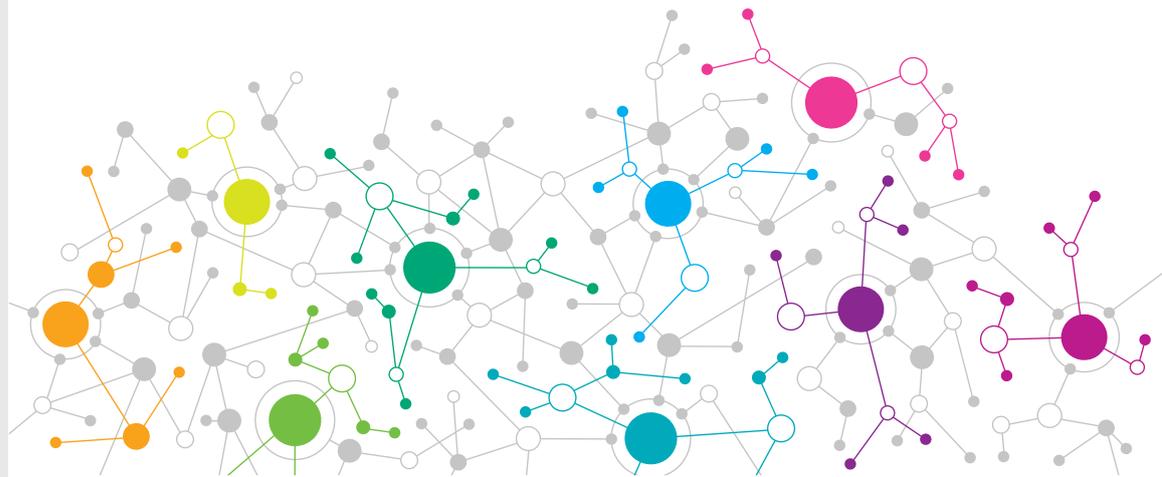




STAATSIINSTITUT FÜR SCHULQUALITÄT
UND BILDUNGSFORSCHUNG
MÜNCHEN



FACHSCHULE

HANDREICHUNG

Umsetzungshilfe für das
Wahlpflichtfach Digitale
Transformation an Fachschulen



STAATSINSTITUT FÜR SCHULQUALITÄT
UND BILDUNGSFORSCHUNG
MÜNCHEN

Umsetzungshilfe für das Wahlpflichtfach Digitale Transformation an Fachschulen

München, April 2020



Erarbeitet im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus

Leitung des Arbeitskreises:

Andreas Arnold	Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB), München
Markus Schütz	Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB), München
Alexander Wohlfahrt	Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB), München

Mitglieder des Arbeitskreises:

Fachgruppe Maschinenbautechnik:

Günter Seitz	Berufl. Schulzentrum Hof - Stadt und Land
Enno Erbe	Staatl. Maschinenbauschule Landshut
Thomas Neumayr	Städt. Technikerschule München
Joachim Siebler	Staatl. Technikerschule Ingolstadt
Franz Graf	Städt. Fachschule für Techniker Erlangen

Fachgruppe Elektrotechnik:

Raimond Eberle	Staatl. BSZ Nördlingen
Günther Hölzl	Staatl. Fachschulen für Elektrotechnik Passau
Thomas Pfeuffer	Städt. Technikerschule München
Reiner Preisenhammer	Staatl. Fachschule für Technik Hof
Andreas Arnold	Städt. Berufsschule für elektrische Anlagen- und Gebäudetechnik 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
E-Mail: berufliche.schulen@isb.bayern.de

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
1 Einordnung des Begriffs „Digitale Transformation“	5
2 Anforderungen der Unternehmer an Mitarbeiter/-innen im Kontext der Digitalen Transformation	7
3 Lerngebiete für das Wahlpflichtfach Digitale Transformation an gewerblich-technischen Fachschulen.....	10
4 Exemplarische didaktische Jahresplanung für die Fachrichtung Elektrotechnik	13
4.1 Einführung in das Fach Digitale Transformation (DT)	14
4.2 Datenbanken.....	16
4.3 ERP-Systeme.....	18
4.4 Netzwerktechnik.....	20
4.5 Softwaretechnik.....	22
4.6 Datenschutz und Datensicherheit	24
4.7 Neuronale Netze	26
4.8 Projektarbeit.....	28
5 Exemplarische didaktische Jahresplanung für die Fachrichtung Maschinenbautechnik	30
5.1 Modelle der industriellen Fertigung	30
5.2 ERP-Systeme.....	32
5.3 Protokolle und Datenformate.....	34
5.4 Netzwerktechnik.....	36
5.5 Internettechnologien und Cloudlösungen.....	38
5.6 Sicherheit in IT-Systemen	40
5.7 Identifikationssysteme	42
5.8 CAD / CAM Schnittstellen	44
5.9 Virtuelle Fertigung / Simulation	46



5.10	Additive Fertigung	48
5.11	Digitaler Zwilling	50
5.12	Virtual Reality und Augmented Reality	52
5.13	Vorbeugende Instandhaltung	54
5.14	Neuronale Netze	56
6	Illustrierende Beispiele und Lösungshilfen für die Fachrichtung Maschinenbautechnik und Elektrotechnik	58
7	Übertragbarkeit der Lerngebiete auf andere Fachrichtungen an Fachschulen	58
8	Schlussbemerkungen.....	60
9	Anhang/Quellen	61

Vorwort

Moderne Technologien im Bereich der Digitalisierung verändern den Industrie- und Handwerksbereich stetig. Dies betrifft zum einen die berufliche Erstausbildung, zum anderen vor allem die vertiefte berufliche Fortbildung an Fachschulen aller Ausbildungsrichtungen. Die Fachschulen sind prädestiniert, den technischen Wandel zusammen mit allen Schülerinnen und Schülern sowie Lehrkräften motiviert anzugehen und die sich ergebenden Chancen zu erkennen und zu nutzen. Hierzu existieren im bayerischen Schulwesen viele verschiedene Fachschulen mit unterschiedlichen Ausbildungsrichtungen mit jeweils eigenen Lehrplänen, die die integrative Bearbeitung des Themas ermöglichen und Anknüpfungspunkte bieten. Auf Basis der individuellen Fachschullehrpläne (www.isb.bayern.de) und als mögliche Erweiterung für individuelles Herangehen ergänzt das Wahlpflichtfach „Digitale Transformation“ das fachspezifische Profil der Fachschulausbildungsrichtungen unter sinnvollem Einbezug digitaler Technologien. Zudem bietet es als Hilfestellung für die individuelle Umsetzung an den jeweiligen Schulen eine organisatorische Grundlage zur Umsetzung.

Ähnlich dem Grundgedanken der vernetzten Systeme bietet die Handreichung fachrichtungsübergreifend eine Umsetzungshilfe zum Thema digitale Transformation. Die fachinhaltlichen Angaben sind als Service zu verstehen und dienen zur Orientierung der Lehrkräfte in den Fachschulen unterschiedlicher Ausbildungsrichtungen. Die Umsetzungshilfe möchte auch Querverbindungen zu anderen Fächern aufzeigen, in denen Inhalte aus dem Bereich der digitalen Transformation grundlegend oder vertiefend vermittelt werden können. Dies ermöglicht auch bei einem individuell angebotenen Fächerprofil der jeweiligen Fachschule ein entsprechendes Angebot zum Thema digitale Transformation.

Die Zielsetzung der Lernfeldformulierungen ist daher nicht fachrichtungsspezifisch und erlaubt einerseits eine inhaltliche Differenzierung in der didaktischen Jahresplanung der jeweiligen Fachrichtung und andererseits eine gemeinsame fachrichtungsübergreifende Beschulung.

Die Beispiele in der nachfolgenden Handreichung berücksichtigen beide Vorgehensweisen. Exemplarisch werden Lernsituationen aus den Fachrichtungen Maschinenbau und Elektrotechnik aufgezeigt, strukturiert und aus der jeweiligen Fachsicht inhaltlich beschrieben. Die fachinhaltlichen Angaben sind auch hier zur Illustrierung und zur Unterrichtsvorbereitung separat beigefügt.

Ausdrücklich werden auf die Fortbildungsmodule der Fortbildungsinitiative Digitale Transformation/Wirtschaft 4.0 der Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung in Dillingen (ALP) hingewiesen, die für den Bereich der digitalen

