

O6 Lernortkooperation 4.0

Handbuch zur Implementierung von Lernortkooperationen im Kontext von Industrie 4.0

Dillenburg, den 22. Mai 2023

Felicitas Balzer, Jonas Dormagen, Thomas Grove, Wolfgang Hill, Bruno Weihrauch

Das Dokument inklusive der Lernmaterialien steht unter der Lizenz



[CC BY SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)



**Finanziert von der
Europäischen Union**

Inhalt

1.	Lernortkooperation in der beruflichen Bildung.....	2
2.	Die Gewerblichen Schulen Dillenburg als Lernortpartner	2
2.1.	Konzept zur Umsetzung von Lernortkooperation an den Gewerblichen Schulen Dillenburg in der Aus- und Weiterbildung.....	3
3.	Digitalisierung als Bildungsauftrag.....	6
3.1.	Der Lerngegenstand Digitalisierung.....	8
3.2.	Didaktik der digitalisierten Arbeitsprozesse.....	9
3.3.	Zentrale Herausforderungen.....	10
3.4.	Die Umsetzung der Didaktik digitalisierter Arbeitsprozesse an den Gewerblichen Schulen Dillenburg.....	10
3.5.	Neues Schulgebäude – Neue Ausstattung – Neue Möglichkeiten.....	12
4.	Welche Chancen bietet ein digitaler Zwilling in moderner industrieller Fertigung 4.0 und bei Projekten der Berufs- und Fachschule?	14
4.1.	Realisierung von Lernsituationen im Kontext von Industrie 4.0 unter Nutzung eines digitalen Zwillings in der Aus- und Weiterbildung an den Gewerblichen Schulen Dillenburg.....	17
4.2.	Anwendungsbeispiele zu den Themen Industrie 4.0 und digitaler Zwilling aus dem Unterrichtsalltag an den Gewerblichen Schulen Dillenburg	19
4.2.1.	Beispiel 1: "Entwicklung eines digitalen Zwillings für ein Produktionsprozess"	19
4.2.2.	Beispiel 2: Einführung in die Cyber Physical Factory	20
Anhang 1:	Artikel Homepage GSD	37
Anhang 1.1:	Projektmesse der Fachschule für Technik an den GSD	37
Anhang 1.2:	Projektmesse der Berufsschule. Verleihung des Rudolf-Loh.....	37
Anhang 1.3:	Gelebte Lernortkooperation im Bereich Industrie 4.0	37

1. Lernortkooperation in der beruflichen Bildung

Die digitale Transformation wirkt sich in vielfältiger Weise auf die Kooperation der Lernorte in der dualen Aus- und Weiterbildung aus. Die Etablierung neuer Technologien und die Nachfrage nach entsprechenden Kompetenzen, die eine Bewältigung der neuen Anforderungen sichert, macht eine Neugestaltung einerseits notwendig. Gleichzeitig bieten Vernetzungen und mobile Endgeräte Möglichkeiten, die Lernortkooperation neu aufzustellen oder zu intensivieren. Das Potenzial ist groß, schließlich können Betriebe, Berufsschulen und weitere Akteure in den Regionen oder im Hochschulbereich Herausforderungen im Kontext der Digitalisierung der beruflichen Bildung gemeinsam besser bewältigen. Durch eine verbindliche Lernortkooperation mit wechselseitig fachlicher und praktischer Unterstützung generieren die Ausbildungspartner Synergien, die Vorteile für die Lernenden, insbesondere durch lernort- und fachbereichsübergreifende Projekte sowie die gemeinsame Nutzung von Lernplattformen und kostenintensiver Infrastruktur wie Lernfabriken, entfalten können.

Eine gelingende Berufsausbildung setzt voraus, dass die Lernorte Betriebe, Berufsschulen und andere Bildungseinrichtungen wie bspw. Überbetriebliche Bildungsstätten gut miteinander kooperieren. Im BBiG wird gefordert, dass die „Lernorte [...] bei der Durchführung der Berufsbildung zusammenwirken (Lernortkooperation)“. (vgl. § 2, Abs. 2 BBiG)

Die Kooperation und Abstimmung zwischen den Lernorten im Sinne einer Theorie-Praxis-Verschränkung ist also nicht nur als Voraussetzung einer erfolgreichen Ausbildung von Lernenden und Studierenden zu verstehen, sondern auch ein Erfolgsfaktor für die Steigerung der Leistungsfähigkeit des in Deutschland vorherrschenden dualen Systems. Und durch die rechtlichen Vorgaben verbindlich umzusetzen, um ein Gelingen von beruflicher Ausbildung zu garantieren.

Eine intensive Kooperation in Bildungsprozessen bieten Auszubildenden und Studierenden die Chance, frühzeitig Kompetenzen im Umgang mit neuen Technologien zu entwickeln, und zwar auch dann, wenn das eigene betriebliche Umfeld dies nicht ermöglicht. Technologisches Wissen und materielle wie auch personelle Ressourcen können lernortübergreifend gebündelt werden, in einem intensiven Austausch aufgearbeitet und den Lernenden zur Verfügung gestellt werden. Herausforderungen im Kontext der Digitalisierung oder auch im Bereich von Industrie 4.0 lassen sich durch dieses intensiv geführte Kooperation zwischen den Lernorten besser bewältigen.

2. Die Gewerblichen Schulen Dillenburg als Lernortpartner

Die beruflichen Schulen haben als Zielsetzung, Schüler/-innen und Studierende durch eine umfassende Aus- und Weiterbildung auf eine erfolgreiche Karriere in verschiedenen Berufsfeldern vorzubereiten. Dies umfasst sowohl theoretisches Wissen als auch praktische Fertigkeiten und Techniken, um sicherzustellen, dass sie die notwendigen Kompetenzen erwerben, um in ihrem Berufsfeld erfolgreich zu sein. In diesem Zusammenhang stellen berufliche Schulen sicher, dass Schüler/-innen und Studierende eine adäquate Qualifikation erlangen, die den Anforderungen des Arbeitsmarktes entspricht. Sie fördern ebenfalls die Entwicklung sozialer Kompetenzen sowie der Persönlichkeit der Lernenden.

Bei der Aus- und Weiterbildung der Lernenden müssen Berufliche Schulen sicherstellen, dass die im Rahmenlehrplan verankerten, fachtheoretischen Ausbildungsinhalte vermittelt und die

Allgemeinbildung der Schüler/- innen und Studierenden vertieft werden. Dies wird in allen Schulformen und Berufsfeldern an den Gewerblichen Schulen Dillenburg umgesetzt.

Schon im Kontext von Berufsvorbereitung werden die Vorgaben der KMK realisiert, in der der Erwerb grundlegender Kompetenzen und die Berufsorientierung in verschiedenen Berufsfeldern im Mittelpunkt steht.

Die Gewerblichen Schulen Dillenburg sind darüber hinaus als berufliche Schule ein dualer Lernortpartner und damit eine wichtige Säule in Hinblick auf die Berufsausbildung. Hier wird der schulische Teil der Facharbeiter- bzw. der Gesellenausbildung, also die Theorie in unterschiedlichen Lernfeldern, kompetenzorientiert vermittelt. Darüber hinaus wird die Allgemeinbildung fortgeführt.

In der Weiterbildung von staatlich geprüften Technikern übernehmen die Gewerblichen Schulen Dillenburg die Aufgabe theoretische Kenntnisse und Fähigkeiten bei den Lernenden zu festigen und den Ausbau des Fachwissens der Studierenden zu fördern. Des Weiteren werden auch soziale und kommunikative Kompetenzen vermittelt, die für die spätere Tätigkeit als Techniker wichtig sind, wie zum Beispiel Teamarbeit, Projektmanagement und Präsentationstechniken.

In welcher beruflichen Laufbahn sich die Lernenden an den Gewerblichen Schulen Dillenburg auch befinden, die Lernortkooperation und damit einhergehend die enge Zusammenarbeit mit regionalen Partnern spielt eine wichtige Rolle in ihrer beruflichen Bildung. Im Folgenden soll der Fokus auf die duale Berufsausbildung und die Weiterbildung zum/zur staatlich geprüften Techniker/- in gelegt und das Konzept zur Umsetzung der Lernortkooperation in beiden Bereichen betrachtet werden.

2.1. Konzept zur Umsetzung von Lernortkooperation an den Gewerblichen Schulen Dillenburg in der Aus- und Weiterbildung

Wie bereits erwähnt spielt die Lernortkooperation eine entscheidende Rolle in der dualen Ausbildung und der Weiterbildung zum/zur staatlich geprüften Techniker/-in. Sie ermöglicht eine enge Zusammenarbeit zwischen den Lernorten Betrieb und Berufsschule und trägt dazu bei, dass theoretisches Wissen praxisnah vermittelt und umgekehrt die Praxiserfahrungen in den Unterricht einfließen können. In diesem Zusammenhang werden im Folgenden die Umsetzung der Lernortkooperation in der dualen Ausbildung sowie im Bereich der Weiterbildung zum Techniker erläutert. Darüber hinaus werden Erfolgsfaktoren für eine gelungene Zusammenarbeit der Lernorte und mögliche Ansätze zur Umsetzung des Konzepts aufgezeigt.

Lernortkooperation in der dualen Ausbildung: Die Lernortkooperation in der dualen Ausbildung erfolgt durch eine enge Zusammenarbeit zwischen Berufsschule und Ausbildungsbetrieb. Die Auszubildenden verbringen abwechselnd Phasen in der Berufsschule und im Betrieb, wodurch sie theoretisches Wissen mit praktischen Fertigkeiten verbinden können. Die Berufsschule vermittelt das fachtheoretische Fundament, während der Betrieb die praktische Anwendung des erlernten Wissens ermöglicht. Gemeinsame Absprachen, abgestimmte Lehrpläne und regelmäßiger Austausch zwischen den Lernorten sind dabei essenziell.

Lernortkooperation in der Weiterbildung zum/zur staatlich geprüften Techniker/-in: Die Lernortkooperation in der Weiterbildung zum staatlich geprüften Techniker erfolgt oft in Form von Unterricht an der Fachschule, Vollzeit oder Teilzeit, der mit berufspraktischen Phasen im Unternehmen kombiniert wird. Die Teilnehmer/-innen erwerben theoretisches Fachwissen an der Fachschule und können dieses in ihren beruflichen Tätigkeiten im Unternehmen anwenden und

vertiefen. Der enge Austausch zwischen den Lernorten ermöglicht eine praxisnahe Ausbildung und fördert die Anwendbarkeit des erlernten Wissens.

Erfolgsfaktoren für eine gelungene Lernortkooperation:

- Offene Kommunikation: Regelmäßiger Austausch zwischen Fachschule und Betrieb, um eine enge Abstimmung der Ausbildungsinhalte zu gewährleisten und gemeinsame Ziele zu definieren.
- Gemeinsame Planung: Abstimmung von Lehrplänen, Lerninhalten und Prüfungsanforderungen, um eine nahtlose Integration von Theorie und Praxis zu ermöglichen.
- Qualifizierte Lehrkräfte und Ausbilder/-innen: Gut ausgebildete Lehrkräfte und Ausbilder/-innen mit Fachkompetenz und pädagogischen Fähigkeiten sind notwendig, um die Lernortkooperation erfolgreich umzusetzen. Dabei sollten die Lehrenden fortlaufend an Schulungen und Weiterbildungen teilnehmen, um auf dem neuesten Stand der Technik zu sein.
- Praxisnahe Ausstattung: Die Bereitstellung moderner Technologien und Arbeitsmittel sowohl in der Berufsschule als auch im Betrieb ermöglicht eine realitätsnahe Ausbildung.

Umsetzung der Lernortkooperation:

- Etablierung von Kooperationsstrukturen: Festlegung von Zuständigkeiten und Ansprechpartner/-innen in Berufsschule und Betrieb, um die Zusammenarbeit zu erleichtern.
- Gemeinsame Projekte und Praxisphasen: Durch die Durchführung von gemeinsamen Projekten und Praxisphasen können die Lernenden ihr erlerntes Wissen in realen Arbeitsumgebungen anwenden und praktische Erfahrungen sammeln. Dies fördert die Verbindung von Theorie und Praxis und stärkt die Handlungskompetenz der Teilnehmer/-innen.
- Praktikums- und Ausbildungspläne: Die Abstimmung von Praktikums- und Ausbildungsplänen zwischen Berufsschule und Unternehmen ermöglicht eine gezielte Planung der praktischen Ausbildungsphasen. Dadurch können die Lernenden ihre Fähigkeiten und Kenntnisse in verschiedenen Arbeitsbereichen entwickeln und vertiefen.
- Gemeinsame Fortbildungen und Weiterbildungen: Die Organisation von gemeinsamen Fortbildungen und Weiterbildungen für Lehrkräfte und Ausbilder/-innen fördert den Austausch von Fachwissen und pädagogischen Ansätzen. Dadurch können die Lehrkräfte und Ausbilder/-innen ihre Kompetenzen weiterentwickeln und den Lernenden eine qualitativ hochwertige Ausbildung bieten.
- Einsatz digitaler Medien und Lernplattformen: Die Nutzung digitaler Medien und Lernplattformen ermöglicht eine flexible und zeitunabhängige Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen Berufsschule und Betrieb. Lehrmaterialien, Aufgabenstellungen und Lernressourcen können online bereitgestellt und gemeinsam genutzt werden.
- Feedback und Evaluation: Regelmäßiges Feedback und die Evaluation der Lernortkooperation ermöglichen eine kontinuierliche Verbesserung des Konzepts. Durch Feedback von Lernenden, Lehrkräften und Ausbilder/-innen können Stärken und Schwächen identifiziert und entsprechende Anpassungen vorgenommen werden.

Abschließend kann festgehalten werden, dass eine erfolgreiche Lernortkooperation an Berufsschulen eine enge Zusammenarbeit, offene Kommunikation, klare Strukturen und einen fachlichen Austausch erfordert. Durch die Verknüpfung von theoretischem Wissen und praktischer Anwendung können die Lernenden ihre Kompetenzen gezielt entwickeln und auf die Anforderungen

des Arbeitsmarktes vorbereitet werden. Eine kontinuierliche Evaluation und Weiterentwicklung der Lernortkooperation gewährleistet eine hohe Qualität der Ausbildung.



Abbildung 1: Schematische Darstellung der Gelingensbedingungen der Lernortkooperation

Eine gelebte Lernortkooperation zeigt sich an vielen Projekten, Messen und Foren, die an oder mit den Gewerblichen Schulen Dillenburg stattfinden. Dazu zählt unter Anderem auch die Projektmesse der Abschlussarbeiten der Studierenden der Fachschule für Technik. Die Lernenden müssen hierzu in ihrem Abschlusssemester an der Berufsschule in einer Lernortkooperation einen Arbeitsauftrag bearbeiten, den sie von einem regionalen Betrieb erhalten. Solche Arbeitsaufträge sind meist Projekte aus den Unternehmen, die direkt aus der Fertigung und/oder Arbeitsplanung kommen. Dabei müssen die Studierenden meist an Optimierungen, Neuerungen oder Problemstellungen, die sich aus den Arbeitsprozessen der Betriebe ergeben, arbeiten. Bei der genannten Projektpräsentation an den Gewerblichen Schulen Dillenburg stellen die Studierenden ihre Ergebnisse vor und haben in diesem Forum auch die Gelegenheit, Kontakt zu weiteren Unternehmen aus der Region zu knüpfen. Im Anhang befindet sich der Artikel zur aktuellen Projektmesse (siehe Anhang 1.1).

Eine gelungene Lernortkooperation hängt von vielen Parametern ab. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Merkmale und Bedingungen einer gelungenen Lernortkooperation:

Dimension	Merkmale	Bedingungen
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> Engagiertes Personal an allen Lernorten Klar definierte Ziele und Konzepte, welche von allen Akteuren (Betriebe, Berufsschule und ggf. weitere Lernorte) transparent kommuniziert werden 	Die Interessen aller Akteure werden reflektiert und innerhalb der Lernortkooperation bestmöglich berücksichtigt. Die vereinbarten, strategischen Ziele der Akteure definieren die mittel- und langfristige Ausrichtung der Kooperation.
Themen/Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> Große, thematische Vielfalt mit Anlässen zu wechselseitiger Kommunikation, Koordination, Kooperation, und Kollaboration 	Eine intensive Lernortkooperation umfasst nicht nur den anlassbezogenen Austausch zu Leistungen und Problemen von Lernenden, sondern sieht auch den

		didaktisch, curricularen Austausch auf inhaltlicher Ebene. Dabei werden Neuerungen schnellstmöglich implementiert.
Beziehungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Enge, vertrauensvolle Beziehungen mit regelmäßigem Kontakt zwischen den beteiligten Akteuren der Lernortkooperation ○ Ansprechpartner/innen zu unterschiedlichen Themen sind allen Akteuren bekannt und einsehbar 	Es gibt regelmäßige Termine, an denen ein intensiver, offener Austausch stattfinden kann. Es entwickelt sich eine Kultur der gegenseitigen Unterstützung.
Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Synergieeffekte werden in Form von gegenseitiger Entlastung geschaffen und genutzt ○ Ressourcen der Netzwerkpartner können gemeinsam genutzt werden 	Unter Ressourcen fallen neben materiellen Ressourcen (Technologien, Räumlichkeiten usw.) auch personelle Ressourcen wie bspw. für den technischen Support, Hospitation, inhaltlichen Input (etwa bei fachlichen Fragen) usw.
Steuerung	<ul style="list-style-type: none"> ○ Transparente Steuerungsmechanismen sowie klar definierte Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten 	Tragfähige Netzwerkstrukturen und eine Netzwerkmanagement ermöglichen ein transparentes Arbeiten zwischen den Lernorten in der Lernortkooperation

In Zeiten des technologischen Wandels und der digitalen Transformation, insbesondere im Kontext von Industrie 4.0, befindet sich die Aus- und Weiterbildung in einem bedeutenden Umbruch. Im Nachfolgenden werden die Auswirkungen von Digitalisierung auf die Berufsausbildung und die Weiterbildung dargestellt werden, wobei auch das Konzept von Industrie 4.0 eine große Rolle spielt. Des Weiteren sollen Lösungsansätze zur Bewältigung dieses technologischen Wandels aufgezeigt werden.

3. Digitalisierung als Bildungsauftrag

Der rapide Fortschritt neuer Technologien und die voranschreitende Digitalisierung haben einen fundamentalen Paradigmenwechsel in verschiedenen Sektoren unserer Gesellschaft, einschließlich des Bildungsbereichs, bewirkt. Um die Digitalisierung adäquat im Bildungswesen zu implementieren und um dazu eine Didaktik zu entwickeln ist es zunächst essenziell Klarheit über den Begriff der Digitalisierung, welcher alles andere als klar definiert ist, zu schaffen.

Der Begriff der Digitalisierung wird in Debatten um „Industrie 4.0“ und in der inflationären Ausweitung auf Handwerk 4.0, Wirtschaft 4.0, Arbeit 4.0 bis hin zu Berufsbildung 4.0 und Lernortkooperation 4.0 mit allem verbunden, was mit Hilfe von Informationstechnik und Informatik an Produkten und Prozessen hervorgebracht und verändert wird. Zur Definierung des Begriffes ist es zunächst wichtig zu klären was und wie, an und mit der Digitalisierung zu lernen ist und wie dazugehörige Bildungsprozesse anzulegen sind. Denn Digitalisierung, das ist eindeutig, bedeutet für alles Zielgruppen in Gesellschaft wie auch in der Bildungslandschaft etwas anderes. In diesem Abschnitt sollen die Zusammenhänge beruflicher Bildung mit dem Schwerpunktsetzung auf

gewerblich-technischen Berufen sowie als Gegenstand von Facharbeit, die Weiterbildung von Facharbeitern und die dafür benötigten Kompetenzen betrachtet werden.

Die Kultusministerkonferenz (KMK) hat in ihrem Strategiepapier „Bildung für die digitale Welt“ im Jahr 2016 einen Bildungsauftrag für die berufliche Bildung definiert, der sich in sieben Anforderungen oder Bildungszielen ausdrückt:

- › Einsatz von digitalen Geräten und Arbeitstechniken
- › personale, berufliche Handlungsfähigkeit
- › Selbstmanagement und Selbstorganisationsfähigkeit
- › internationales Denken und Handeln
- › projektorientierte Kooperationsformen
- › Datenschutz und Datensicherheit
- › kritischer Umgang mit digital vernetzten Medien und den Folgen der Digitalisierung für die Lebens- und Arbeitswelt (vgl. KMK 2016, 15 f.)

Hier zeigt sich ein bewusst gewählter, hoher Abstraktionsgrad dieser Ziele (vgl. ebd., 15). Dies soll „Lehrkräften für den jeweiligen Bildungsgang bzw. Beruf Orientierung mit längerfristiger Relevanz“ (ebd.) geben, ohne eine Einschränkung von Handlungsspielräume. Zugleich wird eine angemessene Berücksichtigung der Digitalisierung bei den Lernformen und bei der zukünftigen Ausgestaltung der Lehrpläne angemahnt.

In den Rahmenlehrplänen der neu geordneten Berufe seit 2017 finden sich nun auch Aspekte der Digitalisierung wieder, insbesondere die explizite Berücksichtigung der „Digitalisierung der Arbeit, Datenschutz und Informationssicherheit“ (vgl. exemplarisch KMK 2018, 6) als Querschnittsqualifikation. Je nach Beruf werden auch im Zusammenhang mit der Digitalisierung neu entstehende Aufgabenbereiche berücksichtigt. Dies zeigt sich unter anderem dem*der IT-Fachinformatiker*in in den seit 2020 neu geschaffenen Fachrichtungen „Daten- und Prozessanalyse“ und „Digitale Vernetzung“. Bei den industriellen Metall- und Elektroberufen, die im Jahr 2018 mit Zusatzqualifikationen teilnovelliert wurden (vgl. Grimm et al. 2018), sind die in der Ausbildungsordnung neu aufgenommenen optionalen Qualifikationen dagegen in den Rahmenlehrplänen unberücksichtigt geblieben. (Becker, 2022, S.22)

Aktuell ist die Debatte um die Digitalisierung für die Lehrkräftebildung weitestgehend auf den Umgang mit den digitalen Lehr- und Lernmedien verkürzt. Dabei geht es um den Umgang mit und den Einsatz von Tablets im Unterricht und die Arbeit mit Lernplattformen sowie digitalisierten Lehrmedien. (vgl. Forschungsgruppe Digitaler Campus 2017). Erweiterte Orientierungsrahmen werden in einigen Bundesländern für die Lehrkräftebildung definiert, die sich an den fünf grundlegenden Lehrkräfteaufgaben „Unterrichten, Erziehen, Beraten, Fördern und Schule entwickeln“ orientieren (vgl. NRW 2020). Dies hat zur Folge, dass die enge Perspektive der Medienbildung deutlich erweitert und auch eine Notwendigkeit der fachdidaktischen Reflexion (ebd., 13) eine Erwähnung findet, ohne dass fachdidaktische Präzisierungen erkennbar wären. Das Projekt „Vocational Education and Training in the Working World 4.0“ (VET 4.0) liefert konkretere Ergebnisse, die ermittelte Kompetenzen aus den Veränderungen in der Arbeitswelt durch die Digitalisierung in den Mittelpunkt stellen (vgl. Müller & Nannen-Gethmann 2020). Eine mediendidaktische ist jedoch oftmals der einzige Bildungsinhalt, der thematisiert und aufgearbeitet wird. Daher soll im Folgenden eine Präzisierung des „Lerngegenstands Digitalisierung“ erfolgen.

3.1. Der Lerngegenstand Digitalisierung

Kommen wir dazu zunächst zurück zur einleitenden Problematik des vorhergehenden Kapitels: Was bedeutet Digitalisierung aus definitorischer Sicht?

„[...] Digitalisierung ist nichts mehr als die Umwandlung analoger Daten und Vorgänge in digitale Formate; d. h. in Formate, die von Computern verarbeitet werden können. Kennzeichnend in der heutigen Zeit ist allerdings nicht dieser Umstand, sondern die Beeinflussung unseres Handelns und im Speziellen, in Hinblick auf die Arbeit an beruflichen Schulen in der Aus- und Weiterbildung, die Beeinflussung der Arbeit und des Lernens [...], (Becker, 2022, S.24).

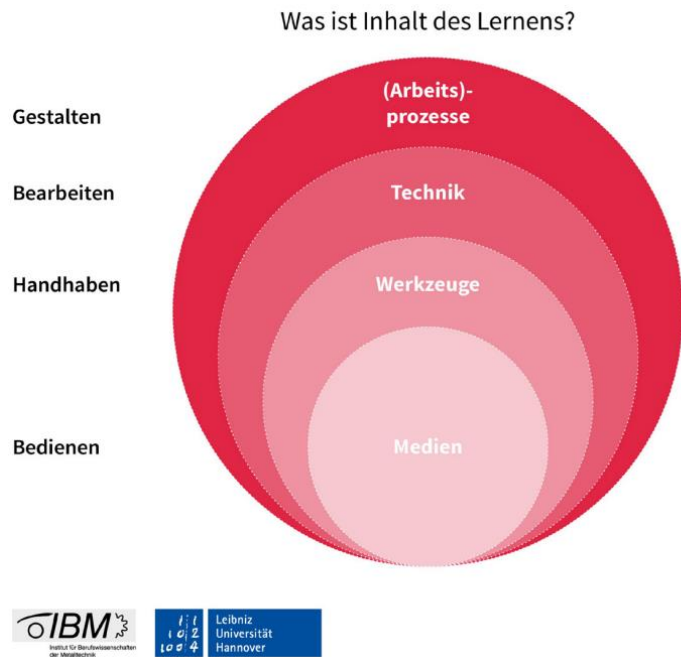
In der Informatik wurde die nachfolgende Arbeitsdefinition erarbeitet, um die Breite und Bedeutung des Begriffes „Digitalisierung“ genau zu definieren: „Wir sprechen von Digitalisierung, wenn analoge Leistungserbringung durch Leistungserbringung in einem digitalen, computerhandhabbaren Modell ganz oder teilweise ersetzt wird“ (Wolf & Strohschen 2018, S. 58). Wird nun dieses Verständnis auf die Bereiche Arbeit, Wirtschaft, Berufsausbildung und Weiterbildung, Handwerk und Industrie bis zur Gesellschaft anwendet, entstehen die Arbeitsdefinitionen, wie sie in unzähligen Publikationen veröffentlicht sind. „[...] Hier wird für die Industrie 4.0 die Leistungserbringung in der Produktion durch cyber-physische Produktionssysteme (CPPS) in den Mittelpunkt gestellt: „Cyber-Physical Systems (CPS) sind gekennzeichnet durch eine Verknüpfung von realen (physischen) Objekten und Prozessen mit informationsverarbeitenden (virtuellen) Objekten und Prozessen über offene, teilweise globale und jederzeit miteinander verbundene Informationsnetze“ (VDI 2013, 2; vgl. Geisberger & Broy 2012). Dabei steht die Vision der „selbstregulierenden Produktion“ im Raum, die mit der Individualisierung von Produkten bis zur Losgröße 1, mit der Flexibilisierung und Dezentralisierung der Geschäfts- und Arbeitsprozesse verbunden wird [...] (Becker, 2022, S.24).

