die Schülerinnen und Schüler auch englischsprachige Unterlagen und präsentieren ihre Ergebnisse.  Die Schülerinnen und Schüler reflektieren ihre beruflichen Lern- und Arbeitsprozesse. Zur Weiterentwicklung ihrer Kompetenzen und Qualifikationen nutzen sie geeignete Qualifizierungsmöglichkeiten sowie unterschiedliche Lerntechniken und -medien.	
<b>Inhalte:</b> Zeit- und Arbeitsplanung Instandhaltungskonzepte Normen, Vorschriften und Regeln Kundenberatung und -einweisung Prozessdokumentation Wissensmanagement	

#### **4.6.5 Analyse der Lehrplanrichtlinie für Elektroniker und Elektronikerin, Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik („EFEG“)**

Dieser Analyse liegt die Lehrplanrichtlinie mit Stand Mai 2004 zugrunde. Es wurden die Textpassagen mit gelber Farbe hervorgehoben, die einen Anknüpfungspunkt für Themen aus dem Bereich der Digitalen Transformation bieten.

##### **Unterrichtsfächer:**

**System- und Gerätetechnik**  
**Installations- und Energietechnik**  
**Steuerungstechnik**  
**Kommunikationstechnik**  
**Gebäudetechnik**

SYSTEM- UND GERÄTETECHNIK  
Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld</b> <b>Elektrische Anlagen der Haustechnik in Betrieb nehmen und instand halten</b>	<b>24 Std</b>  <b>fpL 0 Std</b>
<b>Zielformulierung</b>  <p>Die Schülerinnen und Schüler beraten die Kunden zu Auswahl, Einsatz und Anwendungsmöglichkeiten von elektrischen Anlagen und Geräten der Haustechnik. Sie berücksichtigen energietechnische, ökologische und ökonomische Aspekte.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler planen und installieren Anlagen der Haustechnik und nehmen diese in Betrieb. Dabei schließen sie erforderliche Teilkomponenten an wasser-, abwasser- und luftführende Rohrleitungssysteme an. Sie wenden die entsprechenden Normen und Vorschriften an und beachten die Sicherheitsbestimmungen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler planen, errichten und prüfen den inneren Blitzschutz und beurteilen den äußeren Blitzschutz entsprechend der Schutzbedürftigkeit des Gebäudes. Dabei berücksichtigen sie entsprechende Normen und Bestimmungen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler führen die vorgeschriebenen Funktionsprüfungen durch. Sie richten Anlagen nach den Ansprüchen der Kunden ein und stellen Hausgeräte auf. Sie weisen die Nutzer ein, und beraten bezüglich notwendiger Instandhaltungsarbeiten und bieten Wartungsverträge an.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler wechseln defekte Komponenten und Geräte aus und entsorgen diese sowie Restmaterialien fachgerecht. Sie erkennen schadstoffhaltige Komponenten und Geräte und führen diese der umweltgerechten Entsorgung zu.</p>	
<b>Inhalte:</b> Beleuchtungsanlagen Elektrowärmegeräte, Warmwassergeräte Klimaanlage, Kältegeräte, Wärmepumpen Vorschriften zum Anschluss von elektrischen Geräten an Rohrsysteme Hausgeräte Blitzschutz Kundenberatung, Verkaufsgespräch	

**Analyse des Lernfeldes:**

Die Schülerinnen und Schüler beraten die Kunden zu Auswahl, Einsatz und Anwendungsmöglichkeiten von elektrischen Anlagen und Geräten der Haustechnik. Sie berücksichtigen energietechnische, ökologische und ökonomische Aspekte.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- analysieren die Möglichkeiten gewerkeübergreifender Vernetzung.
- informieren die Kunden über Vor- und Nachteile, Einsparmöglichkeiten, Komfortgewinn und mögliche Risiken.

**Korrespondierende Inhalte:** Schnittstellen, Vernetzung, sicherer Fernzugriff

Die Schülerinnen und Schüler planen und installieren Anlagen der Haustechnik und nehmen diese in Betrieb. Dabei schließen sie erforderliche Teilkomponenten an wasser-, abwasser- und luftführende Rohrleitungssysteme an.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- analysieren unterschiedliche vernetzbare Systeme der Haustechnik.
- fügen Teilnehmer in vernetzte Systeme ein und nehmen diese in Betrieb.
- prüfen die Kommunikation in vernetzten Systemen und führen ggf. eine Fehlersuche und -beseitigung durch.

**Korrespondierende Inhalte:** KNX, DALI, EnOcean, HomeMatic

Sie richten Anlagen nach den Ansprüchen der Kunden ein und stellen Hausgeräte auf. Sie weisen die Nutzer ein, beraten bezüglich notwendiger Instandhaltungsarbeiten und bieten Wartungsverträge an.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- entscheiden, welche Technik für die Umsetzung der Kundenwünsche am besten geeignet ist.
- benennen die technischen Voraussetzungen für intelligente, vernetzte Hausgeräte.
- führen eine gewerkeübergreifende Inbetriebnahme durch.
- nehmen Messwerte auf und analysieren diese automatisiert, um damit Komfortfunktionen zu realisieren.
- beschreiben die Vor- und Nachteile und mögliche Risiken eines Fernzugriffes auf Hausgeräte und klären einen Kunden über mögliche Vorteile eines Wartungsvertrags auf.

**Korrespondierende Inhalte:** Internetverbindung, Vernetzung, VPN, externe Zugriffe auf das Hausnetz, Messtechnik, Auswertungen, Visualisierung

INSTALLATIONS- UND ENERGIETECHNIK  
Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld</b> <b>Energietechnische Anlagen errichten, in Betrieb nehmen und instand setzen</b>	<b>12 Std.</b>  <b>fpL 0 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler prüfen Möglichkeiten der Bereitstellung von Elektroenergie unter den Aspekten Versorgungs- und Zukunftssicherheit. Dazu analysieren sie Netze, dezentrale Energieversorgungssysteme sowie regenerative Energiequellen. Sie beraten die Kunden über die Möglichkeiten ihrer Nutzung unter ökonomischen und ökologischen Aspekten.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler errichten Energieversorgungssysteme, nehmen diese unter Beachtung von sicherheitstechnischen Vorschriften in Betrieb und erstellen die Dokumentation. Sie übergeben den Kunden die Anlage, weisen sie in die Nutzung ein, erläutern Leistungsmerkmale und weisen auf Gewährleistungsansprüche hin.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler führen in Energieeinspeisungssystemen unter Berücksichtigung von Sicherheitsvorschriften Schalthandlungen sowie Wartungs- und Instandsetzungsmaßnahmen durch.</p>	
<b>Inhalte:</b> Netzformen Aufbau und Schaltgruppen von Drehstromtransformatoren Vorschriften für Schalthandlungen und das Errichten von Energieeinspeisungssystemen Schaltgeräte Fotovoltaik Kraft-Wärme-Kopplung Brennstoffzelle Wechselrichter Unterbrechungs- und störungsfreie Stromversorgung Kompensation	



### Analyse des Lernfeldes:

Die Schülerinnen und Schüler prüfen Möglichkeiten der Bereitstellung von Elektroenergie unter den Aspekten Versorgungs- und Zukunftssicherheit. Dazu analysieren sie Netze, dezentrale Energieversorgungssysteme sowie regenerative Energiequellen. Sie beraten die Kunden über die Möglichkeiten ihrer Nutzung unter ökonomischen und ökologischen Aspekten.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- beschreiben den Aufbau dezentraler, erneuerbarer Energieversorgungseinheiten.
- erklären das Wesen intelligenter Stromnetze.
- beraten über die Möglichkeiten zur Energieerzeugung, -speicherung und Nutzung.

**Korrespondierende Inhalte:** PV-Anlagen, Windkraftanlagen, Wasserkraftanlagen, Möglichkeiten zur Energiespeicherung (z. B. Batterien, Wasserstoff, Wärme etc.), lastabhängige Strompreise, Kommunikationskanäle zwischen Verbraucher und Erzeuger, Datenschutz

STEUERUNGSTECHNIK  
Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld</b>	<b>72 Std.</b>
<b>Steuerungen für Anlagen programmieren und realisieren</b>	<b>fpL 24 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler entwickeln Steuerungen entsprechend dem Pflichtenheft. Sie erarbeiten Lösungsentwürfe, bewerten diese und wählen unter betriebswirtschaftlichen Aspekten eine optimierte Lösung aus. Sie nutzen verschiedene Informationsquellen, auch in englischer Sprache.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler realisieren Steuerungen. Sie programmieren und parametrieren die Komponenten der Anlagen. Dabei berücksichtigen sie Normen und Sicherheitsvorschriften. Sie konfigurieren die Anlagen und passen die Funktion von Komponenten oder Teilsystemen den Nutzungsbedingungen an.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler prüfen Programmabläufe, die Einhaltung der Sicherheitsvorschriften und die Funktion der Steuerungen. Sie analysieren unter Einbeziehung von Diagnosesystemen Fehler und beheben diese.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler übergeben die Anlagen und dazu erstellte Dokumentationen und weisen in die Nutzung ein.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
Komponenten der Steuerungs- und Regelungstechnik Sensoren und Aktoren Signal- und Datenübertragungssysteme Bussysteme und deren spezifische Einsatzgebiete Gebäudesystemtechnik Programmialgorithmen Diagnosesysteme	

**Analyse des Lernfeldes:**

<p>Die Schülerinnen und Schüler realisieren Steuerungen. Sie programmieren und parametrieren die Komponenten der Anlagen. [...] Sie konfigurieren die Anlagen und passen die Funktionen von Komponenten oder Teilsystemen den Nutzungsbedingungen an.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vernetzen Steuerungssysteme.</li> <li>• visualisieren technische Anlagenzustände.</li> <li>• beschreiben die Möglichkeiten zum Datenaustausch mit übergeordneten Systemen.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> IP-Adressierung, HMI</p>

STEUERUNGSTECHNIK  
Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld</b> <b>Antriebssysteme auswählen und integrieren</b>	<b>60 Std.</b> <b>fpL 24 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler analysieren Kundenaufträge zur Realisierung von antriebstechnischen Systemen. Sie wählen Geräte, Baugruppen und Schutzeinrichtungen unter funktionalen und wirtschaftlichen Aspekten aus und dimensionieren diese.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler installieren und erweitern antriebstechnische Systeme. Sie nehmen diese Systeme in Betrieb und stellen die entsprechenden Parameter ein. Sie berücksichtigen sicherheitstechnische Anforderungen, Normen und Vorschriften.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler überprüfen die Funktion der antriebstechnischen Systeme, nehmen eine systematische Fehlersuche vor und beseitigen Fehler. Sie beurteilen die elektromagnetische Verträglichkeit antriebstechnischer Systeme und treffen Maßnahmen zu ihrer Gewährleistung.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erstellen Dokumentationen der antriebstechnischen Systeme. Sie erläutern den Kunden die Leistungsmerkmale der Systeme und weisen sie in die Nutzung ein.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<p>Elektromechanische Komponenten</p> <p>Arten von Motoren</p> <p>Bauformen, Betriebsarten, Schutzarten</p> <p>Anlass- und Bremsverfahren, Drehfrequenzsteuerung</p> <p>Stromrichter</p> <p>Schutzeinrichtungen</p>	

**Analyse des Lernfeldes:**

<p>Die Schülerinnen und Schüler analysieren Kundenaufträge [...]. Sie wählen Geräte, Baugruppen und Schutzeinrichtungen unter funktionalen und wirtschaftlichen Aspekten aus [...]. [Sie] installieren und erweitern antriebstechnische Systeme. Sie nehmen diese Systeme in Betrieb [...]. [Sie] weisen in die Nutzung ein.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verorten einen neuen Kundenauftrag in den firmeninternen Geschäftsprozessen.</li> <li>• entscheiden über Anbindungen (z. B. Feldbussysteme) der Antriebe.</li> <li>• wenden ggf. Vernetzungstechniken an.</li> <li>• betonen bei der Einweisung auch die Vertraulichkeit und Sicherheit von erhobenen und übertragenen Daten.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> Vernetzung, Datenschutz, Datensicherheit</p>

**SYSTEM- UND GERÄTETECHNIK**  
 Jahrgangsstufen 12/13

<b>Lernfeld</b> <b>Elektrische Anlagen der Haustechnik in Betrieb nehmen und instand halten</b>	<b>70 Std.</b>  <b>fpL 14 Std.</b>
<p><b>Zielformulierung</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler beraten die Kunden zu Auswahl, Einsatz und Anwendungsmöglichkeiten von elektrischen Anlagen und Geräten der Haustechnik. Sie berücksichtigen energietechnische, ökologische und ökonomische Aspekte.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler planen und installieren Anlagen der Haustechnik und nehmen diese in Betrieb. Dabei schließen sie erforderliche Teilkomponenten an wasser-, abwasser- und luftführende Rohrleitungssysteme an. Sie wenden die entsprechenden Normen und Vorschriften an und beachten die Sicherheitsbestimmungen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler planen, errichten und prüfen den inneren Blitzschutz und beurteilen den äußeren Blitzschutz entsprechend der Schutzbedürftigkeit des Gebäudes. Dabei berücksichtigen sie entsprechende Normen und Bestimmungen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler führen die vorgeschriebenen Funktionsprüfungen durch. Sie richten Anlagen nach den Ansprüchen der Kunden ein und stellen Hausgeräte auf. Sie weisen die Nutzer ein, beraten bezüglich notwendiger Instandhaltungsarbeiten und bieten Wartungsverträge an.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler wechseln defekte Komponenten und Geräte aus und entsorgen diese sowie Restmaterialien fachgerecht. Sie erkennen schadstoffhaltige Komponenten und Geräte und führen diese der umweltgerechten Entsorgung zu.</p>	
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Beleuchtungsanlagen        Elektrowärmegeräte, Warmwassergeräte        Klimaanlage, Kältegeräte, Wärmepumpen        Vorschriften zum Anschluss von elektrischen Geräten an Rohrsysteme        Hausgeräte        Blitzschutz        Kundenberatung, Verkaufsgespräch</p>	

### Analyse des Lernfeldes:

Die Schülerinnen und Schüler beraten die Kunden zu Auswahl, Einsatz und Anwendungsmöglichkeiten von elektrischen Anlagen und Geräten der Haustechnik. Sie berücksichtigen energietechnische, ökologische und ökonomische Aspekte. Die Schülerinnen und Schüler planen und installieren Anlagen der Haustechnik und nehmen diese in Betrieb.