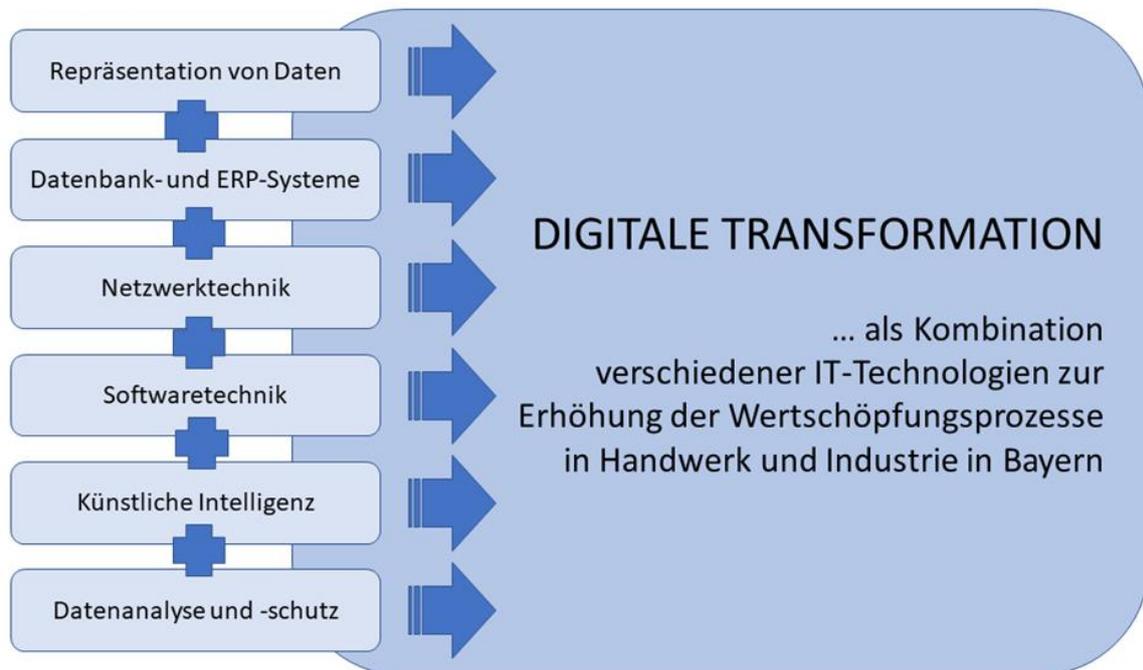
Transformation konzipiert wurden und stetig angepasst werden. Aufgrund der o.g. individuellen Kriterien und Voraussetzungen auch beim Lehrpersonal ist insbesondere die Weiterqualifizierung der Lehrkräfte von essenzieller Bedeutung. Ein herzliches Dankeschön an dieser Stelle an die Akademie für die intensive, sich inhaltlich verschränkende Zusammenarbeit. Die vorliegende Umsetzungshilfe und das Fortbildungskonzept der ALP sind aufeinander abgestimmt.

Mein besonderer Dank gilt allen Lehrkräften des Arbeitskreises.



Dr. Karin E. Oechslein
Direktorin des ISB

1 Einordnung des Begriffs „Digitale Transformation“



Quelle: ISB-München

Die digitale Transformation ist der gesamte evolutionäre Prozess von der Umwandlung analoger und digitaler Werte in große Datenbestände (Big Data). Die Analyse dieser Datenbestände durch den kombinierten Einsatz verschiedener IT-Technologien führt zur Optimierung der Wertschöpfungskette.

„Es wird alles digitalisiert werden, was digitalisiert werden kann. Wir brauchen ein positives Verhältnis zu Daten“, ist dabei eine vielfach zitierte Aussage. Dies wurde durch die hohen Verarbeitungsgeschwindigkeiten bei geringen Kosten, die Vernetzung und eine Verknüpfung bereits vorhandener Technologien in der Datenbank-, Netzwerk- und Softwaretechnik mithilfe von Algorithmen möglich und wird in zahlreichen Anwendungen in allen Wirtschaftsbereichen eingesetzt.

Durch die Analyse der Datenmengen lassen sich neue Erkenntnisse in der Entwicklung, Planung, Produktion und im schonenden Umgang mit den natürlichen Ressourcen realisieren. Die Schülerinnen und Schüler sollen anhand von bereits erfolgreichen Beispielen („Best Practice“) einen Überblick über mögliche Einsatzgebiete und die Vorteile der digitalen Transformation bekommen und ihre fachlichen, sozialen, methodischen und persönlichen Kompetenzen in der IT-

Technologie entwickeln. Dies kann in der Industrie und im Handwerk zu neuen Geschäftsmodellen oder technischen Lösungen führen.

Das fachliche Niveau und die Anzahl der Fachkräfte mit digitalen Kompetenzen ist ein wichtiger Wettbewerbsfaktor für Handwerk und Industrie in Bayern. Die Anwendungen der digitalen Transformation haben die Entwicklungsphase in der Forschung und in den Hochschulen verlassen und werden zunehmend in allen Bereichen der Wirtschaft eingesetzt.

Durch das enorme Wachstumspotenzial bei Klein- und Großunternehmen ist ein hoher Bedarf an Fachkräften mit den entsprechenden fachlichen Kompetenzen im Bereich der digitalen Transformation zu erkennen.

Unternehmen, die zum Beispiel eine Auswertung von Bilddaten in der Produktion einführen, die das Kundenverhalten in ihren Onlineshops analysieren, ihre gesamte Produktion auf eine Losgröße 1 mit einem ERP-System umstellen, die Projektdaten in BIM (Bauinformationssystemen) analysieren, autonome Fahrsysteme testen oder bessere medizinische Diagnoseverfahren anbieten benötigen dringend Fachkräfte. Diese müssen u.a. unabhängig von ihrer Fachrichtung die Grundlagen und Zusammenhänge von Datenbanken, ERP-Systemen, Netzwerktechnik, Software und Algorithmen zur Datenanalyse kennen und anwenden.

Neben diesen für alle Technikerinnen und Techniker in jeder Fachrichtung grundlegenden Kompetenzen in der digitalen Transformation sind zur Vertiefung im Lehrplan der entsprechenden Fachrichtung zum Staatlich geprüften Techniker/in weitere Fächer ausgewiesen. Dort können neben diesem grundlegenden Überblick über die digitale Transformation fachspezifische Inhalte vertieft werden.

Das Wahlpflichtfach Digitale Transformation zeigt für die Schülerinnen und Schüler in jeder Fachrichtung einer Fachschule die grundlegenden Kompetenzen, Begriffe und Zusammenhänge der digitalen Transformation auf.

2 Anforderungen der Unternehmer an Mitarbeiter/-innen im Kontext der Digitalen Transformation

In Zukunft werden von den Arbeitskräften für die Beherrschung komplexer technischer Abläufe, die sich aus verschiedenen Technologien zusammensetzen, neben den speziellen, fachspezifischen Kompetenzen grundlegende IT-Kompetenzen benötigt.

Dies beschreibt eine Studie über die Auswirkungen auf die Aus- und Weiterbildung vom Verband der Bayerischen Metall- und Elektro-Industrie e.V. (VBM) deutlich:

„Facharbeiter, Master, Techniker, also Personen mit einer gewerblich-technischen Berufsausbildung und einer darauf aufbauenden Weiterbildung, werden auch bei einer weiteren Verbreitung von Industrie 4.0 gute Beschäftigungschancen haben. Voraussetzung ist, dass sie in den zentralen, Industrie 4.0-relevanten Schwerpunkten qualifiziert sind, die Prozessabläufe in ihrer Komplexität beherrschen und einen störungsfreien Betrieb der Anlagen sicherstellen können. Die befragten Führungskräfte nehmen an, dass diese Personengruppe zahlenmäßig stabil bleibt oder sogar eine Zunahme von bis zu 30 Prozent erwartet werden kann.

Nicht mehr allein das Zusammenspiel von Anlagen und Maschinen machen die Prozesse aus, sondern deren informationstechnische Vernetzung mit den jeweiligen organisatorischen Verknüpfungen. Die Perspektive der Prozessbetrachtung, -betreuung und -optimierung muss verstärkt von der Informatisierung her betrachtet werden. Die Berufs- und Weiterbildungsprofile sind auf diese zentralen Entwicklungen auszurichten. Der Umgang mit Komplexität muss beherrscht werden: d. h., mit Steuerungstechnik, Software, Anlagen, Antriebstechnik, IT-Systemen und den verschiedensten Verknüpfungen.“

Quelle: Verband der Bayerischen Metall- und Elektro-Industrie e. V. (VBM) Studie Industrie 4.0 bayme vbm April 2016

Für Aufbau und Förderung dieser Kompetenzen eignet sich das Wahlpflichtfach Digitale Transformation für jede Fachrichtung an Fachschulen in Bayern. Die Kompetenzen, die sich aus der digitalen Transformation ergeben, sind nicht nur in den Fachrichtungen Elektrotechnik und Maschinenbautechnik erforderlich, sondern in allen anderen Fachrichtungen, wie u. a. in der Kunststofftechnik, Mechatronik, Bautechnik, Umweltschutztechnik, Fahrzeugtechnik oder Informatiktechnik.

Die Anforderungen seitens des Handwerks und der Industrieunternehmen aufgrund der digitalen Transformation haben weitreichende Auswirkungen auf die

Kompetenzen für die Technikerinnen und Techniker, die im kompetenzorientierten Qualifikationsprofil zur Integration der Thematik „Industrie 4.0“ in der Weiterbildung an Fachschulen für Technik durch die KMK beschrieben sind.

Im Qualifikationsprofil „Industrie 4.0“ nach Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 24.11.2017 sind folgende drei Kompetenzbereiche beschrieben:

- „Agiles Produktionsmanagement

Techniker und Technikerinnen verfügen über die Kompetenz, den Weg von der Produktidee über die Entwicklung und Konstruktion der Produkte bis zur Produktionsplanung und -steuerung zu realisieren und die für die Produktion benötigten Daten im Enterprise Resource Planning-System (ERP) aufzubereiten, anzulegen und dem Manufacturing Execution System (MES) zu übermitteln. Dabei bestimmen sie die Produktdaten, die für das Produkt-Lifecycle-Management (PLM) von Bedeutung sind und in Zukunft erhoben werden.

- Intelligente, vernetzte Produktion und Logistik (SmartProduction)

Techniker und Technikerinnen verfügen über die Kompetenz, eine flexible Fertigung von unterschiedlichen Produktvarianten zu entwickeln, deren Strukturen zu projektieren, diese in Betrieb zu nehmen und zu optimieren. Dabei beachten sie die Prinzipien zur dynamischen Anpassung der Fertigungs-, Montage- und Logistikprozesse in Abhängigkeit von den aktuellen Prozessdaten. Sie generieren laufend die Prozessdaten und stellen diese dem Service (Condition Monitoring), dem Energiemanagement, dem Engineering und dem PLM (Dokumentation) zur Verfügung. Sie leiten aus den generierten Prozessdaten dynamisch Maßnahmen für die Optimierung der Prozesse, der energetischen Optimierung und der intelligenten Instandhaltung (Smart Maintenance) ab.