Daraus ergibt sich als Bildungsgegenstand in der beruflichen Bildung ein mehrdeutiger Begriff „Digitalisierung“: (nach Becker, 2022, S. 24)

1. die Objekte, die Digitalisierung realisieren und die mit Hilfe der Digitalisierung zugänglich gemacht werden (vor allem Computer, Smartphones, Mikroelektronik);
2. die Produkte, die mit digitalisierten Objekten durchsetzt sind (Anlagen, Systeme, sogenannte Embedded Systems, aber auch ein mit RFID-Chips versehenes beliebiges Produkt);
3. die Medien, die mit Hilfe der Digitalisierung zugänglich gemacht und strukturiert werden (Dokumente, Medientechnik, Lernsoftware, Internet, Lernplattformen);
4. die Handlungen, die mit Hilfe von Digitalisierung von der realen, physischen Welt in virtuelle Welten überführt werden und umgekehrt (Programmieren, Simulieren, CAD, CNC etc., Prozessvisualisierung und -regelung, Augmented und Virtual Reality, Ferndiagnose, Automatisieren/Robotik).

Als Lehrende im tägliche Unterrichtsgeschehen begegnen uns solche Bildungsgegenstände als Computerdidaktik, Mediendidaktik oder Didaktik der Informatik bzw. Informationstechnik. Entsprechend werden häufig Lernprozesse auf Computer, Medien, Informationstechnik, Programmieren/Informatik oder aber auf Handlungen ausgerichtet wie computergestütztes Konstruieren, Fertigen, Diagnostizieren etc. Dabei spielen in der beruflichen aus und Weiterbildung die Übergänge zwischen Handlungen in physischen und virtuellen Welten mit einem Fokus auf diejenigen Handlungen, mit denen auf die reale Welt eingewirkt wird, eine wichtige Rolle. In diesem Kontext rückt die Informatisierung und Automatisierung in den Mittelpunkt, die in den technischen

Berufsfeldern einen großen Teil der Ausbildung einnehmen. Ein wesentliches Element des Lernens ist dabei die Automatisierung, also der Ersatz menschlichen Handelns durch maschinelles Handeln. Lag dabei in der Vergangenheit (CIM-Zeitalter) der Schwerpunkt beim Ersatz von Fertigkeiten durch „Maschinen“ (vgl. Baukrowitz et al. 2006), so ist das Neue der heutigen Digitalisierung der Ersatz kognitiv geprägter Handlungen durch Automatismen/künstliche Intelligenz; dies bezeichnen wir mit dem Begriff „smart“ (smart grids, smart factory etc.). Hinzu kommt die Ausweitung der Wirkungen durch die Vernetzung der Objekte, Produkte, Medien und Handlungen. (nach Becker, 2022, S. 24)



3.2. Didaktik der digitalisierten Arbeitsprozesse

Kern der Didaktik der Digitalisierung ist die Realisierung und Gestaltung der physischen wie auch virtuellen Arbeitsprozesse durch die Menschen (mit Hilfe der Digitalisierung) und weniger die Digitalisierungsartefakte (Objekte, Produkte, Medien).

Die Didaktik der digitalisierten Arbeitsprozesse entwickelt sich also hin zu einer prozessorientierten Didaktik (vgl. Becker 2020), die eine Didaktik der Medien, Werkzeuge und Technik als Lerngegenstände überwindet und als Querschnittsfähigkeiten der Lernenden aufnimmt (vgl. Spöttl & Becker 2006; s. Abb. 1).

In Abbildung 1 ist auf der linken Seite eine Taxonomie, Graduierung oder auch Qualität des Handelns im Sinne von Domänen aufgeführt, die vom Aspekt des Bedienens bis hin zum Aspekt der Gestaltung reicht. Damit assoziiert sind innerhalb der Kreise die Gegenstände der digitalisierten beruflichen Bildung aufgeführt, also die digitalisierten Medien, Werkzeuge, Techniksysteme und Arbeitsprozesse. Die Anordnung als sich integrierende Kreise soll deutlich machen, dass die Domänen Bedienen, Handhaben, Bearbeiten und Gestalten immer in eine Zusammenhang mit dem jeweiligen digitalisierten Lerngegenstand gebracht werden muss, dieser also inkludiert und nicht isoliert zu analysieren ist. Insgesamt wird die Mediendidaktik zu einem Teil und einer (evtl. notwendigen, aber nicht hinreichenden) Voraussetzung für die Handhabung von digitalisierten Werkzeugen, das Bearbeiten der digitalisierten Technik bzw. technischer Systeme bis hin zur Gestaltung der Arbeitsprozesse. Darüber hinaus umfassen Arbeitsprozesse andererseits stets (digitalisierte) Techniksysteme, Werkzeuge und Medien. Mit Hilfe der Dimensionen einer arbeitsprozessorientierten Didaktik auf ihre Bildungsbedeutsamkeit für das Bildungsziel der beruflichen Handlungskompetenz untersucht und insbesondere mit Hilfe der berufsdidaktischen Analyse (vgl. Becker 2020, 373 f.) können die Arbeitsprozesse für den Unterricht aufbereitet werden.

Abbildung 2: Inhalt des Lernens einer Didaktik der Digitalisierung als Didaktik digitalisierter Arbeitsprozesse (Quelle: eigene Darstellung)

3.3. Zentrale Herausforderungen

Zusammenfassend kann nun bereits festgestellt werden, dass die Digitalisierung sich bei genauerer Betrachtung in jedem Fall als ein Baustein in der konkreten Handlung darstellt, der nicht für sich alleinsteht, also stets Querschnittsinhalt ist. Für die Aus- und Weiterbildung bedeutet dies, dass die zu lernenden Inhalte somit – zumindest in Hinblick auf das Handeln im Beruf – nie das digitale Medium sind, das digitale Werkzeug oder die digitale Technik darstellt, sondern stets dasjenige, was dem Handeln seinen Sinn verleiht: Die konkrete Arbeitsaufgabe und der konkrete Arbeitsprozess mit seinen Anforderungen und weiteren Dimensionen. Insofern ist es auch kaum verwunderlich, dass die Erfahrungen beim Lehren und Lernen immer wieder aufzeigt, dass es keine „digitalen Natives“ an sich gibt. Das noch so schnelle Bedienen eines Smartphones sichert die Lernenden nicht ab, dass dieses als digitales Werkzeug für die Ferndiagnose an einer elektrischen Anlage oder an einem Fahrzeug genutzt werden kann.

Als zentrale Herausforderungen für eine auf Arbeitsprozesse bezogene Didaktik stellen sich angesichts der oben dargestellten Zusammenhänge folgende Aspekte heraus, die berufs- und prozessbezogen für den Unterricht zu analysieren und aufzuarbeiten sind: (vgl. Becker 2022, 27)

- Arbeiten mit Abbildungen der Realität (Simulation, Virtualisierung und Abbilder statt physischer Objekte: AR, VR, Prozessvisualisierung);
- Arbeiten mit und an smarten Anlagen und Werkzeugen mit künstlicher Intelligenz (Expertensysteme, Diagnosesysteme, Wissensmanagementsysteme, Smart Maintenance);
- Arbeiten mit Abstraktion, globalen Daten, Transparenz, in flexiblen Strukturen, Vernetzung als immanente Bedingung der Durchführung aller Arbeits- und Geschäftsprozesse;
- Automatisierung (neu: nun von geistigen Tätigkeiten); der Umgang damit;
- Schnittstellen (technisch und organisatorisch), Mensch-Maschine und Mensch-Problemgebiet Interaktion;
- hohe Innovations-Geschwindigkeit / Erneuerungszyklen

3.4. Die Umsetzung der Didaktik digitalisierter Arbeitsprozesse an den Gewerblichen Schulen Dillenburg

Die Digitalisierung und die mit ihr einhergehenden Entwicklungen verändern die Arbeitswelt in der Metall- und Elektroindustrie. Dabei stehen die unter dem Schlagwort Industrie 4.0 beschriebenen Veränderungen in der industriellen Produktion im Mittelpunkt. Leitbild für Industrie 4.0 sind wandlungsfähige und vernetzte Produktions- und Logistikprozesse, die eine hocheffiziente und hoch flexible Produktion ermöglichen, Kundenwünsche in Echtzeit integrieren und individuelle Produktvarianten möglich machen.

Industrie 4.0 gilt als vierte Stufe der Industrialisierung, die eine intelligente Vernetzung von Ressourcen, Informationen, Objekten und Menschen auf Basis von cyberphysischen Systemen (CPS) kennzeichnet. In Unternehmen wird das z. B. daran erkennbar, dass Prozesse digital abgebildet sind und Tablets sowie moderne Leitstände zum Einsatz kommen. Intelligente Sensoren sorgen innerhalb der Anlagen dafür, dass ganze Prozessketten, einschließlich der Materialflüsse, abgestimmt und optimiert sind, diese IT-gestützt betrieben werden und dass vorausschauend instandgehalten und in Prozesse eingegriffen werden kann.

Mit der Arbeitswelt ändern sich die Qualifikationsanforderungen an die Fachkräfte. Das setzt Flexibilität und breite Qualifikationen voraus. Gefordert sind nicht nur neue „digitale“ fachliche

Qualifikationen, die beispielsweise ein größeres Abstraktionsvermögen, Prozess- und Systemverständnis betreffen. Zur Beherrschung von vernetzten Systemen sind auch methodische, soziale und personale Kompetenzen wichtig. Komplexe digitalisierte Produktionsprozesse sind heute von einzelnen Fachkräften nicht mehr zu beherrschen. Um diese Systeme handlungssicher zu entwickeln, zu bauen und zu betreiben, arbeiten interdisziplinäre Teams in der gesamten Wertschöpfungskette zusammen.

Durch die steigende Komplexität miteinander vernetzter Systeme und durch sich verkürzende Innovationszyklen neuer Techniken steigen darüber hinaus die Anforderungen an die Problemlösungs- und Selbstlernkompetenzen aller Beschäftigten.

Industrie 4.0 benötigt Ausbildung 4.0 und Lernortkooperation 4.0!

In den nachfolgen genannten Schulformen und Bildungsangeboten werden aktuell "Industrie 4.0-Inhalte" an den Gewerblichen Schulen Dillenburg vermittelt:

Berufsschule Metall-, Elektro- und IT-Technik	Entsprechend der Rahmenlehrpläne in unterschiedlichen Ausprägungen
Fachschule für Technik - Fachrichtungen Maschinentechnik- und Elektrotechnik	Durchgängiges Unterrichtsprinzip gemäß der Rahmenlehrpläne
Fachoberschule Technik	Durchgängiges Unterrichtsprinzip gemäß der Rahmenlehrpläne
Wahlunterrichtsangebot "Digitale Fertigungsprozesse"	Vertiefung der Inhalte. Angebot für die Auszubildenden in den technischen Berufen
Wahlunterrichtsangebot "Technik für Kaufleute"	Angebot für die Auszubildenden der Kaufmännischen Schulen Dillenburg
Berufsorientierungsworkshops	Angebot für SuS der E-Phase der Wilhelm-von-Oranien-Schule Dillenburg
Anpassungsqualifizierung: "Fit für Industrie 4.0"	Angebot für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der heimischen Unternehmen

Angebot in Kooperation mit der IHK Lahn-Dill

3.5. Neues Schulgebäude – Neue Ausstattung – Neue Möglichkeiten

In unserem neuen Schulgebäude werden die Auszubildenden in den Berufsfeldern Metalltechnik, Elektrotechnik, Mechatronik und IT-Technik sowie die Studierenden der Fachschule für Technik in den Schwerpunkten Elektrotechnik und Maschinentechnik unterrichtet. Neben den baulichen Gegebenheiten ist es für eine moderne, gewerblich-technische Berufliche Schule von enormer Bedeutung, eine dem Stand der Technik entsprechende und darüber hinaus eine in die Zukunft gerichtete technische Ausstattung vorzuhalten. Für unsere Schule ist es eine Verpflichtung, technologische Neuerungen frühzeitig aufzunehmen und die künftigen Fachkräfte hierauf bestmöglich vorzubereiten. Damit soll die Beschäftigungsfähigkeit der Facharbeiter und Techniker in der heimischen Region gefördert und gesichert werden. Hieraus leitet sich die Zukunftsaufgabe ab, den komplexen Industrie 4.0-Gedanken praxisnah und auf schülermotivierendem Niveau, d.h. didaktisch sinnvoll reduziert und verständlich zu vermitteln.

Im Rahmen der Kooperation der Gewerblichen Schulen Dillenburg mit den Ausbildungspartnern in der Region wird zur Erfüllung dieser Aufgabe das Zukunftsprojekt „Industrie 4.0 = Ausbildung 4.0“ (IA4.0) umgesetzt. Die gemeinsame Zielsetzung der regionalen Bildungspartner für die kommenden Jahre wird in einer noch stärkeren Vernetzung und in der Fortführung gemeinsamer Projekte münden, um eine praxisnahe und auch innovative Ausbildung zu sichern. Diese praxisnahe Umsetzung zielt darauf ab, das abstrakte Konzept - Industrie 4.0 - verständlich durch ein geeignetes Unterrichtskonzept der Lehrkräfte zu vermitteln und durch die entsprechende Ausstattung zu unterstützen.

Nachfolgenden soll das 3-stufige Industrie 4.0-Konzept der Gewerblichen Schulen Dillenburg mit Hilfe der dazugehörigen Ausstattung erläutert werden.



3.6. Industrie 4.0 – Schulisches Konzept

Stufe 1: Automatisierung – Grundlagen

In Stufe 1 werden die Grundlagen der Automatisierungstechnik an mehreren unterschiedlichen, kompakten und überschaubaren Einzelmodulen vermittelt. Zielgruppe sind Auszubildende unterschiedlicher Berufsgruppe aus

der Metall- Elektro- und IT-Technik sowie die Studierenden der Fachschule für Technik.

Stufe 2: Automatisierung – Aufbaustufe

In Stufe 2 werden klassische Inhalte aus dem Bereich I 4.0 ergänzt, indem die aus Stufe 1 bereits bekannten Einzelmodule praktisch und real zu einem Fertigungsprozess miteinander kombiniert und über Ethernet vernetzt werden.

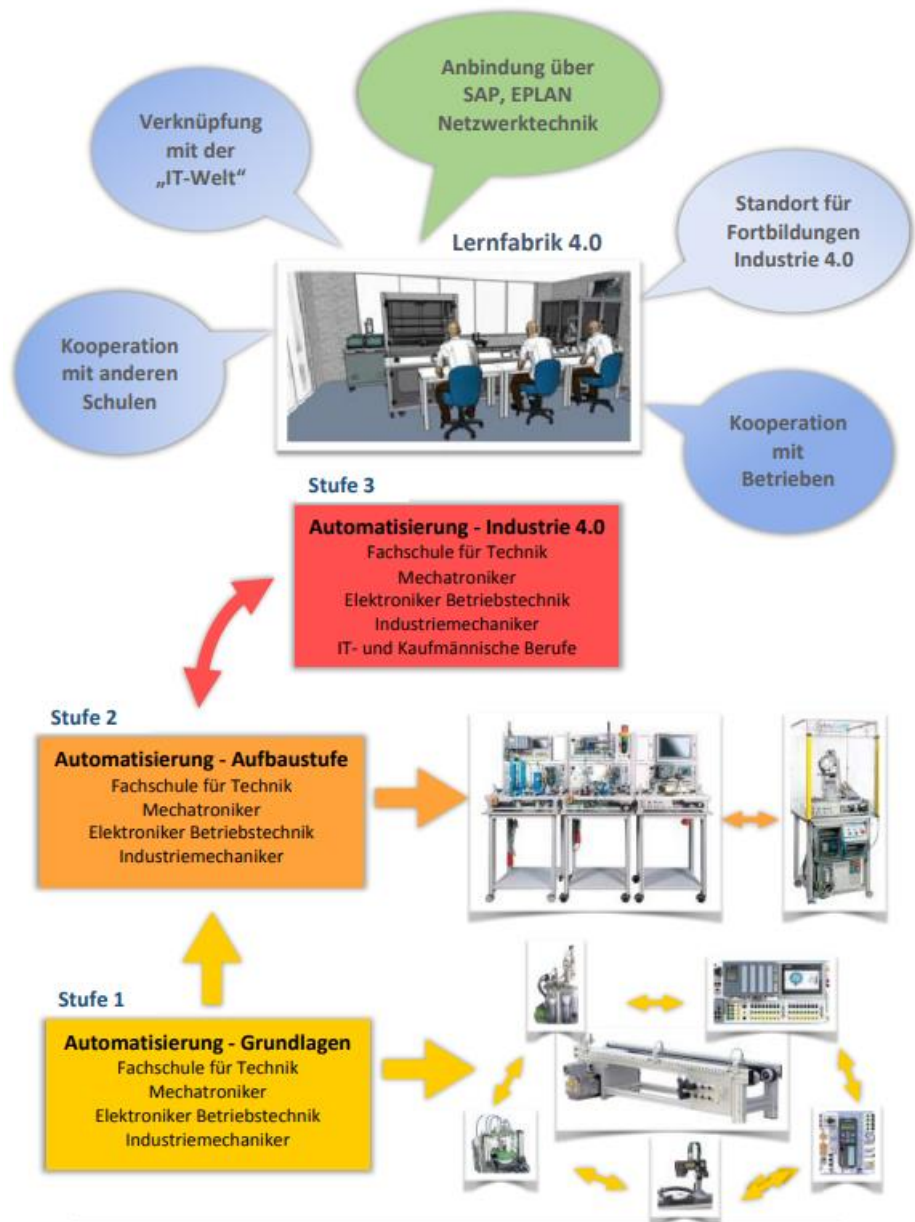
Identifikationstechnologien wie zum Beispiel RFID oder QR werden kennengelernt, um eine flexible Fertigung zu realisieren.



Abbildung 4: LFS-Anlage als Zentrum zur Anwendung von Lernsituationen im Bereich der Aufbaustufe Automatisierung

Stufe 3: Automatisierung – Industrie 4.0

In Stufe 3 bildet eine dauerhaft einsetzbare CP-Factory die Grundlage, um das bisher in Stufe 1 und 2 Erlernete anzuwenden. Darüber hinaus wird diese Anlage genutzt, um wichtige Inhalte wie die Fehlersuche und die Wartung an bestehenden Anlagen umzusetzen. Hier arbeiten die Gewerblichen Schulen Dillenburg in enger Kooperation mit der Firma Rittal, die in ihrer Fertigung das Konzept Industrie 4.0 in einer Smart Factory umgesetzt hat. In unterschiedlichen Projekten und Fort- und Weiterbildungsangeboten können die Auszubildenden und Studierenden der GS Dillenburg und auch die Mitarbeiter/innen der Firma Rittal von dieser Kooperation profitieren. Hier werden von den



Grundlagen zum Thema Industrie 4.0 bis hin zu Anwendungs- und Handhabungsaufgaben in diversen Lernsituationen gestaltet und umgesetzt. Die nachfolgende Übersicht zeigt die Umsetzung des schulischen Konzepts für den Bereich Industrie 4.0 an den Gewerblichen Schulen Dillenburg.

Abbildung 6: Umsetzung des Konzepts im Bereich
Industrie 4.0 an den GSD

4. Beispiele für die Umsetzung von Lernortkooperation 4.0 an den Gewerblichen Schule Dillenburg

4.1. Lernortkooperation 4.0 - Anforderungen an IT Infrastruktur und -Dienste

Vorwort

Vor der Inbetriebnahme eines Neubaus im Frühjahr 2018 ist die zukünftige Informationstechnologie (IT) der GSD bereits ab Herbst 2016 langfristig geplant und mit Hilfe eines vom Schulträger beauftragten externen Dienstleisters ein IT-Konzept für den Ausbau und die Migration der vorhandenen IT entworfen worden. Der Schulträger hat dieses Konzept technisch (Medienzentrum) und inhaltlich (Schuldezernent) ausdrücklich bestätigt und abgenommen und für die Realisierung zusätzliche Mittel als Startfinanzierung bereitgestellt. Die Finanzierung der weiteren Ausbaustufen II und III ist jedoch nur bis 2020 gesichert und betrifft überwiegend nur den zentralen Teil der IT-Infrastruktur (z.B. Server, Backup). Realisiert ist derzeit Ausbaustufe II, nachstehend wird aber auch auf den strategischen Endausbau Bezug genommen, da dieser unser IT-Konzept vollständiger repräsentiert.

Herleitung und Zieldefinition

Im Schulprogramm der Gewerbliche Schulen Dillenburg steht im Zentrum das Leitbild des

„regionalen Dienstleistungs- und Kompetenzzentrums für die Aus- und Weiterbildung“. Mehr als an einem über Jahre festgeschriebenen, relativ starren Schulprogramm orientieren wir uns deshalb in unserer Schulentwicklung an konkreten Handlungsfeldern. Diese erfordern im Gegensatz zu allgemeinbildenden Schulen eine besondere Ausrichtung an den Anforderungen der fortschreitenden Digitalisierung und einer sich wandelnden Arbeitswelt (Industrie 4.0, Internet der Dinge, Lernortkooperation 4.0).

Über den Beschluss der KMK-Konferenz vom 08.12.2016 hinaus, in dem der Erwerb von allgemeinen Schlüsselkompetenzen zur Digitalen Bildung formuliert wurde, stellen die Gewerblichen Schulen als Berufs- und Fachschulstandort vor allem die Neuordnungen der technischen Berufsfelder vor die Herausforderung, diese nicht nur medienpädagogisch adäquat umzusetzen, sondern auch eine IT-Infrastruktur bereitzustellen, die konzeptionell zukunftsfähig ist.

Für eine adäquate Zieldefinition ist daher zunächst eine Beschreibung von digitalen Kompetenzen notwendig, die sich aufgrund der Vielfalt ihrer Anforderungen vom konkreten Fach, dem Lernfeld oder der Schulform löst und eine übergeordnete, abstrahierende Ebene bildet. Aus diesem Grund haben wir ein vereinfachtes, digitales Kompetenzmodell entwickelt, welches schulformübergreifend Basis- und Aufbaukompetenzen beschreibt und schulformbezogenen Spezialkompetenzen definiert.

Auf diesen Kompetenzebenen sind auch die technischen Anforderungen und Anwendungen im Sinne eines Mengengerüsts beschrieben. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Schüler und Studierenden der GSD einerseits über sehr heterogene „Startkompetenzen“ verfügen und andererseits auch technisch höchst unterschiedlich ausgestattet sind. LYOD (Leave your own device) und BYOD (Bring your own device) müssen deshalb strategisch integriert und eine IT-Infrastruktur bereitgestellt werden, die diese Unterschiede ausgleicht, so dass jedem SuS eine vergleichbare IT-Plattform als Lernumgebung angeboten wird.

Idealerweise ist diese IT-Plattform unabhängig vom Endgerät und unabhängig vom Lernort. Wir sind ebenso überzeugt, dass eine vereinzelt Verwendung von Medien und Anwendungen im Unterricht zu keinem nachhaltigen Lerneffekt führt, wenn diese zuhause und im Betrieb nicht in gleicher Weise zugänglich sind!

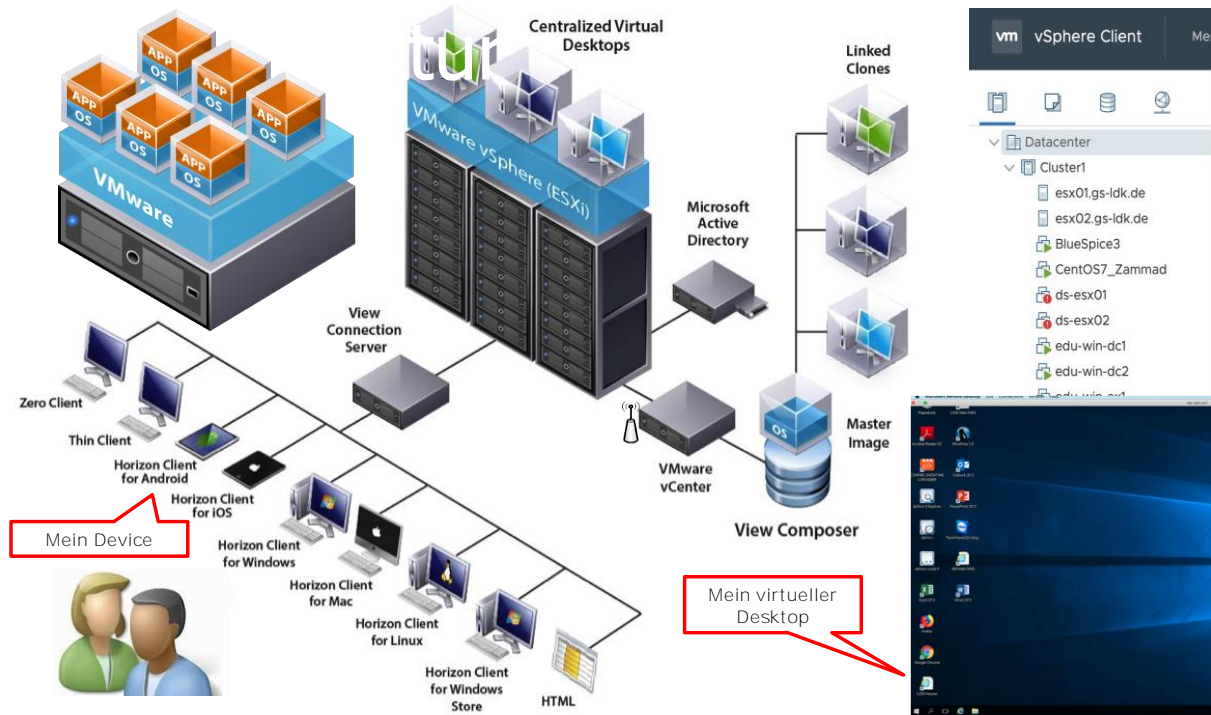
Denn genau das ist der Fall, wenn digitale Handlungskompetenzen nur im direkten Unterrichtskontext erfahren werden können, weil die erforderlichen Endgeräte (Devices) sowie Zugriffsmöglichkeiten auf Anwendungen und Dateien außerhalb der Schule nicht in gleicher Weise zur Verfügung stehen.

Weiterhin ist die Annahme, dass möglichst viele Laptops/PCs/Tablets im Rahmen des Digitalpakts zu beschaffen sind, um eine moderne Medienschule zu erreichen, eine Illusion. Sie ist ohne Berücksichtigung der unterrichtsspezifischen Anwendungen nicht nachhaltig und die Installation, Konfiguration und laufende Pflege der Geräte kostet zu viel Zeit und Bandbreite (Downloads, Updates!) Sie ist auch zu teuer und unflexibel, da Endgeräte und Betriebssysteme sowie Anwendungen laufend erneuert werden müssen.

Unsere „IT-Philosophie“ überwindet die gängige Praxis der 90er-Jahre-IT und orientiert sich am Zukunftsmodell des Software-definierten-Rechenzentrums (SDDC). Dort werden alle Elemente einer IT-Infrastruktur abstrahiert, zusammengefasst und automatisiert. Der Einsatz von SDDCs unterstützt die Verwendung herkömmlicher, vor allem im Endgerät beinahe beliebiger Hardware (BYOD!) und den Aufbau einer automatisierten, skalierbaren und äußerst agilen Netzwerkumgebung. SDDCs sind das, was viele Profis als die wahre Realisierung von

IT-as-a-Service (ITaaS) bezeichnen.