Sie weisen die Nutzer ein, beraten bezüglich notwendiger Instandhaltungsarbeiten und bieten Wartungsverträge an.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- entscheiden, ob konventionelle Geräte oder vernetzte Hausgeräte besser den Bedürfnissen des Kunden entsprechen.
- planen gewerkeübergreifende Vernetzungen für die Haustechnik.
- zeigen den Kunden die Mehrwerte der Vernetzung und demonstrieren die Visualisierungs- und Steuerungsmöglichkeiten.
- betonen bei der Einweisung auch die Vertraulichkeit und Sicherheit von erhobenen und übertragenen Daten.

**Korrespondierende Inhalte:** Vernetzung, Visualisierung, Datenschutz, Datensicherheit

INSTALLATIONS- UND ENERGIETECHNIK  
Jahrgangsstufen 12/13

<b>Lernfeld</b> <b>Energietechnische Anlagen errichten, in Betrieb nehmen und instand setzen</b>	<b>70 Std.</b>  <b>fpL 14 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler prüfen Möglichkeiten der Bereitstellung von Elektroenergie unter den Aspekten Versorgungs- und Zukunftssicherheit. Dazu analysieren sie Netze, dezentrale Energieversorgungssysteme sowie regenerative Energiequellen. Sie beraten die Kunden über die Möglichkeiten ihrer Nutzung unter ökonomischen und ökologischen Aspekten.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler errichten Energieversorgungssysteme, nehmen diese unter Beachtung von sicherheitstechnischen Vorschriften in Betrieb und erstellen die Dokumentation. Sie übergeben den Kunden die Anlage, weisen sie in die Nutzung ein, erläutern Leistungsmerkmale und weisen auf Gewährleistungsansprüche hin.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler führen in Energieeinspeisungssystemen unter Berücksichtigung von Sicherheitsvorschriften Schalthandlungen sowie Wartungs- und Instandsetzungsmaßnahmen durch.</p>	
<b>Inhalte:</b> Netzformen Aufbau und Schaltgruppen von Drehstromtransformatoren Vorschriften für Schalthandlungen und das Errichten von Energieeinspeisungssystemen Schaltgeräte Fotovoltaik Kraft-Wärme-Kopplung Brennstoffzelle Wechselrichter Unterbrechungs- und störungsfreie Stromversorgung Kompensation	

### Analyse des Lernfeldes:

[Sie] Die Schülerinnen und Schüler prüfen Möglichkeiten der Bereitstellung von Elektroenergie unter den Aspekten Versorgungs- und Zukunftssicherheit. Dazu analysieren sie Netze, dezentrale Energieversorgungssysteme sowie regenerative Energiequellen. [Sie] errichten Energieversorgungssysteme [...].

Sie übergeben den Kunden die Anlage, weisen sie in die Nutzung ein, erläutern Leistungsmerkmale [...].

Die Schülerinnen und Schüler ...

- analysieren die verschiedenen Möglichkeiten der Erzeugung, Speicherung und Bereitstellung von Elektroenergie.
- analysieren und berücksichtigen auch neue, innovative Konzepte (z. B. Akkumulatoren von Elektrofahrzeugen als Energiepuffer zu verwenden).
- arbeiten mit modernen Formen von Energiespeichern (z. B. dezentrale Akkumulatoranlagen) und Energieversorgungssystemen.
- erklären und demonstrieren den Kunden die Möglichkeiten der modernen Anlagen.

**KOMMUNIKATIONSTECHNIK**  
 Jahrgangsstufen 12/13

<b>Lernfeld</b>	<b>98 Std.</b>
<b>Kommunikationssysteme in Wohn- und Zweckbauten planen und realisieren</b>	<b>fpL 28 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler ermitteln und analysieren im Kundengespräch die Anforderungen an das Kommunikationssystem. Sie stimmen den Kundenwunsch mit den betrieblichen, wirtschaftlichen und rechtlichen Möglichkeiten ab.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler stimmen mit den Kunden die Auswahl der Komponenten aktueller Kommunikations- und Bussysteme für Wohn- und Zweckbauten unter den Aspekten Leistungsfähigkeit, Komfort und Zukunftsorientiertheit ab. Sie planen für Zweckbauten ein Energiemanagement und eine Visualisierung zur Darstellung der Daten und Anlagezustände und beurteilen Schnittstellen von Netzwerken. Sie nutzen aktuelle Medien zur Informationsgewinnung, auch in englischer Sprache.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler projektieren, installieren, parametrieren und programmieren die Kommunikationssysteme. Sie prüfen die Anlagen auf ihre Funktionen, führen eine systematische Fehlersuche durch und beheben die Fehler. Sie erstellen Dokumentationen auf der Grundlage von Messprotokollen und technischen Prüfungen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erläutern den Kunden die Bedienung der Systeme und weisen auf Serviceleistungen hin.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
Personenrufanlagen Telekommunikationsendgeräte und -anlagen Gefahrenmeldeanlagen Gebäudeleittechnik Visualisierung Antennen- und Breitbandkommunikationsanlage Kundenberatung und -einweisung	

**Analyse des Lernfeldes:**

Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden auf Basis ihrer Kenntnisse die Möglichkeiten moderner, vernetzter Anlagen an.</li> <li>• wägen die Vor- und Nachteile vernetzter gegenüber herkömmlicher Anlagen ab.</li> <li>• beachten die Aspekte des Datenschutzes und der Datensicherheit.</li> <li>• bauen ihre Kommunikationskompetenz aus, um den Kunden auf verständliche Art mit der komplexen Technik vertraut zu machen.</li> </ul>
--



GEBÄUDETECHNIK  
Jahrgangsstufen 12/13

<b>Lernfeld</b>	<b>70 Std.</b>
<b>Energie- und gebäudetechnische Anlagen planen und realisieren</b>	<b>fpL 14 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler gestalten Projekte für energie- und gebäudetechnische Anlagen. Sie definieren Ziele, analysieren und strukturieren Aufgaben im Hinblick auf ihre Durchführbarkeit und berücksichtigen bei der Projektauswahl die Einsatzgebiete.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler planen, entwickeln und realisieren praxisgerechte Lösungen. Dabei übernehmen sie Verantwortung für die Projektorganisation sowie die Abstimmung der Lern- und Arbeitsprozesse. Sie dokumentieren den Projektfortschritt, analysieren und bewerten den Projektverlauf. Sie beachten grundlegende Normen und Abläufe des Qualitätsmanagements und sichern dadurch die Qualität von Produkten und Prozessen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler errichten energie- und gebäudetechnische Anlagen oder Anlagenkomponenten, nehmen diese in Betrieb und prüfen Teil- und Gesamtfunktionen. Sie demonstrieren Aufbau und Funktion der Anlagen oder von Anlagenkomponenten.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler beachten bei der Projektrealisierung Recyclingmöglichkeiten und Umweltverträglichkeiten.</p> <p>Sie erstellen und modifizieren Projektdokumentationen, nutzen auch englischsprachige Unterlagen und präsentieren ihre Ergebnisse. Dabei verwenden sie aktuelle Informations- und Kommunikationsmedien.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler beurteilen Projektergebnisse und Handlungsprozesse unter lern- und arbeitsorganisatorischen, technischen und ökonomischen Aspekten.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
Projektbeschreibung Zeit- und Arbeitsplanung Energie- und Gebäudeanlagen Antennen- und Breitbandkommunikationsanlagen Normen, Vorschriften und Regeln Projektauswertung Qualitätssicherung Projektbeurteilung	

**Analyse des Lernfeldes:**

Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden alle Möglichkeiten der modernen Technik aktiv an.</li> <li>• verknüpfen die Einzelthemen der vorhergehenden Lernfelder (z. B. Energieerzeugung und -bereitstellung mit dem Verwenden in aktueller Hardware und der Nutzung aller Komfort- und Mehrwertdienste).</li> </ul>
---

GEBÄUDETECHNIK  
Jahrgangsstufen 12/13

<b>Lernfeld</b>	<b>56 Std.</b>
<b>Energie- und gebäudetechnische Anlagen instand halten und ändern</b>	<b>fpL 14 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler planen Instandhaltungs- und Änderungsmaßnahmen in energie- und gebäudetechnischen Anlagen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler analysieren Störungen und wenden Methoden und Strategien zur systematischen Fehlereingrenzung und -beseitigung in energie- und gebäudetechnischen Anlagen oder Anlagenkomponenten an. Sie ändern energie- und gebäudetechnische Anlagen oder Anlagenkomponenten nach Kundenwünschen und dokumentieren diese fachgerecht.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler weisen die Kunden in die Bedienung von veränderten Anlagen ein, informieren über gesetzliche Auflagen bei der Instandhaltung und erläutern die veränderten Instandhaltungsbedingungen.</p> <p>Für die Projektdokumentation nutzen die Schülerinnen und Schüler auch englischsprachige Unterlagen und präsentieren ihre Ergebnisse.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler reflektieren ihre beruflichen Lern- und Arbeitsprozesse. Zur Weiterentwicklung ihrer Kompetenzen und Qualifikationen nutzen sie geeignete Qualifizierungsmöglichkeiten sowie unterschiedliche Lerntechniken und -medien.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
Instandhaltungskonzepte Normen, Vorschriften und Regeln Kundenberatung und -einweisung Prozessdokumentation Wissensmanagement	

**Analyse des Lernfeldes:**

Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden alle Möglichkeiten der modernen Technik aktiv an.</li> <li>• verknüpfen die Einzelthemen der vorhergehenden Lernfelder (z. B. Energieerzeugung und -bereitstellung mit dem Verwenden in aktueller Hardware und der Nutzung aller Komfort- und Mehrwertdienste).</li> </ul>
---

#### 4.6.6 Analyse der alten Lehrpläne für Mechatroniker und Mechatronikerin

Unterrichtsfächer: Mechanische Systeme  
 Elektrotechnik  
 Logistik und technische Kommunikation  
 Automatisierungstechnik Mechatronik  
 Instandhaltung

#### Übersicht über die Fächer und Lernfelder

##### *Jahrgangsstufe 10*

##### Mechanische Teilsysteme

Herstellen mechanischer Teilsysteme 80 Std.

##### Elektrotechnik

Installieren elektrischer Betriebsmittel unter Beachtung sicherheitstechnischer Aspekte 120 Std.

##### Logistik und technische Kommunikation

Kommunizieren mithilfe von Datenverarbeitungssystemen 40 Std.

##### Automatisierungstechnik

Analysieren von Funktionszusammenhängen in mechatronischen Systemen 40 Std.

Untersuchen der Energie- und Informationsflüsse in elektrischen, pneumatischen und hydraulischen Baugruppen

60 Std.  
100 Std.

##### *Jahrgangsstufe 11*

##### Logistik und technische Kommunikation

40 Std.

##### Planen und Organisieren von Arbeitsabläufen

40 Std.

Planen der Montage und Demontage

80 Std.

##### Automatisierungstechnik

Realisieren mechatronischer Teilsysteme 100 Std.

##### Mechatronik

Design und Erstellen mechatronischer Systeme 140 Std.

##### *Jahrgangsstufe 12/13*

##### Logistik und technische Kommunikation

Übergabe von mechatronischen Systemen an Kunden 60 Std.

##### Automatisierungstechnik

Untersuchen des Informationsflusses in komplexen mechatronischen Systemen 80 Std.

##### Mechatronik

Inbetriebnahme, Fehlersuche und Instandsetzung 160 Std.

##### Instandhaltung

Vorbeugende Instandhaltung 80 Std.

ELEKTROTECHNIK  
Jahrgangsstufe 10

<b>Lernfeld</b>	<b>120 Std.</b>
<b>Installieren elektrischer Betriebsmittel unter Beachtung sicherheitstechnischer Aspekte</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler besitzen fundierte Kenntnisse über die Wirkung der elektrischen Energie in überschaubaren technischen Prozessen. Sie kennen Grundschaltungen der Elektrotechnik, stellen diese dar und untersuchen ihre Wirkungsweise. Sie wenden ihre Kenntnisse für die Auswahl elektrischer Betriebsmittel an. Dazu führen sie Berechnungen aus und setzen Tabellen und Formeln für die Lösung der Aufgabe ein.</p> <p>Sie kennen die Gefahren, die sich durch den Einsatz der elektrischen Energie für Mensch und Technik ergeben. Sie beherrschen die Maßnahmen zum Schutz von Menschen und technischen Anlagen und wenden die Vorschriften an. Die erforderlichen Prüf- und Messgeräte werden von ihnen ausgewählt und eingesetzt.</p> <p>Sie arbeiten Änderungen in die Arbeitsunterlagen ein.</p> <p>Sie entnehmen Informationen auch aus englischen Arbeitsunterlagen.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<p>Elektrische Größen, deren Zusammenhänge, Darstellungsmöglichkeiten und Berechnungen Bauteile in Gleich- und Wechselstromkreisen Elektrische Messverfahren Auswahl von Kabeln und Leitungen für die Energie- und Informationsübertragung Elektrische Netze Gefahren durch Überlastung, Kurzschluss und Überspannung sowie die Berechnung der erforderlichen Schutzelemente Handhabung von Tabellen und Formeln Stromwirkung auf den Organismus, Sicherheitsregeln, Hilfsmaßnahmen bei Unfällen Maßnahmen gegen gefährliche Körperströme nach geltenden Vorschriften Prüfen elektrischer Betriebsmittel Ursachen von Überspannungen und Störspannungen, deren Auswirkungen, Gegenmaßnahmen Elektromagnetische Verträglichkeit</p>	

### Analyse des Lernfeldes:

#### Auswahl von Kabeln und Leitungen für die Energie- und Informationsübertragung

Die Schülerinnen und Schüler ...