- Digitales Systemmanagement

Techniker und Technikerinnen verfügen über die Kompetenz, automatisierungstechnische und informationstechnische Komponenten unter Beachtung der Anforderungen zur Datensicherheit zu vernetzen. Sie wählen die netzwerktechnischen Parameter und Protokolle aus und projektieren diese. Sie planen und konfigurieren IT-Netzwerke, nehmen diese in Betrieb und gewährleisten eine sichere und zuverlässige Wartung. Sie entwickeln geeignete Backupstrategien sowohl für interne als auch für externe IT-Systeme.“

Quelle: Qualifikationsprofil „Industrie 4.0“ nach Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 24.11.2017

Die Integration möglichst aller Prozesse im Unternehmen in ein IT-System und der damit verbundene Einsatz verschiedenster IT-Techniken wird in der Handreichung Industrie 4.0 der Regierung von Schwaben, Augsburg 2016 beschrieben:

„Vertikale Integration bedeutet die Integration von IT-Systemen auf den unterschiedlichen Hierarchieebenen eines Unternehmens, mit dem Ziel, durch die digitale Vernetzung der einzelnen Ebenen eine durchgängige Lösung zu erreichen. Dies betrifft die Unternehmensplanungsebene (Produktionsgrobplanung und Bestellabwicklung), die Betriebsleitebene (Produktionsfeinplanung, Produktionsdatenerfassung und Qualitätsmanagement), die Prozessleitebene (Überwachen und Steuern der Produktionsprozesse), die Steuerungsebene (Steuerung und Regelung von Maschinen oder Anlagen) und die Feldebene (Schnittstelle zum Produktionsprozess über Sensoren und Aktoren). Die digitale Durchgängigkeit des Engineerings über die gesamte Wertschöpfungskette meint, dass der gesamte Lebenszyklus eines Produktes von der Analyse der Kundenwünsche, über die Produktentstehung, den Einsatz und den Betrieb des Produktes bis hin zur Entsorgung berücksichtigt und auch digital abgebildet wird.“

In der Handreichung mit dem Titel „Wirtschaft 4.0 an beruflichen Schulen des Staatsinstituts für Schulqualität und Bildungsforschung, München 2018“ wird die konkrete Umsetzung der Digitalen Transformation in der Industrie durch den Einsatz von cyper-physischen Systemen (CPS) wie folgt beschrieben:

„Die Basis der Veränderung von der dritten industriellen Revolution zu Industrie 4.0 und Wirtschaft 4.0 stellen sog. cyper-physische Systeme (CPS) dar. Dies sind komplexe, physische Produktionssysteme, wie z.B. Fertigungseinrichtungen, die durch intelligente, autonome und dezentrale Steuerungen sowie einen hohen Vernetzungsgrad gekennzeichnet sind. Die Vernetzung findet lokal sowohl auf horizontaler als auch vertikaler Ebene, 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 findet auch ein Paradigmenwechsel statt. Alle Phasen der Wertschöpfungskette eines Produkts werden eingeschlossen, von der Idee über die Entwicklung, Fertigung, Nutzung und Wartung bis zum Recycling.“

Für diese oben beschriebenen Anforderungen bildet das Wahlpflichtfach Digitale Transformation eine fachliche Grundlage. Für zusätzliche und vertiefte Kompetenzen stehen die Inhalte in weiteren Fächern im Lehrplan der Fachschulen zur Verfügung.

3 Lerngebiete für das Wahlpflichtfach Digitale Transformation an gewerblich-technischen Fachschulen

DIGITALE TRANSFORMATION

2. Schuljahr

120 Std.

Lerngebiet 1

40 Std.

Digitale Datenmengen systematisieren und digitale Datentechnologien analysieren

Zielformulierung

Die Schülerinnen und Schüler abstrahieren einen Anwendungsfall mit der Aufnahme einer differenzierenden Datenmenge, entscheiden sich für geeignete Datenformate und setzen sie für eine Verarbeitung in einer Datenbank fachgerecht um. Dort wenden sie geeignete Algorithmen für die Datenanalyse an. Anhand eines ERP-Systems setzen die Schülerinnen und Schüler die grundlegenden Vorgehensweisen und Möglichkeiten eines Produktionssystems zielgerichtet um. Sie beachten dabei die rechtlichen Grundlagen für digitale Netze und analysieren die Bedrohungen und Angriffe auf IT-Systeme sowie deren Abwehrmöglichkeiten.

Inhalte:

Digitale Datenformate

Grundlagen einer Datenbank

Analyse von großen Datenbeständen

Grundlagen von ERP-Systemen

Grundlagen des IT-Rechts, Datenschutzes und der Datensicherheit

(Kryptografie) in Netzwerken

Lerngebiet 2**40 Std.****Funktionsweisen von Softwareanwendungen in Netzwerken beurteilen****Zielformulierung**

Die Schülerinnen und Schüler analysieren, konzipieren, strukturieren und konfigurieren einfache lokale Netze. Auf Basis von Geräten und Diensten werden das Datennetzwerk und Internet analysiert. Sie erläutern die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten in Netzwerken und bewerten deren Anwendung an Fallbeispielen. Die Schülerinnen und Schüler analysieren einfache informationstechnische Aufgabenstellungen im Netzwerk und setzen eine Aufgabenstellung durch eine Modellierung für die Programmierung um. Sie dokumentieren und präsentieren ihre Entwürfe und vergleichen die verschiedenen Lösungsansätze. Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über die Möglichkeiten des Einsatzes von Techniken der künstlichen Intelligenz in technischen und wirtschaftlichen Anwendungen und präsentieren die grundlegenden Funktionsweisen.

Inhalte:

Grundlagen der Netzwerktechnik

Grundlagen der Internettechnologien

Grundlagen der Modellierung von Softwareanwendungen im Netzwerk

Grundlagen der künstlichen Intelligenz (z.B. Neuronale Netze)

Lerngebiet 3**40 Std.****Synthesen der digitalen Technik mit anderen Technologien aufzeigen****Zielformulierung**

Die Schülerinnen und Schüler analysieren die Folgen der zunehmenden Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft und verschaffen sich einen Überblick über die veränderte Art und Weise, wie mithilfe vernetzter Informationstechnologien gearbeitet wird. Sie analysieren bestehende Lösungen der Digitalen Transformation entlang einer Wertschöpfungskette. Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren neue Geschäftsmodelle im Netzwerk und bewerten deren Chancen, etablierte Marktstrukturen zu verschieben.

In einer Diskussion setzen sich die Schülerinnen und Schüler kritisch mit den Chancen und Risiken der neuen Technologien für die Gesellschaft und Berufswelt auseinander.

Inhalte:

Technologiekonzepte und Geschäftsfelder in vernetzten Systemen (z.B. Additive Fertigung, Losgröße 1, Computer Integrated Manufacturing (CIM))

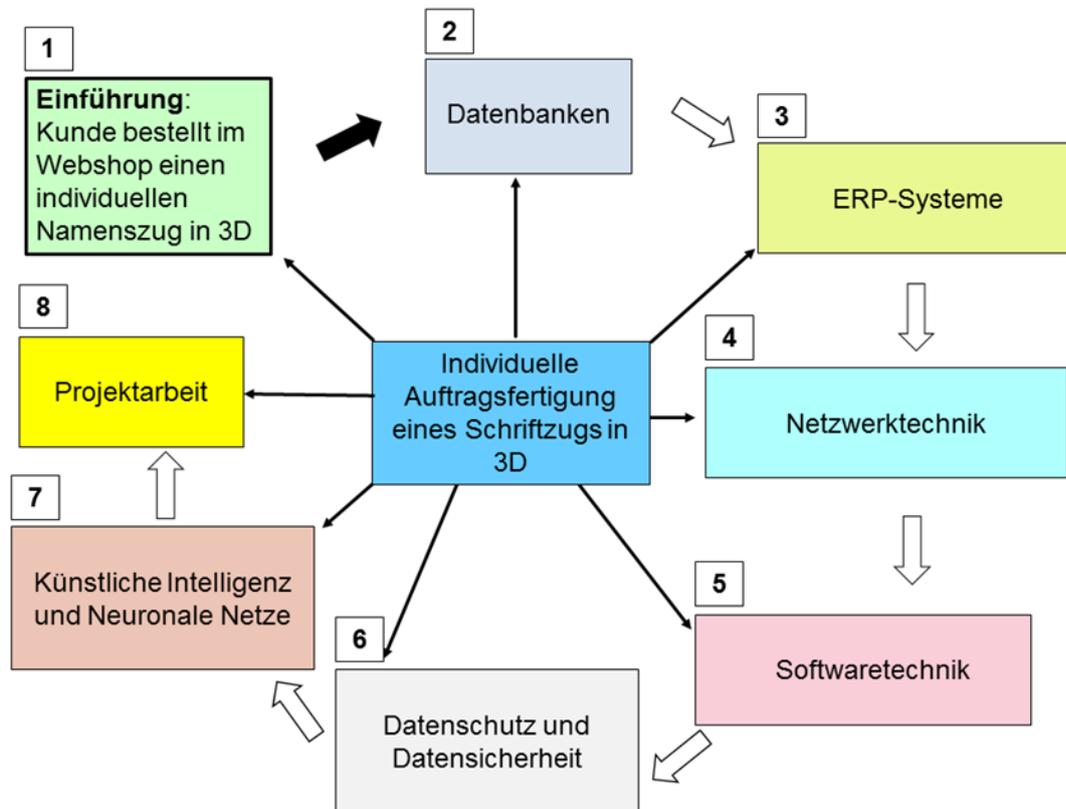
Digitaler Zwilling und Simulation der Fertigung

Digitale Assistenzsysteme

Ethische und soziale Aspekte der Digitalen Transformation

4 Exemplarische didaktische Jahresplanung für die Fachrichtung Elektrotechnik

Einführung in das Veränderungspotenzial der Prozessketten aufgrund der digitalen Transformation am Beispiel eines Geschäftsmodells für die Herstellung von 3D-Schriftzügen. Das Handlungsschema bezieht sich auf eine fiktive Firma mit dem Namen Druckreif.