Softwaredefiniertes Rechenzentrum (SDDC) und Virtuelle Desktops



SDDC und ITaaS für Schulverwaltung und Unterricht

ITaaS, bereitgestellt über ein SDDC, ermöglicht eine konsequente Ausrichtung der IT an den Bedarfen von Benutzern bezüglich Ihrer Verwaltungs- oder Unterrichts- und Lern-Anwendungen. Sie bietet enorme Flexibilität mit virtualisierten Ressourcenpools sowie vorkonfigurierten Grundbausteinen, die sich mit wenigen Klicks zusammen- und bereitstellen lassen. Im obigen Beispiel erhält ein „Benutzer“ mit einem beliebigen „Device“ einen vordefinierten „Virtuellen Desktop“ unabhängig vom Ort (Schule, Wohnung, Arbeit), der allein seiner Rolle (Lehrer, Schüler, Verwaltungsangestellter, Schulleiter, etc.) entspricht. Dabei liegen das Betriebssystem, die Anwendungen und Benutzerdaten immer im eigenen Rechenzentrum, werden von diesem DSGVO-konform abgesichert und einem permanenten Backup unterzogen.

SDDC und ITaaS in konkreten Unterrichtsszenarien: Schülerumgebung

**IT-Anwendungen:
 Basis-/Aufbaukompetenzen**



GSD-edu



Szenario: SuS bringen ihr Endgerät mit oder die Schule stellt dies für die Unterrichtszeit. Ein vordefinierter virtueller Desktop oder Terminalserver wird über einen Klick erreicht, sobald sich ein SuS mit dem WLAN verbunden hat. Mit einem personalisierten Login erreicht jeder SUS seine Anwendungen und Daten.

Strategie	BYOD / LYOD-Client	SDDC-Infrastruktur
Endgerät	Tablet, Laptop, TC, PC, Panel im Klassenraum	LAN, WLAN, Host, SAN, VMWare Horizon, MS-Windows-Server 2016
OS/APPS	Lokal oder Terminal-Server oder VDI	Zugriff via RDP / Horizon-Client



GSD-edu

**IT-Anwendungen:
 Spezialkompetenzen**



Szenario: wie oben, aber für einige Anwendungen ist eine (leistungsstarke) Workstation erforderlich: SolidWorks, Siemens NX, FluidSIM, EPLAN, Siemens TIA-Portal. Ein Lizenzserver ist notwendig für die Ausleihe an SUS. Für Studierende der FST und IT-Schüler sind Server als virtuelle Maschinen erforderlich: CISCO APIC-EM, Hackathon-Server, Ubuntu, CHECKMK, Win10 mit IT-Tools, Ubuntu (CyberSecurity-Essentials), Kali Linux, Metasploitable, etc.

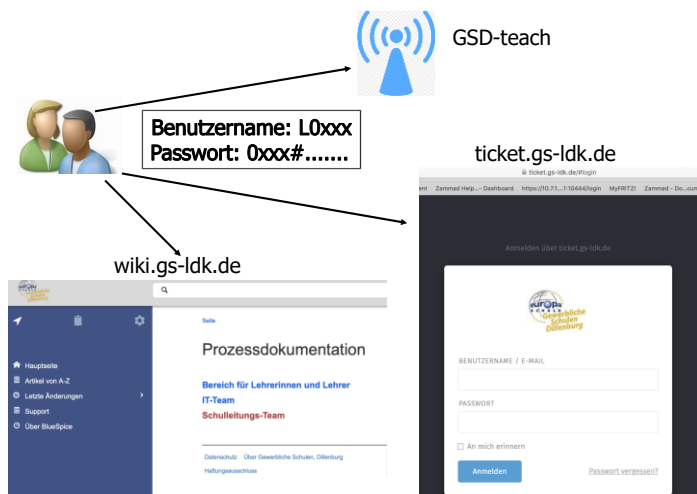
Strategie	BYOD / LYOD-Client	SDDC-Infrastruktur
Endgerät	Laptop, TC, PC, Workstation	LAN, WLAN, Host, SAN, VMWare (Horizon)
OS/APPS	Lokal oder Terminal-Server oder VDI	Zugriff via RDP / Horizon-Client / SSH

SDDC und ITaaS in konkreten Unterrichtsszenarien: Lehrerumgebung



Szenario: Lehrerinnen und Lehrer verwenden ein ActivePanel als elektronische Tafel. Sie bringen ihr Endgerät mit oder die Schule stellt dies für die Unterrichtszeit. Optional wird ein vordefinierter virtueller Desktop oder Terminalserver über einen Klick erreicht, sobald sich ein(e) LuL mit dem WLAN verbunden hat. Mit einem personalisierten Login erreicht jede(r) LuL seine Anwendungen und Daten, auch am Schreibtisch von zu Hause. SuS nutzt das ActivePanel für Präsentationen, zur Vorstellung von Arbeitsaufträgen, Unterrichtsergebnissen, Abstimmungen, etc..

Strategie	BYOD / LYOD-Client	SDDC-Infrastruktur
Endgerät	Laptop, All-in-One-PC, Integrierter PC, Panel, Doku-Cam, Tablet	LAN, WLAN, Host, SAN, VMWare (Horizon), MS-Windows-Server 2016
OS/APPS	Lokal oder TS / VDI	RDP / Horizon-Client



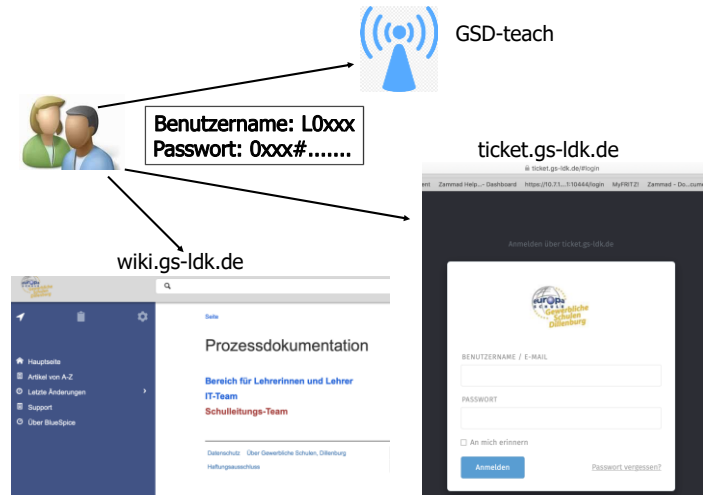
Mit Single-Sign-On (SSO) haben die LuL Zugriff auf WLAN, Server, Prozessdokumentation und Ticket-System. Die Stundenpläne sind via App (Da-Vinci) einsehbar.



SDDC und ITaaS in der Schulverwaltung

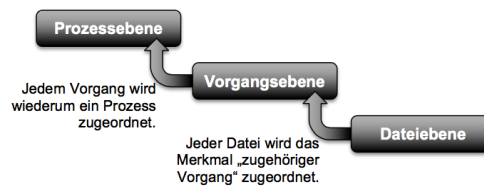
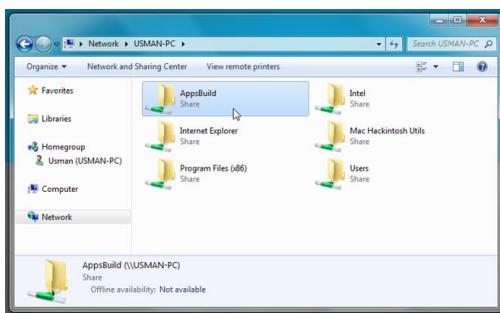
Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Verwaltung (Sekretariat, Abteilungsleiter, Schulleiter und Stellvertreter) haben mit Single-Sign-On (SSO) Zugriff auf LAN, Server,

Prozessdokumentation und Ticket-System. Die Stundenpläne werden mit der DaVinci-Anwendung, Termine und E-Mails mit MS-Exchange-Server verwaltet. Die Ablage von Dateien ist klar geregelt. Das lokale Endgerät dient nur zur Verbindung mit dem Terminalserver, der auch ohne VPN über eine DMZ aus dem Internet erreichbar ist.



Strategie	BYOD / LYOD-Client	SDDC-Infrastruktur
Endgerät	Laptop, PC, Thin-Cient, Tablet	LAN, WLAN, Host, SAN, VMWare (Horizon), MS-Windows-Server 2016
OS/APPS	Lokal oder TS	RDP / Horizon-Client

Die Dateiablage hat folgende Systematik:



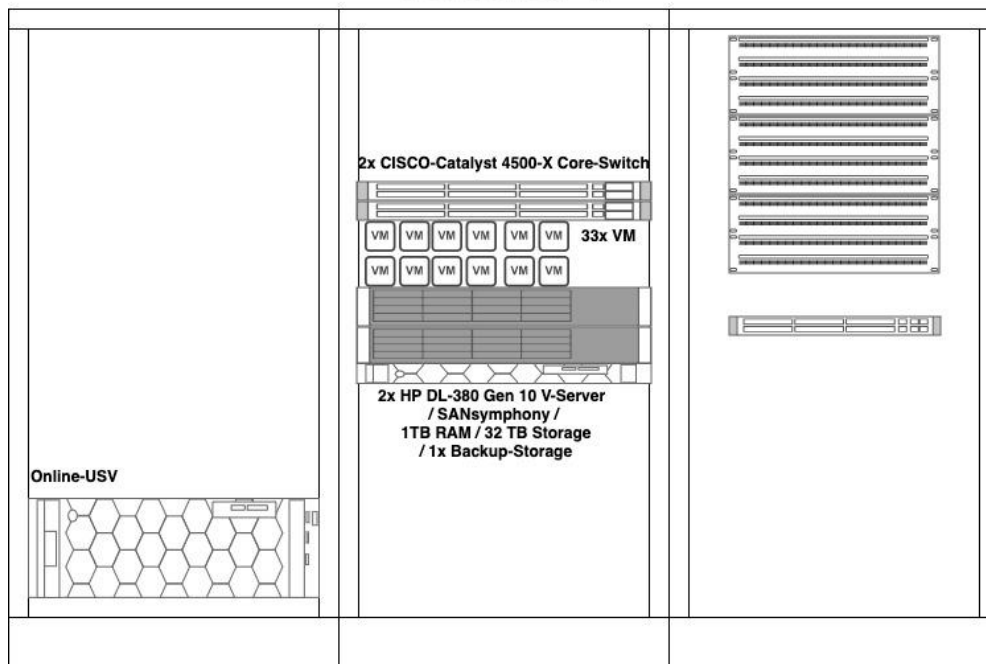
- Benutzerrichtlinie zur klaren Regelung der Dateiablage
- Einheitliche, schulweite Ordnerstruktur
- Standardisiertes Ordner- und Berechtigungskonzept
- Zentral geregelte Dateiablage durch Unterstützung der AD
- Ablage von Dateien erfolgt prozessorientiert

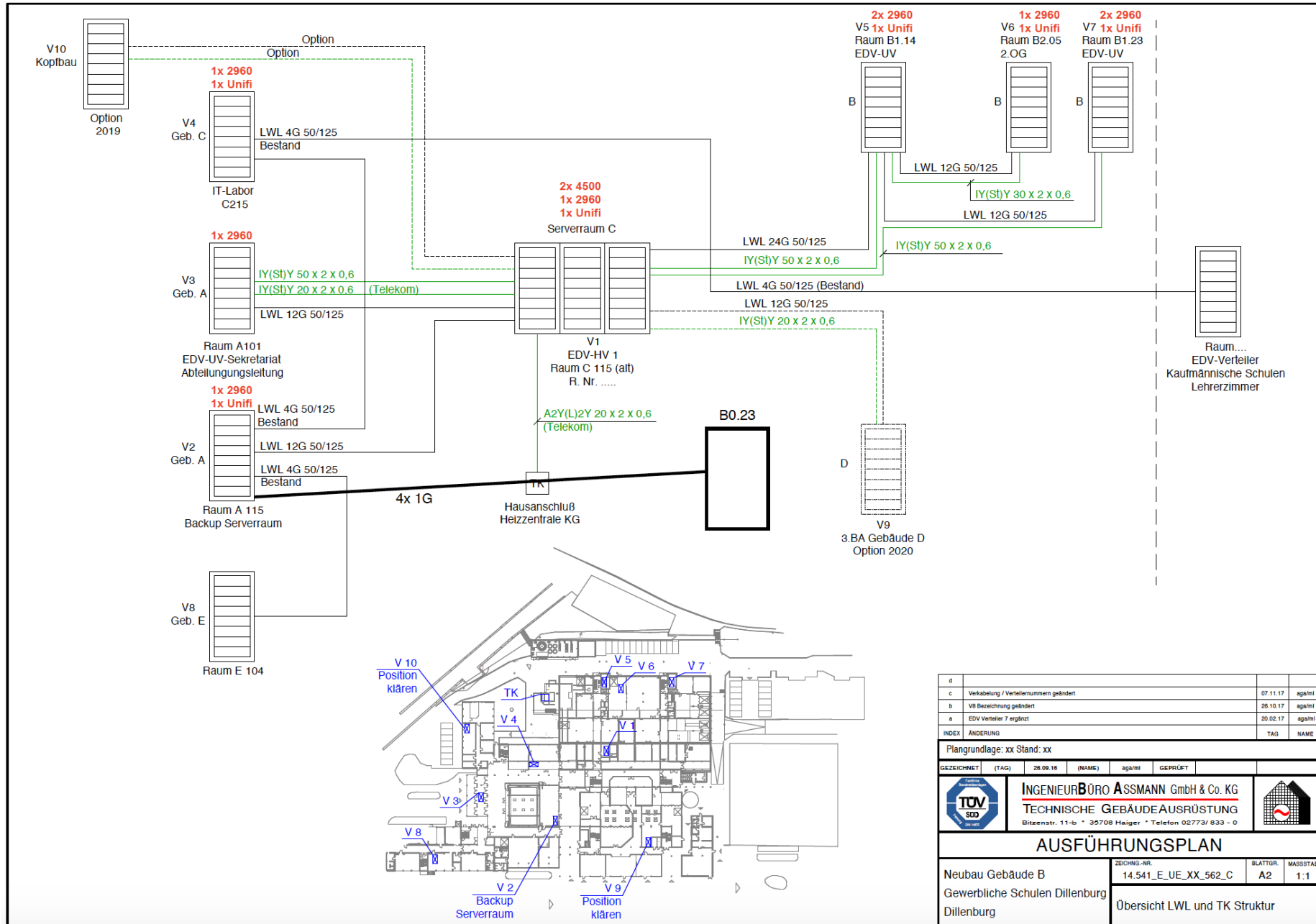
SDDC und ITaaS : IT-Infrastruktur und Strukturierte Gebäudeverkabelung/WLAN

Die Gebäudeverkabelung der GSD ist seit den 1990er Jahren ausschließlich raum-bezogen (IT- und Computerräume) als reine Tertiärverkabelung gewachsen. In den 2000er Jahren entstanden zwei Gebäudeverteiler im C- und A-Trakt zwischen denen eine Primärverkabelung mit Glasfaser gelegt wurde. Erweitert wurde diese in den 2010er Jahren zum E-Trakt sowie zur KSD, um deren noch vorhandene DSL-Anschlüsse wegen der schlechten eigenen Internet-Anbindung mit zu nutzen. Mit dem Werkstatt-Neubau wurde in 2017 eine anwendungsneutrale Gebäudeverkabelung nach EN50173 geplant und auch für die Altbaubestände im Bereich der Primär- und Sekundärverkabelung umgesetzt (siehe Abbildung auf der nächsten Seite). Seitdem verfügt die GSD auch über zwei dedizierte Serverräume (Verteiler 1 und 2) mit USV und professioneller Klimatechnik.

Die LWL-Verbindungen zum Hauptserverraum (Verteiler 1) folgen dem Entwurf eines Collapsed Backbone, so dass der passive LWL-Bereich von jedem Verteiler immer direkt an die Core-Switches angeschlossen wird. Die Zuführung des FTTH-Anchlusses erfolgt über ein Leerrohr zum HÜP, die GfTA (derzeit 6 möglich) enden im Verteiler 5 und können von dort aktiv an die UTM (Fortigate) per VLAN-ID weiterverteilt werden. Für Mobile Endgeräte (Smartphones, Tablets, Notebooks, Drucker) wurde eine WLAN-Infrastruktur umgesetzt (IEEE 802.11ac), die aus Kostengründen derzeit nur im Neubau und einigen zentralen Unterrichtsbereichen flächendeckend zur Verfügung steht (67 Accesspoints in Dillenburg, 3 Accesspoints am Standort Neumühle).

Verteiler 1





d			
c	Verkabelung / Verteilernummern geändert	07.11.17	aga/ml
b	V8 Bezeichnung geändert	26.10.17	aga/ml
a	EDV Verteiler 7 ergänzt	20.02.17	aga/ml
INDEX	ÄNDERUNG	TAG	NAME

Plangrundlage: xx Stand: xx

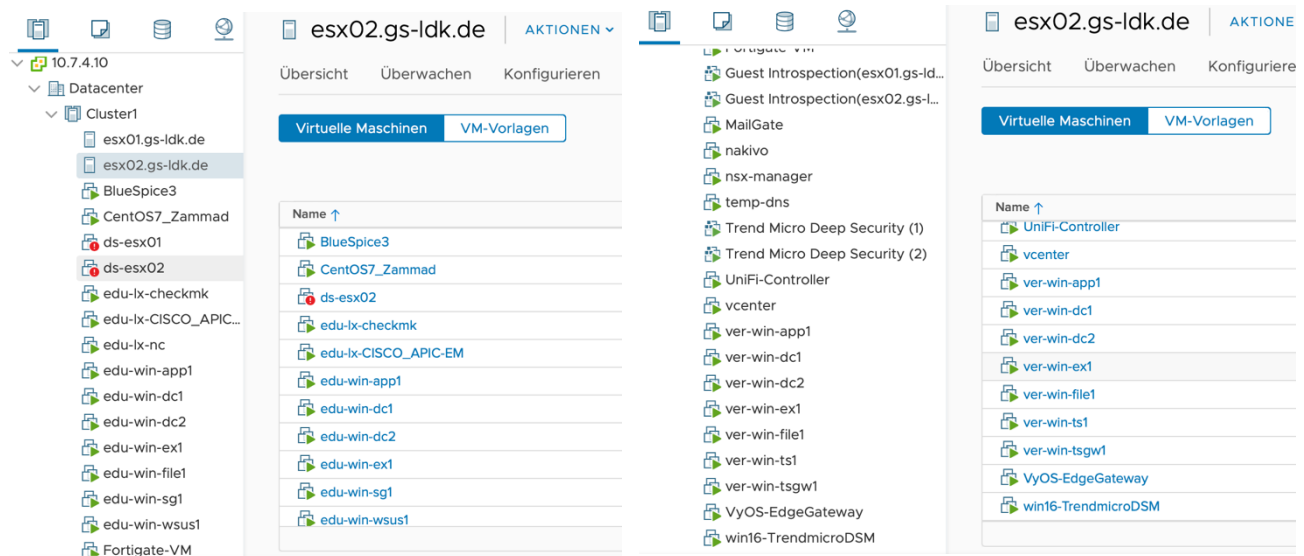
GEZEICHNET	(TAG)	28.08.16	(NAME)	aga/ml	GEPRÜFT
------------	-------	----------	--------	--------	---------

INGENIEURBÜRO ASSMANN GmbH & Co. KG
 TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG
 Bitzenstr. 11-b * 35708 Haiger * Telefon 02773/ 833 - 0

AUSFÜHRUNGSPLAN

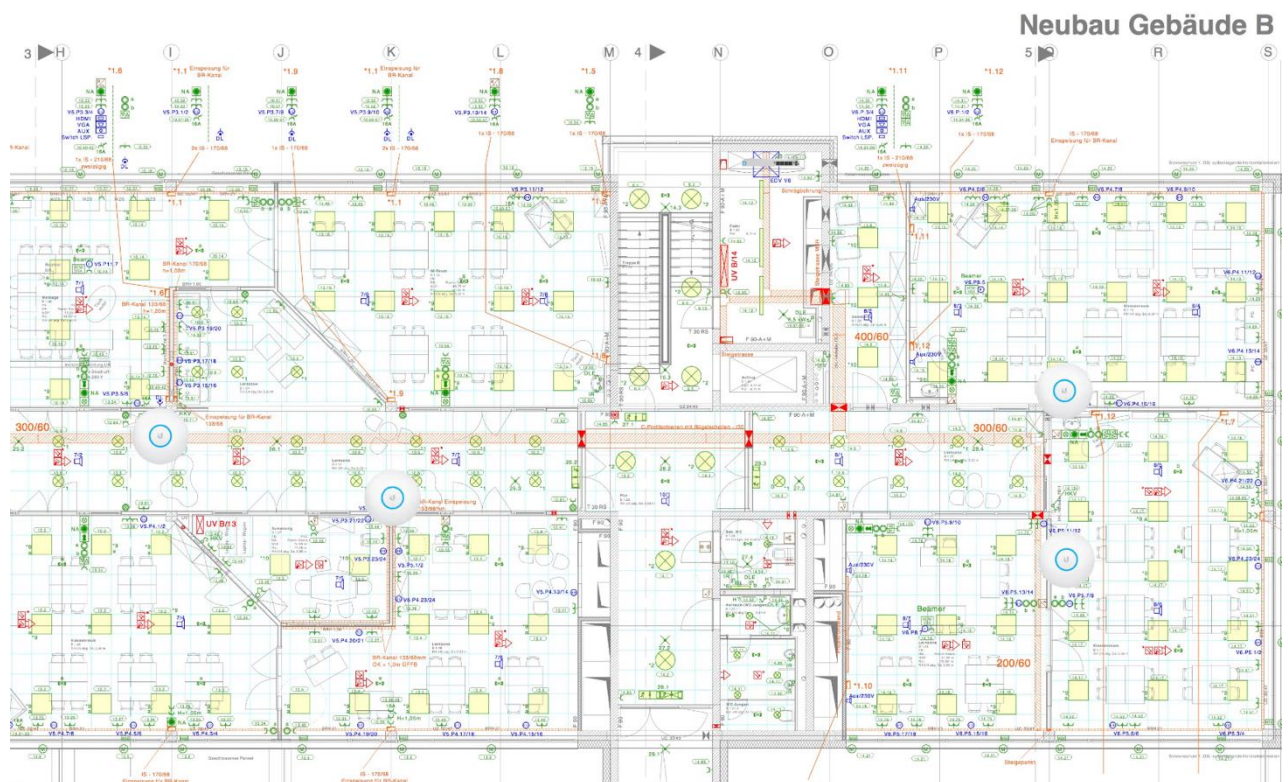
Neubau Gebäude B Gewerbliche Schulen Dillenburg Dillenburg	ZEICHN.-NR. 14.541_E_UE_XX_562_C	BLATTNR. A2	MASSSTAB 1:1
Übersicht LWL und TK Struktur			

Basis des SDDC (siehe Abbildung Verteiler 1) ist eine Virtualisierungsinfrastruktur, die sich aktuell aus 2 redundanten, leistungsstarken Servern, einem Backup-Storage und 2 redundanten 10G-Switches mit VXLAN-Support (VMWare NSX) als Standortverteiler zusammensetzt. Auf den beiden V-Servern (esx01.-/esx02.gs-ldk.de) sind die Server als Virtuelle Maschinen in einem Cluster aufgesetzt. Die Bedeutung der einzelnen VMs wird in der Tabelle auf den nächsten Seiten knapp erläutert.



The screenshot displays the vSphere interface for host 'esx02.gs-ldk.de'. On the left, a navigation tree shows the hierarchy: 10.7.4.10 > Datacenter > Cluster1 > esx02.gs-ldk.de. The main area is divided into two panels. The left panel, titled 'Virtuelle Maschinen', lists various VMs such as BlueSpice3, CentOS7_Zammad, ds-esx02, edu-ix-checkmk, edu-ix-CISCO_APIC-EM, edu-win-app1, edu-win-dc1, edu-win-dc2, edu-win-ex1, edu-win-file1, edu-win-sg1, and edu-win-wsus1. The right panel, titled 'Virtuelle Maschinen', lists other VMs including Guest Introspection, MailGate, nakivo, nsx-manager, temp-dns, Trend Micro Deep Security (1) and (2), UniFi-Controller, vcenter, ver-win-app1, ver-win-dc1, ver-win-dc2, ver-win-ex1, ver-win-file1, ver-win-ts1, ver-win-tsgw1, VyOS-EdgeGateway, and win16-TrendmicroDSM.

Die WLAN-Infrastruktur (s.u.) basiert auf einem virtualisierten WLAN-Controller (UniFi-Controller), der die Ubiquity-Accesspoints an beiden Schulstandorten managt. Die An-meldung am WLAN erfolgt per SSO/RADIUS für Lehrer, SuS und Staff.