- beschreiben die für die verschiedenen Bussysteme relevanten Kabel und deren Unterschiede hinsichtlich Aufbau des Kabels und Anschluss technik.
- erkennen den unterschiedlichen Einsatzbereich von Kupferkabeln und Lichtwellenleitern.

**Korrespondierende Inhalte:** z. B. ASi-Bus-Kabel, Profibuskabel, Ethernetkabel etc.

#### Elektromagnetische Verträglichkeit

Die Schülerinnen und Schüler ...

- verstehen das Prinzip, die Bedeutung elektromagnetischer Verträglichkeit und kennen entsprechende Schutzmaßnahmen.

**Korrespondierende Inhalte:** Wirkung elektromagnetischer Wellen, EMV-Schutzmaßnahmen

LOGISITK UND TECHNISCHE KOMMUNIKATION  
Jahrgangsstufe 10

<b>Lernfeld</b>	<b>40 Std.</b>
<b>Kommunizieren mithilfe von Datenverarbeitungssystemen</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler beschreiben den Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen und deren Einordnung in betriebliche Abläufe sowie die Strukturen vernetzter Systeme und die daraus resultierenden Sicherheitsanforderungen.</p> <p>Sie analysieren Arbeitsaufträge, beschaffen sich dazu betriebliche Informationen und können diese mittels branchenüblicher Software aufbereiten und dokumentieren.</p> <p>Sie können Lösungshilfen aus englischsprachigen Handbüchern entnehmen.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<p>Betriebssysteme</p> <p>Vernetzte Datenverarbeitungsanlagen</p> <p>Datenschutz und Datensicherheit</p> <p>Aufbereitung von Informationen mittels Branchensoftware</p> <p>Steuerung betrieblicher Prozesse mithilfe der Datenverarbeitung</p> <p>Ergonomische Gesichtspunkte von Computerarbeitsplätzen</p>	

**Analyse des Lernfeldes:**

<p>Die Schülerinnen und Schüler beschreiben den Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen und deren Einordnung in betriebliche Abläufe sowie die Strukturen vernetzter Systeme und die daraus resultierenden Sicherheitsanforderungen.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Aufgaben von Betriebssystemen.</li> <li>• beschreiben die Aufgaben und den Aufbau von Firmennetzwerken.</li> <li>• erkennen den Stellenwert von Datenschutz und Datensicherheit, schätzen die Bedrohungen von Netzwerken und Computern ein und zeigen mögliche Gegenmaßnahmen auf.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> LAN, Firewall, IT Security</p>

<p>Sie analysieren Arbeitsaufträge, beschaffen sich dazu betriebliche Informationen und können diese mittels branchenüblicher Software aufbereiten und dokumentieren.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden einfache Software für überschaubare Projektmanagementaufgaben an.</li> <li>• kennen die Bedeutung von MES zur Steuerung innerbetrieblicher Prozesse.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> z. B. GANTT-Diagramm</p>

**AUTOMATISIERUNGSTECHNIK**  
 Jahrgangsstufe 10

<b>Lernfeld</b>	<b>40 Std.</b>
<b>Analysieren von Funktionszusammenhängen in mechatronischen Systemen</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler wenden Vorschriften und Regelwerke bei der Untersuchung technischer Anlagen an. Sie arbeiten mit technischen Unterlagen und nutzen deren Aussagen für die Lösung. Sie beherrschen Verfahren zur Analyse und Dokumentation von Funktionszusammenhängen und führen Gespräche über technische Realisierungsmöglichkeiten im Team.</p> <p>Sie arbeiten mit Blockschaltplänen und erkennen anhand dieser Pläne den Signalfluss, den Stofffluss, den Energiefluss und die grundsätzliche Wirkungsweise.</p> <p><b>Die Möglichkeiten der Datenverarbeitung zur Aufbereitung von Arbeitsergebnissen werden von ihnen erkannt.</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler sind für Probleme der Ökologie und der Ökonomie dieser Systeme sensibilisiert.</p> <p>Die Bedeutung der englischen Sprache für die technische Kommunikation ist ihnen bewusst.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
Anforderungsprofile technischer Anlagen Systemparameter Blockschaltbilder Signal-, Stoff- und Energieflüsse Bedeutung kundenspezifischer Anforderungen für die technische Realisierung <b>Bedeutung und Möglichkeiten der Datenverarbeitung</b> <b>Dokumentation und Präsentation von Arbeitsergebnissen</b> Ökologische und ökonomische Aspekte	

**Analyse des Lernfeldes:**

<p><b>Die Möglichkeiten der Datenverarbeitung zur Aufbereitung von Arbeitsergebnissen werden von ihnen erkannt.</b></p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erstellen technische Unterlagen wie Schaltpläne, Funktionspläne, Wartungspläne, Diagramme etc. zu Kundendokumentationen und machen diese verfügbar.</li> </ul>
<p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> Dateiformate pdf, doc etc., Speichern auf Server, Cloud etc.</p>

LOGISTIK UND TECHNISCHE KOMMUNIKATION  
Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld</b>	<b>40 Std.</b>
<b>Planen und Organisieren von Arbeitsabläufen</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler beschreiben die betrieblichen Organisationsstrukturen und organisieren die Teamarbeit nach funktionalen, fertigungstechnischen und ökonomischen Kriterien.</p> <p>Sie kennen die Anforderungen zur Herstellung der Betriebsbereitschaft aller für den Arbeitsablauf notwendigen technischen Mittel und wenden Verfahren zur Qualitätskontrolle an. <b>Die Möglichkeiten von Datenverarbeitungssystemen zur Planung des Ablaufs und zur Dokumentation aller notwendigen Steuerungs- und Organisationsschritte werden genutzt.</b></p> <p>Sie beachten bei der Arbeitsvorbereitung die Gesichtspunkte des Gesundheits- und Arbeitsschutzes.</p> <p>Englische Fachausdrücke werden angewandt.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<p>Materialdisposition und Kalkulation          Analyse von Arbeitsabläufen          Bewertung und Dokumentation von Ergebnissen          Ergonomie und vorbeugender Unfallschutz          Einfache Zeit- und Kostenkalkulation          Darstellungsverfahren von Arbeitsabläufen          Qualitätsmanagement</p>	
<b>Analyse des Lernfeldes:</b>	
<p><b>Die Möglichkeiten von Datenverarbeitungssystemen zur Planung des Ablaufs und zur Dokumentation aller notwendigen Steuerungs- und Organisationsschritte werden genutzt.</b></p>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren ERP-Systeme.</li> <li>• wenden die Erkenntnisse über MES-Systeme in Fertigungsprozessen an.</li> </ul>	
<b>Korrespondierende Inhalte:</b> ERP, MES	



MECHATRONIK  
 Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld</b>	<b>140 Std.</b>
<b>Design und Erstellen mechatronischer Systeme</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler beschreiben die Struktur und den Signalverlauf eines aus mehreren Komponenten bestehenden mechatronischen Systems. Sie analysieren den Einfluss wechselnder Betriebsbedingungen auf den Prozessablauf.</p> <p>Sie erkennen Fehler durch Signaluntersuchungen an Schnittstellen und beseitigen die Fehlerursachen.</p> <p>Sie nutzen Verfahren zur messtechnischen Erfassung von Steuerungs- und Regelungsabläufen, bereiten die Ergebnisse auf und dokumentieren sie.</p> <p>Sie wenden Kenntnisse der Steuerungs- und Regelungstechnik an, um Geschwindigkeit bzw. Drehzahl von Bewegungen zu beeinflussen.</p> <p>Sie sind befähigt, Antriebseinheiten anzuschließen, wählen Kopplungsvarianten zwischen Antriebseinheiten und Arbeitsmaschinen aus und setzen diese zielgerichtet ein.</p> <p>Ihnen sind Ursachen und Auswirkungen von Überlastungssituationen bekannt. Sie bestimmen die technischen Parameter erforderlicher Schutzeinrichtungen und wählen diese aus. Schaltungsänderungen werden in die technischen Unterlagen eingearbeitet.</p> <p>Gefahrenquellen sind ihnen bekannt. Vorschriften des Arbeits- und Gesundheitsschutzes werden von ihnen beachtet.</p> <p>Sie können steuerungs- und regelungstechnische Zusammenhänge und die Funktionsweise ausgewählter Antriebseinheiten in englischer Sprache beschreiben.</p> <p><b>Programmierverfahren werden beherrscht.</b></p>	
<b>Inhalte:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Betriebskennwerte und Kennlinien von Antrieben</li> <li>Grenzwerte</li> <li>Funktionsweise, Auswahl und Einstellung von Schutzeinrichtungen</li> <li>Steuern und Regeln von Antrieben</li> <li>Positionierungsvorgänge, Freiheitsgrade</li> <li>Prüf- und Messverfahren zur Positionsbestimmung</li> <li>Getriebe, Kupplungen</li> <li>Einarbeiten von Änderungen in vorhandene Unterlagen</li> <li>Programmieren von Bewegungsabläufen und Steuerungsfunktionen</li> <li>Computersimulation</li> <li>Messwerterfassung an Schnittstellen</li> </ul>	

### Analyse des Lernfeldes:

Programmierverfahren werden beherrscht.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- wenden einfache Programmierverfahren von Steuerungen und Touchpanels in vernetzten mechatronischen Systemen an.
- verdeutlichen den Teilnehmern und Teilnehmerinnen Eckpunkte der Vernetzung.

**Korrespondierende Inhalte:** SPS-Programmierung, Roboterprogrammierung, Touchpanel-Programmierung und deren Vernetzung

LOGISTIK UND TECHNISCHE KOMMUNIKATION  
Jahrgangsstufe 12/13

<b>Lernfeld</b>	<b>60 Std.</b>
<b>Übergabe von mechatronischen Systemen an Kunden</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler bereiten Informationen über mechatronische Systeme textlich und grafisch auf und präsentieren sie.</p> <p>Sie planen die Einweisung von Betriebs- und Bedienungspersonal in die Anlage und führen diese durch.</p> <p>Sie tauschen Informationen in englischer Sprache aus.</p> <p>Sie berücksichtigen die Grundsätze der Gestaltung der Kundenbeziehungen und die Marketingstrategien ihres Betriebs.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<p>Nutzung innerbetrieblicher Kommunikationssysteme</p> <p>Teamarbeit</p> <p>Kommunikation</p> <p>Moderation, Präsentation</p> <p>Kunden- und Lieferantenbeziehung</p> <p>Bedienungsanleitungen, Betriebsanleitungen</p>	

**Analyse des Lernfeldes:**

<p>Sie berücksichtigen die Grundsätze der Gestaltung der Kundenbeziehungen und die Marketingstrategien ihres Betriebs.</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren Kundenwünsche und setzen diese in Produkt- und Prozessmerkmale um.</li> </ul>
<p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> Quality Function Deployment</p>

**AUTOMATISIERUNGSTECHNIK**  
 Jahrgangsstufe 12/13

<b>Lernfeld</b>	<b>80 Std.</b>
<b>Untersuchen des Informationsflusses in komplexen mechatronischen Systemen</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler können Schaltpläne lesen und anhand dieser die Informationsstruktur in Systemen beschreiben. Sie stellen Verknüpfungen zwischen elektrischen, mechanischen, pneumatischen und hydraulischen Komponenten dar.</p> <p>Sie beherrschen die messtechnischen Verfahren zur Untersuchung der Informationsflüsse und sind in der Lage, Signale zu analysieren und daraus Rückschlüsse auf mögliche Fehlerquellen zu ziehen. <b>Diagnoseverfahren unter Anwendung der Datenverarbeitung werden von ihnen genutzt.</b></p> <p>Sie arbeiten Änderungen in vorhandene Unterlagen ein.</p> <p>Sie modifizieren Unterlagen auch in englischer Sprache.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
Signalverläufe in Systemen Signalstrukturen <b>Bussysteme</b> Prüf- und Messverfahren Untersuchung an Schnittstellen zwischen Systemkomponenten <b>Vernetzung zwischen Teilsystemen</b> <b>Hierarchien in vernetzten Systemen</b> Dokumentation von Messergebnissen	

**Analyse des Lernfeldes:**

<b>Diagnoseverfahren unter Anwendung der Datenverarbeitung werden von ihnen genutzt.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren Diagnoseverfahren.</li> <li>• verdeutlichen die prinzipielle Funktionsweise eines Bussystems.</li> <li>• stellen verschiedene Netztopologien einander gegenüber.</li> <li>• verdeutlichen die Hierarchien in der klassischen Automatisierungspyramide.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> Diagnosemeldungen einer Steuerung, Einzel-Busverdrahtung, Stern-Linie, Baum etc.</p>