Quelle: ISB München

Die Schülerinnen und Schüler setzen sich zum Beispiel anhand eines Web-Shops zur Herstellung eines individualisierten Produktes (z.B. mithilfe eines im 3D-Druck hergestellten Schriftzugs) mit den Veränderungen (wie z.B. Unabhängigkeit des Bestellvorgangs von Zeit und Ort) auseinander, die durch den Prozess der digitalen Transformation ausgelöst werden und die ihn begleiten.

Sie analysieren Chancen und Herausforderungen der Fertigung individualisierter Produkte (z.B. Losgröße 1) und der dazu erforderlichen neuen Fertigungsmethoden (z.B. 3D-Druck). Sie untersuchen die betriebswirtschaftlichen Auswirkungen dieser Methoden und erarbeiten neue Geschäftsmodelle für die digitale Welt.

Für eine mögliche Umsetzung des oben angeführten Handlungsschemas wird im Folgenden ein didaktischer Jahresplan als Vorschlag mit jeweils kurzer Beschreibung, Kompetenzerwartungen, Inhalten, Querverweisen und einem Zeitrahmen angeboten.

4.1 Einführung in das Fach Digitale Transformation (DT)

Die digitale Transformation ist ein evolutionärer Prozess durch Kombination verschiedener vorhandener Technologien (Datentechnik, Datenbanken, ERP-Systeme, Netzwerktechnik, Software, neuronale Netze u.a.) in Anwendungen aus der Elektrotechnik, Maschinenbautechnik, Mechatronik, Fahrzeugtechnik, Medizintechnik, Bautechnik u.a. und damit allen Fachrichtungen an Fachschulen.

Themen	Kompetenzen	Inhalte	Umsetzungshilfe	Querverweise	WS
Einführung in das Fach Digitale Transformation	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> – analysieren in der digitalen Transformation die erweiterten Möglichkeiten und Chancen der Umsetzung einer Handlungssituation. – identifizieren die verschiedenen in der Digitalen Transformation verknüpften Technologien und deren Eigenschaften anhand einer Handlungssituation und präsentieren diese. – skizzieren die Vorteile einer Datenanalyse mit Echtzeitdaten und Algorithmen mit der Möglichkeit zu vorbeugenden Entscheidungen. 	<p>Begriff: digitale Transformation</p> <p>Kombination verschiedener vorhandener Technologien</p> <p>Beispielhafte Anwendungen</p> <p>Neue Geschäftsmodelle</p> <p>Flexible Produktion</p> <p>Schnelle Reaktion auf Kundenanforderungen</p>	<p>Wartung einer Automatisierungsanlage mit digitalen Assistenten</p> <p>Vorplanung einer Anlage mit einem digitalen Zwilling</p> <p>Analyse der Fahrzeugdaten für das autonome Fahren</p> <p>Nutzleistung von Antrieben aufnehmen und abrechnen, anstatt Kauf der Antriebe</p> <p>Lernende Systeme für die Analyse des Käuferverhaltens</p> <p>Beratung durch lernende Chatbots</p>	<p>„Best practice“ Beispiele aus Handwerk und Industrie, sowie neue Geschäftsmodelle</p> <p>Veröffentlichungen der Industrie- und Handwerksverbände (IHK, HWK), VDI</p> <p>Umsetzungshilfe Wirtschaft 4.0 an beruflichen Schulen, ISB Bayern</p> <p>Veröffentlichungen der KMK und des StMUK</p>	<p>6</p>

4.2 Datenbanken

Es gilt, die Unterschiede verschiedener Datenbanken und geeigneter Datenbanktechnologien zu erkennen und entscheiden zu können, welche Technologie am besten geeignet ist.

Die Erfassung großer Datenbestände (Big Data) erfolgt automatisiert. Es ist wichtig, den Nutzen der Erfassung und Analyse von großen Datenmengen zu erkennen. Die Datenerfassung, der Transfer und die Speicherung verursachen Kosten. Erst durch eine Interpretation von Daten erhalten diese einen wirtschaftlichen Wert. Es kann sich dieser Mehrwert durch kürzere Stillstandszeiten in der Produktion oder auch detailliertere Kundenprofile darstellen.

Aus „Big Data“ werden durch Algorithmen „Smart Data“ und damit zum Wissen für Entscheidungen. Dabei werden nicht nur bestehende Daten analysiert, sondern auch neue Daten und Vorhersagen abgeleitet.

Themen	Kompetenzen	Inhalte	Umsetzungshilfe	Querverweise	WS
Datenbanken	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> – beschreiben den Unterschied zwischen unterschiedlichen Datenbanktypen. – analysieren Daten und wählen hierzu die passende Datenbank aus. – beziehen aus einer bestehenden Datenbank gesuchte Informationen, analysieren diese und treffen Entscheidungen nach Notwendigkeiten. – beschreiben den Unterschied zwischen „Big“ und „Smart“ Data. – beurteilen die Notwendigkeit von Datenanalyse und Mustererkennung im Bezug auf „Big Data“. – analysieren Zusammenhänge der Transformation von „Big Data“ hin zu „Smart Data“ z.B. für die vorausschauende Wartung. 	<p>Datenstrukturen</p> <p>Kunden-, Auftrags-, Prozessdaten</p> <p>Normalisierung</p> <p>Datenanalyse</p> <p>Anwendung Datenbanken Daten Klassifizierung „Big Data“</p> <p>„Smart Data“</p> <p>Datenvisualisierung</p>	<p>Analyse von Kundendatenbanken</p> <p>Anlage von Bestelldaten und Verknüpfung mit Kundendaten</p> <p>Sichtung von großen Datenbeständen (z.B. Prozessdaten Produktion). Analyse bzw. filtern der Daten</p>	<p>Datenbanken – Lehrplan Fachschulen für Elektrotechnik und für Informatiktechnik</p>	<p>18</p>

4.3 ERP-Systeme

Enterprise-Resource-Planning (ERP) bezeichnet die unternehmerische Aufgabe, Ressourcen wie Kapital, Personal, Betriebsmittel, Material und Informations- und Kommunikationstechnik im Sinne des Unternehmenszweckes schnell und zum Bedarf passend zu planen und zu steuern. Dadurch werden effiziente betriebliche Wertschöpfungsprozesse sowie die optimale Steuerung unternehmerischer und betrieblicher Abläufe erzielt.

Um diese Aufgaben kennenzulernen, analysieren die Schülerinnen und Schüler z.B. die Produktion eines Namensschildes mit Hilfe von 3D-Druckern und lernen die prinzipiellen Ressourcen zur Herstellung dieses Produktes kennen. Danach erarbeiten sie die Vorteile eines ERP-Systems, indem sie die Produktion auf größere Stückzahlen skalieren.

Themen	Kompetenzen	Inhalte	Umsetzungshilfe	Querverweise	WS
ERP-Systeme	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> – beschreiben den Begriff ERP mit seinen Komponenten und den Begriff MES. – Die Schülerinnen und Schüler stellen die Zusammenhänge zwischen ERP- und MES – Systemen dar. – Die Schülerinnen und Schüler beschreiben Möglichkeiten, um durch effektives digitales Material-, Fertigungs- und Zeitmanagement hohe Qualität, Produktivität und niedrige Durchlaufzeiten zu erreichen. – Die Schüler analysieren die digitalen Möglichkeiten durch eine Optimierung der Lagerhaltung eine hohe Versorgungssicherheit und niedrige Kapitalbindung zu erreichen. – Die Schüler stellen den Aufbau einer ERP-Software dar. – Die Schüler ordnen Informationen in Kategorien der Software ein, analysieren die Datenschnittstellen und die prinzipiellen technischen Aspekte der Software. 	<p>Begriffsklärung (ERP, MES, Automatisierungspyramide)</p> <p>Material-, Fertigungs-, Zeit-, Kostenmanagement</p> <p>Human Resources Qualität Endkontrolle</p> <p>ERP-Software</p> <p>Datenschnittstellen und Technik von ERP-Software</p>	<p>Das Themengebiet ist mit Datenbanken thematisch eng verbunden</p>	<p>Produktions- und Planungssteuerung - Lehrplan Fachschulen für Maschinenbautechnik</p> <p>Automatisierungstechnik – Lehrplan Fachschulen für Elektrotechnik und für Informatiktechnik</p> <p>Betriebswirtschaftliche Prozesse – Lehrplan Fachschulen für Elektrotechnik und für Informatiktechnik</p>	<p>15</p>

4.4 Netzwerktechnik

Die Schülerinnen und Schüler verstehen die Anforderungen an Firmennetzwerke. Sie beurteilen den Aufbau von lokalen Netzwerken hinsichtlich der Anbindung eines Produktionssystems an ein MES und ggf. an ein ERP-System. Sie analysieren die Funktionalität unter Verwendung geeigneter Software zur Simulation von Netzwerken. Sie wählen geeignete Hardware, beurteilen Protokolle hinsichtlich ihrer Eignung für die konkrete Aufgabe und sind in der Lage, geeignete Werkzeuge zur Überwachung des Netzwerkes einzusetzen.