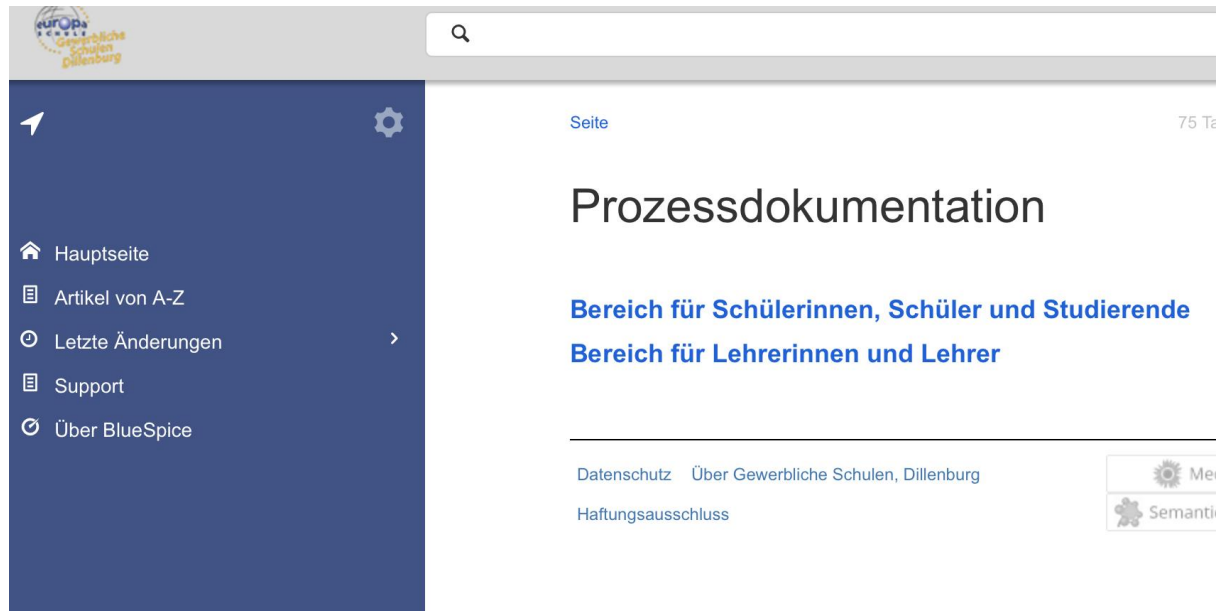
Name der VM	Betriebssystem	Verwendung als	Zweck
BlueSpice3	Debian 9	Prozessdokumentation	Dokumente für Unterrichts- und Verwaltungsprozesse beschreiben und zum Download bereitstellen (Verwaltung, Lehrer, SuS). wiki.gs-ldk.de
CentOS7_Zammad	CentOS 7	Ticket-System	Support-Prozesse abbilden (IT, Hausverwaltung, Netzwerk-Überwachung) ticket.gs-ldk.de
ds-esx01	Win2016-Server Std.	SANsymphony-VSAN	Verwaltet den Storage von ESX01
ds-esx02	Win2016-Server Std.	SANsymphony-VSAN	Verwaltet den Storage von ESX02
edu-lx-checkmk	Ubuntu 18	Netzwerkmanagement	Überwacht die Verfügbarkeit von Netzwerkkomponenten und stellt die Auslastung dar. Schülerprojekt! info.gs.ldk.de
edu-lx-CISCO_APIC-EM	Grapevine	Application-Policy-Infrastructure-Controller	Automatisiertes Deployment von Policies / QoS / IOS und Infrastruktur-Überwachung (CISCO-Switches). Schülerprojekt!
edu-lx-nc	CentOS 7	Next-Cloud	DSGVO-konforme Speicherung von Daten im eigenen Rechenzentrum cloud.gs-ldk.de
edu-win-app1	Win2016-Server Std.	Lizenz-Server	für EPLAN, FluidSIM, Siemens NX, Solid Works, FESTO-MES
edu-win-dc1	Win2016-Server Std.	Primärer	Active Directory mit Benutzern und Objekten

		Domänencontroller	der EDU-Domäne
edu-win-dc2	Win2016-Server Std.	Sekundärer Domänencontroller	Active Directory mit Benutzern und Objekten des EDU-Domäne
edu-win-ex1	Win2016-Server Std.	Exchange-Server	Groupware- und E-Mail in EDU-Domäne
edu-win-file1	Win2016-Server Std.	File-Server	Datei und Verzeichnisdienste in EDU-Dom.
edu-win-wsus1	Win2016-Server Std.	WSUS-Server	WindowsUpdate-Dienst in EDU-Domäne
edu-win-sg1	Win10-Professionell	Test-Rechner	Test-Client in EDU-Domäne
Fortigate-VM	FortiGate-VM64 v6.0.6	UTM-Server	Next-Generation-Firewall
Guest- Introspection esx01.gs-ldk.de	VMware Photon	VMware NSX	lagert die Verarbeitung von Antivirus- und Anti-Malware- Agenten auf eine dedizierte sichere virtuelle Appliance aus
Guest- Introspection esx02.gs-ldk.de	VMware Photon	VMware NSX	lagert die Verarbeitung von Antivirus- und Anti-Malware- Agenten auf eine dedizierte sichere virtuelle Appliance aus
mailgate	CentOS 7	E-Mail-Gateway	E-Mail-Proxy
nakivo	Ubuntu 18	Backup-Server	Erstellt und überwacht automatische Backups aller VMs
nsx-manager	Virtual Appliance	GUI/REST-APIs	für die NSX-Komponenten
temp-dns	Ubuntu 18	DNS-Server	für lokales DNS
Trend Micro Deep Security (1)	CentOS 6	Zentrale Verwaltung und Schutz physikalischer, virtueller und cloudbasierter	Die Lösung nutzt eine Reihe richtlinienbasierter Sicherheitsfunktionen, um VMs automatisch vor Netzwerkangriffen und Schwachstellen zu schützen,

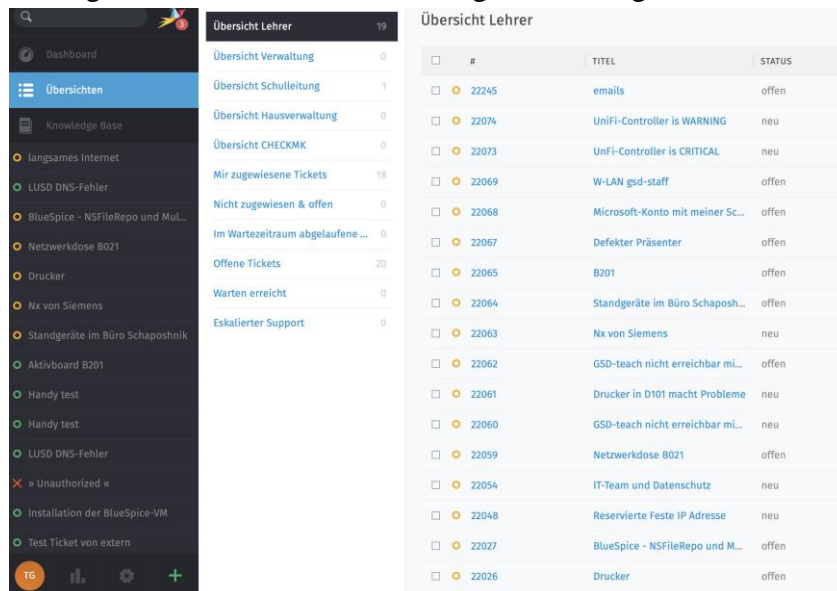
		Services esx01	Malware und Ransomware zu stoppen und nicht autorisierte Systemänderungen zu erkennen.
Trend Micro Deep Security (2)	CentOS 6	s.o., esx02	s.o., esx02
Unifi-Controller	Ubuntu 18	WLAN-Controller	Zentrales Management der Accesspoints
vcenter	VMware Photon	VCenter-Server	Zentrales Management der Virtualisierung
ver-win-app1	Win2016-Server Std.	Applikations-Server	für die Verwaltung z.B. DaVinci
ver-win-dc1	Win2016-Server Std.	Primärer Domänencontroller	für die Verwaltung
ver-win-dc2	Win2016-Server Std.	Sekundärer Domänencontroller	Für die Verwaltung
ver-win-ex1	Win2016-Server Std.	Exchange-Server	Groupware- und E-Mail in VER-Domäne
ver-win-file1	Win2016-Server Std.	File-Server	Datei und Verzeichnisdienste in VER-Dom.
ver-win-ts1	Win2016-Server Std.	Terminal-Server	Terminal-Dienst für Verwaltung
ver-win-tsgw1	Win2016-Server Std.	TS-Gateway	in DMZ für Zugriff ohne VPN
VyOS-EdgeGateway	Debian 9	Virtueller Router	Routing zwischen VLANs / Subnetzen
win16-TrendmicroDSM	Win2016-Server Std.	Deep Security Manager	Mit dieser zentralen Verwaltung können Administratoren Sicherheitsprofile erstellen und diese auf Server anwenden, Warnmeldungen überwachen und vorbeugende Maßnahmen gegen Bedrohungen durchführen, Sicherheitsupdates auf Server verteilen und Berichte erstellen.

SDDC und ITaaS: Prozessdokumentation / IT-Support / Sicherer Dateiaustausch

Initiiert durch die Steuergruppe „Digitalisierung“ ist auf wiki.gs-ldk.de sowohl für LuL als auch für SuS eine laufend von Verwaltung und Lehrkräften gepflegte Dokumentation von schulischen Prozessen zu finden. Diese bestehen aus einer Gliederung und Beschreibung nach Schulformen und typischen Verwaltungsbereichen, hinter denen Formulare und Dokumente verlinkt werden. Die Anmeldung für LuL sowie Verwaltung erfolgt per SSO resp. LDAP-Integration der beiden Domänen EDU und VER.

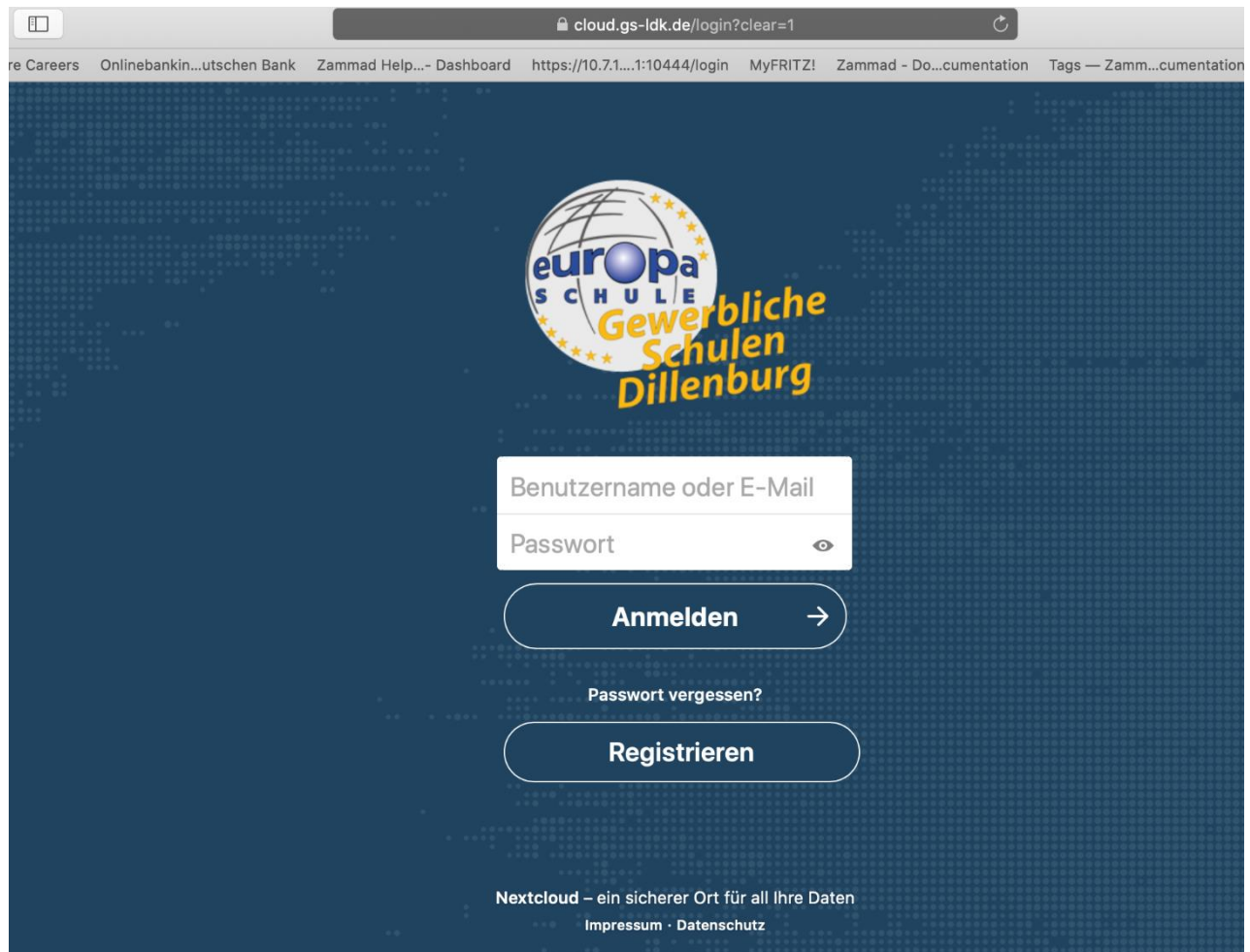


Um Servicequalität, Transparenz und Aufwandsberechnung zu erhöhen, hat das IT-Team ein Ticketsystem unter ticket.gs-ldk.de eingerichtet. Tickets können von „Kunden“ via Email oder Website geöffnet und deren Lösungsprozess verfolgt werden. Die Netz-werkmanagementlösung „CheckMK“ ist ebenfalls integriert, so dass die Verfügbarkeit kritischer IT-Komponenten sichergestellt wird. SSO/LDAP-Integration erfolgt auch hier.



#	TITEL	STATUS
22245	emails	offen
22074	Unifi-Controller is WARNING	neu
22073	Unifi-Controller is CRITICAL	neu
22069	W-LAN gsd-staff	offen
22068	Microsoft-Konto mit meiner Sc...	offen
22067	Defekter Präsenster	offen
22065	B201	offen
22064	Standgeräte im Büro Schaposh...	offen
22063	Nx von Siemens	neu
22062	GSD-teach nicht erreichbar mi...	offen
22061	Drucker in D101 macht Probleme	neu
22060	GSD-teach nicht erreichbar mi...	neu
22059	Netzwerkdose B021	offen
22054	IT-Team und Datenschutz	neu
22048	Reservierte Feste IP Adresse	neu
22027	BlueSpice - NSFileRepo und M...	offen
22026	Drucker	offen

Durch die DSGVO und den daraus resultierenden Vorgaben des Hessischen Datenschutzbeauftragten ist eine zentrale und sichere Speicherung von personenbezogenen Daten wie Noten, Beurteilungen, Zeugnissen, persönlichen Angaben, etc. Pflicht. Um die hohen rechtlichen und administrativen Hürden der lokalen Speicherung von schüler-bezogenen Daten auf privaten Lehrer-PCs zu umgehen, steht den LuL eine cloudbasierte, zentrale Speicherung von Dateien im eigenen SDDC (Rechenzentrum) der GSD zur Verfügung. Technisch realisiert ist diese mit der freien Software „NextCloud“, die auch von der „Bundescloud“ sowie diversen Ministerien genutzt wird. Die Authentifikation der LuL erfolgt ebenfalls per SSO/LDAP-Integration und ist optional auf eine 2-Faktor-Authentifikation mit z.B. Authy auf dem Smartphone erweiterbar.



SDDC und ITaaS: Anforderungen an die IT-Infrastruktur durch die IT-Berufe

Die Gewerblichen Schulen sind seit 1998 Fachklassenstandort für die IT-Berufe im Lahn-Dill-Kreis resp. der alten IHK-Bezirke, seit Sommer 2022 auch Landesfachklassen-standort für die Fachinformatiker „Daten – und Prozessanalyse“ und die Fachinformatiker „Digitale Vernetzung“. Die Schülerzahlen sind seit einigen Jahren konstant steigend, die Klassen werden inzwischen komplett 3-zügig geführt. Mit der Neuordnung zum 01.08.2020 kamen zwei neue IT-Berufe (s.o.) hinzu. Die Lernfelder wurden angepasst und ergänzt u.a. mit den Themen Cyber Security, Cyberphysische Systeme, Virtualisierung, Datensicherheit, Big Data, Internet of Things, etc.

Als Cisco Academy haben die GSD seit 2007 Ihren Schwerpunkt in den Bereichen anerkannter

Industrie-Zertifikate in der Internet- und Netzwerkbranche gelegt. Für diese Kurse als auch die alten und neuen Lehrplaninhalte sind die Virtualisierungssysteme und Ressourcen eines SDDC inzwischen Standard für eine erfolgreiche Ausbildung.

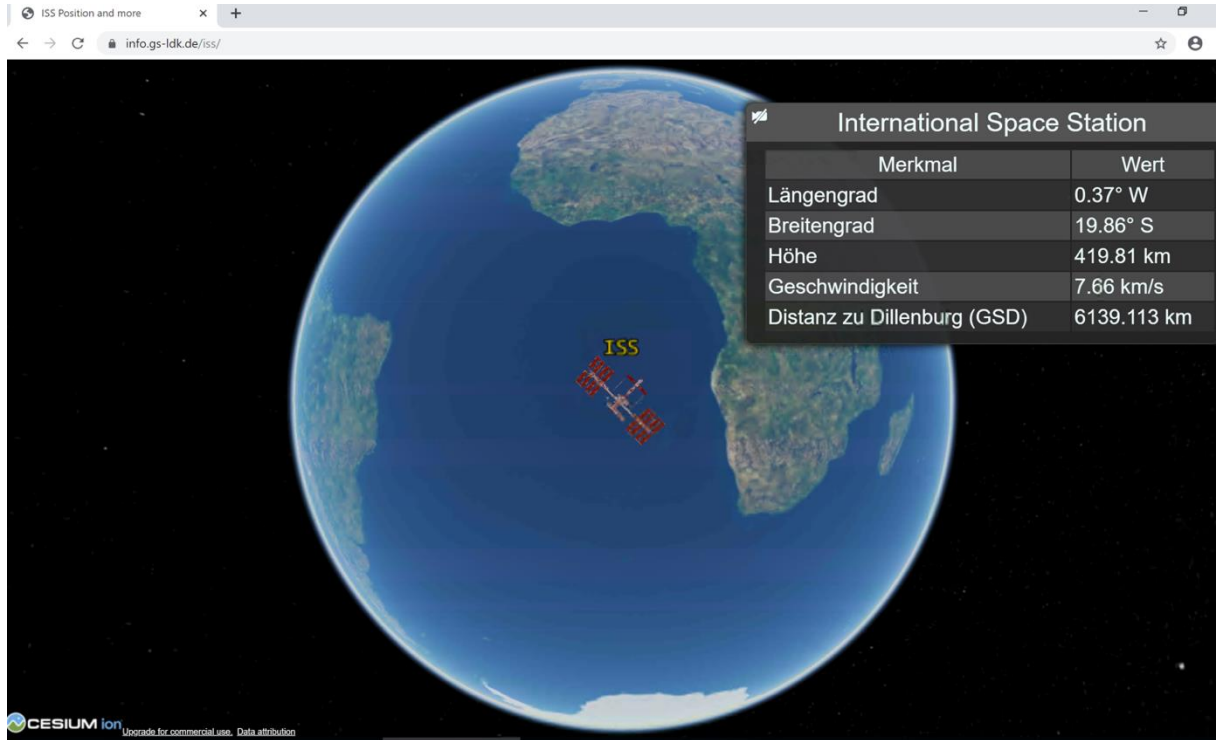
Beispielhaft seien hier Programmierbeispiele aufgeführt, die für unsere Schule einen hohen Nutzen stiften oder in ihrer Lösung bestehen: zu sehen unter info.gs-ldk.de

Die beiden Projekte zeigen in Echtzeit über RestAPIs die Auslastung und den Status zentraler Komponenten der IT-Infrastruktur an. Die Ausgabe erfolgt auf Info-Monitoren auf dem Campus. Das nachstehende Projekt macht Dillenburg im Bezug zur aktuellen Position der ISS zum Nabel der Welt. In Echtzeit wird über die RestAPI der ISS der Lage auf dem Globus dargestellt. Die Ressourcen stellt das SDDC bei allen Projekten zur Verfügung.






Auslastung Ubiquiti

Name	Model	Firmware	Geräte	Laufzeit	Empfangene Daten
AP-D203-HP-Switch-D215	U7HD	4.0.66.10832	22	01M 01d 07h 18m 15	132.79 MB
AP-A001-V2.P2.11	U7HD	4.0.66.10832	13	01M 10d 01h 44m 36	115.05 MB
SW-Unif_VT01-1	US16P150	4.0.66.10832	13	01M 03d 02h 52m 29	1.23 GB
SW-Unif_E104	US16P150	4.0.66.10832	10	01M 03d 02h 46m 28	1.36 GB
AP-A112-V2.P3.12	U7HD	4.0.66.10832	9	01M 10d 12h 29m 08	202.97 MB
AP-B201-V5.P8.10	U7HD	4.0.66.10832	8	01M 12d 11h 43m 31	91.02 MB
AP-C316-V4.P5.19	U7HD	4.0.66.10832	8	01M 10d 12h 23m 00	72.86 MB
AP-D204-HP-Switch-D215	U7HD	4.0.66.10832	7	01M 01d 07h 17m 59	123.81 MB
AP-B121-Sued-V5.P8.09	U7HD	4.0.66.10832	7	01M 10d 11h 50m 19	489.21 MB
AP-D101-V2.P1.P14	U7HD	4.0.66.10832	6	01M 11d 11h 39m 39	268.86 MB
AP-B209-210-V6.P4.05	U7HD	4.0.66.10832	6	01M 12d 12h 16m 53	104.11 MB
AP-D107-HP-Switch-D107-P7	U7HD	4.0.66.10832	6	01M 10d 00h 52m 26	68.42 MB
AP-B207-V6.P4.02	U7HD	4.0.66.10832	6	01M 11d 12h 23m 07	125.44 MB



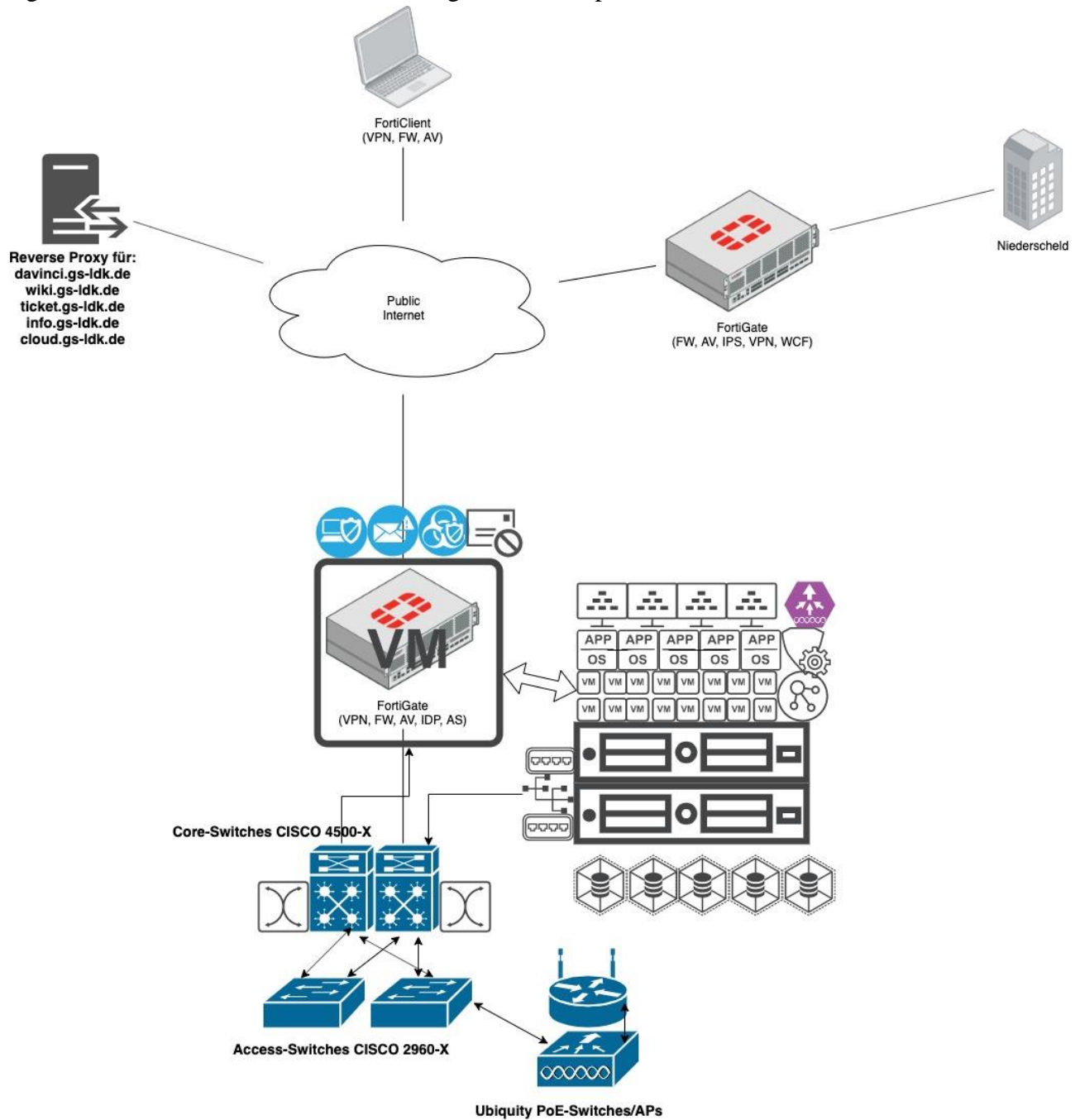
Die Verfügbarkeit des ÖPNV ist für unsere SuS von zentraler Bedeutung. Sämtliche Verbindungen werden in Echtzeit über eine API des RMV eingelesen und auf Info-Monitoren in der Schule angezeigt.



Linie: RB96	Linie: 102	Linie: 491
		
Geplante Ankunftszeit: 09:44:00 Uhr	Geplante Ankunftszeit: 09:45:00 Uhr	Geplante Ankunftszeit: 09:58:00 Uhr
Verspätung: 0 min	Verspätung: 0 min	Verspätung: 7 min
Ankunftszeit: 09:44:00 Uhr	Ankunftszeit: 09:45:00 Uhr	Ankunftszeit: 10:05:00 Uhr
Ziel: Dillenburg Bahnhof	Ziel: Dillenburg ZOB	Ziel: Dillenburg ZOB
Abfahrt: Betzdorf (Sieg) Bahnhof	Abfahrt: Haiger Paradeplatz	Abfahrt: Biedenkopf Marktplatz
Ankommende Verbindung	Ankommende Verbindung	Ankommende Verbindung

SDDC und ITaaS: Netzwerkinfrastruktur, Security und Internetanbindung

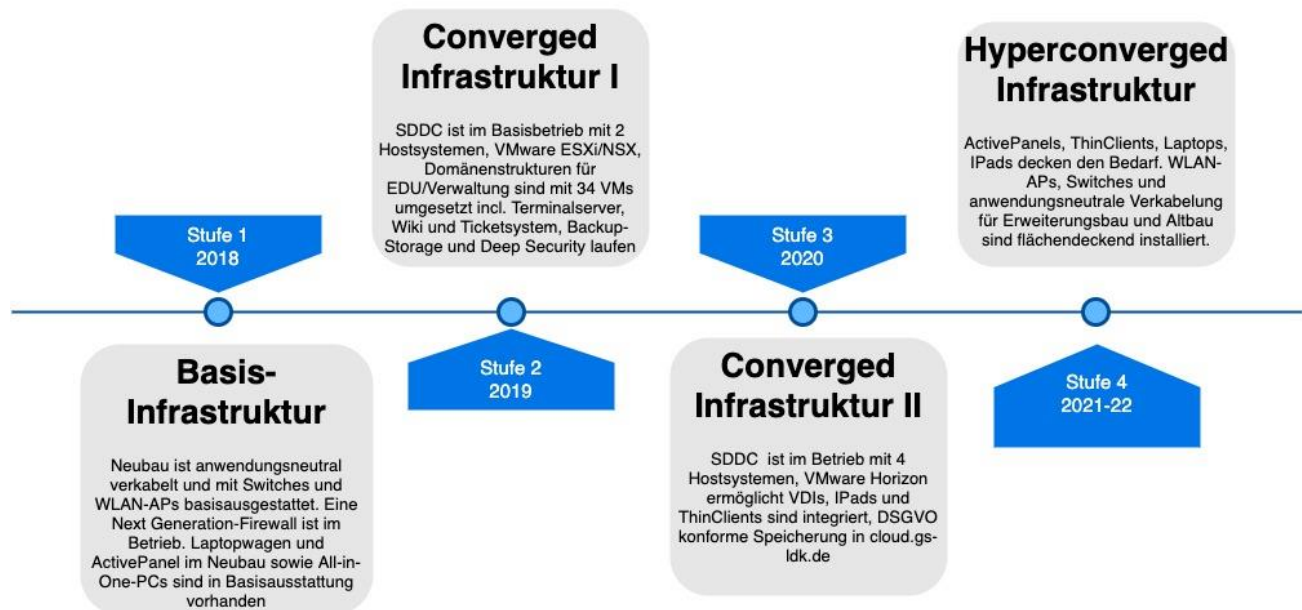
Die Komplexität unserer Netztopologie ist nachstehend reduziert auf das Wesentliche abgebildet. Details können dem vollständigen IT-Konzept entnommen werden.



SDDC und ITaaS: IST/SOLL in Meilensteinen

Entwicklung und Ausbau der IT- und Medienlandschaft haben bereits in 2018 eine grundlegende konzeptionelle Neuausrichtung erhalten, die konsequent die Strategie SDDC verfolgt. Der Ausbau bis Stufe 3 ist noch nicht vollständig finanziert. Im Rahmen des Digitalpakts werden insbesondere für Stufe 4 weitere Mittel benötigt.