MECHATRONIK  
Jahrgangsstufe 12/13

<b>Lernfeld</b>	<b>160 Std.</b>
<b>Inbetriebnahme, Fehlersuche und Instandsetzung</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler stellen die Gesamtfunktion und die Teilfunktionen eines Systems einschließlich seiner Schutzeinrichtungen dar. Dazu entnehmen sie Informationen aus technischen Unterlagen.</p> <p>Sie erklären den Einfluss von Komponenten auf das Gesamtsystem und überprüfen anhand von Schnittstellenuntersuchungen deren Funktion. Die dafür erforderlichen Messverfahren werden von ihnen beherrscht und zielgerichtet angewandt.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erläutern die Verfahren zur Inbetriebnahme von mechatronischen Systemen und legen die Vorgehensweise für die Inbetriebnahme eines Gesamtsystems fest.</p> <p>Sie nutzen die Möglichkeiten von Diagnosesystemen und interpretieren Funktions- und Fehlerprotokolle.</p> <p>Die Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen wird von ihnen überprüft.</p> <p>Sie justieren Sensoren und Aktoren, überprüfen Systemparameter und stellen sie ein. Ergebnisse werden in Unterlagen dokumentiert. Sie grenzen Fehler systematisch ein und beseitigen Störungen.</p> <p>Sie können sich in englischer Sprache verständigen.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Blockschaltbilder, Wirkungs- und Funktionspläne von mechatronischen Systemen</li> <li>Überprüfen und Einstellen von Sensoren und Aktoren</li> <li>Systemparameter</li> <li>Bus-Parametrierung</li> <li>Softwareinstallation</li> <li>Verfahren zur Fehlersuche in elektrischen, pneumatischen und hydraulischen Systemen</li> <li>Störungsanalyse</li> <li>Strategie der Fehlersuche, typische Fehlerursachen</li> <li>Elektrische und mechanische Schutzmaßnahmen, Schutzvorschriften, elektromagnetische Verträglichkeit</li> <li>Prozessvisualisierung, Diagnosesysteme, Ferndiagnose</li> <li>Inbetriebnahmeprotokoll, Fehlerdokumentation, Instandsetzungsprotokoll, Qualitätssicherungsverfahren</li> <li>Beheben von Programmfehlern</li> <li>Berücksichtigen von Kundenanforderungen</li> <li>Einflüsse von mechatronischen Systemen auf ökonomische, ökologische und soziale Bedingungen</li> </ul>	

### Analyse des Lernfeldes:

Die Schülerinnen und Schüler stellen die Gesamtfunktion und die Teilfunktionen eines Systems einschließlich seiner Schutzeinrichtungen dar. Dazu entnehmen sie Informationen aus technischen Unterlagen.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erfassen Stoff-, Energie-, Informationsflüsse durch ein technisches System.
- beschreiben die Gesamtfunktion und die Teilfunktionen eines mechatronischen Systems.
- verdeutlichen die Schutzeinrichtungen und die dazu gehörigen gesetzlichen Vorschriften.

**Korrespondierende Inhalte:** Pneumatik-Hydraulikpläne, SPS-Anschlusspläne, GRAFCET, NOTAUS-Einrichtungen, VDE-Vorschriften, Auszüge aus der Maschinenrichtlinie

Sie nutzen die Möglichkeiten von Diagnosesystemen und interpretieren Funktions- und Fehlerprotokolle.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- interpretieren Diagnosemeldungen und beheben einfache Fehler.
- analysieren die in den Automatisierungsanlagen gängigen Bussysteme und deren Spezifikationen.
- vernetzen die Teilnehmer einer automatisierten Anlage in der Feldebene.
- interpretieren die Hierarchien in der klassischen Automatisierungspyramide.
- erkennen den Anpassungsbedarf durch MES und CPS.

**Korrespondierende Inhalte:** Diagnosemeldungen einer Steuerung von Roboter/SPS, ASi-Bus, Profibus, Industrial Ethernet und Profinet, IP-Adressierung, Subnetz, Touchpanel, Auflösung der Automatisierungshierarchie durch CPS etc.

Sie justieren Sensoren und Aktoren, überprüfen Systemparameter und stellen sie ein. Ergebnisse werden in Unterlagen dokumentiert. Sie grenzen Fehler systematisch ein und beseitigen Störungen.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- verdeutlichen die Wirkungsweise und den Einsatz von Barcode und RFID-Technik und wenden diese Techniken an.
- dokumentieren die Ergebnisse und machen diese im Netzwerk verfügbar.
- wenden Verfahren strukturierter Fehlersuche und der Störungsbeseitigung an.

**Korrespondierende Inhalte:** Smart Product, Barcode, RFID, Fehlerbaum

INSTANDHALTUNG  
Jahrgangsstufe 12/13

<b>Lernfeld</b>	<b>80 Std.</b>
<b>Vorbeugende Instandhaltung</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler beschreiben Einflüsse auf die Betriebssicherheit technischer Systeme und die Notwendigkeit vorbeugender Instandhaltung. Sie nutzen Wartungspläne und wenden Verfahren zur Feststellung des Wartungsbedarfes an. Sie können Sicherheitseinrichtungen prüfen, einstellen und justieren. Vorschriften des Gesundheits- und Arbeitsschutzes finden dabei Beachtung.</p> <p><b>Sie erstellen Fehleranalysen und bereiten die Ergebnisse statistisch auf.</b></p> <p>Resultate von Wartungsarbeiten werden in die Unterlagen eingearbeitet. Die Ergebnisse werden auch in englischer Sprache aufbereitet.</p>	
<b>Inhalte:</b>	
<p>Verschmutzung, Ermüdung, Verbrauch, Verschleiß und deren Auswirkung Systemzuverlässigkeit Erstellen und Anpassen von Wartungsplänen Inspektionen Verfahren zur Überprüfung von Sicherheitseinrichtungen Anpassen von Systemkomponenten an veränderte Anforderungen <b>Diagnoseverfahren und Wartungssysteme</b> Qualitätsmanagement Dokumentation Einarbeiten von Änderungen in technische Unterlagen</p>	

**Analyse des Lernfeldes:**

<b>Sie erstellen Fehleranalysen und bereiten die Ergebnisse statistisch auf.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die Bedeutung der vorbeugenden Instandhaltung (Predictive Maintenance PdM) als Vorstufe zu Smart Maintenance.</li> <li>• erfassen mithilfe von Condition Monitoring Daten von mechatronischen Systemen, bereiten diese auf und dokumentieren sie.</li> <li>• wenden Service und Instandhaltungsstrategien an.</li> </ul> <p><b>Korrespondierende Inhalte:</b> PdM, Condition Monitoring, 6-Stufen-Methode</p>

#### 4.6.7 Analyse der neuen Lehrpläne Mechatroniker und Mechatronikerin

##### **Vorüberlegungen**

Alle Änderungen der Lehrplanrichtlinie (Oktober 2018) in den Lernfeldern werden dargestellt, weil diese relevant für die Digitale Transformation sind und sich durch die teilnovellierte Lehrplanrichtlinie einige Änderungen ergeben bzw. ergeben haben.

Alle Änderungen ab 2018 sind mit grünen Farbmarkierungen gekennzeichnet.

Gibt es Änderungen in der Zielformulierung, wird diese in der Analyse des Lernfeldes dargestellt und es werden entsprechende Lernziele vorgeschlagen.

Gibt es nur Änderungen bei den Inhalten, werden diese zunächst einer Zielformulierung zugeordnet, dann vorgegangen wie oben.

Zur Vergleichbarkeit und wegen der spezifischen Änderungen durch die Teilnovellierungen sind beide Versionen der Lehrplanrichtlinie Mechatroniker/Mechatronikerin dargestellt.



## Lernfelder

AUTOMATISIERUNGSTECHNIK  
Jahrgangsstufe 10

<b>Lernfeld</b> <b>Analysieren von Funktionszusammenhängen in mechatronischen Systemen</b>	<b>36 Std.</b>
<b>Inhalte:</b> Bedeutung und Möglichkeiten der Datenverarbeitung und <b>Softwareanwendung</b> <b>Informationsgewinnung mithilfe flexibler IT-Hard- und Software</b>	

### Analyse des Lernfeldes:

<b>Die Möglichkeiten der Softwareanwendung zur Aufbereitung von Arbeitsergebnissen werden von ihnen erkannt.</b>
Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ erstellen technische Unterlagen wie Schaltpläne, Funktionspläne, Wartungspläne, Diagramme etc. zu Kundendokumentationen mithilfe von gängiger Software und machen diese verfügbar.</li> </ul>
<b>Die Möglichkeiten der Informationsgewinnung mithilfe flexibler IT-Hard- und Software werden von ihnen erkannt.</b>
Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ analysieren wichtige Informationen wie Betriebszustände, Fehlermeldungen, Energieverbrauch von mechatronischen Systemen mithilfe von flexibler IT-Hard- und Software.</li> </ul>

**AUTOMATISIERUNGSTECHNIK**

Jahrgangsstufe 10

<b>Lernfeld</b>	<b>48 Std.</b>
<b>Untersuchen der Energie- und Informationsflüsse in elektrischen und hydraulischen Baugruppen</b>	
<b>Inhalte:</b>	
Ökonomische Aspekte	
<b>Energiemanagement</b>	
Arbeits- und Umweltschutz	
Recycling	

**Analyse des Lernfeldes:**

<b>Sie wenden grundlegende Messverfahren sicher an und sind sich der Gefahren beim Umgang mit elektrischen, pneumatischen und hydraulischen Systemen bewusst.</b>
Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ kennen Messverfahren zur Energieprozessdatenerfassung und wenden diese mit branchenüblicher Software an.</li> </ul>

**MECHANISCHE TEILSYSTEME**

Jahrgangsstufe 10

<b>Lernfeld</b>	<b>84 Std.</b>
<b>Herstellen mechanischer Teilsysteme</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
Sie planen deren ökonomischen Einsatz und beachten die umwelt- und gesundheitsrelevanten Aspekte. Sie lesen Konstruktionszeichnungen und sind fähig, Ausschnitte daraus zu skizzieren und Änderungen einzuarbeiten, <b>auch in rechnergestützten Systemen</b> . Sie wählen die für die Herstellung erforderlichen mechanischen Arbeitsverfahren aus und bewerten das Ergebnis des Herstellungsprozesses.	
<b>Inhalte:</b>	
Einzel- und Baugruppenzeichnungen, Stücklisten, <b>auch in digitaler Form</b>	

**Analyse des Lernfeldes:**

<b>Sie planen deren ökonomischen Einsatz und beachten die umwelt- und gesundheitsrelevanten Aspekte. Sie lesen Konstruktionszeichnungen und sind fähig, Ausschnitte daraus zu skizzieren und Änderungen einzuarbeiten, auch in rechnergestützten Systemen.</b>
Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ arbeiten Änderungen in einfache CAD-Zeichnungen ein mithilfe branchenüblicher Software und dokumentieren diese sachgerecht.</li> </ul>

**ELEKTROTECHNIK**  
Jahrgangsstufe 10

<b>Lernfeld</b> <b>Installieren elektrischer Betriebsmittel unter Beachtung sicherheitstechnischer Aspekte</b>	<b>120 Std.</b>
---	-----------------

Keine Änderung

**LOGISTIK UND TECHNISCHE KOMMUNIKATION**  
Jahrgangsstufe 10

<b>Lernfeld</b> <b>Kommunizieren mithilfe von Datenverarbeitungssystemen</b>	<b>48 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
Die Schülerinnen und Schüler beschreiben den Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen und deren Einordnung in betriebliche Abläufe sowie die Strukturen vernetzter Systeme und die daraus resultierenden Sicherheitsanforderungen.	
<b>Inhalte:</b>	
Netzwerkssysteme, -komponenten und -topologien	
Zugriffsrechte, Netzwerk- und Kommunikationssicherheit	
Steuerung betrieblicher Prozesse mithilfe der Datennutzung, -analyse und -verarbeitung	

**Analyse des Lernfeldes:**

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben den Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen und deren Einordnung in betriebliche Abläufe sowie die Strukturen vernetzter Systeme und die daraus resultierenden Sicherheitsanforderungen.
Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ kennen verschiedene Netzwerkssysteme, -komponenten und -topologien.</li> <li>▪ kennen den Aufbau ihres Firmen-/Schulnetzwerks.</li> <li>▪ kennen die Bedeutung von Zugriffsrechten, Netzwerk- und Kommunikationssicherheit und können diese für ihren Gebrauch sicher anwenden.</li> <li>▪ kennen die Möglichkeiten der Steuerung betrieblicher Prozesse mithilfe der Datennutzung, -analyse und -verarbeitung.</li> </ul>

**AUTOMATISIERUNGSTECHNIK**  
Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld</b>	<b>96 Std.</b>
<b>Realisieren mechatronischer Teilsysteme</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
Anhand von Signaluntersuchungen und Datenanalyse prüfen sie die Funktion von Komponenten und beseitigen Fehler. Sie entwerfen grundlegende Schaltungen und beschreiben deren Wirkungsweise in englischer Sprache.	
<b>Inhalte:</b>	
Entwurf von Schaltungen, auch durch Anwendung branchenüblicher Software	
Messen von Signalen	
Prozessdaten auslesen, verarbeiten und interpretieren	

**Analyse des Lernfeldes:**

Anhand von Signaluntersuchungen und Datenanalyse prüfen sie die Funktion von Komponenten und beseitigen Fehler. Sie entwerfen grundlegende Schaltungen und beschreiben deren Wirkungsweise in englischer Sprache.
Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ entwerfen und simulieren Schaltungen mithilfe branchenüblicher Software.</li> <li>▪ können mithilfe branchenüblicher Software Prozessdaten auslesen, verarbeiten und interpretieren.</li> </ul>

**LOGISTIK UND TECHNISCHE KOMMUNIKATION**  
 Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld</b>	<b>42 Std.</b>
<b>Planen und Organisieren von Arbeitsabläufen</b>	
<b>Zielformulierung</b>	
Die Schülerinnen und Schüler beschreiben die betrieblichen Organisationsstrukturen und organisieren die Teamarbeit auch interdisziplinär und nach funktionalen, fertigungstechnischen und ökonomischen Kriterien.	
<b>Inhalte:</b>	
Prozess-Datenerfassung, -speicherung und -verarbeitung	
Wirtschaftlichkeit	
Organisations- und Produktionsabläufe	

**Analyse des Lernfeldes:**

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben die betrieblichen Organisationsstrukturen und organisieren die Teamarbeit auch interdisziplinär und nach funktionalen, fertigungstechnischen und ökonomischen Kriterien.
Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ kennen Möglichkeiten der Prozessdatenerfassung, -speicherung und -verarbeitung und wenden diese mit branchenüblicher Software an.</li> <li>▪ kennen Organisations- und Produktionsabläufe beispielsweise von einfachen Montage- oder Verdrahtungsaufgaben.</li> <li>▪ können Montagepläne fachgerecht ausführen, protokollieren und deren Wirtschaftlichkeit analysieren.</li> </ul>

LOGISTIK UND TECHNISCHE KOMMUNIKATION  
Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld</b> <b>Planen der Montage und Demontage</b>	<b>40 Std.</b>
--	----------------

Keine Änderung

MECHATRONIK  
Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld</b> <b>Design und Erstellen mechatronischer Systeme</b>	<b>140 Std.</b>
--	-----------------

Keine Änderung

AUTOMATISIERUNGSTECHNIK  
Jahrgangsstufe 12/13

<b>Lernfeld</b> <b>Untersuchen des Informationsflusses in komplexen mechatronischen Systemen</b>	<b>84 Std.</b>
---	----------------

**Zielformulierung**

Die Schülerinnen und Schüler können Schaltpläne lesen und anhand dieser die Informationsstruktur in Systemen beschreiben. Sie stellen Verknüpfungen zwischen elektrischen, mechanischen, pneumatischen und hydraulischen Komponenten dar und nutzen dazu auch audiovisuelle und virtuelle Hilfsmittel.