Themen	Kompetenzen	Inhalte	Umsetzungshilfe	Querverweise	WS
Netzwerk-technik	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> – beschreiben und beurteilen Netzwerke hinsichtlich der Funktionalität. – verdeutlichen die Notwendigkeit eines strukturierten Netzaufbaus und beschreiben die Netzwerkadressierung. – konzipieren, strukturieren und konfigurieren lokale Netze in einer Simulation. – entscheiden über Topologien, wählen geeignete Komponenten aus, konfigurieren die Geräte und testen Netzwerke. 	<p>Räumlich getrennte Netzwerke</p> <p>Hardwarekomponenten</p> <p>Protokolle Subnetting Gateways</p> <p>Netzwerkmonitoring</p>	<p>Die Inhalte können anhand des konkreten Beispiels der Firma <i>Druckreif</i> recht anschaulich dargestellt werden. Es werden Aufträge über das Internet akquiriert, bearbeitet und ausgeliefert. Es erscheint sinnvoll, die Firma zunächst als Kleinstunternehmen zu betrachten, denn bereits hier sind die entscheidenden Elemente digitaler Transformation klar zu erkennen. Später kann das Wachstum des Unternehmens zu neuen Herausforderungen führen, die den Schülerinnen und Schülern gut verständlich vor Augen geführt werden können.</p>	<p>Netzwerktechnik - Lehrplan Fachschulen für Elektrotechnik und für Informatiktechnik</p> <p>Informationstechnik - Lehrplan Fachschulen für Elektrotechnik und für Informatiktechnik</p> <p>Netzwerktechnik-Kurse</p>	<p>18</p>



4.5 Softwaretechnik

Die Schülerinnen und Schüler analysieren die Bedeutung von Software in der digitalen Transformation. Im Bereich Software soll es nicht um das Erlernen einer Programmiersprache gehen, sondern um das Verständnis für Software und deren Planung.

Themen	Kompetenzen	Inhalte	Umsetzungshilfe	Querverweise	WS
Software-technik	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> – beschreiben die Phasen der Softwareplanung und -entwicklung. – analysieren bestehende Codes und Guidelines bzw. beschreiben die Modularität. – beschreiben Begriffe wie UML, Design Pattern und Agile Softwareentwicklung im Kontext sachgerecht. – entwickeln ein objektorientiertes Design mit UML Klassendiagrammen. – verdeutlichen die Notwendigkeit von Versionsmanagement und übertragen Zusammenhänge auf Entwicklungsszenarien. – stellen Anwendungsbereiche verschiedener Programmiersprachen einander gegenüber. 	<p>Modellierung (UML)</p> <p>Design Pattern</p> <p>Agile Softwareentwicklung</p> <p>Coding Guidelines / Style-Guide</p> <p>Modularität</p> <p>Programmstrukturierung</p> <p>Programmierkonzepte</p> <p>Versionsmanagement</p>	<p>Verknüpfung mit Softwareentwicklung beachten</p> <p>Analyse des Software-Bedarfs der Firma <i>Druckreif</i></p> <p>Planung von Software</p> <p>Analyse von Programmstrukturen mithilfe von Codebeispielen</p> <p>Einrichtung und Verwendung von Softwaremanagementsystemen</p>	<p>Informationstechnik – Lehrplan Fachschulen für Elektrotechnik und für Informatiktechnik</p> <p>Softwareentwicklung - Lehrplan Fachschulen für Elektrotechnik</p> <p>Internettechnologien - Lehrplan Fachschulen für Elektrotechnik</p> <p>Programmierung - Lehrplan Fachschulen für Informatiktechnik</p>	15

4.6 Datenschutz und Datensicherheit

In der Lernsituation „Erstellung eines realen Schriftzuges der Firma Druckreif mithilfe eines 3D-Druckers“ ist Datenschutz und Datensicherheit ein fundamentaler Bestandteil, da sensible Kunden- und Prozessdaten verarbeitet werden. Es sind die nationalen und europäischen Gesetze und Verordnungen zu beachten. Ergänzend wird die Datensicherheit mit technischen Maßnahmen, (wie z.B. Schutz vor Datenverlust, Manipulation, Viren, etc.) sichergestellt.

Themen	Kompetenzen	Inhalte	Umsetzungshilfe	Querverweise	WS
Datenschutz und Datensicherheit	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> – verdeutlichen den Unterschied zwischen Datenschutz und Datensicherheit. – beschreiben Regeln des rechtskonformen Handelns im IT-Bereich. – entwickeln innerhalb dieses Rahmens rechtskonforme Handlungsstrategien, entwickeln Lösungsansätze und setzen diese um. – sichten Techniken und Verfahren der IT-Sicherheit. – analysieren exemplarisch Bedrohungen für und Angriffe auf IT-Systeme und informieren sich über aktuelle Abwehrmöglichkeiten. – wenden die informationstechnischen Schutzziele (Authentizität, Vertraulichkeit, Datenintegrität und Verfügbarkeit) an und beurteilen diese. – beschreiben die Notwendigkeit von Verschlüsselung und Signaturen. – wenden symmetrische und asymmetrische Verschlüsselung fachgerecht an. – erstellen Maßnahmenempfehlungen für den Beispielbetrieb. – schützen IT-Systeme vor Angriffen und Datenverlust. – stellen den Schutzbedarf von Anwendungsprogrammen und Serverdiensten fest. – wenden geeignete Werkzeuge zur regelkonformen Überwachung des Betriebs fachgerecht an. – unterscheiden unterschiedliche Backup- und Cloudlösungen. 	<p>Datenschutzrecht Vertragsrecht der Informationstechnologien Urheberrecht Recht der Kommunikationsnetze und -dienste Elektronischer Rechtsverkehr</p> <p>Gefährdungspotenziale (z. B. Blitzschlag, Hackerangriffe, Datenspionage)</p> <p>Maßnahmen (USV-Anlage, Passwortschutz, Backup, ...)</p> <p>Schutzziele (Authentizität, Vertraulichkeit, Datenintegrität und Verfügbarkeit)</p> <p>Kryptografische Verfahren (Signaturen, Schlüsselmanagement) Social Engineering (z. B. Fake-Mails, Pishing) Industriespionage</p> <p>Datenträgerverschlüsselung (z. B. Bitlocker)</p> <p>Virens Scanner, Firewalls, Client-Server-Anwendungen</p> <p>Backup, Cloud</p>	<p>Gesetzliche Grundlagen zum Datenschutz (z. B. DSGVO, BDSG und LDSG)</p> <p>Netzwerktechnik-Kurse</p> <p>Schutzbedarfsfestellung für IT-Systeme (siehe Homepage Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik)</p> <p>Praktische Übungen zur Verschlüsselung z.B. USB-Stick mit Hardwareverschlüsselung</p> <p>Praktische Übungen zur Verschlüsselung z.B. mit bekannten Cloudanbietern</p>	<p>Netzwerktechnik – Lehrplan Fachschule für Elektrotechnik</p> <p>Informationstechnik – Lehrplan Fachschule für Elektrotechnik</p>	<p>15</p>

4.7 Neuronale Netze

Neuronale Netze sind Softwareanwendungen, die auf bereits langen bekannten mathematischen Verfahren basieren. Sie eignen sich sehr gut für die Echtzeitanalyse großer Datenmengen. Sie können aus großen Datenbeständen (Big Data) nach einer Lernphase in einer anschließenden Arbeitsphase Muster und Zusammenhänge zwischen den vorliegenden Eingangsdaten und gewünschten Ergebnissen in Form von Ausgangsdaten erkennen. Durch die Steigerung der Rechengeschwindigkeit und der immer größer werdenden Datenbestände erreichten neuronale Netze in den letzten Jahren große Bedeutung.

So können mit sehr hoher Genauigkeit z.B. in der Medizintechnik Bilder auf der Suche nach Tumoren analysiert und klassifiziert werden. Neuronale Netze und die Bilderkennung spielen auch in den Zukunftsthemen Autonomes Fahren oder in Assistenzsystemen für die aktuelle und vorbeugende Wartung in Wirtschaft 4.0-Anlagen eine elementare Rolle. Die Anwendungen sind dabei nicht nur auf die Verarbeitung von Bilddaten beschränkt.

Im Themengebiet Neuronale Netze wird anhand eines einfachen neuronalen Netzes mit einer geringen Anzahl von Eingangsdaten und nur einer versteckten Schicht die grundlegende Funktionsweise anhand einer lernenden Qualitätskontrolle der Fa. Druckreif erarbeitet. Dabei liegt der Schwerpunkt in der Schülerselbsttätigkeit beim Aufbau eines neuronalen Netzes mithilfe von Simulationssoftware. Neben dem technischen Verständnis eines neuronalen Netzes ist ein weiterer Schwerpunkt die Diskussion über die möglichen Auswirkungen auf die Gesellschaft oder den Einzelnen.

Themen	Kompetenzen	Inhalte	Umsetzungshilfe	Querverweise	WS
Künstliche Intelligenz / Neuronale Netze	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> – beschreiben mit einem einfachen Modell die Informationsverarbeitung in biologischen Neuronen. – treffen in Teamarbeit eine Auswahl für den Einsatz der künstlichen Intelligenz in der Handlungssituation. – diskutieren die Funktionsweise eines einfachen neuronalen Netzes und umschreiben den Lernprozess. – entwickeln ein neuronales Netz z.B. in einer freien grafischen Entwicklungsumgebung für die Handlungssituation und präsentieren ihr Ergebnis. – zeigen die Funktionsweise und die sich daraus ergebenden Vorteile eines lernenden Netzes für die Handlungssituation auf. – diskutieren die sozialen Auswirkungen der Neuronalen Netze/KI auf die mündigen Bürgerinnen und Bürger, Gesellschaft, Werte, Politik und Arbeitswelt. – präsentieren ihre Ergebnisse. 	<p>Das menschliche Neuron und seine Funktionsweise in der Impulsweiterleitung und im Lernverhalten</p> <p>Verfahren der künstlichen Intelligenz. (schwache und starke KI)</p> <p>Neuronale Netze (NN)</p> <p>Ein Perzeptron mit drei Schichten und sein Lernprozess</p> <p>Ein Backpropagation-Netz und seine Netztopologie, Transferfunktion und Lernformel</p> <p>Die Auswirkungen durch lernende Netze im Onlinehandel, in der Medizin, in den Banken, in der Überwachungstechnik, autonomen Fahrzeugen/Robotern und in den Automatisierungsanlagen</p>	<p>Das Perzeptron erlernt einen Zusammenhang zwischen verschiedenen Materialien des Schriftzugs (Vier Materialarten entsprechen zwei digitalen Eingängen und der aus der Erfahrung erfolgten Reklamationen (ja/nein) der Kunden als Ausgangssignal</p> <p>Demonstration eines einfachen Backpropagation-Netz mit zwei Schichten und der Netzfehlerkurve</p> <p>Diskussion aktueller Zeitungsmeldungen – dies kann fächerübergreifend mit Wirtschafts- und Sozialkunde erfolgen</p>	<p>Grafische Programmierung eines Neuronalen Netzes z.B. mit freier Software</p>	<p>15</p>



4.8 Projektarbeit

Zur Abrundung des erlernten Wissens können die Schülerinnen und Schüler je nach Ausstattung und Fachrichtung der Schule an unterschiedlichen Projekten arbeiten.