Meilensteine des IT-Konzepts



SDDC und ITaaS: Support-Bedarf und Fortbildungsmaßnahmen

Der First-Level-IT-Support basiert auf unserem Ticketsystem ticket.gs-ldk.de und wird vom IT-Team der GSD abgearbeitet. Die anfallende Mehrarbeit wird über Dienstleistungsverträge, eine Funktionsstelle sowie einen IT-Assistenten, der vom Förderverein getragen wird, abgesichert. Der Second-Level-Support ist über das Medien-zentrum des LDK für die Telekommunikation sowie einem Dienstleistungsvertrag mit der Salutech GmbH, Haiger für die IT-Infrastruktur gewährleistet. Die hierfür anfallenden, jährlichen Kosten werden gesondert (externe Planungstabelle) ausgewiesen. Dies gilt auch für die notwendigen Fortbildungsmaßnahmen, die jährlich über den Fortbildungs-beauftragten eingereicht und vom SLT aus dem Fortbildungsbudget aufgeteilt werden.

4.2. Wie kann eine standortübergreifende Simulationssoftware (FactoryIO) effektiv für die Berufsausbildung im Klassenzimmer genutzt werden?

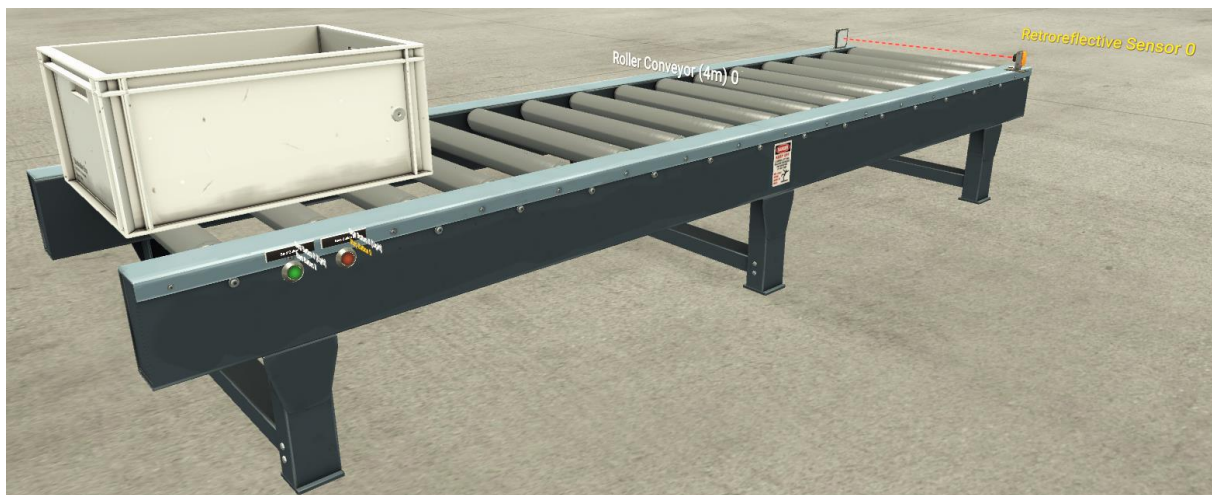
Die Software Factory I/O ermöglicht die Simulation einer 3D-Fabrik zur Vermittlung von Automatisierungstechnologien. Die virtuelle Fabrik wird mit einer Auswahl an gängigen industriellen Teilen aufgebaut. Factory I/O enthält viele Szenarien, die von typischen industriellen Anwendungen inspiriert sind und Schwierigkeitsstufen vom Anfänger bis zum Fortgeschrittenen umfassen.

Das häufigste Szenario besteht darin, Factory I/O als SPS-Trainingsplattform zu verwenden, da Speicher-Programmierbare-Steuerungen die am häufigsten verwendeten Controller in industriellen Anwendungen sind. Es können jedoch auch Mikrocontroller, SoftPLC, Modbus und viele andere Technologien verwendet werden.

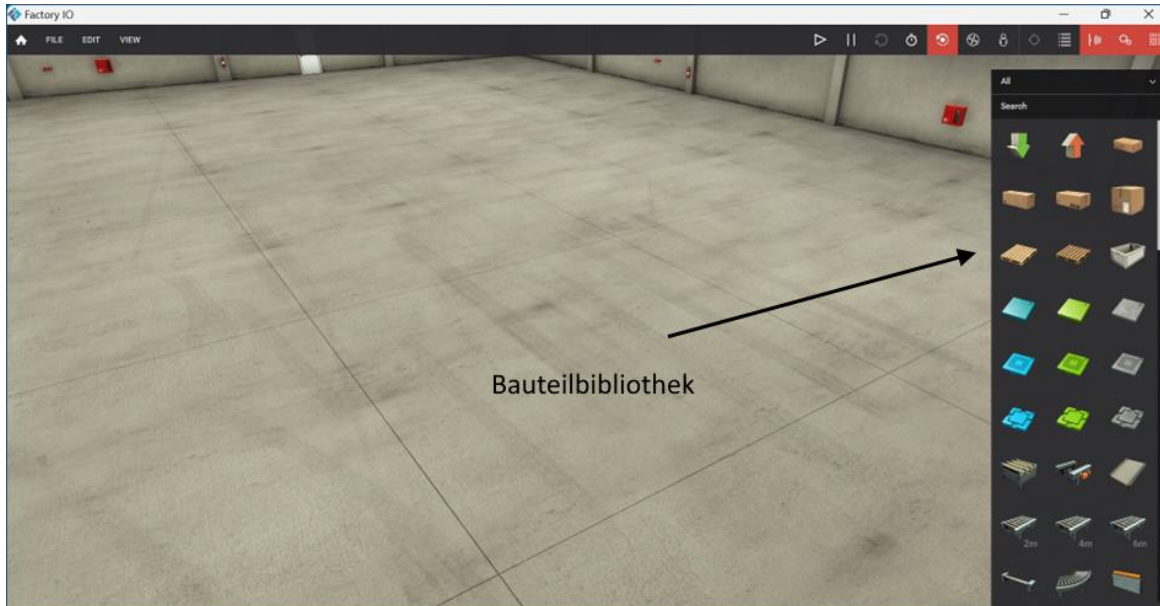
Die Software Factory I/O besteht aus zwei Teilen. Im ersten Teil wird eine virtuelle Industrieanlage (Factory) mit entsprechenden Maschinen, Sensoren, Aktoren und Geräten erstellt. Im zweiten Teil (Control I/O) erfolgt die Programmierung der zur Industrieanlage gehörigen SPS. Factory I/O stellt je nach Versionsumfang verschiedenste SPS zur Verfügung. Im Folgenden wird eine Programmierung mit Hilfe von Funktionsbausteinen verwendet, da diese SPS-unabhängig erfolgt und sich auf die reinen Logikverknüpfungen beschränkt. SPS und Fertigungsanlage tauschen permanent Informationen bidirektional aus. Änderungen in der SPS sind somit sofort in geänderten Abläufen in der Fertigung zu sehen. Änderungen bezüglich der Sensoren, Aktoren etc. in der Fertigungsanlage, bewirken umgehend entsprechende Änderungen in der SPS.

In zwei Workshops wurden die Grundlagen im Umgang mit Factory IO vermittelt. Umgesetzt wurde ein handlungsorientierter Ansatz, der es den Teilnehmern ermöglichte, nach einem Input des Referenten selbständig problemlösend zu agieren.

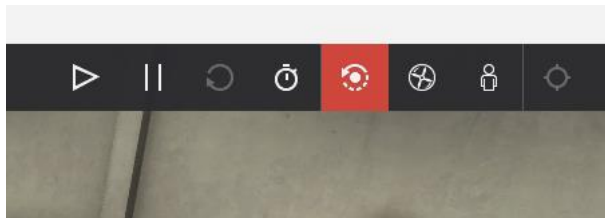
1. Aufgabenstellung im Bereich der Factory



Nach Betätigung des Starttasters soll dieser dauerhaft leuchten und der Conveyor die Box transportieren. Wird der Retroreflective Sensor erreicht, stoppt der Transport. Bei Betätigung des Stoptasters wird der Transport ebenfalls gestoppt. Der conveyor inklusive Motor ist in der Produktbibliothek von Factory IO enthalten. Montiert werden müssen noch der Starttaster, der Stoptaster und der Retroreflective Sensor. Anschließend wird die Transportbox hinzugefügt. Alle diese Objekte sind in der Bibliothek enthalten.



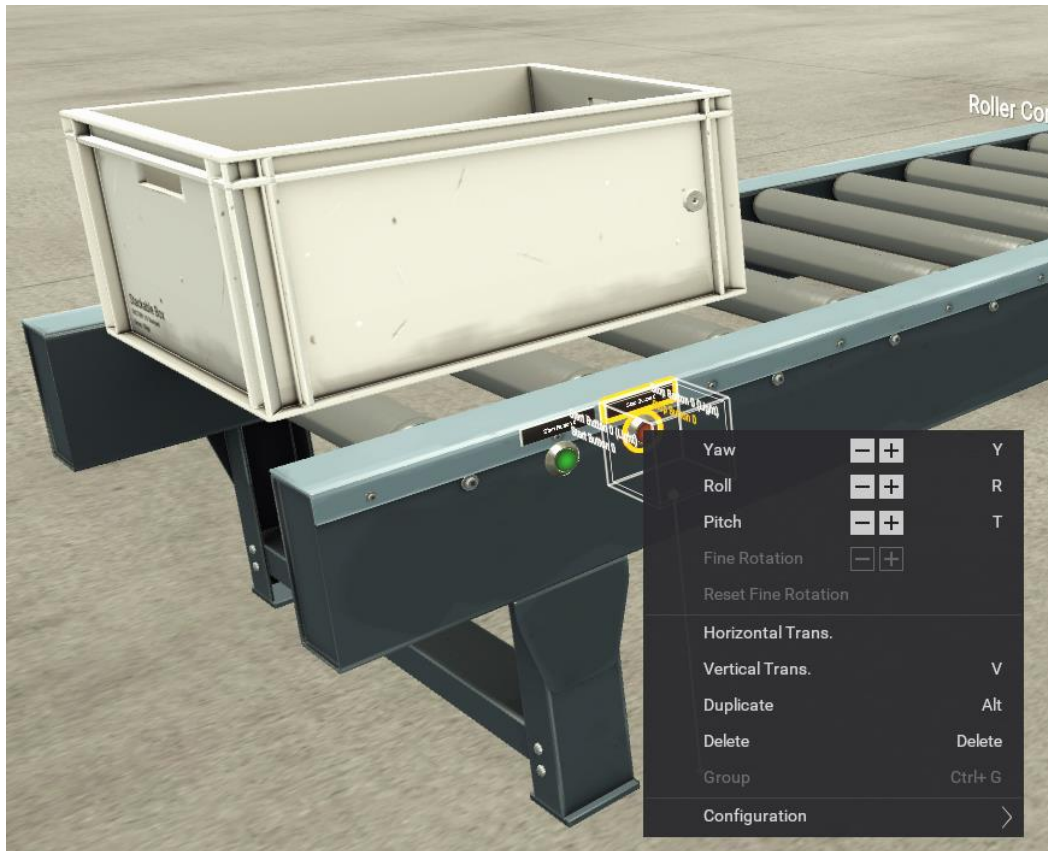
Für die Erstellung einer fertigungstechnischen Anlage ist eine effektive Navigation in 3 Dimensionen zwingend erforderlich. Sehr hilfreich ist dabei die Wahl der Orbitalkamera.



Orbitcamera ausgewählt

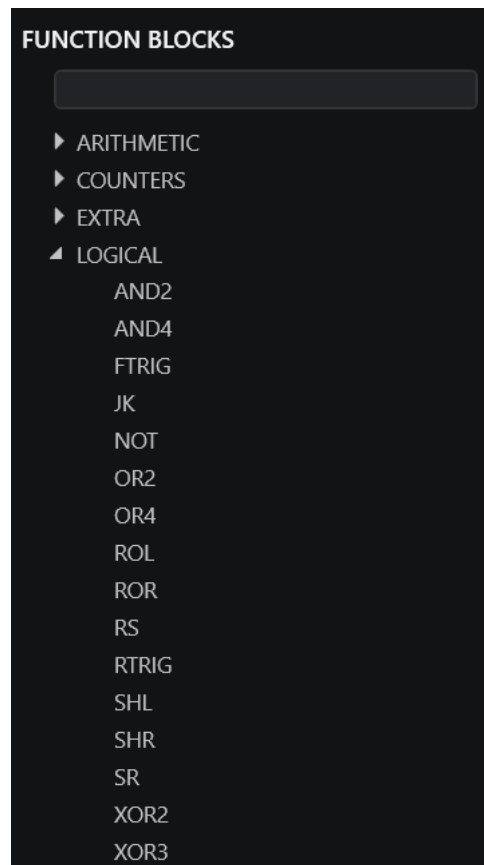
Um ein Objekt um einen Fixpunkt drehen zu können, was die Montage von Objekten erheblich erleichtert, wird der Fixpunkt mit einem Doppelklick der linken Maustaste gesetzt. Mit der rechten Maustaste kann das Objekt dann um diesen Punkt (erscheint als weißer Spot) gedreht werden. Das Scrollrad dient zum Zoomen, mit Druck auf die dritte Maustaste kann das Objekt verschoben werden. Eine freie Positionierung von Objekten im dreidimensionalen Raum ist schwierig, wenn alle drei Dimensionen aktiv sind. Deshalb wird das zu positionierende Objekt mit der rechten Maustaste angeklickt. Es öffnet sich das unten dargestellte Kontextmenü. Jetzt kann eine vertikale oder horizontale Translation ausgewählt werden. Außerdem kann eine Rotation um eine der drei rotatorischen Achsen ausgewählt werden.

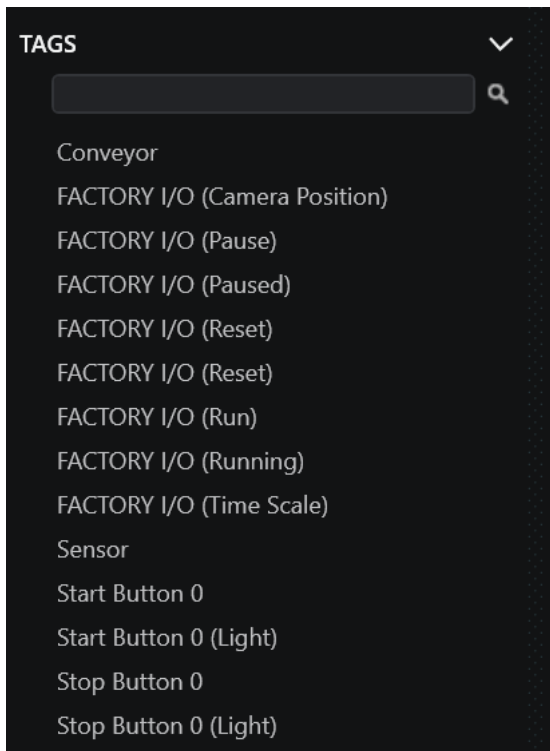
Eine exakte Positionierung zw. Orientierung wird durch dieses Vorgehen erheblich erleichtert.



2. Erstellung der SPS in Funktionsbausteinsprache

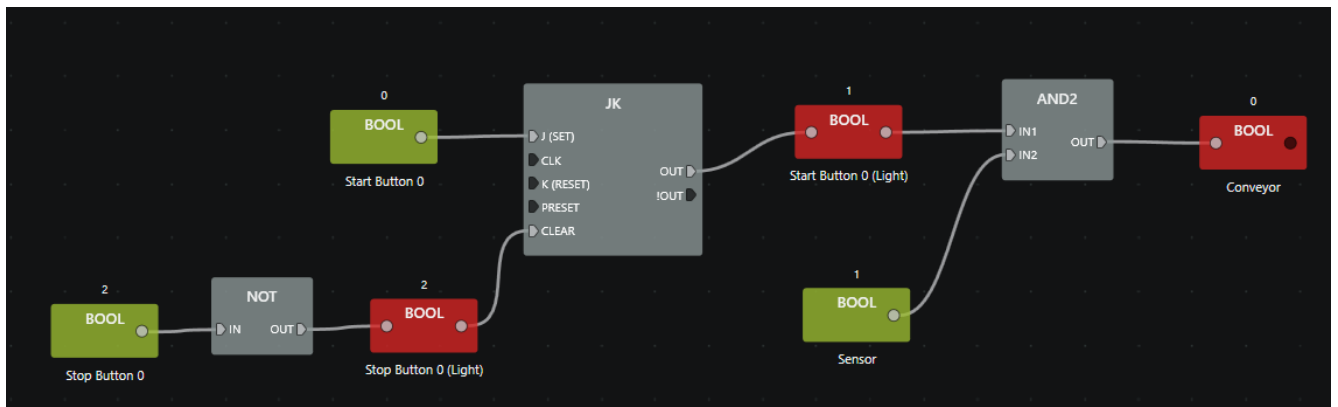
Der Softwarebereich der SPS wird geöffnet, indem im Hauptmenü File/Drivers/Control IO gewählt wird. Zwei Bereiche sind von besonderer Relevanz. Unter **Tags** werden alle in der Factory verbauten Sensoren und Aktoren angezeigt. Für die Programmierung werden die **Function Blocks** ausgewählt, wobei für die einfache Aufgabenstellung die Logikbausteine genügen.





Beispiel zur Lösung der Aufgabenstellung:

Zu beachten ist, dass der Stopptaster standardmäßig als Öffner ausgeführt ist, sein Ausgangssignal muss somit negiert werden. Statt des hier verwendeten JK-Flip-Flops, kann auch ein einfacheres SR-Flip-Flop verbaut werden.



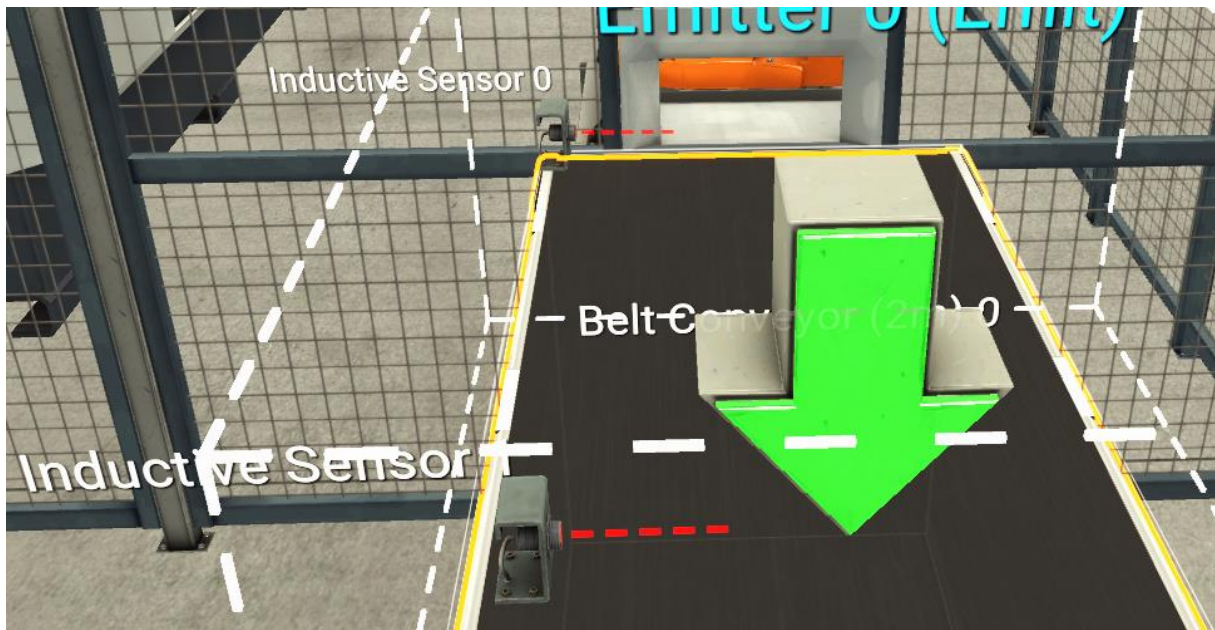
Um die Simulation zu starten, muss bei geladener Steuerung die Play-Taste gedrückt werden.



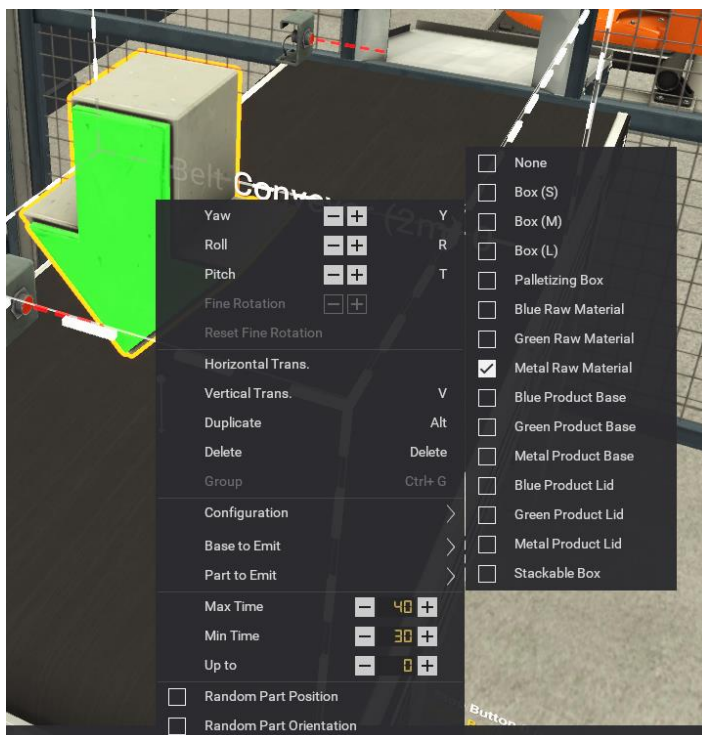
3. Anwendung der bisherigen Grundlagen auf eine komplexere Aufgabenstellung.



Die CNC-Maschine soll durch einen Gelenkarmroboter mit Rohteilen aus Metall bestückt werden. Nach der Fräsbearbeitung entnimmt der Roboter das Produkt. Die Rohteilzufuhr erfolgt durch ein Fließband. Das Fließband kann durch den Starttaster oder den induktiven Sensor 1 gestartet werden. Der induktive Sensor 0 startet das Maschinencenter. Die Rohteile werden durch den Emitter zur Verfügung gestellt. Nach der Fertigung werden die Produkte durch einen Remover entfernt. Zu beachten ist, dass die komplette Fertigungszelle mit Roboter eine Einheit bildet. Für den Start des Roboters ist eine in der Zelle eingebaute Kamera zuständig, welche so programmiert ist, dass der Fertigungsprozess nur bei geliefertem Rohmaterial startet. Wird ein Fertigprodukt zugeführt, startet der Prozess nicht.

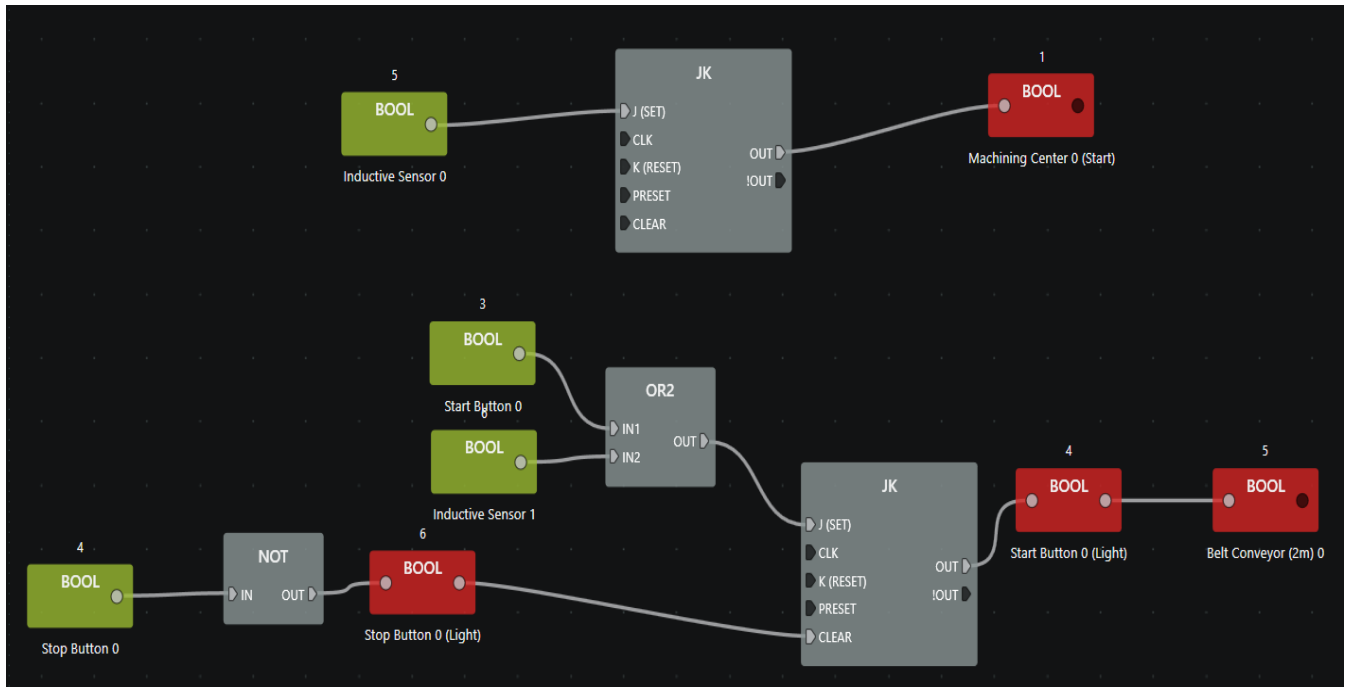


Konfiguration des Emitters:

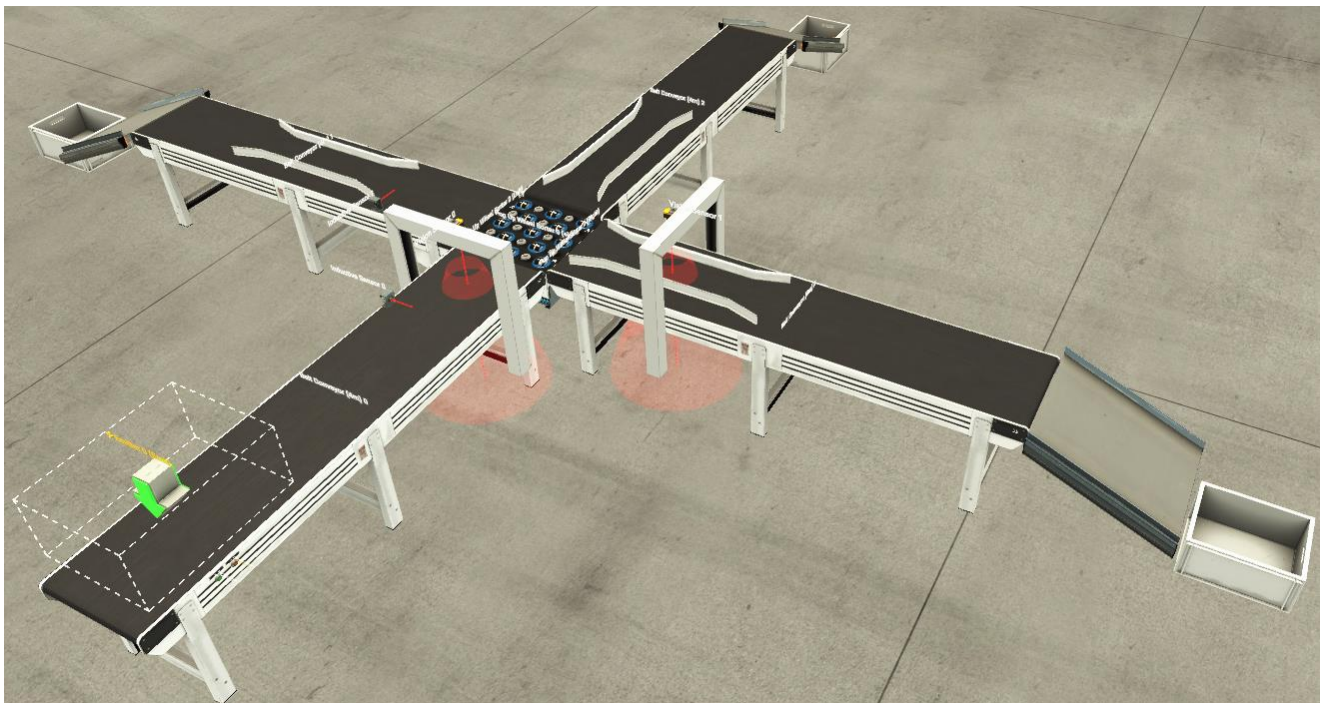


- Als Part to Emit wird Metal Raw Material gewählt
- Als Minimalzeit wird 30s und als Maximalzeit 40s bestimmt. Innerhalb dieses Zeitfensters stellt der Emittter das Rohmaterial zufällig zur Verfügung.
- „Up to 0“ bedeutet, dass der Emittter ohne Stücklimitierung Rohmaterial liefert.