**Inhalte:**

Datenerfassung, -analyse und -verarbeitung

Prozessvisualisierung, -simulation, -optimierung

Informationstechnische Schutzziele Verfügbarkeit, Integrität, Vertraulichkeit und Authentizität

**Analyse des Lernfeldes:**

Die Schülerinnen und Schüler können Schaltpläne lesen und anhand dieser die Informationsstruktur in Systemen beschreiben. Sie stellen Verknüpfungen zwischen elektrischen, mechanischen, pneumatischen und hydraulischen Komponenten dar und nutzen dazu auch audiovisuelle und virtuelle Hilfsmittel.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- kennen Möglichkeiten der Prozessdatenerfassung, -analyse und -verarbeitung und wenden diese mit branchenüblicher Software an.
- visualisieren, simulieren und optimieren Arbeitsprozesse mit branchenüblicher Software, beispielsweise in SPS-gesteuerten mechatronischen Systemen.
- kennen die informationstechnischen Schutzziele Verfügbarkeit, Integrität, Vertraulichkeit und Authentizität und können diese situationsangemessen anwenden.

**LOGISTIK UND TECHNISCHE KOMMUNIKATION**  
 Jahrgangsstufe 12/13

<b>Lernfeld</b>	<b>42 Std.</b>
<b>Übergabe von mechatronischen Systemen an Kunden</b>	
<b>Inhalte:</b>	
Teamarbeit <b>auch interdisziplinär</b>	
<b>Mündliche und schriftliche</b> Kommunikation <b>sowie aktuelle Kommunikationsmedien</b>	

**Analyse des Lernfeldes:**

<b>Die Schülerinnen und Schüler bereiten Informationen über mechatronische Systeme textlich und grafisch auf und präsentieren sie.</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ kennen die Regeln der Teamarbeit und können diese anwenden. Sie können für überschaubare Aufgabenbereiche in interdisziplinären Teams erfolgreich zusammenarbeiten und die eigene Arbeit evaluieren.</li> <li>▪ sind in der Lage, mit Kollegen und Kunden situationsangepasst mündlich und schriftlich zu kommunizieren. Sie erstellen u. a. Präsentationen und Referate und tragen diese sicher vor. Sie verfassen Protokolle und Kurzmitteilungen in angemessener Form und Sprache. Dazu nutzen sie auch aktuelle Kommunikationsmedien.</li> </ul>

MECHATRONIK  
Jahrgangsstufe 12/13

<b>Lernfeld</b> <b>Inbetriebnahme, Fehlersuche und Instandsetzung</b>	<b>154 Std.</b>
<b>Inhalte:</b> Softwareanwendung Prozessdatenbezogene Störungsanalyse	

**Analyse des Lernfeldes:**

Sie justieren Sensoren und Aktoren, überprüfen Systemparameter und stellen sie ein. Ergebnisse werden in Unterlagen dokumentiert. Sie grenzen Fehler systematisch ein und beseitigen Störungen.
Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ wenden branchenübliche Software, z. B. zur Programmierung von mechatronischen Systemen, zur Fehlersuche und Störungsanalyse an.</li> <li>▪ kennen die Möglichkeiten der prozessdatenbezogenen Störungsanalyse und wenden diese mit branchenüblicher Software an.</li> </ul>

INSTANDHALTUNG  
Jahrgangsstufe 12/13

<b>Lernfeld</b> <b>Vorbeugende Instandhaltung</b>	<b>154 Std.</b>
<b>Inhalte:</b> Diagnoseverfahren und Wartungssysteme, auch prozessdatenbezogen	

**Analyse des Lernfeldes:**

Sie erstellen Fehleranalysen und bereiten die Ergebnisse statistisch auf.
Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ erfassen mithilfe von Condition Monitoring Daten von mechatronischen Systemen, bereiten diese auf und dokumentieren sie.</li> <li>▪ wenden Service- und Instandhaltungsstrategien an, die sich u. a. auf Prozessdaten beziehen.</li> </ul>



#### 4.7 Bau-, Holztechnik

Die Berufe und Unternehmen im Bereich der Bau-, Holz- (und Farbtechnik)<sup>9</sup> sind von den Veränderungen, die in anderen Wirtschaftszweigen mit dem Begriff „Digitale Transformation“ etikettiert werden, aktuell unterschiedlich stark betroffen. Für die einen ist vieles „noch ganz weit weg“, für die anderen bereits fester und selbstverständlicher Bestandteil der eigenen Berufspraxis. Grundsätzlich werden auch im Bereich der Berufsfelder aus der Bau-, Holz- und Farbtechnik die Prozesse beruflicher Arbeit zunehmend digital begleitet. Geprägt wird dieser Veränderungsprozess durch eine zunehmende Digitalisierung, Vernetzung und Automatisierung.

Neben den zahlreichen bereits einsetzbaren digitalen Arbeitshilfen/Werkzeugen wird dabei das sich dynamisch entwickelnde Building Information Modelling (BIM) verwendet. Durch die durchgehend digitalen Prozessketten der verwendeten Daten haben diese bedeutende Auswirkungen auf wertschöpfungskettenübergreifende Arbeitsweisen.

Wie auch bei den anderen Berufsfeldern dieser Handreichung wurde zunächst eine curriculare Analyse<sup>10</sup> durchgeführt, um Anknüpfungspunkte für die Weiterentwicklung der didaktischen Jahresplanung, vor dem Hintergrund aktueller technologischer Entwicklungen, ableiten zu können.

**Im Zusammenhang mit den aktuellen Entwicklungen stehen Begriffe, die hinsichtlich ihres Veränderungspotenzials betrachtet und beurteilt werden müssen:**

(Die Reihenfolge stellt keine Priorisierung dar und hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit)

- 3D-Gebäudemodelle, Building Information Modeling (BIM)
- 3D-Aufmaß, 3D-Scan
- Automatisierung durch Robotersysteme
- Mobile Datenerfassung (MDE)/Datenmanagement
- Internet of Things (IoT)
- Laser-(Rück-)Projektion
- Additive Fertigung (3D-Druck)
- Anwendungen von QR-Code und Radio Frequency Identification (RFID)
- Digitaler Zwilling/digital Twin
- Erweiterte Realität AR (Augmented Reality) bzw. MR (Mixed Reality)
- Virtuelle Realität VR
- Datenerfassung MMR (MMR – Machine Monitoring and Reporting)
- Cyber-physisches System (CPS)
- etc.

<sup>9</sup> hier in Klammern, da in der Handreichung nicht behandelt

<sup>10</sup> exemplarisch für die Berufe Schreiner und Zimmerer

#### 4.7.1 Zimmerer und Zimmerin

##### Digitalisierung im Holzbau

Die rasante Veränderung der Planungsarbeit vom Zeichnen mit Tusche bis hin zum mit verschiedenen Informationen angereicherten dreidimensionalen digitalen Modell sowie die Fertigungsentwicklung von der handwerklichen Bearbeitung hin zur digital basierten Herstellung mit CNC-Technologie sind in der Holzbau-Branche bereits gewohnte Verfahren. Auch die nächsten Schritte hin zur (Vor-)Fertigung durch Roboter und Mensch-Maschine-Kooperation werden punktuell bereits erfolgreich umgesetzt. Die Montage der vorgefertigten Bauteile ist bisher eine, ggf. durch digitale Werkzeuge unterstützte, manuelle Tätigkeit mit geringerem Substituierbarkeitspotenzial.

In Anbetracht dieses im Zuge der Digitalisierung fortschreitenden Wandels ist es bedeutsam, die technologischen und betrieblichen Entwicklungen der kompletten Prozesskette fortwährend zu beobachten, um sich wandelnde Tätigkeiten und Kompetenzanforderungen in den Lernumgebungen angemessen zu berücksichtigen. Schließlich hat die Vergangenheit gezeigt, dass ein technologischer Wandel immer auch Folgen für die menschliche Arbeit hat.

##### Analyse Lehrplanrichtlinie (berufsspezifische Analyse)

Hinweise zur Analyse der Lehrplanrichtlinie:

Dargestellt werden die Lernfelder der Jahrgangstufen 10, 11 und 12 nur in Auszügen. Es sind die Passagen in der Lehrplanrichtlinie, die Anknüpfungspunkte für eine Adaption an aktuelle Entwicklungen mit Digitalisierungsperspektive im Rahmen der gültigen Ordnungsmittel bieten.

**Grüne Markierungen** stehen für Passagen in der Lehrplanrichtlinie, die durch die explizite Nennung eine direkte Aufforderung für eine unterrichtliche Unterstützung der digitalen Transformation darstellen.

**Gelbe Markierungen** wurden an Stellen verwendet, an denen es, mit Blick auf die aktuellen technologischen Entwicklungen, sinnvoll ist, „digitale *Inhalte*“ (in kursiver, roter Schrift) aufzunehmen und eine Kompetenzentwicklung im Hinblick auf „digitale Souveränität“ aufzubauen.

Die dargestellte curriculare Analyse kann eine schulspezifische Analyse nicht ersetzen. Sie ist aber in jedem Fall ein hilfreicher Anknüpfungspunkt für die notwendigen schulspezifischen Diskurse und Abstimmungen, um daraus Rückschlüsse für die Modifizierung der jeweils schuleigenen didaktischen Jahresplanung sowie für die Ausgestaltung der Lernsituationen zu entwickeln.

Zielsetzung ist, wie oben angesprochen, die Weiterentwicklung der schulspezifischen didaktischen Jahresplanung mit Digitalisierungsperspektive. Neuartige Technologien und innovative Bauprozesse, die an Bedeutung in der Arbeitswelt gewinnen, sollten auch in einer zeitgemäßen Lernumgebung präsent sein.

## Berufsgrundschuljahr (Jahrgangstufe 10)

### Bildungs- und Erziehungsauftrag der Berufsschule

[...] Zentrales Ziel von Berufsschule ist es, die Entwicklung umfassender berufsbezogener und berufsübergreifender Handlungskompetenz zu fördern. Damit werden die Schülerinnen und Schüler zur Erfüllung der spezifischen Aufgaben im Beruf sowie zur Mitgestaltung der Arbeitswelt und der Gesellschaft in sozialer, ökonomischer und ökologischer Verantwortung, **insbesondere vor dem Hintergrund sich wandelnder Anforderungen**, befähigt.

Das schließt die Förderung der Kompetenzen der jungen Menschen

- zur persönlichen und strukturellen Reflexion,
- zum lebensbegleitenden Lernen,
- zur beruflichen sowie individuellen Flexibilität und Mobilität im Hinblick auf das Zusammenwachsen Europas

ein. [...]

### Berufsbezogene Vorbemerkungen

*(Hinweis: Auch in den berufsbezogenen Vorbemerkungen werden lernfeldübergreifende Möglichkeiten, für die Überarbeitung der didaktischen Jahresplanung / Ausgestaltung der Lernumgebungen mit Digitalisierungsperspektive, eingeräumt.)*

[...] Seite 12

**Die Lernfelder orientieren sich an den Arbeits- und Produktionsprozessen in der betrieblichen Realität.** Die in den einzelnen Lernfeldern angegebenen Kompetenzbeschreibungen sind verbindlich.

[...]

*(Hinweis: Bezug zu den kursiven Mindestinhalten):*

Die Mindestinhalte sind in die Kompetenzbeschreibungen integriert und in kursiver Schrift gedruckt. **Die Ableitung von weiteren Inhalten zur Konkretisierung der einzelnen Kompetenzen liegt im Ermessen der Lehrkraft bzw. des Lehrerteams.**

**Regionale Aspekte sowie aktuelle Entwicklungen und Einsatzschwerpunkte des Berufs sollten dabei angemessen Berücksichtigung finden.**

[...] Seite 13

*(Hinweis: Bezug zu den Kompetenzerwartungen):*

**Die Förderung und Anwendung von Kompetenzen in den Bereichen Qualitätssicherung, Kundenorientierung, rechnergestützte Fertigungstechniken (CAD, CNC), Arbeitssicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz sind durchgängige Ziele aller Lernfelder.**

[...]