Themen	Kompetenzen	Inhalte	Umsetzungshilfe	Querverweise	WS
Projektarbeit	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> – entwickeln Ideen für neue Geschäftsmodelle z.B. im Rahmen eines Planspiels. – setzen sich mit den sozialen Auswirkungen der Digitalen Transformation auseinander, um diese abzuschätzen und zu bewerten. – konstruieren und programmieren an Projekten. – bearbeiten Projekte mit Microcontrollern. 	<p>Neue Geschäftsmodelle</p> <p>Soziale Aspekte</p> <p>Konstruktion CAD und CAE</p> <p>SPS programmieren mit vertikaler Anbindung</p> <p>Microcontroller</p>	<p>Grafische Programmierung mithilfe freier Software</p>	<p>Entwicklung und Konstruktion – Lehrplan Fachschulen für Maschinenbautechnik</p> <p>CAD und CAE und Automatisierungstechnik - Lehrplan Fachschulen für Elektrotechnik</p> <p>Verknüpfung mit den Fächern Projektarbeit und Projektmanagement - Lehrplan Fachschulen für Elektrotechnik</p>	18

5 Exemplarische didaktische Jahresplanung für die Fachrichtung Maschinenbautechnik

5.1 Modelle der industriellen Fertigung

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen am Beispiel eines fiktiven Fertigungsunternehmens die technischen Kommunikationsstrukturen, die entlang der Wertschöpfungskette im Einsatz sind. Sie erstellen hierfür gängige Modelle und bewerten die jeweiligen Unterschiede im historischen Zusammenhang.

Themen	Kompetenzen	Inhalte	Umsetzungshilfe	Querverweise	WS
Modelle der industriellen Fertigung	Die Schülerinnen und Schüler – ordnen Beispiele und Begrifflichkeiten aus dem Umfeld technischer Kommunikation und strukturieren sie entsprechend in gültigen Modellen. – beschreiben die Veränderungen der Industrie- und Wirtschaftslandschaft seit Beginn der Industrialisierung.	Industrielle Revolution Strukturwandel CIM Strukturen Wertschöpfungskette Hierarchisches Modell Grundbegriffe (CPS, MES, ERP) Big Data, Cloud Computing	Wandel der Automatisierungspyramide. RAMI 4.0 OSI/ISO Modell (Beispiele zu Datenmodellen) Euromap VDMA	Informationstechnik – Datenfernübertragung - Lehrplan Maschinenbautechnik Industriebetriebslehre - Aufbau und Ablauforganisation, Produktionsprogrammplanung - Lehrplan Maschinenbautechnik Automatisierungstechnik - Bus-Systeme - Lehrplan Maschinenbautechnik Entwicklung und Konstruktion – CIM-Schnittstellen - Lehrplan Maschinenbautechnik Werkzeugmaschinen – CIM-Schnittstellen - Lehrplan Maschinenbautechnik Produktionsplanung und -steuerung Organisationsstrukturen und Einheiten, Prozess- und Wertschöpfungskette - Lehrplan Maschinenbautechnik	3



5.2 ERP-Systeme

Die Schülerinnen und Schüler analysieren anhand einfacher Beispiele die Funktionsweise von Enterprise-Resource-Planning-Systemen und führen einfache Anwendungen durch.

Themen	Kompetenzen	Inhalte	Umsetzungshilfe	Querverweise	WS
ERP/MES-System	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> - grenzen die Begrifflichkeiten ERP und MES voneinander ab. - informieren sich über Aufbau und Funktionsweise des ERP-Systems, planen und steuern einen Produktionsprozess unter Verwendung eines MES- und ERP-Systems. Sie berücksichtigen dabei Material, Zeit und Kostenaufwand. 	Begriffsklärung ERP und MES Kunden-, Auftrags-, Prozessdaten Datenbanken Datenanalyse Material-, Zeit- und Kostenmanagement Personalplanung Qualitätskontrollwerkzeuge	Baut auf Lerngebiete des Fachs Informationstechnik zielgerichtet auf.	Produktionsplanung und -steuerung - Lehrplan Maschinenbautechnik Industriebetriebslehre - Lehrplan Maschinenbautechnik Informationstechnik - Lehrplan Maschinenbautechnik	18

5.3 Protokolle und Datenformate

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen die verwendeten Datenformate und Protokolle am Beispiel eines einfachen Produktionsprozesses. Sie analysieren den Datenfluss von der Feldebene zur Steuerungsebene und darüber hinaus, beurteilen sie Datenformate, Übertragungsgeschwindigkeiten, Zugriff und Protokolle.

Themen	Kompetenzen	Inhalte	Umsetzungshilfe	Querverweise	WS
<p>Protokolle / Datenformate</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler beschreiben und analysieren Datenformate und Protokolle entlang einer vertikalen Kommunikation.</p>	<p>Datenfluss vom Sensor zur Steuerungsebene: ASi, IO-Link Bit/Byte/Word/Präfix Adresse Semantik</p> <p>Datenfluss von der Steuerung zur Cloud: OPC-UA MQTT</p>	<p>Kommunikation eines ASi-Sensors mit der Steuerung.</p> <p>Master/Slave/zyklisches Polling</p> <p>Masteranfrage</p> <p>Slaveantwort</p> <p>Nutzerdaten</p> <p>Kommunikationsparameter</p>	<p>Automatisierungstechnik -Bus-Systeme - Lehrplan Maschinenbautechnik</p> <p>Mechatronische Systementwicklung - Datenprotokolle für Bussysteme - Lehrplan Maschinenbautechnik</p> <p>Informationstechnik Datenfernübertragung - Lehrplan Maschinenbautechnik</p> <p>Werkzeugmaschinen - CIM-Techniken - Lehrplan Maschinenbautechnik</p> <p>Steuerungstechnik - Binäre Signalverarbeitung, SPS - Lehrplan Maschinenbautechnik</p>	<p>6</p>

5.4 Netzwerktechnik

Die Schülerinnen und Schüler planen, konfigurieren und testen ein einfaches lokales Produktionsnetz. Sie analysieren den Aufbau hinsichtlich Skalierbarkeit, Flexibilität, Zuverlässigkeit und Vulnerabilität. Dies gilt insbesondere bei der Anbindung an übergeordnete Systeme wie MES und ERP.

Themen	Kompetenzen	Inhalte	Umsetzungshilfe	Querverweise	WS
Netzwerk- technik	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> – beschreiben und beurteilen Netzwerke. – verdeutlichen die Notwendigkeit eines strukturierten Netzaufbaus und beschreiben Netzwerkadressierung. – konzipieren, strukturieren und konfigurieren lokale Netze. – entscheiden über Topologien, wählen geeignete Komponenten, konfigurieren die Geräte und testen das Netzwerk. 	Netzwerkarchitekturen Topologien Hardwarekomponenten MAC-Adresse IP-Adressierung Subnetting Gateway Statische u. dynamische Adressierung Protokolle: ARP, ICMP Netzwerkmonitoring	Netzwerksimulation Protokollanalysen	Informationstechnik - Datenfernübertragung - Lehrplan Maschinenbautechnik Steuerungstechnik - Lehrplan Maschinenbautechnik Automatisierungstechnik - Bus-Technik - Lehrplan Maschinenbautechnik Mechatronische Systementwicklung - Datenprotokolle für Bussysteme - Lehrplan Maschinenbautechnik	6

5.5 Internettechnologien und Cloudlösungen

Web- und Skriptsprachen, die im Internet verwendet werden, sowie Cloudlösungen wie die Nutzung von Speicherplatz, Rechenkapazitäten oder Software über Datennetze, gelten als Basistechnologien für die digitale Transformation.

Themen	Kompetenzen	Inhalte	Umsetzungshilfe	Querverweise	WS
Internettechnologien und Cloudlösungen	<p>Zur Cloud:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> - wählen geeignete Internetdienste aus und wenden diese an. - analysieren mögliche Sicherheitslücken und wählen erforderliche Sicherheitsmaßnahmen. <p>Zur Internettechnologie:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> - analysieren Auszeichnungs- und Skriptsprachen und stellen ihre unterschiedlichen Einsatzmöglichkeiten dar. - analysieren eine webbasierte Clientanwendung unter Verwendung geeigneter Programmierwerkzeuge. 	<p>Webserver Cloud-Anwendungen Groupware</p> <p>Monitoring MQTT Auszeichnungssprachen</p> <p>Clientseitige Programmierung in HTML und PHP</p> <p>Verbinden zu einer SQL-Datenbank</p>	<p>PHP, HTML, SQL mit Entwicklungsumgebung</p> <p>Internetforen nutzen Eine einfache überschaubare Anwendung mit HTML, PHP, SQL verstehen und analysieren</p>	<p>Informationstechnik - Lehrplan Maschinenbautechnik</p>	<p>6</p>

5.6 Sicherheit in IT-Systemen

Der zunehmende Vernetzungsgrad unterschiedlichster Fertigungs- und Produktionskomponenten wie Steuer-, Regel-, Mess- und Datenverarbeitungsgeräte sowie deren Öffnung von und zur Cloud erhöht das mögliche Gefahrenpotential für Fertigungs- und Produktionsanlagen. Die Schülerinnen und Schüler bewerten die Gefahrenpotentiale, ordnen sie ein und beurteilen mögliche Schutzmechanismen.