Musterlösung für die SPS in Funktionsbausteinsprache:



4. Abschlussaufgabenstellung für den durchgeführten Workshop



Durch den Emitter werden nach dem Zufallsprinzip blaue Kunststoff-Fertigprodukte sowie grüne Kunststoff- und Metallroherteile zur Verfügung gestellt. Diese Teile sollen in der Sortieranlage drei unterschiedlichen Boxen zugeführt werden.

4.3. Welche Chancen bietet ein digitaler Zwilling in moderner industrieller Fertigung 4.0 und bei Projekten der Berufs- und Fachschule?

Der digitale Zwilling – eine Schlüsseltechnologie für die Industrie 4.0

Wie bereits erläutert wird Industrie 4.0, die nächste industrielle Revolution, in unterschiedlichen Kontexten genutzt und in verschiedenen Bereichen diskutiert. Der digitale Zwilling (englisch: digital twin) wurde erstmals 2010 von der NASA definiert als Simulation eines Fahrzeugs oder Systems, das die besten verfügbaren physikalischen Modelle verwendet, um das Verhalten des realen Objekts möglichst genau widerzuspiegeln.

Im Laufe der Zeit wurde "Digital Twin" zu einem beliebten Marketing-Begriff, der auf eine Vielzahl von Simulationswerkzeugen für Maschinen- oder Anlagensimulation angewendet wurde. Eine mächtige Marketingkampagne von Siemens gab dem Begriff eine zweite Interpretation: Er bezieht sich auf ein dynamisches 3D-Modell, z.B. einer Produktionsanlage, Maschine oder eines Autos, einschließlich der dazugehörigen Simulation. Der neue Fokus lag auf dem simulierten und sichtbaren 3D-Modell. Diese Interpretation ist derzeit State-of-the-Art und wird von einem breiten industriellen Publikum von Anbietern bis zu Benutzern geteilt. Aber tatsächlich handelt es sich bei der technischen Implementierung immer noch um eine Industrie-3.0-Technologie, die für viele Anwendungsfälle nützlich ist, aber nicht als „Industrie 4.0“ definiert werden kann.

Das Konzept des digitalen Zwillings (siehe Abbildung 6) basiert auf der Modellierung von Assets mit all ihren geometrischen Daten, kinematischen Funktionen und logischem Verhalten unter Verwendung digitaler Tools. Der digitale Zwilling bezieht sich direkt auf das physische Asset und ermöglicht es, es zu simulieren, zu kontrollieren und zu verbessern. Laut Gartner sind "weniger als 1 Prozent der physischen Maschinen und Komponenten, die heute im Einsatz sind, so modelliert, dass die Modelle das Verhalten erfassen und imitieren".

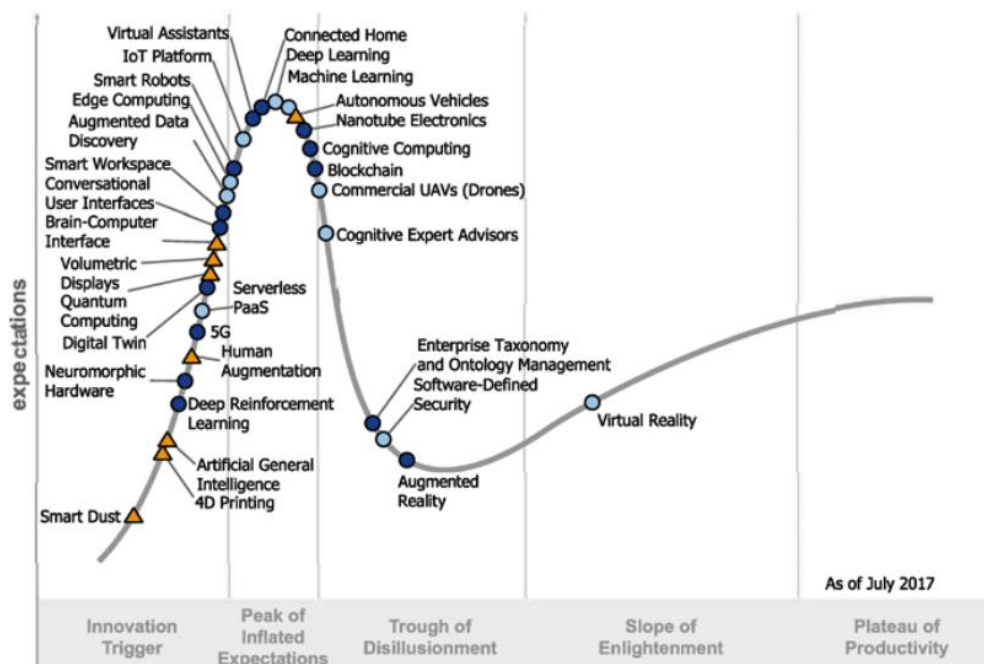


Abbildung 7: Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies 2017

Derzeit werden digitale Zwillinge in Industrie 4.0-Arbeitsgruppen im Kontext von Asset-Administration-Shell oder Industrie 4.0-Komponenten diskutiert. Digitale Zwillinge sind keine einzelnen Objekte oder monolithischen Datenmodelle, sondern setzen sich zusammen aus verschiedenen Aspekten digitaler Repräsentationen, Funktionen, Modelle, Schnittstellen usw. Aus Sicht von Fertigung und der technischen Entwicklung ist offensichtlich, dass digitale Zwillinge verschiedene Aspekte erfordern und abdecken, wie zum Beispiel:

- Selbstbeschreibung mithilfe einzigartiger Attribute und Parameter, die Konfigurationsdaten beschreiben, z.B. zur automatischen Identifizierung, um Maschinen und Komponenten einfach mit MES und anderen Industrial-IoT-Lösungen zu verbinden [3].
- Modelle des korrekten Laufzeitverhaltens einer Maschine, einer Linie oder eines gesamten Produktionsbetriebs, basierend auf erlernten Daten aus dem Maschinenlernen.
- Eine äußerst breite Palette von Offline- und Online-Simulationen, wie Finite-Element-Simulationen, virtuelle Inbetriebnahme oder Physiksimulationen, bei denen die hergestellten Waren mit der Maschinenkinematik interagieren. Idealerweise sollten die verschiedenen Simulationsmodelle in der Lage sein, miteinander zu interagieren, um ein integriertes Simulationsmodell zu generieren.
- Eine digitale Fabrik, die Maschinen und andere Fertigungsressourcen, Gebäude und Versorgungseinrichtungen beschreibt. Ein Building Information Model (BIM) könnte auch Teil eines digitalen Zwillings sein, solange es relevante Informationen enthält, z. B. zur Topologie. Das Konzept digitaler Fabriken hat bereits eine lange Geschichte und wird durch bekannte Standards wie VDI 4499 beschrieben.
- IT-Sicherheit, Zugriffsrechte, Handhabung von Zertifikaten, Versionsmanagement und Kompatibilitätsprüfung verschiedener Versionen von digitalen Zwillingen [5].

Digitale Zwillinge sind entscheidend für die Industrie 4.0 und die Digitalisierung der Fertigung. Ihr Inhalt ist während aller Phasen des Lebenszyklus und in verschiedenen Arten von Anwendungen von großer Bedeutung.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ein digitaler Zwilling bietet in der modernen industriellen Fertigung 4.0 viele Chancen. Zum einen kann er dazu beitragen, den Produktionsprozess zu optimieren und die Effizienz zu erhöhen. Durch den digitalen Zwilling können Probleme bereits im Vorfeld erkannt und behoben werden, bevor sie in der realen Produktion auftreten.

Ein weiterer Vorteil ist die Möglichkeit, den gesamten Produktlebenszyklus abzubilden und zu überwachen. Durch den digitalen Zwilling kann der Hersteller beispielsweise den Zustand des Produkts während der gesamten Lebensdauer überwachen und Wartungsarbeiten planen, bevor es zu Ausfällen kommt.

Darüber hinaus kann der digitale Zwilling auch dazu beitragen, neue Produkte zu entwickeln und zu testen. Durch Simulationen und Modellierung kann der Hersteller verschiedene Szenarien durchspielen und so schneller und kosteneffizienter neue Produkte auf den Markt bringen.

4.4. Realisierung von Lernsituationen im Kontext von Industrie 4.0 unter Nutzung eines digitalen Zwillings in der Aus- und Weiterbildung an den Gewerblichen Schulen Dillenburg

Ein digitale Zwillings bietet viele Chancen, um die Fertigung 4.0 zu verbessern und zu optimieren. Welche Vorteile ergeben sich daraus nun für die Beruflichen Schulen und wie können digitale Zwillinge in der Aus- und Weiterbildung implementiert werden? Diese Fragen sollen in diesem Abschnitt behandelt und mit Anwendungsbeispielen aus dem Schulalltag an den Gewerblichen Schulen Dillenburg dargestellt werden.

In Projekten der Berufs- und Fachschule kann ein digitaler Zwilling von großem Nutzen sein. Schüler/innen und Studierende können dabei praktische Erfahrungen im Umgang mit modernen Technologien sammeln und ihre Fähigkeiten im Bereich der Industrie 4.0 ausbauen. Zudem können durch die Verwendung eines digitalen Zwillings komplexe Zusammenhänge und Prozesse besser veranschaulicht werden, was zu einem tieferen Verständnis führt.

Digitaler Zwilling werden an den Gewerblichen Schulen Dillenburg in der Berufs- und Fachschule auf verschiedene Weise eingesetzt, um den Lernprozess der Schüler zu unterstützen. Hier sind einige allgemeine Beispiele für Anwendungsbereiche im Unterricht:

- Virtuelle Übungen: Durch die Verwendung eines digitalen Zwillings können Schüler virtuelle Übungen durchführen, um ihre Fähigkeiten zu verbessern und sich auf reale Szenarien vorzubereiten. Sie können verschiedene Aspekte der Produktion oder Wartung simulieren, ohne dabei reale Maschinen oder Anlagen zu benötigen.
- Fehlerbehebung: Ein digitaler Zwilling kann auch verwendet werden, um Schüler bei der Fehlerbehebung zu unterstützen. Sie können lernen, Probleme zu identifizieren und zu beheben, indem sie virtuelle Maschinen oder Anlagen untersuchen und dabei verschiedene Szenarien durchspielen.
- Design und Planung: Durch die Verwendung eines digitalen Zwillings können Schüler auch lernen, wie man Maschinen oder Anlagen entwirft und plant. Sie können verschiedene Designs testen und simulieren, um die optimale Lösung zu finden.
- Kollaboration: Ein digitaler Zwilling kann auch die Zusammenarbeit zwischen Schülern und Lehrern verbessern. Sie können virtuell zusammenarbeiten, um Probleme zu lösen, Ideen auszutauschen und Projekte gemeinsam zu entwickeln.

Die Vorteile der Arbeit mit einem digitalen Zwilling in der Berufs- und Fachschule sind vielfältig. Nachfolgend werden einige aufgezeigt:

- Kostenersparnis: Die Verwendung eines digitalen Zwillings kann Kosten sparen, da Schüler keine realen Maschinen oder Anlagen benötigen, um ihre Fähigkeiten zu verbessern.
- Sicherheit: Die Arbeit mit einem digitalen Zwilling ist sicherer als die Arbeit mit realen Maschinen oder Anlagen. Schüler können lernen, wie man Fehler behebt oder komplexe Probleme löst, ohne dabei ihre Sicherheit oder die von anderen zu gefährden.
- Effizienz: Die Verwendung eines digitalen Zwillings kann auch die Effizienz verbessern. Schüler/innen und Studierende können virtuell verschiedene Szenarien durchspielen, um die optimale Lösung zu finden und Zeit zu sparen.

- **Flexibilität:** Ein digitaler Zwilling bietet auch mehr Flexibilität. Schüler können von überall aus auf die virtuellen Maschinen oder Anlagen zugreifen und lernen, ohne dabei an einen bestimmten Ort gebunden zu sein.

Die Kompetenzen, die bei der Verwendung von digitalen Zwillingen im Unterricht geschult werden, sind äußerst vielseitig. Nachfolgend werden einige Kompetenzen dargestellt:

- **Technische Kompetenz:** Durch die Arbeit mit einem digitalen Zwilling können Schülerinnen und Schüler technische Fähigkeiten erlernen, wie zum Beispiel die Bedienung von CAD-Software oder die Programmierung von Robotern.
- **Problemlösungskompetenz:** Digitale Zwillinge erfordern oft die Lösung komplexer technischer Herausforderungen, wodurch Schülerinnen und Schüler lernen können, systematisch Probleme zu analysieren und kreative Lösungen zu entwickeln.
- **Teamarbeit und Kommunikation:** Oftmals erfordert die Arbeit mit digitalen Zwillingen die Zusammenarbeit in Teams. Hierbei können Schülerinnen und Schüler lernen, effektiv zu kommunizieren, Verantwortung zu übernehmen und gemeinsam Ziele zu erreichen.
- **Analytische Kompetenz:** Durch die Analyse von Daten, die von digitalen Zwillingen generiert werden, können Schülerinnen und Schüler lernen, Daten zu interpretieren und Schlüsse daraus zu ziehen.

Um sicherzustellen, dass die Kompetenzen von den Schüler/innen und Studierenden gefördert und gefestigt worden sind, muss im Anschluss an jedes bearbeitete Projekt oder eine fertiggestellte Lernsituation eine Überprüfung erfolgen. Dazu können verschiedene Methoden eingesetzt werden. Hier sind einige Beispiele:

- **Bewertung von Arbeitsprodukten:** Lehrerinnen und Lehrer können die Arbeitsprodukte, die von den Schüler/innen und Studierenden erstellt wurden, bewerten und beurteilen, ob sie den Anforderungen entsprechen und welche Kompetenzen dabei demonstriert wurden.
- **Reflexion:** Schüler/innen und Studierenden können dazu angeleitet werden, ihre eigene Arbeit zu reflektieren und zu bewerten, welche Kompetenzen sie dabei erworben haben und wo sie noch Verbesserungsbedarf sehen.
- **Peer-Feedback:** Schüler/innen und Studierenden können sich gegenseitig Feedback geben und so ihre Arbeitsergebnisse und Kompetenzen verbessern.
- **Präsentationen:** Schüler/innen und Studierenden können ihre Arbeitsergebnisse in Form von Präsentationen vorstellen und ihre Kompetenzen demonstrieren.

Zusammenfassend bietet ein digitaler Zwilling in der Berufs- und Fachschule zahlreiche Vorteile, die den Lernprozess der Schüler verbessern können. Sie können ihre Fähigkeiten verbessern, Probleme lösen, zusammenarbeiten und sich auf reale Szenarien vorbereiten, ohne dabei reale Maschinen oder Anlagen zu benötigen.

Im Nachfolgenden werden einige praktische Anwendungsbeispiele zum Thema Industrie 4.0 und der Verwendung von digitalen Zwillingen aus dem Schulalltag an den Gewerblichen Schulen Dillenburg dargestellt.

4.5. Anwendungsbeispiele zu den Themen Industrie 4.0 und digitaler Zwillings aus dem Unterrichtsalltag an den Gewerblichen Schulen Dillenburg

4.5.1. Beispiel 1: "Entwicklung eines digitalen Zwillings für ein Produktionsprozess"

Zielgruppe: Schüler/innen der Fachschule für Technik oder auch Auszubildende im Bereich Technik. Dabei können berufsfeldübergreifend Lernende gemeinsam an diesem Projekt arbeiten. Zuletzt wurde das Projekt mit Lernenden der Ausbildungsberufe Industriemechaniker, Mechatroniker und Auszubildenden aus der IT umgesetzt (vgl. Anhang 1.1)

Dauer: 6 Wochen (ca. 30 Unterrichtsstunden)

Lernziele:

- Verständnis der Konzepte von Industrie 4.0 und des digitalen Zwillings im Kontext von Smart Factory
- Fähigkeit zur Erstellung eines digitalen Zwillings für einen Produktionsprozess (CAD-Kenntnisse werden vorausgesetzt)
- Entwicklung von Problemlösungs- und Teamarbeit-Fähigkeiten
- Verbesserung der Präsentationsfähigkeiten

Aufgabenstellung:

Die Lernenden sollen in Teams von je 4-5 Personen einen digitalen Zwilling für einen Produktionsprozess ihrer Wahl erstellen. Als Modell dient ihnen dazu die hauseigene ETS-Anlage, mit der diverse Prozessabläufe dargestellt werden können. Bei der Erstellung des Produktionsprozesses sollen sie verschiedene Technologien wie Sensoren, IoT-Plattformen und Cloud-Dienste nutzen, um die Prozessabläufe zu modellieren. Die Lernenden sollen folgende Schritte durchführen:

- Identifizierung des zu modellierenden Produktionsprozesses und Analyse des aktuellen Ist-Zustandes
- Entwurf eines Konzepts für den digitalen Zwilling und Auswahl der benötigten Technologien
- Umsetzung des Konzepts und Erstellung des digitalen Zwillings
- Testen des digitalen Zwillings und Analyse der Ergebnisse
- Präsentation des Projekts und Diskussion der Ergebnisse

Die Lernenden sollen in ihren Teams zusammenarbeiten, um das Projekt durchzuführen. Sie sollen ihre Ergebnisse dokumentieren und am Ende des Projekts in einer Präsentation vorstellen. Die Präsentation soll auch die Vorteile und Herausforderungen der Verwendung eines digitalen Zwillings in der industriellen Fertigung aufzeigen.

Kompetenzen:

- Problemlösungsfähigkeit: Die Schüler müssen in der Lage sein, Probleme bei der Erstellung des digitalen Zwillings zu identifizieren und Lösungen zu entwickeln.

- Teamarbeit: Die Schüler sollen in Teams arbeiten, um das Projekt durchzuführen. Dabei müssen sie ihre Aufgaben effektiv aufteilen und zusammenarbeiten, um das Ziel zu erreichen.
- Fachliche Kompetenzen: Die Schüler müssen in der Lage sein, verschiedene Technologien wie Sensoren, IoT-Plattformen und Cloud-Dienste zu nutzen, um den digitalen Zwilling zu erstellen.
- Präsentationsfähigkeit: Die Schüler müssen in der Lage sein, ihre Ergebnisse in einer klaren und überzeugenden Weise zu präsentieren.

Überprüfung:

Die Kompetenzen können auf verschiedene Weise überprüft werden:

- Die Qualität des erstellten digitalen Zwillings kann anhand von Testergebnissen bewertet werden.
- Die Lernenden können ihre Dokumentation und Präsentation zur Bewertung vorlegen.
- Die Zusammenarbeit der Lernenden im Team kann durch ein Peer-Review-System bewertet werden.
- Die Lehrkraft kann individuelle Feedbackgespräche führen, um den Lernfortschritt jedes Lernenden zu bewerten.

4.5.2. Beispiel 2: Einführung in die Cyber Physical Factory

Zielgruppe: Studierende der Fachschule für Technik und Fachkräfte, die sich mit der Integration von Cyber-Physical-Systemen in die Fertigung befassen.

Dauer: Die Dauer einer Fortbildung zum Thema "CP - Factory" hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie z.B. dem Umfang des vermittelten Wissens, den Vorkenntnissen der Teilnehmer und der Methodik der Vermittlung. In der Regel kann eine solche Fortbildung jedoch zwischen einigen Tagen und mehreren Wochen dauern.

Lernziele:

- Die Lernenden sollen die Konzepte und Technologien der CP - Factory verstehen.
- Die Lernenden sollen die Anforderungen an die Fachkräfte, die sich mit der neuen Technologie befassen, kennen.
- Die Teilnehmer sollen in der Lage sein, die Integration von CP - Systemen in die Fertigung zu planen und zu implementieren.

Inhalte:

- Einführung in das Konzept der CP - Factory
- Überblick über die Technologien und Systeme, die in einer CP - Factory eingesetzt werden
- Anforderungen an Fachkräfte in einer CP - Factory
- Planung und Implementierung von CP - Systemen in die Fertigung
- Beispiele für die erfolgreiche Integration von CP - Systemen in die Fertigung

Viele Lernenden haben ihre Ausbildung bereits vor einigen Jahren abgeschlossen und haben bis zum Zeitpunkt der Schulung keine oder nur kaum Erfahrung mit CPS machen können. Die

Fertigkeiten und Fähigkeiten, die sie während und nach ihrer Facharbeiterausbildung erworben haben, reichen zur Bewältigung der neuen Technologien oft nicht aus. Daher ergeben sich neue Anforderungen, die von den Lernenden erfasst, vertieft oder gefestigt werden müssen, als Erweiterung ihrer Fachkenntnisse:

- Verständnis der Systemarchitektur: Fachkräfte müssen verstehen, wie die verschiedenen Komponenten des CPS zusammenarbeiten, um das Gesamtsystem zu bilden.
- Programmierkenntnisse: CPS sind programmierbare Systeme, die eine bestimmte Logik und Verhaltensweise benötigen. Fachkräfte müssen in der Lage sein, Code zu schreiben oder zu verstehen, um die Funktionalität des CPS sicherzustellen.
- Kenntnisse in der Datenanalyse: CPS generieren große Mengen an Daten, die ausgewertet und analysiert werden müssen, um die Leistung des Systems zu optimieren.
- Fähigkeit zur Integration: CPS werden oft in bestehende Systeme integriert. Fachkräfte müssen in der Lage sein, das CPS nahtlos in das vorhandene System zu integrieren und sicherzustellen, dass es mit anderen Komponenten des Systems reibungslos funktioniert.
- Wissen über die Sicherheit: CPS sind oft mit Netzwerken und anderen Systemen verbunden, was potenzielle Sicherheitsrisiken mit sich bringt. Fachkräfte müssen in der Lage sein, Sicherheitslücken zu erkennen und zu schließen, um die Sicherheit des Systems zu gewährleisten.
- Teamfähigkeit: Die Arbeit mit CPS erfordert oft die Zusammenarbeit mit anderen Fachkräften und Abteilungen. Fachkräfte müssen in der Lage sein, effektiv im Team zu arbeiten und Informationen auszutauschen.

Methoden zur Arbeit an und mit dem CPS:

- Vortrag und Diskussion
- Praktische Übungen und Fallstudien
- Gruppenarbeit und Präsentationen

Kompetenzen:

- Verständnis für die Konzepte und Technologien der Cyber Physical Factory
- Planung und Implementierung von Cyber-Physical-Systemen in die Fertigung
- Analyse von Anforderungen und Risiken im Zusammenhang mit Cyber-Physical-Systemen
- Teamwork und Präsentationsfähigkeiten

Überprüfung der Kompetenzen:

- Praktische Übungen und Fallstudien, die den Teilnehmern die Möglichkeit geben, das Gelernte anzuwenden
- Gruppenpräsentationen, in denen die Teilnehmer ihre Planungs- und Implementierungsfähigkeiten demonstrieren können
- Feedback und Reflexion am Ende der Fortbildung

In unterschiedlichen Fort- und Weiterbildungen lernen unterschiedliche Zielgruppe das Arbeiten an und mit der CP Factory an den Gewerblichen Schulen kennen. Im Anhang findet sich ein Artikel zur Umsetzung dieser Bildungsangebote an den GSD. (vgl. Anhang 1.2)

5. Zusammenfassung: Abschließende Thesen zur Didaktik der Digitalisierung

Die Implementierung und Nutzung digitaler Zwillinge an beruflichen Schulen ist von großer Bedeutung und sollte nachdrücklich empfohlen werden. Diese Technologie bietet zahlreiche Vorteile und eröffnet neue Möglichkeiten für eine effektive und praxisnahe berufliche Bildung.

Ein Hauptgrund, warum digitale Zwillinge in beruflichen Schulen eingesetzt werden sollten, liegt in ihrer Fähigkeit, reale und komplexe Arbeitsumgebungen in virtueller Form abzubilden. Durch den Einsatz von digitalen Zwillingen können Schülerinnen und Schüler praxisnahes Wissen und Fertigkeiten erwerben, ohne auf reale Maschinen und Anlagen angewiesen zu sein. Sie können verschiedene Szenarien simulieren, experimentieren und Fehler analysieren, was zu einem tieferen Verständnis und einer effizienteren Ausbildung führt.

Darüber hinaus bieten digitale Zwillinge die Möglichkeit, realitätsnahe Situationen zu schaffen, die in der realen Welt möglicherweise nicht leicht zugänglich oder sicher sind. Zum Beispiel können Schülerinnen und Schüler gefährliche oder kostspielige Arbeitsumgebungen simulieren, ohne tatsächlich physisch anwesend zu sein. Dies erhöht die Sicherheit und senkt potenzielle Risiken im Ausbildungsprozess.

Ein weiterer entscheidender Vorteil digitaler Zwillinge in der beruflichen Bildung liegt in ihrer Fähigkeit, den Lernenden ein hohes Maß an Interaktion und Eigenständigkeit zu ermöglichen. Durch die Möglichkeit, virtuelle Umgebungen eigenständig zu erkunden und zu manipulieren, können die Lernenden ihr individuelles Lerntempo bestimmen und ihr Verständnis vertiefen. Sie können Fehler machen, experimentieren und Lösungsstrategien entwickeln, ohne dabei reale Konsequenzen zu erleben. Dies fördert die Lernmotivation und die Entwicklung von Problemlösungs- und Kreativitätskompetenzen.

Die Integration von digitalen Zwillingen in die berufliche Bildung ist jedoch nicht nur eine Option, sondern ein dringendes Erfordernis. Die fortschreitende Digitalisierung hat bereits zu erheblichen Veränderungen in der Arbeitswelt geführt, insbesondere im Zuge von Industrie 4.0. Unternehmen setzen zunehmend auf automatisierte Prozesse, intelligente Maschinen und vernetzte Systeme. Ohne Kenntnisse und Fähigkeiten im Umgang mit digitalen Technologien und dem Verständnis für deren Anwendung in der Praxis sind Absolventen beruflicher Schulen für den Arbeitsmarkt unzureichend qualifiziert.