Auf sachgerechte Dokumentation sowie eine **mediale Aufbereitung und Präsentation** der Arbeits- und Lernergebnisse durch die Schülerinnen und Schüler auch unter Zuhilfenahme **zeitgemäßer Informations- und Kommunikationstechnologien** ist besonders zu achten. In diesem Zusammenhang sollte das Unterrichtsfach Deutsch an geeigneter Stelle einbezogen werden.

[...]

## Lernfelder

### GRUNDLAGEN HOLZPRODUKTE Jahrgangsstufe 10

<b>Lernfeld 1</b>	<b>282 Std.</b>
<b>Einfache Produkte aus Holz herstellen</b>	<b>fpL 180 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
[...]	
Sie <b>strukturieren (Mindmap, Cluster)</b> und erläutern ( <i>Fachwortschatz</i> ) <b>die Sachsituation</b> mit Blick auf die Handlungsoptionen und die konkreten Anforderungen.	
[...]	
Sie erstellen, auch rechnergestützt ( <i>CAD, Tabellenkalkulation, Textverarbeitung</i> ), <b>verbindliche zeichnerische (Maßstab, Norm) und weitere Fertigungsunterlagen (Material-/Holzliste) für die Umsetzung des Produkts</b> , dabei berücksichtigen sie auch die erkannten Optimierungsmöglichkeiten.	
[...]	

### GRUNDLAGEN HOLZPRODUKTE Jahrgangsstufe 10

<b>Lernfeld 2</b>	<b>92 Std.</b>
<b>Holzprodukte für den Außenbereich herstellen</b>	<b>fpL 56 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
[...]	
Sie erstellen, auch rechnergestützt, die <b>Fertigungsunterlagen (Schnittzeichnung)</b> und berücksichtigen dabei die erkannten Verbesserungsvorschläge.	
[...]	

### GRUNDLAGEN INNENAUSBAU Jahrgangsstufe 10

<b>Lernfeld 3</b>	<b>68 Std.</b>
<b>Einfache Treppen herstellen</b>	<b>fpL 44 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
[...]	
Sie stellen die ermittelten Informationen anschaulich dar ( <i>Bauaufmaß</i> ). Sie tauschen bei <b>kooperativen Arbeitsaufgaben mit gemeinsamen Arbeitsziel Informationen aus</b> und treffen Entscheidungen, um Einzelleistungen der Teammitglieder zu koordinieren und zu integrieren.	
[...]	
Die Schülerinnen und Schüler <b>erzeugen die benötigten Ausführungsunterlagen und planen die Fertigung sowie die Montage (Flussdiagramm)</b> .	
[...]	
Die Schülerinnen und Schüler präsentieren ihre Ergebnisse. Sie reflektieren gemeinsam ihren Arbeitsprozess, dabei berücksichtigen sie auch <b>gegenseitige Abhängigkeiten im Arbeitsablauf von kooperativen Arbeitssituationen</b> und formulieren Verbesserungsmöglichkeiten ( <i>Schnittstellen, Kommunikation, Koordination</i> ).	

GRUNDLAGEN INNENAUSBAU  
 Jahrgangsstufe 10

<b>Lernfeld 4</b>	<b>68 Std.</b>
<b>Einfache Trockenbaukonstruktionen herstellen</b>	<b>fpL 44 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
<p>[...]          Sie beurteilen, mit welchen Bauprodukten (<i>Metallprofile, Holzquerschnitte, Gipsplatten, Dämmstoffe</i>) und Systemen (<i>offene, halboffene</i>) baulich konstruktive, <b>bauphysikalische</b> und gestalterische <b>Anforderungen erfüllt werden können.</b></p> <p>[...]          Die Schülerinnen und Schüler <b>reduzieren den Ressourcenverbrauch durch eine gründliche Arbeitsvorbereitung (<i>Zuschnittliste, Platteneinteilung</i>).</b></p> <p>Sie <b>entwickeln Möglichkeiten für eine rationellere Montage (<i>Vorfertigung</i>).</b></p>	

 WAND- UND DECKENKONSTRUKTIONEN  
 Jahrgangsstufe 10

<b>Lernfeld 5</b>	<b>136 Std.</b>
<b>Wand- und Deckenkonstruktionen herstellen</b>	<b>fpL 82 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler <b>informieren sich über historische Wand- und Deckenkonstruktionen (<i>Fachwerk, Blockbau</i>) sowie deren Herstellungsprozesse</b> und begründen den Erhaltungswert (<i>Denkmalschutz</i>).</p> <p>[...]          Sie <b>ermitteln den Materialbedarf (<i>Stücklisten, Sägewerkliste, Massenermittlung</i>) sowie die Wärmedämmkennwerte (<i>U-Wert</i>).</b></p> <p>[...]          Die Schülerinnen und Schüler <b>erstellen auch rechnergestützt die notwendigen Ausführungszeichnungen (<i>Rastermaß</i>).</b></p> <p>[...]          Bei der Fertigung der Bauteile (<i>Einteilung, Kettenstemmer</i>) und dem Zusammenfügen <b>achten</b> die Schülerinnen und Schüler auf <b>rationelle Arbeitsabläufe (<i>MaBlatte</i>).</b> Sie <b>beurteilen</b> die Effizienz der gewählten Herstellungsprozesse und überdenken mögliche Alternativen.</p>	

DACHKONSTRUKTIONEN  
 Jahrgangsstufe 10

<b>Lernfeld 6</b>	<b>136 Std.</b>
<b>Einfache Pfetten- und Sparrendächer herstellen</b>	<b>fpL 76 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
<p>[...]          Die Schülerinnen und Schüler <b>ermitteln die Abbundmaße (zeichnerisch, rechnerisch, computergestützt) und erstellen einen Abbundplan.</b> Sie stellen die Konstruktion sowie die Ausbildung der Anschlüsse und Dachüberstände (<i>Trauf-/Fußpunkt, Firstpunkt, Kehlbalkenanschlüsse, Ortgang</i>) zeichnerisch dar.</p> <p>[...]          Sie <b>vergleichen dabei den Arbeitsablauf und die Herstellungsweise</b> nach herkömmlichen (<i>Aufriss</i>), rechnerischen, <b>EDV- und CNC-unterstützten Techniken (Abbundsoftware).</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler <b>kontrollieren die Maßgenauigkeit des Produkts und bewerten den Entstehungsprozess.</b> Sie analysieren eventuelle Mängel und beschreiben die Ursachen.</p>	

 DACHKONSTRUKTIONEN  
 Jahrgangsstufe 10

<b>Lernfeld 7</b>	<b>68 Std.</b>
<b>Dacheindeckungen mit Dachziegeln und -steinen herstellen</b>	<b>fpL 32 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
<p>[...]          Sie <b>wählen</b> geeignete Deckmaterialien und legen die <b>Ausführung der Dachdeckung (Windsogsicherung, Be- und Entlüftung, Schneefangsysteme)</b> sowie der Unterkonstruktion (<i>Lat-tung, Befestigungsmittel</i>) fest. Sie entnehmen die technischen Basisdaten (<i>Regeldachnei-gung, Lattenweite/Überdeckung, Decklänge, Deckbreite</i>) den Herstellerunterlagen und füh-ren produktbezogene Einteilungs- sowie Materialberechnungen durch. <b>Sie erstellen Detail-zeichnungen (Trauf-, First- und Ortgangausbildung, Verlegeschema) und Bestelllisten.</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren die notwendigen Maßnahmen zur Arbeitssi-cherheit und zum Gesundheitsschutz (<i>Dachlatten als Arbeitsplatz, Absturzsicherungen</i>).</p> <p>[...]</p>	

GRÜNDUNGEN UND HOLZBAUKONSTRUKTIONEN  
 Jahrgangsstufe 10

<b>Lernfeld 8</b>	<b>102 Std.</b>
<b>Fundamente und Sockel herstellen</b>	<b>fpL 60 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler entnehmen den Planungsunterlagen (<i>Lageplan</i>) die für die Herstellung notwendigen Informationen und <b>führen die Vermessungsarbeiten (<i>Bauabsteckung, Nivellieren</i>) durch.</b></p> <p>[...]</p>	

 GRÜNDUNGEN UND HOLZBAUKONSTRUKTIONEN  
 Jahrgangsstufe 10

<b>Lernfeld 9</b>	<b>68 Std.</b>
<b>Einfache Holzbaukonstruktionen planen und herstellen</b>	<b>fpL 38 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler erfassen und <b>strukturieren Anforderungen</b> an die Funktion und die Form der Holzbaukonstruktion. Sie <b>erarbeiten eine Anforderungsliste</b>. Dabei unterscheiden sie konkrete Vorgaben und einschränkende Bedingungen. <b>Fehlende Informationen beschaffen sie sich zielbezogen.</b></p> <p>Sie veranschaulichen die Funktionsstrukturen, <b>präsentieren Entwürfe (<i>Modell</i>)</b>, entdecken Widersprüche, erörtern Optimierungsmöglichkeiten und modifizieren die Lösungsvorschläge. Die Schüler <b>erstellen auch rechnergestützt die notwendigen Fertigungsunterlagen</b> und kontrollieren diese gewissenhaft auf Fehler.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler einigen sich für die Fertigung im Projektteam auf ein zweckmäßiges Vorgehen (<i>Arbeitspakete, Teilergebnisse/-ziele</i>) und <b>erstellen Dokumente (<i>Bauzeitenplan</i>)</b>, die ein effektives Zusammenwirken der Teammitglieder unterstützen. Sie <b>stellen die Holzbaukonstruktion mit einem rationellen Maschineneinsatz her.</b></p> <p>[...]</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler <b>erstellen eine Dokumentation (<i>Bericht, Präsentationsprogramm</i>)</b> und präsentieren (<i>Richtspruch</i>) die Arbeitsergebnisse.</p>	

## Fachklasse (Jahrgangstufe 11 und 12)

### Berufsbezogene Vorbemerkungen

[...] Seite 9

Die Förderung und Anwendung von Kompetenzen in den Bereichen Qualitätssicherung, Kundenorientierung, rechnergestützte Fertigungstechniken (CAD, CNC), Arbeitssicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz sind durchgängige Ziele aller Lernfelder.

[...]

### Lernfelder

#### WAND UND DECKENKONSTRUKTIONEN

Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld 10</b>	<b>90 Std.</b>
<b>Moderne Wand- und Deckenkonstruktionen planen und herstellen</b>	<b>fpL 36 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
[...]	
Sie dimensionieren ( <i>Bemessungstabellen</i> ) Deckenbalken und berechnen für die vorhandenen Einwirkungen die Auflagerlast, um passende ( <i>Tragfähigkeit, Geometrie, Montagemöglichkeit</i> ) Verbinder ( <i>Balkenträger, Hirnholzverbinder, Schwalbenschwanzverbindung</i> ) auszuwählen.	
[...]	
Die Schülerinnen und Schüler elementieren Wand- und Deckentafeln, erstellen die Werkpläne und führen Massenermittlungen durch.	
[...]	

#### DACHKONSTRUKTIONEN

Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld 11</b>	<b>63 Std.</b>
<b>Dachtragwerke mit Dachaufbauten planen und herstellen</b>	<b>fpL 18 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
[...]	
Sie dokumentieren die Planungsergebnisse mit Konstruktionsplänen, die vollständige Informationen für die Herstellung enthalten. Tabellarische Massenermittlungen werden für die Materialbeschaffung und Kalkulation ausgearbeitet.	
[...]	
Sie generieren ( <i>traditionell zeichnerisch und rechnerisch, computergestützt</i> ) die fertigungstechnisch erforderlichen Abbundmaße ( <i>wahre Längen und Flächen</i> ) und erzeugen einen Abbundplan. Sie übertragen die ermittelten Abbundmaße für die handwerkliche Bearbeitung auf die Hölzer ( <i>schräger Giebelsparren, Kehlbohle</i> ).	
[...]	



## DACHKONSTRUKTIONEN

Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld 12</b>	<b>27 Std.</b>
<b>Dacheindeckungen mit Durchdringungen planen und herstellen</b>	<b>fpL 9 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
<p>[...]</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ermitteln mögliche Gefährdungen im Arbeitsprozess, legen geeignete Schutzmaßnahmen fest (<i>Dachfanggerüst, Dachschutzwand, PSAgA</i>) und gewährleisten (<i>Checkliste</i>) die Funktionsfähigkeit.</p>	

## INNENAUSBAU

Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld 13</b>	<b>36 Std.</b>
<b>Trockenbaukonstruktionen planen und herstellen</b>	<b>fpL 9 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
<p>[...]</p> <p>Für die <b>Erstellung der Ausführungsunterlagen (<i>Verlegepläne</i>)</b> klären sie alle wichtigen Detailfragen hinsichtlich Konstruktionsaufbau (<i>Konstruktionshöhe</i>) und Ausführung (<i>Verankerungselemente, Abhängesysteme, Unterkonstruktion, Beplankung</i>). <b>Sie berechnen (<i>Tabelle</i>) den Materialbedarf und die Materialkosten (<i>Leistungspositionen</i>)</b> auf der Basis der planerischen Vorleistungen und unter Verwendung systembezogener Herstellerangaben.</p> <p>[...]</p>	

## INNENAUSBAU

Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld 14</b>	<b>27 Std.</b>
<b>Zweiläufige Treppen planen und herstellen</b>	<b>fpL 9 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
<p>[...]</p> <p>Sie berechnen die benötigten Konstruktionsmaße (<i>Staketeneinteilung</i>), um die <b>Ausführungszeichnungen (<i>Lauflinie</i>) und Detailzeichnungen zu erstellen.</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler <b>vergleichen den Arbeitsablauf unterschiedlicher Herstellungsweisen (<i>aufgeklebte 1 : 1-Schablone, CNC</i>)</b>, um sich für ein rationelles Bearbeitungsverfahren zu entscheiden. Sie stellen die Konstruktionsteile mit den geplanten Verbindungen (<i>Treppensystemverbinder</i>) her.</p> <p>[...]</p>	

### WAND- UND DECKENKONSTRUKTIONEN Jahrgangsstufe 12

<b>Lernfeld 15</b>	<b>54 Std.</b>
<b>Modernisierungen und Erweiterungsbauten planen und herstellen</b>	<b>fpL 0 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
[...] Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren ( <i>Aufmaß, Schadensbilder, Bestandsplan</i> ) und bewerten den Baubestand. Hierfür untersuchen ( <i>Thermografie, Feuchtemessung, Sichtanalyse</i> ) sie die statische ( <i>Unterdimensionierung, Durchbiegungsbeschränkung</i> ) und bauphysikalische ( <i>Transmissionswärmeverluste, Wärmebrücken, Schallschutz, Brandschutz</i> ) Funktionsfähigkeit der Bausubstanz.	
[...]	