Themen	Kompetenzen	Inhalte	Umsetzungshilfe	Querverweise	WS
Sicherheit in IT-Systemen	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> – erfassen und bewerten innere und äußere Gefährdungspotenziale, die auf eine IT-Struktur einwirken können. – ordnen Begrifflichkeiten wie Integrität, Authentizität, Vertraulichkeit ein und beurteilen mögliche Schadensszenarien nach ihren Auswirkungen. 	häufige Bedrohungssituationen (z. B. Social Engineering, Passwordfishing, Malware, Trojaner, Viren, digitale Wirtschaftsspionage) Sicherheitsmaßnahmen (z. B. Passwortkriterien, Verschlüsselung, Firewallkriterien, Zertifikate, VPN, V-LAN, Backupsysteme) Kritische Infrastruktur Rechtliche Grundlagen	IT-Systeme (siehe Homepage Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik) Protokollanalyse Praktische Übungen zur Verschlüsselung z.B. USB-Stick mit Hardware-verschlüsselung	Netzwerktechnik – Lehrplan Fachschule für Elektrotechnik Informationstechnik - Lehrplan Maschinenbautechnik	6

5.7 Identifikationssysteme

Die Schülerinnen und Schüler unterscheiden die in der Produktion gängigen Identifikationssysteme und benennen deren Vor- und Nachteile. Sie wählen für verschiedene Anwendungsbereiche geeignete Verfahren aus und binden diese über ein Bussystem in einen Fertigungsprozess ein.

Themen	Kompetenzen	Inhalte	Umsetzungshilfe	Querverweise	WS
Identifikationssysteme	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> – erfassen die in der industriellen Fertigung gebräuchlichen Identifikationssysteme und deren Anwendungsbereiche. – analysieren die prinzipielle Wirkungsweise der verschiedenen Verfahren und wenden die Identifikationssysteme an. – wenden gebräuchliche Datenübertragungsverfahren an. 	RFID Barcode QR-Code	Auslesen und Beschreiben von Identifikationssystemen Produkterkennung Steuern von Abläufen in automatisierten Systemen durch Identifikationssysteme	Automatisierungstechnik - Lehrplan Maschinenbautechnik	9

5.8 CAD / CAM Schnittstellen

Um ein Produkt herzustellen ist es nötig, dass Programme über unterschiedliche Daten- und Dateiformate kommunizieren. Dazu kommen divergente, auf den jeweiligen Anwendungsfall optimierte CAD/CAM-Systeme zum Einsatz. Dabei sind Kenntnis und Anwendung der verschiedenen Schnittstellenformate erforderlich.

Themen	Kompetenzen	Inhalte	Umsetzungshilfe	Querverweise	WS
CAD / CAM Schnittstellen	Die Schülerinnen und Schüler identifizieren die verschiedenen Schnittstellenformate, wählen diese aus und wenden diese für die Einbindung, die Weitergabe und die Verarbeitung an.	Systemspezifische Formate (CAD-CAM-Formate) Dateiaustauschformate 3D-Druckformate Postprozessoroptimierung	Datenaustausch zwischen verschiedenen Systemen Umsetzung in verschiedene Formate	Werkzeugmaschinen - Lehrplan Maschinenbautechnik Konstruktion - Lehrplan Maschinenbautechnik Entwicklung und Konstruktion - Lehrplan Maschinenbautechnik Messtechnik - Lehrplan Maschinenbautechnik	9

5.9 Virtuelle Fertigung / Simulation

Die Schülerinnen und Schüler wenden die Möglichkeiten der digitalen Transformation an, um betriebliche Abläufe zu optimieren. Mittels ausgewählter Systeme werden die Produktionsplanung und der Produktionsablauf automatisiert. Zu jedem Zeitpunkt kann der Stand der Fertigung überprüft und Einflüsse auf den Fertigungsablauf visualisiert werden. Mithilfe der virtuellen Fertigung werden Daten gewonnen, die den Vorgang der digitalen Transformation im betrieblichen Ablauf stützen.

Themen	Kompetenzen	Inhalte	Umsetzungshilfe	Querverweise	WS
Virtuelle Fertigung / Simulation	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> - gestalten einen Fertigungsprozess vom Entwurf eines Bauteils bis hin zu dessen virtueller Fertigung. Mittels Programmiersoftware erstellen sie CNC-Programme oder erzeugen diese unter Anwendung eines CAD/CAM-Systems mit nachgeschaltetem Postprozessor und modifizieren bzw. optimieren den Postprozessor. - analysieren auf Grundlage der Simulation den Fertigungsablauf und ergreifen Maßnahmen der Optimierung. Über Schnittstellen greifen sie auf Werkzeugdatenbanken zu und organisieren weitere Betriebsmittel. 	<p>CNC-Programmierung CAD/CAM-Programmierung Postprozessorprogrammierung</p> <p>Simulation und Visualisierung Auswertung von Fertigungsdaten Optimieren der Fertigung</p> <p>Organisation einer Werkzeugdatenbank Betriebsmittelorganisation</p>	<p>Datenaustausch zwischen verschiedenen Systemen</p> <p>Umsetzung in verschiedene Formate</p>	<p>Produktionsplanung und -steuerung - Lehrplan Maschinenbautechnik</p> <p>Produktions- und Fertigungstechnik - Lehrplan Maschinenbautechnik</p> <p>Werkzeugmaschinen Konstruktion - Lehrplan Maschinenbautechnik</p> <p>Informationstechnik - Datenfernübertragung - Lehrplan Maschinenbautechnik</p>	<p>12</p>

5.10 Additive Fertigung

Die Schülerinnen und Schüler analysieren und bewerten die Verfahren der Fertigung individualisierter Produkte (z.B. Losgröße 1) und der dazu erforderlichen neuen Fertigungsmethoden. Sie erstellen virtuelle Bauteile hinsichtlich der Rahmenbedingungen zur additiven Fertigung und drucken diese selbst bzw. beschaffen diese mittels externer Dienstleister.

Themen	Kompetenzen	Inhalte	Umsetzungshilfe	Querverweise	WS
Additive Fertigung	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> – beschreiben aktuelle additiven Verfahren und bewerten den möglichen spezifischen Einsatzbereich. Sie erstellen 3D-Modelle mit CAD-Software und bereiten diese zum Druck auf. – bewerten neben dem selbständigen Druck von Bauteilen Angebote externer Dienstleister für 3D-Druck und vergleichen diese. 	<p>Überblick, Bewertung und Auswahl aktueller additiver Fertigungsverfahren</p> <p>3D-Teilerstellung mit CAD 3D-Scannen von Bauteilen</p> <p>Download von 3D-Modellen aus Onlineangeboten (z.B. Ersatzteile)</p>	<p>Vergleich zwischen interner bzw. externer Bauteilerstellung</p> <p>Praktischer Einsatz von 3D-Drucker und Scanner</p>	<p>Fertigungsverfahren - Lehrplan Maschinenbautechnik</p> <p>Produktions- und Fertigungstechnik - Lehrplan Maschinenbautechnik</p> <p>Werkzeugmaschinen - Lehrplan Maschinenbautechnik</p> <p>Konstruktion II - Lehrplan Maschinenbautechnik</p> <p>Entwicklung und Konstruktion - Lehrplan Maschinenbautechnik</p>	<p>12</p>

5.11 Digitaler Zwilling

Der digitale Zwilling als virtuelle Repräsentanz einer realen Umgebung gewinnt immer mehr an Bedeutung. Erhöhte Planungssicherheit, Verringerung der Inbetriebnahmezeiten und Testläufe während der Produktionsphase sind nur einige Aspekte, die den Einsatz rechtfertigen. Die Schülerinnen und Schüler erkennen den interdisziplinären Zusammenhang bei der Erstellung des digitalen Zwillings und nutzen die Erkenntnisse aus der Simulation zur Fehlerbeseitigung und Optimierung.

Themen	Kompetenzen	Inhalte	Umsetzungshilfe	Querverweise	WS
Digitaler Zwilling	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> – beschreiben und bewerten die Möglichkeiten eines digitalen Zwillings. – beschreiben die verschiedenen Technologien, die notwendig sind, um einen digitalen Zwilling zu erstellen. – erstellen und testen einen einfachen digitalen Zwilling. 	Simulation Optimierung Validierung CAD-Daten mit mechanischen, physikalischen, elektronischen Eigenschaften Steuerungsdaten mit entsprechenden Verknüpfungen	Simulation eines Förderbandes	Konstruktion - Lehrplan Maschinenbautechnik Physik - Lehrplan Maschinenbautechnik Technische Mechanik - Lehrplan Maschinenbautechnik Steuerungstechnik - Lehrplan Maschinenbautechnik Informationstechnik - Lehrplan Maschinenbautechnik	15



5.12 Virtual Reality und Augmented Reality

Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) Anwendungen sind bereits vielfach im industriellen Einsatz, wie z.B. Simulations- und Trainingsanwendungen oder als Head-Up-Technologie verankert.