Die berufliche Bildung ohne Digitalisierung ist nicht mehr zeitgemäß und kann den Anforderungen der modernen Arbeitswelt nicht gerecht werden. Die zunehmende Vernetzung von Maschinen und die Einführung digitaler Technologien erfordern ein neues Kompetenzprofil, das sich an den Bedürfnissen der Industrie orientiert. Die Arbeit mit digitalen Zwillingen ermöglicht es den Lernenden, diese Kompetenzen zu entwickeln und sich auf die Anforderungen der digitalisierten Arbeitswelt vorzubereiten.

Insgesamt bietet die Integration digitaler Zwillinge in den Unterricht an beruflichen Schulen eine Vielzahl von Vorteilen, die nicht ignoriert werden sollten. Durch den Einsatz von digitalen Zwillingen können berufliche Schulen die Lernenden auf die Anforderungen der modernen Industrie vorbereiten und sicherstellen, dass sie über die erforderlichen Fähigkeiten und Kenntnisse verfügen, um in einer digitalisierten Arbeitsumgebung erfolgreich zu sein.

Eine erfolgreiche Integration digitaler Zwillinge in den Unterricht erfordert jedoch eine sorgfältige Planung und Umsetzung. Es ist wichtig, dass die Schulen über die erforderliche Infrastruktur und die entsprechenden Ressourcen verfügen, um digitale Zwillinge effektiv einzusetzen. Dies umfasst den Zugang zu leistungsfähiger Hardware und Software, die Schulung der Lehrkräfte im Umgang mit digitalen Technologien sowie die Schaffung einer Lernumgebung, die Kreativität, Zusammenarbeit und eigenständiges Lernen fördert.

Um die Effektivität der Arbeit mit digitalen Zwillingen zu überprüfen und die erworbenen Kompetenzen der Lernenden zu bewerten, können verschiedene Methoden eingesetzt werden. Zum Beispiel können praktische Projekte und Aufgaben durchgeführt werden, bei denen die Lernenden digitale Zwillinge nutzen, um bestimmte Probleme zu lösen oder komplexe Szenarien zu simulieren. Die Ergebnisse können anhand vordefinierter Kriterien und Leistungsmessungen bewertet werden.

Darüber hinaus können auch mündliche Präsentationen, Gruppendiskussionen oder Portfolios genutzt werden, um das Verständnis und die Anwendung der erworbenen Kompetenzen zu überprüfen. Peer-Feedback und Selbstreflexion sind ebenfalls wertvolle Instrumente, um den Lernfortschritt zu beurteilen und das Bewusstsein für die eigenen Stärken und Verbesserungsbereiche zu fördern.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Arbeit mit digitalen Zwillingen an beruflichen Schulen von großer Bedeutung ist, um den Anforderungen der digitalisierten Arbeitswelt gerecht zu werden. Durch den Einsatz dieser Technologie können Lernende praxisnahe Erfahrungen sammeln, ihre Kompetenzen entwickeln und auf den Arbeitsmarkt vorbereitet werden. Es ist unerlässlich, dass berufliche Schulen die Potenziale digitaler Zwillinge erkennen und in ihre Lehrpläne und Unterrichtsmethoden integrieren, um eine zeitgemäße und zukunftsfähige berufliche Bildung zu gewährleisten.

6. Abschließende Thesen zur Didaktik der Digitalisierung und zur Implementierung von digitalen Zwillingen in der beruflichen Bildung

Die Implementierung und Nutzung von digitalen Zwillingen in Berufsschulen sind von großer Bedeutung und sollten dringend empfohlen werden. Diese Technologie bietet zahlreiche Vorteile und eröffnet neue Möglichkeiten für eine effektive und praxisnahe berufliche Bildung.

Ein Hauptgrund, warum digitale Zwillinge in Berufsschulen verwendet werden sollten, liegt in ihrer Fähigkeit, reale und komplexe Arbeitsumgebungen in virtueller Form zu simulieren. Durch den Einsatz digitaler Zwillinge können die Schülerinnen und Schüler praktisches Wissen und Fähigkeiten erwerben, ohne auf reale Maschinen und Ausrüstungen angewiesen zu sein. Sie können verschiedene Szenarien simulieren, experimentieren und Fehler analysieren, was zu einem tieferen Verständnis und effizienterem Training führt.

Darüber hinaus bieten digitale Zwillinge die Möglichkeit, realistische Situationen zu schaffen, die in der realen Welt möglicherweise nicht leicht zugänglich oder sicher sind. Zum Beispiel können die Schülerinnen und Schüler gefährliche oder kostspielige Arbeitsumgebungen simulieren, ohne tatsächlich physisch anwesend zu sein. Dies erhöht die Sicherheit und reduziert potenzielle Risiken im Schulungsprozess.

Ein weiterer entscheidender Vorteil von digitalen Zwillingen in der beruflichen Bildung ist ihre Fähigkeit, einen hohen Grad an Interaktion und Unabhängigkeit für Lernende zu ermöglichen. Indem sie unabhängig virtuelle Umgebungen erkunden und manipulieren können, können Lernende ihr eigenes Lerntempo bestimmen und ihr Verständnis vertiefen. Sie können Fehler machen, experimentieren und Problemlösungsstrategien entwickeln, ohne reale Konsequenzen zu erleben. Dies fördert die Lernmotivation sowie die Entwicklung von Problemlösungs- und **Kreativitätsfähigkeiten**.

Die Integration von digitalen Zwillingen in die berufliche Bildung ist jedoch nicht nur eine Option, sondern eine dringende Anforderung. Die fortschreitende Digitalisierung hat bereits zu erheblichen Veränderungen am Arbeitsplatz geführt, insbesondere im Zusammenhang mit der Industrie 4.0. Unternehmen setzen zunehmend auf automatisierte Prozesse, intelligente Maschinen und vernetzte Systeme. Ohne Kenntnisse und Fähigkeiten im Umgang mit digitalen Technologien und einem Verständnis ihrer praktischen Anwendung sind Absolventen von Berufsschulen unzureichend für den Arbeitsmarkt qualifiziert.

Berufliche Bildung ohne Digitalisierung ist nicht mehr zeitgemäß und kann den Anforderungen des modernen Arbeitsplatzes nicht gerecht werden. Die zunehmende Vernetzung von Maschinen und die Einführung digitaler Technologien erfordern einen neuen Satz von Kompetenzen, die den Anforderungen der Industrie entsprechen. Die Arbeit mit digitalen Zwillingen ermöglicht es Lernenden, diese Kompetenzen zu entwickeln und sich auf die Anforderungen der digitalisierten Arbeitsumgebung vorzubereiten.

Insgesamt bietet die Integration von digitalen Zwillingen in den Unterricht an Beruflichen Schulen viele Vorteile, die nicht ignoriert werden sollten. Durch den Einsatz digitaler Zwillinge können Berufsschulen die Lernenden auf die Anforderungen der modernen Industrie vorbereiten und sicherstellen, dass sie über die erforderlichen Fähigkeiten und Kenntnisse verfügen, um in einer digitalisierten Arbeitsumgebung erfolgreich zu sein.

Eine erfolgreiche Integration von digitalen Zwillingen in die Bildung erfordert jedoch eine sorgfältige Planung und Umsetzung. Es ist wichtig, dass Schulen über die notwendige Infrastruktur und Ressourcen verfügen, um digitale Zwillinge effektiv nutzen zu können. Dazu gehören der Zugang zu leistungsfähiger Hardware und Software, die Schulung der Lehrkräfte in digitalen Technologien sowie die Schaffung einer Lernumgebung, die Kreativität, Zusammenarbeit und eigenständiges Lernen fördert.

Um die Wirksamkeit der Arbeit mit digitalen Zwillingen zu bewerten und die erworbenen Kompetenzen der Lernenden zu bewerten, können verschiedene Methoden eingesetzt werden. Zum Beispiel können praktische Projekte und Aufgaben durchgeführt werden, bei denen die Studierenden digitale Zwillinge nutzen, um bestimmte Probleme zu lösen oder komplexe

Szenarien zu simulieren. Die Ergebnisse können anhand vordefinierter Kriterien und Leistungsmessungen bewertet werden.

Darüber hinaus können mündliche Präsentationen, Gruppendiskussionen oder Portfolios verwendet werden, um das Verständnis und die Anwendung der erworbenen Kompetenzen zu bewerten. Peer-Feedback und Selbstreflexion sind ebenfalls wertvolle Instrumente zur Beurteilung des Lernfortschritts und zur Förderung des Bewusstseins für die eigenen Stärken und Entwicklungsbereiche.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Arbeit mit digitalen Zwillingen in Berufsschulen von großer Bedeutung ist, um den Anforderungen der digitalisierten Arbeitsumgebung gerecht zu werden. Durch den Einsatz dieser Technologie können Lernende praktische Erfahrungen sammeln, ihre Kompetenzen entwickeln und auf den Arbeitsmarkt vorbereitet werden. Es ist entscheidend, dass Berufsschulen das Potenzial digitaler Zwillinge erkennen und sie in ihre Lehrpläne und Unterrichtsmethoden integrieren, um eine zeitgemäße und zukunftsorientierte berufliche Bildung sicherzustellen.

7. Lernkonzepte zur Lernortkooperation 4.0 im Kontext der Industrie 4.0 - Ethische Aspekte

Sokrates: „Altes nicht bekämpfen, Neues erschaffen“

Der Beitrag befasst sich mit einem an sich scheinbar kleinen Aspekt in der umfangreichen Diskussion rund um Industrie 4.0, dessen Inhalte im Allgemeinen unerwähnt bleiben bzw. immer nur am Rande angesprochen werden. Gleichwohl fordern die neuen Herausforderungen und Belastungen mit Folgen für den Menschen und in Folge für die Gesellschaft quasi Antworten und Auseinandersetzungen mit dem Thema. Mit dem vermehrten Einsatz von kollaborativen Robotern (Cobots) rücken Mensch und Maschine „kollegial“ näher zusammen. Spätestens hier stellt sich die Frage nach ethischen Aspekten, wenn „fühlende Roboter“ dem Menschen die Hand reichen und ihm unter die Arme greifen.

Wieviele Gefühle und Zuneigungen bringt der Mensch dem „neuen“ Kollegen entgegen bzw. will der Mensch oder soll der Mensch ihm Gefühle entgegenbringen? Oder führt der verstärkte Umgang mit Robotern zu mechanisierten Gefühlen beim Menschen? Es gibt derzeit für diese drängenden Fragen keine abschließenden Antworten mit „richtig“ und „falsch“. Da stehen wir erst ganz am Anfang der Entwicklung. Gleichwohl ist eine rechtzeitige Auseinandersetzung bzw. eine zielgerichtete Planung für Lernsituationen bereits jetzt schon absolut notwendig.

7.1. Lernumgebung

- Zitat aus der Projekt-Antragsrunde 2020:

„Die Digitalisierung der Arbeitswelt, insbesondere im Kontext von Industrie 4.0 und einer neuen digitalen Lernkultur, erfordern erweiterte Kompetenzen bei Lernenden. Fachkräfte müssen neben spezifischen beruflichen Kernkompetenzen ebenso über breite, interdisziplinäre Kompetenzen verfügen, um den Veränderungen in der industriellen Produktion und in der Gesellschaft erfolgreich zu begegnen. Dies impliziert entsprechend professionelle Lehrkräfte, die junge Menschen bestmöglich im Rahmen der Aus- und Weiterbildung auf die beruflichen Anforderungen vorbereiten.“

- Die Corona-Pandemie hat die Arbeitswelt beschleunigt digitalisiert: es gibt mehr Videokonferenzen, mehr Homeoffice und mehr mobile Arbeit. Fortschreitende Digitalisierung belastet immer mehr Arbeitnehmer in ihrem Job, so eine ernüchternde Feststellung der DGB-Chefin, Yasmin Fahimi nach einer Umfrage Anfang Dezember 2022.
- Nach dem französischen Komponisten Maurice Ravel (1928) mit dem langen „Bolero“ als Ballettstück, der leise und unmerklich beginnt, sich zunehmend ins Wahrnehmbare steigernd und in einem unüberhörbaren Finale gipfelt der Vergleich: **Ein solcher Bolero bewegt sich gerade auf die Arbeitswelt zu** (Welf Schröter, 2016, FST BW)
- **Ziele des „Forum Soziale Technikgestaltung (FST)“**
Der Aufbau und die Stärkung von Gestaltungskompetenz auf Seiten von Gewerkschaften, Betriebs- und Personalräten, Vertrauensleuten und Beschäftigten stellen die Kernaufgabe des Personennetzwerkes „Forum Soziale Technikgestaltung“ beim DGB Baden-Württemberg seit 30 Jahren dar. (Federführend Welf Schröter)
- „Zukunft menschlich gestalten“ lautete 2019 die Forderung (Prof. Dr. Ulrike Buchmann, Universität Siegen, anlässlich der 20. Hochschultagen in Deutschland) „Der Beitrag der Berufsbildung liegt darin, die komplexen Zusammenhänge, die unter dem Begriff Digitalisierung häufig vereinfacht zusammengefasst werden, versteh- und damit gestaltbar zu machen –und zwar in allen Bildungsgängen der beruflichen Aus- und Weiterbildung und über alle fachlich-inhaltlichen Schwerpunktsetzungen hinweg.“
- „Die Transformationsprozesse rund um die Digitalisierung fordern ein hohes Maß an Sach-, Selbst- und Sozialkompetenz, an Kommunikations-, Handlungs- und Entscheidungsfähigkeit, an Abstraktionsvermögen, Kreativität und Frustrationstoleranz. Insofern hat die Berufsbildung einen umfassenden Bildungsauftrag in historisch bisher nie dagewesener Form“, so Prof. Buchmann weiter.

7.2. Lernortkooperation 4.0 in der veränderten Arbeitswelt

Intelligente Vernetzung von Maschinen und Abläufen in der Industrie, basierend auf moderner Informations- und Kommunikationstechnologie bilden die Basis für sogenannte cyber physische Systeme (CPS) auf dem Gebiet der Industrie 4.0.

- Beschäftigte erleben einen grundlegenden Wandel ihrer Arbeitsbedingungen
- Welche Rolle spielt der Mensch in der digitalen Transformation?
- Wie reagiert Bildung darauf? Wie müsste Bildung darauf reagieren? Diese Herausforderung ist keine Frage der Technik allein oder über finanzielle Mittel steuerbar
- Jeder Gedankensplitter könnte eine umfangreiche Diskussion als Grundlage haben/auslösen
- Die Aufgabe im Projekt wird es sein müssen, die zentralen Punkte zu fokussieren und zur Umsetzung entsprechend des Projektgedankens zu bringen
- Die derzeitige Bestandsaufnahme der technischen Möglichkeiten vor Ort ist das eine; die parallel anzusetzende Diskussion von Lösungsansätzen das andere

Zehn Beispiele für die Auswirkungen der Industrie 4.0 auf die Arbeitsplätze in der Fabrik

Mitarbeiter*innen brauchen künftig ganz andere Kompetenzen und Qualifikationen; QUELLE: BOSTON CONSULTING GROUP, MAN AND MACHINE IN INDUSTRY 4.0

- **Big-Data-getriebene Qualitätskontrolle**
Algorithmen identifizieren aus aufgezeichneten Daten Qualitätsprobleme und reduzieren so Produktfehler
- **Roboter-assistierte Produktion**
Flexible humanoide Roboter übernehmen Aufgaben wie Herstellung und Verpackung
- **Selbstfahrende Fahrzeuge in der Logistik**
Intelligente, vollautomatisierte Transportsysteme navigieren innerhalb der Fabrik (siehe Fa. Rittal, Haiger)
- **Produktionsliniensimulation**
Neue Software ermöglicht die Simulation und Optimierung des Montageprozesses
- **Smart Supply Network**
Smarte Vernetzung von Produktionsvorräten und Zulieferern ermöglichen bessere Einkaufsentscheidungen
- **Vorhersehbare Wartung und Instandhaltung**
Fernüberwachung aller Maschinen und Geräte ermöglicht Reparaturen, noch bevor es zu Ausfällen kommt
- **Maschinen „as a Service“**
Hersteller verkaufen keine Maschinen mehr, sondern stellen diese als Dienstleistung zur Verfügung, inklusive Wartung und Instandhaltung.
- **Selbstorganisierende Produktion**
Maschinen kommunizieren und koordinieren sich untereinander und optimieren so ihren Einsatz und den Output
- **Additive Produktion von komplexen Bauteilen**
3-D-Printer erschaffen komplexe Bauteile in einem Schritt und machen Fließbandarbeit überflüssig
- **Augmented Work, Maintenance and Service**
Virtual-Reality-Brillen und Roboter werden das Bedienen, Fernsteuern und Warten der digitalen Fabrik vereinfachen (HTL St. Pölten, ESF)

In der Arbeitswelt überlagern sich zwei Dynamiken von Automatisierung (Welf Schröter):

- Automatisierung physischer Maschinen mit Hilfe modernster Steuerungssoftware (in der Tradition der „schlanken Produktion“/ Lean production)
- Automatisierung des virtuellen Arbeits- und Geschäftsraumes mit Hilfe moderner Delegationstechniken und autonomer Softwaresysteme

7.3. Bewertung der Anforderungen (Anforderungsebene, zukünftige Bedeutung, Bildungsaspekte, gesellschaftliche Aspekte)

1. Bezug: Lernortkooperationspartner Rittal in Haiger; duale Ausbildung in Schule und Betrieb
2. Arbeitsaufgaben an und mit cyber-physischen Systemen (CPS) werden komplexer als an „alten“ bisherigen Anlagen und Systemen der Produktion (Lehrwerkstatt in der Nähe der Produktionsstätte nach Industrie 4.0 Standards bei Rittal in Haiger)
3. „Denken entlang der Wertschöpfungskette“ als Schlüsselqualifikation wichtig (Philosophie Rittal).
4. Hohe Lern- und Veränderungsbereitschaft, Flexibilität und Kreativität der Mitarbeiter*innen als Voraussetzung

5. Intensive Interaktion zwischen allen Beteiligten (Vorgesetzten, Kollegen*innen und Kunden*innen) erforderlich
6. Die genannten Hard- und Softskills werden an Bedeutung zunehmen. Daraus folgen neue Anforderungen an das Bildungspersonal des dualen Aus- und Weiterbildungssystems.
7. Ausbildungs- und Studieninhalte müssen angepasst und neue Lerninhalte in die Ausbildungspläne aufgenommen werden.
8. Unter Berücksichtigung des Prinzips der vollständigen Handlung müssen neue Lernsituationen konzipiert bzw. bereits vorhandene Lernsituationen können aufgearbeitet und an die neuen Voraussetzungen und Bedingungen angepasst werden.

Soft Skills

1. *Methodische Kompetenzen*: Auffassungsgabe, Selbstmanagement, Disziplin, Frustrationstoleranz, Problemlösung
2. *Soziale Kompetenzen*: Teamfähigkeit, Empathie
3. *Personelle Kompetenz*: Selbstreflexion, Neugier, Leidenschaft, Selbstbewusstsein, Zielorientierung, Lernbereitschaft, Flexibilität und Kreativität

Hard Skills

1. Fachkompetenz
2. Berufliche Qualifikation
3. Erfahrungen
4. Sprachkenntnisse

Kenntnisse von IT-Strukturen auf dem Shopfloor

1. Welche Systeme wirken im Shopfloor zusammen und wie können diese beeinflusst werden?
2. Rückmeldung und Lagerortstruktur im Shopfloor
3. laufende Kontrolle, Datenerfassung und -aufbereitung, Datenschutz, Rückkopplung und Anpassung der Feinpläne sowie Ist-Datenmanagement
4. Personaleinsatzplanung

Planungs- und Steuerungskomponenten

1. Erstellen und Bewerten von Produktionsprogrammen
2. Anwenden und Bewerten der verschiedenen Planungs- und Terminierungsmethoden, Material- und Kapazitätsplanung
3. Einstellen von Planungsparametern im führenden Planungs- und MES-System

Prozessdenken

1. Was sind Prozesse?
2. Welche Abhängigkeiten und Einflussfaktoren gibt es?
3. Verknüpfung von Teilprozessen zu Gesamtprozessen
4. Verfahren zur Prozessmodellierung, Bewertung von Prozessen und deren Fähigkeit,
5. Messen von Prozessleistungen

Analyse von Bedingungen des Gelingens für eine nachhaltige Lernortkooperation

1. Gute Organisation, um praktische und theoretische Lerninhalte zu verbinden
2. Platzierung in der betrieblichen Personalentwicklung = Nachhaltigkeit
3. Offener und ehrlicher Umgang miteinander
4. Hilfestellung und gegenseitige Unterstützung
5. Ständige Weiterbildung und Qualifizierung des Bildungspersonals in Schule und Betrieb

Welf Schröter (FST):

- Das Konzept „Industrie 4.0“ ist keine neue Technologiesgeneration, kein Korsett, kein „Kostüm von der Stange“ für den Betrieb.
- Es ist vielmehr eine andersartige Zusammenfügung (flexible Integration) vorhandener Techniken aus der Perspektive der Kundin/ des Kunden „in Los-Größe Eins“.
- Dazu gehören: Digitalisierung, Virtualisierung, Cloud- Computing, schnelle Netze, Internet der Dinge (RFID, CPS Cyber-Physical-Systems), organische Elektronik, Humanoide Robotik) und weitere

7.4. Die Digitalisierung von morgen verstehen und gestalten

Der Einsatz datenanalytischer Verfahren und sogenannter „Künstlicher Intelligenz“ (KI) in der Wirtschaft, aber auch in der öffentlichen Verwaltung **nimmt stetig zu**. Damit sind **Arbeitserleichterungen** verbunden, da der Einsatz dieser Systeme Verfahren und Prozesse beschleunigen kann. Gleichzeitig birgt der vermehrte **Einsatz sich selbst verändernder Systeme** aber auch **gewaltige Herausforderungen**. Die neue Technik wird Prozesse und Abläufe in Unternehmen und Behörden grundlegend umwälzen und bringt damit **tiefgreifende Veränderungen für Arbeitnehmer*innen und Bürger*innen**. Wenn **Maschinen zunehmend die Arbeit von Menschen übernehmen und selbstständig entscheiden**, dann schwindet auch die Mitbestimmung durch den Menschen. Die Folge wären intransparente Entscheidungen und Prozesse ohne Mitsprache. Zudem geht das **prozesshafte Erfahrungswissen von Arbeitnehmer*innen** verloren. Der positive Grundton der öffentlichen Debatte um die Vorteile der „KI“ blendet diese Konsequenzen meist aus. Bisherige Ansätze, die **Systeme in den Arbeitsalltag zu integrieren, konzentrieren sich fast ausschließlich auf die Stärkung technischer Kompetenzen** von Arbeitnehmer*innen, damit diese die **neue Technik beherrschen**.

Dieser **Ansatz ist richtig, doch greift er zu kurz**, da der Einsatz von „KI“ einen viel tiefgreifenderen Wandel bringt als die bisherige Digitalisierung. Was es braucht, sind **neue Konzepte und Herangehensweisen**, um heute Konsequenzen zu diskutieren, die die Arbeitnehmer*innen erst in der Zukunft betreffen. Wie können Unternehmen oder Behörden diesen Prozess starten? **Was gilt es dabei zu beachten, um diesen Prozess erfolgreich zu gestalten?** Warum müssen die Prozesse der Mitbestimmung selbst überdacht werden? (Quelle: unbekannt)

„Erst gestalten wir unsere Werkzeuge, dann gestalten sie uns“, warnt Medienkritiker und Technologieberater John Culkin. Industrie 4.0 wird auch als größtes Sozialexperiment der Gesellschaft gesehen und darauf muss Bildung den Menschen vorbereiten.

Welf Schröter: „die Freiheitsversprechen der digitalen Revolution haben sich nicht erfüllt“ und „keine Maschine wird sich selbstbewusst“.

Roboter verlassen ihre Käfige und arbeiten mit den Fachkräften vor Ort als „Kollege“ zusammen (kollaborativer Roboter-Cobots). Sie arbeiten mit dem Menschen gemeinsam und

sind im Produktionsprozess nicht durch Schutzeinrichtungen von diesen getrennt. Sie reichen dem Menschen die Hand. Spätestens hier werden ethische Aspekte tangiert.

Die Wirkung des Menschen auf Technik oder die Wirkung von Technik auf den Menschen basiert vorrangig auf Erkenntnissen der empirischen Forschung. Nikolas H. Müller in „Mensch und Technik in der angewandten Forschung“ Springer Verlag 2022

7.5. Ethische Aspekte beim Einsatz von Technik

Die Entwicklung von Industrie 4.0 in Erweiterung zu Arbeit 4.0 bis hin zu Lebenswelt 4.0 (IAL 4.0) -Manfred Becker in: Personalmagazin 12/15- bildet die Grundlage der Gesichtspunkte der ethischen Aspekte. „So ist es etwa noch nicht geklärt, welche Anforderungen die Digitalisierung an die Arbeitnehmer*innen stellt und welchen Beitrag das Bildungswesen und die Personalentwicklung leisten müssen, damit die Menschen angstfrei und motiviert die neuen Herausforderungen annehmen.“ (Becker)

Die Ethik versteht sich als ein Teilbereich der Philosophie, in dem methodisch über die Maßgaben für moralisches Handeln nachgedacht wird (Misselhorn 2018). Ethik kann dabei sowohl deskriptiv als auch normativ sein. Im Hinblick auf KI hat sich das Teilgebiet der Maschinenethik herausgebildet, welches Facetten deskriptiver und normativer Ethik in sich trägt. Zum einen steht die Frage im Mittelpunkt, ob es überhaupt möglich ist, eine Maschine mit moralischen Fähigkeiten auszustatten. Zum anderen ist zu diskutieren, ob Maschinen überhaupt als moralisch handelnde Akteure zu bewerten sind (Misselhorn 2018). Letztlich führt dies zu der Frage, ob ein KI-System Entscheidungen autonom fällen darf.

Ein wichtiger Hebel liegt in der Ausgestaltung einer maschinentauglichen Ethik, die sich sowohl am Wesen der KI orientiert als auch das Zusammenspiel zwischen „Mensch und Maschine“ berücksichtigt. Es ist der Freiraum zu schaffen, damit intelligente Maschinen ihr Potential zum Wohl der Gesellschaft entfalten können. Gleichzeitig müssen aber auch Bereiche definiert

werden, die wegen des Gefahrenpotentials nur dem Menschen vorbehalten sind. (N.H. Müller Springer 2022)

Bisher werden ausschließlich technische Aspekte angesprochen. Es wird der Einsatz neuer Techniken, Werkzeuge, Software angesprochen. Der Mensch fungiert als Dirigent und Organisator der Prozesse, im Glauben damit den Herausforderungen genüge getan zu haben. Die Wirkung der permanenten Anpassungsstrategien auf den Menschen bedürfen dringend weitere Aspekte. Da die neuen Herausforderungen auch mit den andersartigen Arbeitsbedingungen zu tun haben, muss sich der Frage gestellt werden „was macht das mit dem Menschen?“

Definition Ethik im Unterschied zu Moral: Ethik wird als philosophische Disziplin betrachtet, die die Grundsätze, Werte und Voraussetzung für ein gutes bzw. schlechtes Handeln und die daraus resultierenden Motive und Folgen aufstellt. Sie soll den Menschen helfen, die richtigen Entscheidungen zu treffen.

Beide Begriffe hängen zusammen mit dem entscheidenden Unterschied: **Ethik** meint die wissenschaftliche allgemeine Auseinandersetzung mit „richtig“ und „falsch“. **Moral** meint jeweilige Werte und Normen einer Gruppe.

7.6. Ethische Aspekte im Kontext mit Industrie 4.0

1. **Sondierung des Terrains 4.0**

Das Sollkonzept zielt vor allem auf komplexe Produktions- und Wertschöpfungsnetze rund um die industrielle Produktion.