### WAND- UND DECKENKONSTRUKTIONEN Jahrgangsstufe 12

<b>Lernfeld 16</b>	<b>27 Std.</b>
<b>Terrassen und Balkone planen und herstellen</b>	<b>fpL 9 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
[...] Sie erstellen Ausführungsunterlagen und legen fest, welche Einzelbauteile und Verbindungen vorgefertigt werden, um die Endmontage zu verkürzen.	
[...]	

### DACHKONSTRUKTIONEN Jahrgangsstufe 12

<b>Lernfeld 17</b>	<b>90 Std.</b>
<b>Walmdachtragwerke planen und herstellen</b>	<b>fpL 36 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
[...] Die Schülerinnen und Schüler bestimmen ( <i>Dachausmittlung</i> ) mithilfe von Ansichten und Höhenlinien die Dachverschneidungslinien und die Dachebenen unter Beachtung der Angaben für das Haupt-, Walm- und Nebendach.	
[...] Die Schülerinnen und Schüler visualisieren die Planungsergebnisse mit Konstruktionsplänen ( <i>Abundsoftware</i> ), die die fertigungstechnisch erforderlichen Informationen enthalten.	
[...]	

**DACHKONSTRUKTIONEN**

Jahrgangsstufe 12

<b>Lernfeld 18</b>	<b>36 Std.</b>
<b>Hallentragwerke fertigen und montieren</b>	<b>fpL 18 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
[...]	
Die Schülerinnen und Schüler <b>zeichnen Ansichten und die Knotenpunkte.</b>	
Sie beschreiben die Arbeitsabläufe und den Maschineneinsatz ( <i>Pressen</i> ), <b>auch für eine industrielle Fertigung</b> ( <i>Brettschichtholz, Nagelplattenbinder</i> ).	
[...]	

**INNENAUSBAU**

Jahrgangsstufe 12

<b>Lernfeld 19</b>	<b>36 Std.</b>
<b>Gewendelte Treppen planen und herstellen</b>	<b>fpL 18 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
[...]	
Die Schülerinnen und Schüler nutzen <b>geeignete Verfahren für die Einteilung der gewendelten Stufen</b> ( <i>rechnerische und grafische Verziehungsmethoden</i> ).	
Sie <b>stellen die Treppe im Grundriss, die Abwicklung und die Detailausführung zeichnerisch dar.</b>	
[...]	

## Resümee aus der curricularen Analyse

Bereits in der Einführung sowie auch in den berufsbezogenen Vorbemerkungen der Lehrpläne gibt es generelle Formulierungen, die eine notwendige Flexibilität zur Anpassung an sich wandelnde Anforderungen, eine geänderte betriebliche Realität sowie aktuelle Entwicklungen intendieren. Das Fördern und Anwenden von Kompetenzen in den Bereichen rechnergestützte Fertigungstechniken (CAD, CNC) ist bereits ohne eine explizite Nennung ein Ziel aller Lernfelder. Ebenso das zielgerichtete Verwenden zeitgemäßer Informations- und Kommunikationstechnologien.

In den Lernfeldern für die Jahrgangstufe 10, 11 und 12 gibt es sowohl bei den Kompetenzbeschreibungen als auch bei den Mindestinhalten zahlreiche explizite Hinweise auf die Verwendung von digitalen Werkzeugen. Insbesondere beziehen diese sich auf das Generieren, Erzeugen und Visualisieren von Planungsergebnissen, begrifflich konkretisiert z. B. als Ausführungszeichnungen, Fertigungsunterlagen, Konstruktionspläne, Holzlisten, Schnittzeichnungen, Abbundmaße und Abbundpläne. Im Hinblick auf die Analyse und Beurteilung von Arbeitsprozessen und geeigneter Fertigungstechniken ist das Einbeziehen digital gestützter Prozessketten ausdrücklich erwähnt. Ebenso bindend ist die Verwendung von Software im Bereich der Textverarbeitung, Tabellenkalkulation und der Gestaltung von Präsentationen.

Neben den expliziten Hinweisen können, vor dem Hintergrund der fortschreitenden Digitalisierung, viele weitere sinnvolle Ansatzpunkte für die Anreicherung mit digitalen Werkzeugen gefunden werden. Z. B. stehen für ein Bauaufmaß (LF: 3 und 15), als bedeutsame Konstruktionsgrundlage, verschiedene digitale Werkzeuge mit unterschiedlichem Funktionsumfang zur Verfügung und werden in der betrieblichen Realität bereits gewinnbringend eingesetzt. Aber auch im Bereich der bauphysikalischen Betrachtungen (LF: 5, 7, 11 etc.) stehen zahlreiche digitale Werkzeuge zur Verfügung, die u. a. hinsichtlich der Anschaulichkeit einen unmittelbaren Mehrwert bieten.

Parallel zur Frage, welche Inhalte und Kompetenzen sich in ihrer Bedeutung verstärken oder sogar neu hinzukommen, muss auch geklärt werden, welche an Bedeutung verlieren oder verschwinden. Z. B. kommt es durch die CNC-gesteuerten Maschinen in der betrieblichen Praxis zu einer quantitativen Ausdünnung der manuellen Abbundtätigkeiten.

Für eine zeitgemäße Gestaltung von Lehr- und Lernumgebungen muss fortlaufend analysiert werden, welche Veränderung der technisch-betriebliche Wandel mit sich bringt und welche pädagogischen Reaktionen erforderlich sind, um diese Entwicklungen aufzugreifen und zeitnah in die Ausbildung zu integrieren.

## 4.7.2 Schreiner und Schreinerin

### Digitalisierung in der Holztechnik (Schreiner)

In den Köpfen vieler Menschen ist das Bild des Schreiners weitestgehend geprägt von Hobelbänken und Handwerkzeug. Die betriebliche Wirklichkeit sieht jedoch anders aus. Seit Langem haben digitale Produktionstechniken Einzug gehalten. Dazu zählen neben CNC-gesteuerten Bohr- und Fräsmaschinen auch Laseranlagen, Roboter, die die schon sehr umfangreichen Möglichkeiten einer 5-Achs-CNC-Fräse deutlich erweitern, aber auch 3D-Drucker und andere Produktionsverfahren. Bevor jedoch produziert werden kann, sind eine sorgfältige Datenaufbereitung und die Software entscheidend, mit der diese Maschinen angesteuert werden. Die Objekte der Architekten, Designer und Gestalter sind oftmals durch 3D-CAD-Programme deutlich komplexer geworden. Oft sind die entwickelten Geometrien mit traditionellen handwerklichen Möglichkeiten gar nicht mehr herstellbar. „Traditionell“ wird es häufig erst wieder, wenn die erzeugten Einzelteile zusammengefügt werden.

Das Erlernen dieser Techniken verlangt von den angehenden Facharbeitern eine ständige Weiterentwicklung und eine intensive Auseinandersetzung mit den Möglichkeiten der digitalen Techniken.

### Analyse Lehrplanrichtlinie (berufsspezifische Analyse)

#### Hinweise zur Analyse der Lehrplanrichtlinie:

Dargestellt werden die Lernfelder der Jahrgangstufen 10, 11 und 12 nur in Auszügen. Es sind die Passagen in der Lehrplanrichtlinie, die Anknüpfungspunkte für eine Adaption an aktuelle Entwicklungen mit Digitalisierungsperspektive, im Rahmen der gültigen Ordnungsmittel, bieten.

Die **grüne Markierung** steht für Passagen in der Lehrplanrichtlinie, die durch die explizite Nennung eine direkte Aufforderung für eine unterrichtliche Unterstützung der Digitalen Transformation darstellen.

Die **gelbe Markierung** wurde verwendet an Stellen, an denen es, mit Blick auf die aktuellen technologischen Entwicklungen, sinnvoll ist „digitale *Inhalte*“ aufzunehmen und eine Kompetenzentwicklung im Hinblick auf eine „digitale Souveränität“ aufzubauen.

Die dargestellte curriculare Analyse kann eine schulspezifische Analyse nicht ersetzen. Sie ist aber in jedem Fall ein hilfreicher Anknüpfungspunkt für die notwendigen schulspezifischen Diskurse und Abstimmungen, um daraus Rückschlüsse für eine Modifizierung der didaktischen Jahresplanung sowie die Ausgestaltung der Lernsituationen zu entwickeln.

Zielsetzung ist die Weiterentwicklung der schulspezifischen didaktischen Jahresplanung mit Digitalisierungsperspektive. Neuartige Technologien und innovative Bauprozesse, die an Bedeutung in der Arbeitswelt gewinnen, sollten auch in einer zeitgemäßen Lernumgebung präsent sein.

## Berufsgrundschuljahr (Jahrgangstufe 10)

### Bildungs- und Erziehungsauftrag der Berufsschule

[...]

Zentrales Ziel von Berufsschule ist es, die Entwicklung umfassender berufsbezogener und berufsübergreifender Handlungskompetenz zu fördern. Damit werden die Schülerinnen und Schüler zur Erfüllung der spezifischen Aufgaben im Beruf sowie zur Mitgestaltung der Arbeitswelt und der Gesellschaft in sozialer, ökonomischer und ökologischer Verantwortung, **insbesondere vor dem Hintergrund sich wandelnder Anforderungen**, befähigt.

Das schließt die Förderung der Kompetenzen der jungen Menschen

- zur persönlichen und strukturellen Reflexion,
- zum lebensbegleitenden Lernen,
- zur beruflichen sowie individuellen Flexibilität und Mobilität im Hinblick auf das Zusammenwachsen Europas ein.

### Berufsbezogene Vorbemerkungen

*(Hinweis: Auch in den berufsbezogenen Vorbemerkungen werden lernfeldübergreifende Möglichkeiten, für die Überarbeitung der didaktischen Jahresplanung / Ausgestaltung der Lernumgebungen mit Digitalisierungsperspektive, eingeräumt.)*

[...] Seite 12

**Die Lernfelder orientieren sich an den Arbeits- und Produktionsprozessen in der betrieblichen Realität.** Die in den einzelnen Lernfeldern angegebenen Kompetenzbeschreibungen sind verbindlich.

[...]

(Hinweis: Bezug zu den kursiven Mindest**inhalten**):

Die Mindestinhalte sind in die Kompetenzbeschreibungen integriert und in kursiver Schrift gedruckt. **Die Ableitung von weiteren Inhalten zur Konkretisierung der einzelnen Kompetenzen liegt im Ermessen der Lehrkraft bzw. des Lehrerteams.** Regionale Aspekte sowie **aktuelle Entwicklungen** und Einsatzschwerpunkte **des Berufs sollten dabei angemessen Berücksichtigung finden.**

[...] Seite 13

(Hinweis: Bezug zu den Kompetenzerwartungen):

**Die Förderung und Anwendung von Kompetenzen in den Bereichen** Qualitätssicherung, Kundenorientierung, **rechnergestützte Fertigungstechniken (CAD, CNC)**, Arbeitssicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz **sind durchgängige Ziele aller Lernfelder.**

[...]

Auf sachgerechte Dokumentation sowie eine **mediale Aufbereitung und Präsentation der Arbeits- und Lernergebnisse** durch die Schülerinnen und Schüler, auch unter Zuhilfenahme **zeitgemäßer Informations- und Kommunikationstechnologien**, ist besonders zu achten. In diesem Zusammenhang sollte das Unterrichtsfach Deutsch an geeigneter Stelle einbezogen werden.

## Lernfelder

### GRUNDLAGEN HOLZPRODUKTE

Jahrgangsstufe 10

<b>Lernfeld 1</b>	<b>282 Std.</b>
<b>Einfache Produkte aus Holz herstellen</b>	<b>fpL 180 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
[...]	
Sie strukturieren ( <i>Mindmap, Cluster</i> ) und erläutern ( <i>Fachwortschatz</i> ) die Sachsituation mit Blick auf die Handlungsoptionen und die konkreten Anforderungen.	
[...]	
Sie erstellen, auch rechnergestützt ( <i>CAD, Tabellenkalkulation, Textverarbeitung</i> ), verbindliche zeichnerische ( <i>Maßstab, Norm</i> ) und weitere Fertigungsunterlagen ( <i>Material-/Holzliste</i> ) für die Umsetzung des Produkts, dabei berücksichtigen sie auch die erkannten Optimierungsmöglichkeiten.	
[...]	

### GRUNDLAGEN HOLZPRODUKTE

Jahrgangsstufe 10

<b>Lernfeld 2</b>	<b>92 Std.</b>
<b>Holzprodukte für den Außenbereich herstellen</b>	<b>fpL 56 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
[...]	
Sie erstellen, auch rechnergestützt, die Fertigungsunterlagen ( <i>Schnittzeichnung</i> ) und berücksichtigen dabei die erkannten Verbesserungsvorschläge.	
[...]	