Themen	Kompetenzen	Inhalte	Umsetzungshilfe	Querverweise	WS
Virtual Reality und Augmented Reality	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> – vergleichen die Systeme und analysieren verschiedene Einsatzgebiete. – erstellen einfache Anwendungsbeispiele und bewerten deren Nutzen. 	Unterschied Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) Hardwareausstattung (Überblick, Vergleich) Industrielle Anwendungsgebiete	Einbindung von selbst erstellen 3D-Bauteilen in AR-Anwendungen auf Tablet bzw. Smartphone	Konstruktion - Lehrplan Maschinenbautechnik Entwicklung und Konstruktion - Lehrplan Maschinenbautechnik Informationstechnik - Lehrplan Maschinenbautechnik Mechatronische Systementwicklung - Lehrplan Maschinenbautechnik	9

5.13 Vorbeugende Instandhaltung

Die Schülerinnen und Schüler erfassen und werten die für eine vorbeugende Instandhaltung relevanten Maschinendaten aus. Anschließend wählen sie geeignete Instandhaltungsstrategien.

Themen	Kompetenzen	Inhalte	Umsetzungshilfe	Querverweise	WS
Vorbeugende Instandhaltung	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> – benennen die für eine vorbeugende Instandhaltung relevanten Maschinen- und Anlagendaten wie z. B. Laufzeiten, Vibration, Temperaturen und wählen geeignete Methoden zur Datenerfassung aus. – wenden geeignete Datenformate zur Übertragung von Maschinen- und Anlagendaten an. – wählen geeignete Maßnahmen zur Datenübertragung aus und analysieren die Daten in Bezug auf vorbeugende Instandhaltungsstrategien. 	<p>Sensorik</p> <p>Datenerfassung</p> <p>Datensicherung</p> <p>Datenverarbeitung</p> <p>Auswertung und Bewertung der erfassten Daten</p>	<p>Vorbeugende Instandhaltung in Kombination mit den Inhalten:</p> <p>Protokolle und Datenformate</p> <p>Netzwerktechnik</p> <p>Sicherheit in IT-Systemen</p>	<p>Steuerungstechnik - Lehrplan Maschinenbautechnik</p> <p>Automatisierungstechnik - Lehrplan Maschinenbautechnik</p> <p>Messtechnik - Lehrplan Maschinenbautechnik</p> <p>Werkzeugmaschinen - Lehrplan Maschinenbautechnik</p>	<p>3</p>

5.14 Neuronale Netze

Neuronale Netze sind Softwareanwendungen, die auf bereits lang bekannten mathematischen Verfahren basieren. Sie eignen sich sehr gut für die Echtzeitanalyse großer Datenmengen. Sie können aus großen Datenbeständen („Big Data“) nach einer Lernphase in einer anschließenden Arbeitsphase Muster und Zusammenhänge zwischen den vorliegenden Eingangsdaten und gewünschten Ergebnissen in Form von Ausgangsdaten erkennen. Durch die Steigerung der Rechengeschwindigkeit und der immer größer werdenden Datenbestände erreichten neuronale Netze in den letzten Jahren große Bedeutung.

So können mit sehr hoher Genauigkeit z.B. in der Medizintechnik Bilder auf der Suche nach Tumoren analysiert und klassifiziert werden. Neuronale Netze und die Bilderkennung spielen auch in den Zukunftsthemen Autonomes Fahren oder in Assistenzsystemen für die aktuelle und vorbeugende Wartung in Wirtschaft 4.0 Anlagen eine elementare Rolle. Die Anwendungen sind dabei nicht nur auf die Verarbeitung von Bilddaten beschränkt.

Im Themengebiet Neuronale Netze wird anhand eines einfachen neuronalen Netzes mit einer geringen Anzahl von Eingangsdaten und nur einer versteckten Schicht die grundlegende Funktionsweise anhand einer lernenden Qualitätskontrolle erarbeitet. Dabei liegt der Schwerpunkt in der Schülerselbsttätigkeit beim Aufbau eines neuronalen Netzes mithilfe von Simulationssoftware. Neben dem technischen Verständnis eines neuronalen Netzes ist ein weiterer Schwerpunkt die Diskussion über die möglichen Auswirkungen auf die Gesellschaft oder den Einzelnen.

Themen	Kompetenzen	Inhalte	Umsetzungshilfe	Querverweise	WS
Künstliche Intelligenz / Neuronale Netze	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> – beschreiben mit einem einfachen Modell die Informationsverarbeitung in biologischen Neuronen. – treffen in Teamarbeit eine Auswahl für den Einsatz der künstlichen Intelligenz in der Handlungssituation. – diskutieren die Funktionsweise eines einfachen neuronalen Netzes und umschreiben den Lernprozess. – entwickeln ein neuronales Netz z.B. in einer freien grafischen Entwicklungsumgebung für die Handlungssituation und präsentieren ihr Ergebnis. – zeigen die Funktionsweise und die sich daraus ergebenden Vorteile eines lernenden Netzes für die Handlungssituation auf. – diskutieren die sozialen Auswirkungen der Neuronalen Netze/KI auf die mündigen Bürgerinnen und Bürger, Gesellschaft, Werte, Politik und Arbeitswelt. – präsentieren ihre Ergebnisse. 	<p>Das menschliche Neuron und seine Funktionsweise in der Impulsweiterleitung und im Lernverhalten</p> <p>Verfahren der künstlichen Intelligenz (schwache und starke KI)</p> <p>Neuronale Netze (NN)</p> <p>Ein Perzeptron mit drei Schichten und sein Lernprozess</p> <p>Ein Backpropagation-Netz und seine Netztopologie, Transferfunktion und Lernformel</p> <p>Die Auswirkungen durch lernende Netze im Onlinehandel, in der Medizin, in den Banken, in der Überwachungstechnik, autonomen Fahrzeugen/Robotern und in den Automatisierungsanlagen</p>	<p>Demonstration eines einfachen Backpropagation-Netz mit zwei Schichten und der Netzfehlerkurve</p> <p>Diskussion aktueller Zeitungsmeldungen – dies kann fächerübergreifend mit Wirtschafts- und Sozialkunde erfolgen</p>	<p>Grafische Programmierung eines Neuronalen Netzes z.B. mit freier Software</p> <p>Siehe Anwendungsbeispiel in der Didaktischen Jahresplanung Elektrotechnik</p>	<p>6</p>

6 Illustrierende Beispiele und Lösungshilfen für die Fachrichtung Maschinenbautechnik und Elektrotechnik

Die Lehrkräfte der beiden Arbeitskreise haben umfangreiche illustrierende Beispiele für den unterrichtlichen Einsatz erstellt. Diese setzen sich aus einer Kernkompetenzerwartung, Hinweisen zu den Lerninhalten, Vorabüberlegungen, dem illustrierenden Beispiel mit Lösungsvorschlägen, Querverweisen zu anderen Fächern und Anregungen zum weiteren Lernen zusammen.

Die illustrierenden Beispiele und Lösungshilfen der beiden Fachrichtungen stehen auf der Homepage des ISB zur Verfügung.¹

7 Übertragbarkeit der Lerngebiete auf andere Fachrichtungen an Fachschulen

In der vorliegenden Handreichung werden die im Wahlpflichtfach Digitale Transformation beschriebenen Kompetenzen als Vorschlag für die Fachrichtungen Maschinenbautechnik und Elektrotechnik in Form eines didaktischen Jahresplans mit illustrierenden Aufgaben konkretisiert.

Von den Auswirkungen der Digitalen Transformation auf die Berufswelt werden die Schülerinnen und Schüler aller Fachrichtungen betroffen sein.

Beispielhaft sind hier zu nennen:

- Fahrzeugtechnik und Elektromobilität mit Entwicklungen im Bereich des autonomen Fahrens und der Assistenzsysteme
- Mechatronik mit neuen Fertigungsanlagen (cyber-physische Systeme)
- Umweltschutztechnik und regenerative Energien mit intelligentem Management der Energieversorgung
- Informatiktechnik mit der Programmierung der ERP-Systeme und von neuronalen Netzen

¹ https://www.isb.bayern.de/schulartspezifisches/materialien/digitale_transformation/



Die drei Lerngebiete für das Wahlpflichtfach Digitale Transformation geben über ihre Kompetenzbeschreibungen genügend Freiraum für die Übertragung auf andere Fachrichtungen.

8 Schlussbemerkungen

Ist es der Schule nicht möglich das Wahlpflichtfach anzubieten oder die Schülerinnen und Schüler entscheiden sich ein anderes Fach zu belegen, so können alternativ die einzelnen Kompetenzen bei den in den Querverweisen genannten Fächern erworben werden.

Die Verfasser der Umsetzungshilfe hoffen, dass in den Fachschulen die essenzielle Bedeutung des Wahlpflichtfaches erkannt wird und es in allen Fachrichtungen der Weiterbildung zu Technikerinnen und Technikern angeboten wird.

Die Autoren sind der Überzeugung, dass die Schülerinnen und Schüler mit diesen hier zu erwerbenden Kompetenzen grundlegend auf eine private und berufliche Zukunft in einer zunehmend digitalen Welt vorbereitet werden.

9 Anhang/Quellen

- Kultusministerkonferenz: Kompetenzorientiertes Qualifikationsprofil zur Integration der Thematik „Industrie 4.0“ in die Ausbildung an Fachschulen für Technik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 24.11.2017)
- Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung: Wirtschaft 4.0 an beruflichen Schulen, Handreichung, München, 2018, http://www.isb.bayern.de/download/20645/wirtschaft_4.0_an_beruflichen_schulen.pdf, (Zugriff 05-08-2020. 17:21 MEZ)
- Verband der Bayerischen Metall- und Elektro-Industrie e.V. (VBM) Studie Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E April 2016
- Qualifikationsprofil „Industrie 4.0“ nach Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 24.11.2017