### GRUNDLAGEN INNENAUSBAU

Jahrgangsstufe 10

<b>Lernfeld 3</b>	<b>68 Std.</b>
<b>Einfache Treppen herstellen</b>	<b>fpL 44 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
[...]	
Sie stellen die ermittelten Informationen anschaulich dar ( <i>Bauaufmaß</i> ). Sie tauschen bei kooperativen Arbeitsaufgaben mit gemeinsamen Arbeitsziel Informationen aus und treffen Entscheidungen, um Einzelleistungen der Teammitglieder zu koordinieren und zu integrieren.	
[...]	
Die Schülerinnen und Schüler erzeugen die benötigten Ausführungsunterlagen und planen die Fertigung sowie die Montage ( <i>Flussdiagramm</i> ).	
[...]	
Die Schülerinnen und Schüler präsentieren ihre Ergebnisse. Sie reflektieren gemeinsam ihren Arbeitsprozess, dabei berücksichtigen sie auch gegenseitige Abhängigkeiten im Arbeitsablauf von kooperativen Arbeitssituationen und formulieren Verbesserungsmöglichkeiten ( <i>Schnittstellen, Kommunikation, Koordination</i> ).	

GRUNDLAGEN INNENAUSBAU  
Jahrgangsstufe 10

<b>Lernfeld 4</b>	<b>68 Std.</b>
<b>Einfache Trockenbaukonstruktionen herstellen</b>	<b>fpL 44 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
[...]	
Sie beurteilen, mit welchen Bauprodukten ( <i>Metallprofile, Holzquerschnitte, Gipsplatten, Dämmstoffe</i> ) und Systemen ( <i>offene, halboffene</i> ) baulich konstruktive, <b>bauphysikalische</b> und gestalterische Anforderungen erfüllt werden können.	
[...]	

GESTALTEN UND KONSTRUIEREN – ARBEIT VORBEREITEN –  
FERTIGEN – MONTIEREN UND SERVICE BIETEN  
Jahrgangsstufe 10

<b>Lernfeld 5</b>	<b>238 Std.</b>
<b>Produkte aus unterschiedlichen Werkstoffen herstellen</b>	<b>fpL 130 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
[...]	
Die Schülerinnen und Schüler analysieren den Kundenauftrag ( <i>Gesprächsnotizen</i> ) und formulieren auftragsspezifische Qualitätsmerkmale ( <i>Funktion, Maßhaltigkeit, Oberflächenbeschaffenheit</i> ). Sie nutzen verschiedene Informationsquellen ( <i>technische Merkblätter</i> ), um Wissenslücken zu schließen.	
[...]	
Sie erstellen, unter Beachtung der gültigen Normen, auch rechnergestützt verbindliche Fertigungsunterlagen ( <i>Schnittdarstellungen</i> ).	
[...]	
Die Schülerinnen und Schüler präsentieren ( <i>Präsentationsprogramme, Fachgespräch</i> ) ihre Arbeitsergebnisse und erklären den Umgang mit dem Produkt ( <i>Pflegeanleitung</i> ). Sie reagieren sachbezogen auf Kritik und beschreiben Optimierungsmöglichkeiten.	



GESTALTEN UND KONSTRUIEREN – ARBEIT VORBEREITEN –  
 FERTIGEN – MONTIEREN UND SERVICE BIETEN  
 Jahrgangsstufe 10

<b>Lernfeld 6</b> <b>Einfache Einrichtungsgegenstände planen und herstellen</b>	<b>272 Std.</b> <b>fpL 158 Std.</b>
<p><b>Zielformulierung</b></p> <p>[...]</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erstellen, auch rechnergestützt, die notwendigen Fertigungsunterlagen und kontrollieren diese gewissenhaft auf Fehler.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler einigen sich für die Fertigung im Projektteam auf ein zweckmäßiges Vorgehen (<i>Arbeitspakete, Teilergebnisse/Meilensteine</i>) und erstellen Dokumente (<i>Gliederung der Erzeugnisse, Arbeitsorganisation</i>), die ein effektives Zusammenwirken der Teammitglieder unterstützen. Sie stellen die Einzelteile der Einrichtungsgegenstände mit einem rationellen Maschineneinsatz (<i>CNC, variable Programmierung</i>) her und bauen sie zu Erzeugnissen zusammen (<i>Einbau Beschläge, Montageanleitung</i>).</p> <p>[...]</p> <p>Sie überwachen die Projektfortschritte (<i>Checklisten</i>) und ergreifen Steuerungsmaßnahmen zur Beseitigung von Störungen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erstellen eine Dokumentation (<i>Portfolio, Bericht</i>) und präsentieren die Arbeitsergebnisse.</p> <p>[...]</p>	

## Fachklasse (Schreiner)

### Berufsbezogene Vorbemerkungen

Die Lehrplanrichtlinien enthalten keine methodische Festlegung. Sämtliche Unterrichtsmethoden sind einsetzbar, sollten aber möglichst abwechslungsreich im Sinne von ganzheitlichen Handlungen angewendet werden. Lernfelder zielen zudem darauf ab, Aspekte der Persönlichkeitsbildung und gesellschaftlich relevante Kompetenzen wie Teamfähigkeit, Methodenkompetenz und Sozialkompetenz zu fördern.

In den Lehrplanrichtlinien sind die C-Techniken durchgehend in die Lernfelder integriert. Die Grundausbildung findet in der Jahrgangsstufe 10 statt. In den Jahrgangsstufen 11 und 12 werden die Kenntnisse und Fertigkeiten vertieft. Am Ende des dritten Lehrjahrs besteht die Möglichkeit, an einer CNC-Zertifikatsprüfung teilzunehmen.

Sachgerechte Dokumentation, mediale Aufbereitung und rechnergestützte Techniken sind Unterrichtsprinzip. In diesem Zusammenhang ist das Unterrichtsfach Deutsch in die Erarbeitung der beruflichen Handlungskompetenz einzubeziehen.

#### Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld 7</b>	<b>99 Std.</b>
<b>Einzelmöbel herstellen</b>	<b>fpL 45 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
[...]	
Die Schüler wählen unter Verwendung digitaler Informationsquellen Beschläge für die beweglichen Möbelteile aus.	
[...]	

#### Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld 8</b>	<b>63 Std.</b>
<b>Systemmöbel herstellen</b>	<b>fpL 18 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
[...]	
Sie erstellen notwendige Fertigungsunterlagen ( <i>Dokumentation, die Reproduzierbarkeit sicherstellt, Einzelteilzeichnungen mit Toleranzen, Bohrbilder</i> ) für die Produktion des Möbels. Hierbei verwenden sie Anwendungsprogramme.	
Für die Montage erstellen die Schülerinnen und Schüler Aufbauanleitungen ( <i>Explosionszeichnung, Möbelbeschreibung, Einzelteilzeichnung</i> ).	
[...]	

## Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld 9</b>	<b>36 Std.</b>
<b>Einbaumöbel herstellen und montieren</b>	<b>fpL 0 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
[...]	
Die Schülerinnen und Schüler berücksichtigen die örtlichen Gegebenheiten und dokumentieren die bauliche Gesamtsituation. Dazu wählen sie geeignete Erfassungsmethoden ( <i>Aufmaßverfahren, Messgeräte</i> ) und stellen die relevanten Informationen übersichtlich zusammen ( <i>Aufmaßprotokoll, Raumskizzen</i> ).	
[...]	
Sie verwenden unterschiedliche Informationsquellen, um eigene Entscheidungen argumentativ abzusichern.	
[...]	
Sie visualisieren, auch rechnergestützt, die Raumsituation für die Präsentation beim Kunden.	
Die Schülerinnen und Schüler nutzen für die rationelle Fertigung programmierbare Maschinen.	
[...]	

## Jahrgangsstufe 11

<b>Lernfeld 10</b>	<b>45 Std.</b>
<b>Raubegrenzende Elemente des Innenausbaus herstellen und montieren</b>	<b>fpL 0 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
[...]	
Die Schülerinnen und Schüler erstellen Ausführungsunterlagen ( <i>Montagepläne</i> ) und legen fest, welche Einzelbauteile und Verbindungen vorgefertigt werden, um die Montage zu verkürzen.	
[...]	
Die Schülerinnen und Schüler überprüfen ihre Arbeitsergebnisse und führen mit dem Kunden ein Übergabegespräch ( <i>Abnahmeprotokoll</i> ).	

## Jahrgangsstufe 12

<b>Lernfeld 11</b>	<b>54 Std.</b>
<b>Bauelemente des Innenausbaus herstellen und montieren</b>	<b>fpL 9 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
[...]	
Sie fertigen die Bauelemente des Innenausbaus rechnergestützt und behandeln die Oberflächen.	
[...]	

## Jahrgangsstufe 12

<b>Lernfeld 12</b> <b>Baukörper abschließende Bauelemente herstellen und montieren</b>	<b>63 Std.</b> <b>fpL 0 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>  [...] <p>Die Schülerinnen und Schüler erstellen Unterlagen für die betriebliche Fertigung sowie für die Montage auf der Baustelle (<i>Montagecheckliste</i>).</p> [...]	

## Jahrgangsstufe 12

<b>Lernfeld 13</b> <b>Erzeugnisse warten und instand halten</b>	<b>27 Std.</b> <b>fpL 0 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>  (keine Anmerkungen)	

## Jahrgangsstufe 12

<b>Lernfeld 14</b> <b>Einen umfangreichen Arbeitsauftrag aus dem eigenen betrieblichen Tätigkeitsfeld ausführen</b>	<b>99 Std.</b> <b>fpL 54 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>  [...] <p>Die Schülerinnen und Schüler informieren sich eingehend über den Auftrag, erstellen unter Berücksichtigung der vielfältigen Rahmenbedingungen Entwürfe und legen die Vorgehensweise für die Auftragsabwicklung fest.</p> [...] <p>Die Schülerinnen und Schüler bereiten ein Kundengespräch mit Präsentation der verschiedenen Varianten vor, stellen ihre Lösung zur Diskussion und gehen auf Optimierungsanliegen ein.</p> [...] <p>Die Schülerinnen und Schüler kommunizieren individuelle Verantwortlichkeiten und koordinieren die Zusammenarbeit der am Arbeitsauftrag beteiligten Partner. Sie überwachen die Produktionsschritte, ergreifen qualitätssichernde Maßnahmen und bringen abweichende Anforderungen, von Arbeitsprozess und Arbeitsergebnis, in Einklang.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler führen ein Abnahmegespräch. Sie beurteilen die Interaktion mit dem Kunden (<i>Feedbackbögen</i>), reflektieren Wechselbeziehungen in betrieblichen Arbeitsprozessen und erläutern Optimierungsmöglichkeiten.</p>	

### Schlussfolgerung aus der curricularen Analyse

Es ist unbestritten, dass die Digitale Transformation im Handwerk integriert ist und weiter voranschreitet.

Smarte Lösungen für die Zukunft werden das beherrschende Thema sein. Vor allem die Digitalisierung und Automatisierung ist in den Köpfen der Anwender angekommen. Wichtig werden dabei ganzheitliche Lösungskonzepte sein, mit denen Handwerks- und Industriebetriebe von klein bis groß den Marktanforderungen von heute und den Trends der Zukunft begegnen können.

Für uns lehrende Personen werden sich daher ebenfalls viele Änderungen ergeben. Folgende Fragestellungen lassen sich daraus ableiten:

- Wo hält die Digitalisierung im jeweiligen Gewerk Einzug und wie verändert dies unser Gewerk?
- In der Didaktik schreitet die Digitalisierung ebenfalls voran. Welche Medien und Methoden entwickeln sich daraus?
- Können und müssen in der Erstausbildung alle digitalen Elemente in den Unterricht integriert werden?

Eine der Hauptaufgaben wird es sein, die richtigen Medien, Methoden und Inhalte zu filtern.

Es wird also verlangt werden, für die Lernenden von einer reinen Ausbildung zum Facharbeiter bzw. zur Facharbeiterin eine Entwicklung hin zur Wissensarbeit anzubahnen. Die angehenden Gesellen und Gesellinnen müssen befähigt werden, sich auf verändernde Prozesse so schnell als möglich einzustellen. Besonderes Augenmerk muss demnach den überfachlichen Kompetenzen zukommen.

## 5. Quellenverzeichnis

- Lehrplanrichtlinien und Lehrpläne der ausgewählten Berufe und Ausbildungsgänge: <http://www.isb.bayern.de/berufliche-schulen/lehrplan/>
- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH, DFKI, 2011
- BMWI: IT-Sicherheit für die Industrie 4.0, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, 2016
- BIBB: IT-Berufe und IT-Kompetenzen in der Industrie 4.0, 2015
- BIBB: Voruntersuchung IT-Berufe/Abschlussbericht – Teil A, Dezember 2016
- Handwerk 4.0 – Zukunft im digitalen Zeitalter, Regensburg/Passau, Juli 2016
- Spöttl, Gorltd, Windelband, Grantz, Richter: Studie – Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie, bayme vbm – April 2016
- Vogel-Heuser, TU München, Präsentation für den ISB-Arbeitskreis Handreichung Wirtschaft 4.0, 2017
- Wilbers: Wirtschaftsunterricht gestalten  
(<http://www.wirtschaftsunterricht-gestalten.de/industrie-4-0>)

## Weitere Informationen:

▶ [www.isb.bayern.de](http://www.isb.bayern.de)



Informationen und Ansprechpartner des Staatsinstituts für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB) zu den Beruflichen Schulen:

▶ <https://www.isb.bayern.de/berufliche-schulen/uebersicht/>

Lehrplanrichtlinien und Lehrpläne der Beruflichen Schulen:

▶ <http://www.isb.bayern.de/berufliche-schulen/lehrplan/>

Themenseiten der Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung (ALP) zum Bereich Digitale Transformation:

▶ <https://alp.dillingen.de/themenseiten/digitale-transformation/>