Die „Digitalakteure“ sind Staat, Wirtschaft und Gewerkschaften mit unterschiedlichen Leitbildern und Humanisierungsambitionen.

Es liegen neue „Produktionskonzepte“ vor, in denen systematische Zugriffe auf die Arbeitskraft bisher ungenutzte Leistungsreserven zu erschließen suchen. Produktion ohne Menschen und Konzepte mit erstaunlicher Technikgläubigkeit in der gegenwärtigen Debatte sind durchaus präsent.

2. **Gewerkschaftliche Sicht**

Aus gewerkschaftlicher Sicht wäre den technikzentrierten und markthörigen Strategien die Arbeitskraftperspektive entgegenzusetzen. Digitale Technologien zielen nicht auf die Substitution lebendiger Arbeit, sondern auf deren „Intelligenzverstärkung“. In ihr werden menschliche Reflexions- und Anpassungsfähigkeit mit maschineller Präzision und Geschwindigkeit verknüpft. (Brödner 2015)

3. **„Gute“, digitale Arbeit:** Der BDA (Bund der Arbeitgeber) will die Digitalisierung nutzen, um jedwede Regulierung zu verhindern. Dazu wird versucht, Gestaltungsansätze und die Anpassung der Spielregeln und Schutzmechanismen für die Beschäftigten an neue Entwicklungen generell als Bürokratie zu diskreditieren. Die Digitalisierung ist ein interessen geleiteter Prozess. Kennzeichen: Beschleunigung der Globalisierung, veränderte Marktstrukturen und Ermöglichung neuer Arbeitsformen. Flexibilität und Effizienz (Vernetzung durch CPS, hybride Arbeitsteilung von „Mensch und Maschine“, mobile Arbeit) Ergebnisorientierung (on demand economy) und neue Selbstständigkeit (Crowdworking)

4. **Gute Arbeit in der digitalisierten Welt:** Annelie Buntenbach, ehem. DGB-Bundesvorstand, stellt die Frage, was neue digitale Möglichkeiten für die Arbeit der Menschen bedeutet. Diese Frage darf nicht am Ende, sondern muss am Anfang von Innovationsprozessen stehen. „Wir wollen, dass der Mensch nicht zum Anhängsel smarter Maschinen und Systeme gemacht wird.“ Der Ansatz ist eine sozio-technische Arbeitsgestaltung, um bestehende Beschäftigung zu sichern und neue Perspektiven zu entwickeln. Vor allem bedarf es neben der Partizipation der Beschäftigten eine Ausweitung der Mitbestimmungsrechte.

5. **Arbeitswelt der Zukunft - zwischen „digitalem Fließband“ und neuer Humanisierung** (Boes, Kämpf u.a. 2015)

„Arbeitsplatz der Zukunft–Unkultur permanenter Verfügbarkeit oder neue Zeitsouveränität?“

Die Digitalisierung verändert das tradierte Raum-Zeit-Gefüge der Arbeit. Mit Internet und mobilen Endgeräten ist es möglich, prinzipiell von jedem Ort aus und zu jeder Zeit zu

arbeiten. Die strikte Trennung von Arbeit und Leben, aber auch die Bedeutung des Betriebs als zentraler Ort der Produktion erodiert. (siehe IAL 4.0)

6. **Arbeitsplatz der Zukunft:**

„Verflüssigung der Grenze zwischen Arbeit und Privatleben mit einer Ausdehnung der Arbeit in den Privatbereich.“

Was für Beschäftigte zunächst als einen Gewinn an Flexibilität (von zu Hause arbeiten, die Arbeit auch einmal für zwei Stunden für private Zwecke unterbrechen, Gewinn ein Stück Souveränität, die Arbeit den Bedürfnissen des privaten Lebens anzupassen) angesehen wird, sehen Beschäftigte anders.

Beschäftigte berichten, dass Arbeit mehr Raum in ihrem Leben einnimmt, und zwar sowohl durch eine Ausdehnung der Arbeitszeiten als auch durch eine stärkere Beschäftigung mit der Arbeit und neuen Leistungsanforderungen in Kontext der Digitalisierung.

Der Bedarf an einer ausgeglichenen Work- Life- Balance steigt. Für die Beschäftigten wird es immer schwieriger abzuschalten; von ihnen wird erwartet, in der ersten Person und mit vollem Einsatz für die Arbeit da zu sein (Boes/Kämpf 2015).

Empirische Beobachtungen zeigen, dass neue Bürokonzepte, Home- Office und mobiles Arbeiten nicht im Selbstlauf zu einer Verbesserung der Work- Life -Balance führen. Hier muss über die Gestaltung die Weichenstellung in eine nachhaltige Richtung vorgenommen werden.

7. **Soziale Beziehungen und Kultur - Wo bleibt der Mensch in der Arbeitswelt der Zukunft?**

Die entscheidende Frage letztlich ist: welche Rolle soll der Mensch in der Arbeitswelt der Zukunft spielen? Dem Leitbild des „mündigen Mitarbeiters“ folgend a) zu einem wesentlichen Akteur ihrer Gestaltung werden oder b) soll die Gestaltung der Arbeitswelt von morgen gegen die Menschen durchgesetzt werden?

Empirische Ergebnisse zeigen, dass eine fehlende Beteiligung der Beschäftigten sehr bald zumindest ihren Passiv- Widerstand provoziert. Im Hinblick auf die zunehmende Komplexität sind Unternehmen immer mehr auf Mitarbeiter*innen angewiesen, die hoch motiviert sowie eigenverantwortlich und „in erster Person“ handeln.

8. **Plädoyer für eine neue Humanisierung der Arbeit**

Die Unternehmen stehen am Scheideweg; als Negativszenario zeichnet sich ein digitales Fließband ab, das hochqualifizierte Arbeit standardisiert und entwertet. Soll die Gestaltung zentral für die Weichenstellung in den Unternehmen sein, so bedarf es einer positiven Leitorientierung. Deshalb wird für einen Aufbruch in eine neue Humanisierung der Arbeit plädiert, die auf den Chancen des Informationsraums aufbaut und die Menschen mit ihrer kollektiven Expertise und kreativen Intelligenz in den Mittelpunkt des Umbruchs stellt. Die Digitalisierung braucht die Menschen und ihre Beteiligung (Boes /Kämpf 2015).

9. Berufsbildung 4.0

In der durch Digitalisierung geprägten Arbeitswelt kommen Bildung und Qualifizierung eine Schlüsselrolle. Die neue Qualität von Berufsbildung in der Logik von Industrie 4.0 wird „Berufsbildung 4.0“ genannt (IG Metall Kaßbaum/Ressel)

„Berufsbildung 4.0“ ist in diesem Sinne noch mehr Programm als schon fertiges Konzept. In der Mensch-Maschine Interaktion führt es zu neuen Anforderungen in Interaktion und Kooperation, aber auch zu neuen qualifikatorischen Anforderungen an die Arbeitskräfte.

Die Qualifikationsanforderungen in der digitalisierten Arbeitswelt bestehen aus der zunehmenden Bedeutung überfachlicher Kompetenzen und aus Arbeitsinhalten wie aktive Problemlösung, IT- Kompetenzen, Arbeiten in vernetzten Systemen, Beherrschung komplexer Arbeitsinhalte, Steuerung der Kommunikation und die Koordination von Prozessen. Bildungspolitisch ist der Versuchung zu widerstehen, aus der Digitalisierung auf den Bedeutungsverlust realer Produktionserfahrungen zu schließen.

Bezogen auf die für erforderlich gehaltenen überfachlichen Qualifikationen wie Teamfähigkeit, Kooperationsbereitschaft, Zuverlässigkeit, Mobilität und Lernbereitschaft lässt sich feststellen, dass sie bereits „heute fester Bestandteil von Metall- und Elektroberufen sind (Ahrens/ Spöttl 2015).

7.7. Berufsbildung 4.0 als Kompass für ein zukünftiges Bildungskonzept

a) Das Verhältnis von Erfahrungs- und Wissenschaftswissen

Durch die Digitalisierung ist das Verhältnis von Erfahrungs- und Wissenschaftsorientierung im beruflichen Handeln neu zu bestimmen. Benötigt werden wissenschaftliche und berufliche Handlungskompetenzen. Mit der Wissenschaft im Hintergrund muss bei der Ausbildung die Dualität von praxisorientierter Theorie und reflektierter Praxis beachtet werden. (IG Metall) Besonders bei der Integration von ethischen Aspekten in der technischen Wissensvermittlung spielt dieser Ansatz eine fundamentale Rolle.

b) Die Bedeutung von arbeits- und geschäftsprozessorientiertem Lernen

Eine breite Fachlichkeit, ein hohes Maß an sozialen Kompetenzen und eine hohe Flexibilität im Umgang mit Arbeitsanforderungen umschreiben die Anforderungen an qualifizierte Arbeit in der digitalen Arbeitswelt. Berufliches Lernen umfasst fachliches und soziales Wissen, den Erwerb von Handlungsfähigkeit und die im Lernprozess ermöglichten praktischen Erfahrungen. Daher muss die Lernsituation entlang der Wertschöpfungskette prozess- und problemorientiert erfolgen.

c) Berufliches Lernen zielt auf die Reflexion und die Gestaltung von Arbeit

Im Realprozess wird die Digitalisierung der Arbeitswelt in vielen kleinen und großen Schritten vor sich gehen. Beschäftigte sind Teil dieser Prozesse. Daher muss die Entwicklung ihrer Gestaltungskompetenz in verschiedenen Dimensionen vorher Inhalt der beruflichen Lernprozesse sein. Hier darf es keine Trennung oder eine additive Vorgehensweise geben, um Technik und ethische Aspekte sowohl in der Lernortkooperation mit den Unternehmen als auch in schulischen Lernsituationen in Einklang zu bringen.

d) Berufliches Lernen ist Bildung

Die Diskussion über mögliche und sinnvolle Arbeits- und Beschäftigungsformen in der digitalisierten Arbeitswelt wird überlagert von weitreichenden Prozessen der Ökonomisierung von Bildung, Arbeit und Gesellschaft. Berufliche Qualifikation wird vielfach auf Anpassungsqualifizierung reduziert. Im Konzept der Beruflichkeit ist immer auch Persönlichkeitsentwicklung enthalten. Berufliches Lernen ist soziales Lernen, es fördert und entwickelt berufliche und soziale Identität. Notwendig sind „ganzheitliche“ Bildungsprozesse, die auch die Reflexion beruflicher, sozialer, ökonomischer und gesellschaftlicher Erfahrung ermöglichen. (IG Metall „Gute Arbeit“ 2016)

Die bisher fehlenden ethischen Aspekte müssen hier entscheidend mehr Stellenwert erhalten, der mehr als das marktkonforme Konzept von „Beschäftigungsfähigkeit“ beinhaltet. Sie müssen fester, integrativer Bestandteil des Technikunterrichts sein und dürfen nicht als „Anhängsel“ in den allgemeinbildenden Fächern gesehen werden. Teamteaching der Lehrkräfte von Technik und Allgemeinbildung (Politik, Sozialwissenschaft) wäre ein organisatorisches Lösungsmodell.

7.8. Ausblick, Fazit

Christian Morgenstern (dt. Dichter, gest. 1914): sinngemäß „Wer vom Ziel nichts weiß, wird den Weg nicht finden“

Ein Plädoyer für die Berücksichtigung von mehr Mensch in der Welt von I 4.0

Das Verhältnis zwischen „Mensch und Maschine“ wird sich in „hybriden“ Systemen, in denen Technologie selbst in Bereichen zum „Akteur“ wird, neu ausbilden. Ob die digitalisierte Industriearbeit die Polarisierung von Qualifikationsanforderungen vorantreibt oder sie zur Basis kooperativer Arbeit wird, hängt entscheidend davon ab, wie die Arbeitsorganisation und die Schnittstelle von „Mensch und Maschinensystem“ gestaltet werden. Gute Arbeit in einer digitalisierten Arbeitswelt kann nur heißen, dass Beschäftigte handlungsfähig als Planer*innen und Entscheider*innen digitaler Technologien agieren und nicht als deren Anhängsel. Die Veränderungen im Rahmen der fortschreitenden Digitalisierung der Arbeit machen eine an Beruflichkeit ausgerichtete Arbeit wichtiger denn je. Berufliche Handlungsfähigkeit in einer digitalisierten Arbeitswelt zu erhalten beziehungsweise zu ermöglichen, setzt eine Breite an den Prinzipien der Beruflichkeit ausgerichtete Bildung voraus. Das Lernen im Arbeitsprozess, interdisziplinäres und kritisches Denken werden im Zuge immer komplexerer Arbeitsanforderungen wichtiger denn je. (IG Metall „Gute Arbeit 2016)

Hier dürfen die Auswirkungen auf das Privatleben und die Gesellschaft nicht außer Betracht bleiben. Die zukünftigen Fachkräfte müssen bereits in der Ausbildung entsprechend darauf vorbereitet werden. Ein ausschließlich technikorientierter Unterricht leistet allerdings diese Notwendigkeiten nicht. Im Klartext: ethische Aspekte können kein Anhängsel von „Technik“ sein, sondern müssen ins Zentrum aller zukünftiger Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen erhoben werden.

„Die Weiterentwicklung eines Konzepts zur Beruflichen Bildung 4.0 ist eine unerlässliche Forderung.“ (IG Metall „Gute Arbeit“)

Wenn derzeit keine fertigen Konzepte angeboten werden können, muss eine Sensibilisierung der Lernenden als Mindestansatz in zukünftigen Lernortkooperationen gefordert werden. Die Auseinandersetzung mit ethischen Aspekten muss fester Bestandteil des Technikunterrichts werden. Die Auswertung der Leitfragen bestätigen die Befürchtungen, dass ethische Aspekte bisher im Prinzip gar keine Rolle gespielt haben.

**Leitfragen zur Gruppenarbeit (nach teilnehmenden Ländern zusammengesetzt)**

1. Industrie 4.0 hat in erster Linie mit Technik zu tun. Die Betonung von ethischen Aspekten könnte zunächst den Blick für die Technik verstellen. Eure Meinung?
2. Werden an Eurer Schule ethische Aspekte in diesem Zusammenhang im Unterricht bereits behandelt?
3. Welche Erfahrungen liegen vor?
4. Was war bisher hinderlich?
5. Wie müsste der Unterricht aussehen, um ethische Aspekte angemessen zu berücksichtigen?

Auswertung der Leitfragen

Leider waren die Rückmeldungen bisher bescheiden bzw. es gab keine konkreten. Allerdings gab es Absichtserklärungen, dass diese wichtigen Aspekte bei zukünftigen Planungen unbedingt berücksichtigt werden müssten.

Tendenzielle Ergebnisse:

Die Betonung der ethischen Aspekte berührt den Blick auf die Technik nicht. Die Technik muss verstanden werden, damit die ethischen Aspekte erkannt werden können. Es liegen keine konkreten Erfahrungen vor. Allerdings gibt es Ethikunterricht, dessen Lehrplan weitgehend unbekannt ist. Ethische Aspekte werden im allgemein-bildenden Unterricht (Geografie, Geschichte und Politische Bildung) behandelt, aber nicht speziell in Hinblick auf I 4.0 oder KI. Es liegen an sich keine Hindernisse vor. Wie ein konkreter Unterricht aussehen könnte, gab es keine Rückmeldungen. Pauschal gab es Antworten wie „bei manchen Lehrgegenständen im Lehrplan müssten/könnten ethische Aspekte berücksichtigt werden (z.B. Automatisierungstechnik) In anderen technischen Fächern mache es keinen Sinn (z.B. in Grundlagenfächern, fachpraktischer Unterricht).

Quellen

1. Mahrin, Bernd [Hrsg.]; Krümmel, Stefan [Hrsg.]: Digitalisierung beruflicher Lern- und Arbeitsprozesse. Impulse aus der Bauwirtschaft und anderen gewerblich-technischen Sektoren. Berlin : Universitätsverlag der TU Berlin 2022
- 1.1. Becker, Matthias, Von der Mediendidaktik zur Didaktik digitalisierter Arbeitsprozesse, Technische Universität Berlin, S. 22 ff.
2. Dauser, D.; Fischer, A.; Lorenz, S.; Schley, Th. (2021), Digital uns regional vernetzt – Ansätze zur Optimierung der Lernortkooperationen in der beruflichen Bildung. F-bb-online 02/2021
3. Fraunhofer IOSB, visIT, ISSN 1616-8240
 - 3.1. Sauer, Dr-Ing. Olaf, The digital twin – a key technology for industry 4.0
4. <https://digitale-schule.hessen.de/unterricht-und-paedagogik/medienbildungskonzepte>
5. <https://www.kmk.org/themen/bildung-in-der-digitalen-welt/strategie-bildung-in-der-digitalen-welt.html>
6. <https://www.vmware.com/de/solutions/software-defined-datacenter.html>

Anhang 1: Artikel Homepage GSD

Anhang 1.1: Projektmesse der Fachschule für Technik an den GSD

Anhang 1.2: Projektmesse der Berufsschule. Verleihung des Rudolf-Loh
Preises

Anhang 1.3: Gelebte Lernortkooperation im Bereich Industrie 4.0

Anhang 1.1: Projektmesse der Fachschule für Technik an den GSD

Projektmesse der Fachschule für Technik

Die Abschlusssemester der Fachbereiche Elektrotechnik und allgemeiner Maschinenbau der Fachschule für Technik haben ihre Abschlussprojekte erfolgreich abgeschlossen. Die alljährliche Projektarbeit bildet einen wichtigen Baustein des letzten Abschnitts der Weiterbildung zum/zur staatlich geprüften Techniker/Technikerin.

Über einen Zeitraum von acht Monaten haben sich die Studierenden intensiv mit konkreten technischen Problemstellungen auseinandergesetzt. Die Zusammenarbeit mit heimischen Unternehmen ist dabei für sie eine wertvolle Erfahrung, denn sie können ihr erworbenes Wissen in der Praxis anwenden und bekommen Einblick in die Arbeitswelt der Unternehmen. Diese wiederum profitieren von den innovativen Ideen und Lösungen der Studierenden.



PROJEKTPRÄSENTATION
 FACHSCHULE FÜR TECHNIK - MASCHINENTECHNIK und ELEKTROTECHNIK

Optimierung der Kantenbearbeitung an der Schweißanlage „ESS1“
 ISABELLENHÜTTE

Entwicklung einer halbautomatisierten Gewinde- und Senkschneidmaschine
 MEYER GmbH

Neukonstruktion eines variablen Wasserhahnes für die zivile Luftfahrt
 SAFRAN

Konstruktion und Bau einer Sondermaschine zum Einpressen von Wälzlagern
 Brettbauer

Entwicklung einer Prüfvorrichtung für Volkswagen T-Roc Crashrohre
 LINDE+WIEMANN

Retrofit einer Kantenbearbeitungsmaschine
 Jung & Debus

Neugestaltung eines Produktionsmodells für die Ausbildungswerkstatt der F.L.G.
 LOH

Optimierung und Modernisierung eines Verpackungsprozesses
 STAHL

Erweiterung und Automatisierung eines Prüfstandes für Vertikaleinheiten von Metall- Ultraschallschweißmaschinen
 schunk

Retrofit einer Poliermittelanlage
 OCULUS

Samstag 25.03.2023 - 9 bis 13 Uhr - Raum A001 Aula

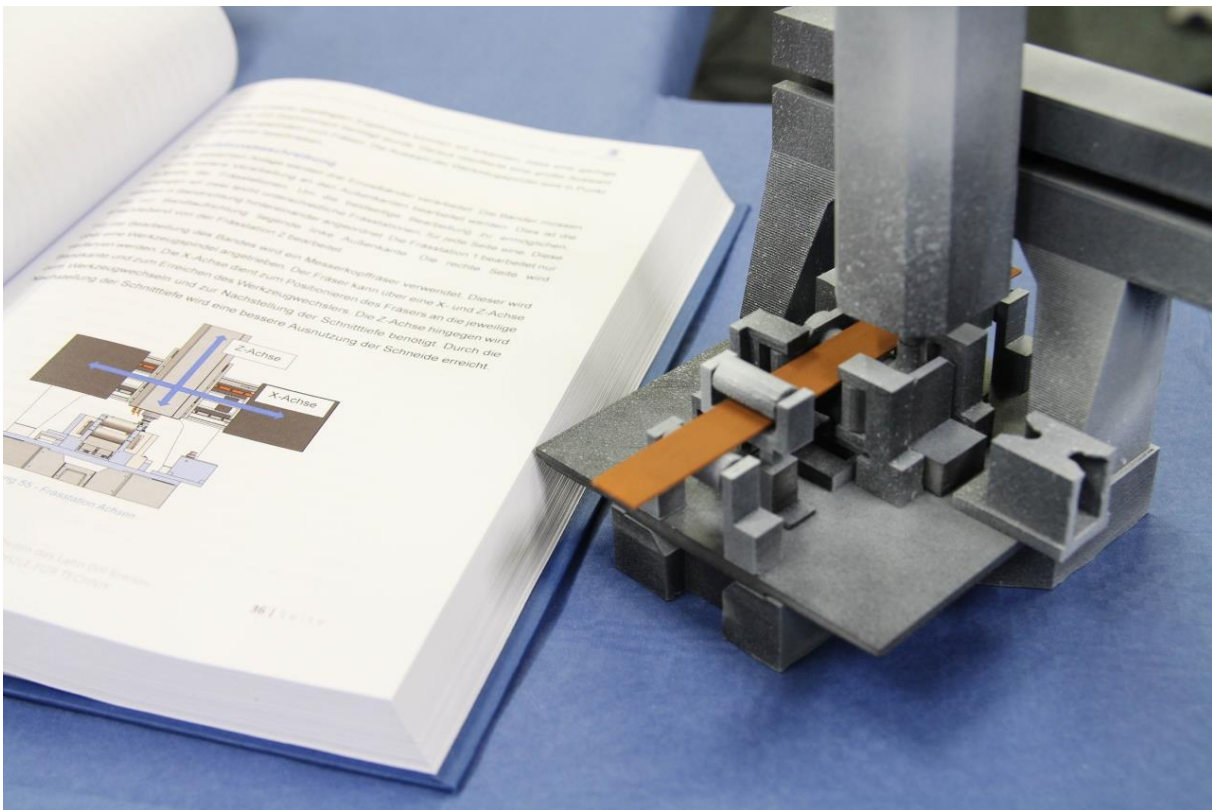
Hierbei wenden die Absolventinnen und Absolventen ihre in der Fachschule erworbenen Kompetenzen an und stellen den wichtigen Bezug von Theorie zur Praxis her. Das Motto der Projektarbeit lautet daher: *Weg von der Schulbank und rein in die Praxis!* Die Projektarbeit nimmt viele Tätigkeiten aus dem späteren Arbeitsalltag eines Technikers vorweg, was die jungen Technikerinnen und Techniker wiederum sehr motiviert. Während der Projektphase werden sie von den entsprechenden Firmen sowie den Lehrkräften der Fachschule unterstützt und betreut. Abteilungsleiter Burkhard Meuser sowie der stellvertretende Schulleiter Burkhard Schneider dankten in ihren Begrüßungsworten den angehenden Technikern für ihre engagierte

Arbeit und die überaus guten Ergebnisse. Hinter den gezeigten 10 Projekten stehen 10 Unternehmen, die diese herausfordernden Aufgabenstellungen ermöglicht haben. Der Dank der Schulleitung gilt den heimischen Unternehmen, denn „Diese Kooperation ist für unsere Schule sehr wichtig“, so Burkhard Schneider. Die Industrie war desweiteren während der Messe durch die Jury des Rudolf-Loh-Preises vertreten. Mit Sebastian Loh, Inhaber der Firma Hailo, an der Spitze hatte die Jury die Aufgabe ein Projekt herauszufinden, welches die Kriterien zur Vergabe des Preises am besten erfüllt. Das Gewinnerteam wird im Rahmen der Abschlussfeier der Fachschule prämiert und ausgezeichnet.

Die Projektthemen waren auch in diesem Jahr, thematisch sehr breit gefächert. So wurde von einem Team für die Isabellenhütte in Dillenburg die Kantenbearbeitung an einer Schweißanlage optimiert und im Auftrag der Firma Safran in Herborn ein Wasserhahn mit variabler Höhenposition für den Einsatz in einer Flugzeugküche neu konstruiert. Für das Team Linde+Wiemann bestand die Herausforderung darin, eine Prüfvorrichtung für T-Roc-Crashrohre der Volkswagen AG zu entwickeln. Ferner wurde ein Produktionsmodell für die Ausbildungswerkstatt der Firma Rittal komplett neu entwickelt. Die Erweiterung und Automatisierung eines Prüfstandes für Vertikaleinheiten von Metall-Ultraschallschweißanlagen war ein Projektauftrag der Firma Schunk und für Stahlo in Dillenburg bestand die Aufgabe darin, einen Verpackungsprozess zu modernisieren und zu optimieren. Gleich zwei weitere Projektthemen bestanden darin, vorhandene Anlagen auf einen aktuellen technischen Stand zu bringen. Für die Firma Jung & Debus widmete sich diesbezüglich ein Team einer Kantenbearbeitungsmaschine und für die Firma Oculus in Wetzlar einer Poliermittelanlage. Bretthauer Kunststofftechnik beauftragte eine Gruppe mit der Konstruktion und dem Bau einer Sondermaschine zum Einpressen von Wälzlagern und die Firma Meyer GmbH profitiert von der Entwicklung einer halbautomatisierten Gewinde- und Senkschneidmaschine. Die Fachkompetenz der Absolventinnen und Absolventen konnte durch die Ergebnisse der Teams in beeindruckender Weise unter Beweis gestellt werden. Die Projekte waren anspruchsvoll und erforderten ein hohes Maß an Fachwissen, Kreativität und Engagement. Die angehenden Technikerinnen und Techniker zeigten sich dabei als echte Teamplayer, die ihre Fähigkeiten in den Dienst des Projekterfolgs stellten.

Die Projektmesse in den Räumlichkeiten der Gewerblichen Schulen war ein großer Erfolg. Neben vielen interessierten Besuchern aus den beteiligten Betrieben und den übrigen Semestern der Fachschule ließen es sich auch viele ehemalige Absolventen der Fachschule nicht nehmen, die Projekte der diesjährigen Abschlusssemester in Augenschein zu nehmen. Im Verlauf der Veranstaltung ergaben sich dann auch zahlreiche Fachgespräche und ein reger Austausch zwischen Studierenden und Besuchern.

Auch zukünftige Absolventinnen und Absolventen der Fachschule für Technik in Dillenburg können darauf vertrauen, dass sie immer auf dem neuesten Stand ausgebildet werden und somit ihre Möglichkeiten auf dem Arbeitsmarkt maximieren können. Die diesjährige Projektmesse war wieder eine beeindruckende Demonstration der umfangreichen Vielfalt und des hohen fachlichen Niveaus der Fachschule an den Gewerblichen Schulen Dillenburg. Wenn Sie weitere Informationen zur Fachschule benötigen, steht Ihnen Burkhard Meuser als verantwortlicher Abteilungsleiter der Schulform sowie alle unterrichtenden Lehrkräfte zur Verfügung.



Anhang 1.2: Projektmesse der Berufsschule. Verleihung des Rudolf-Loh Preises

Verleihung des Rudolf-Loh-Preises 2023

Ein besonderes Industrie-4.0-Schulprojekt – Berufsschüler der Gewerblichen Schulen Dillenburg (GSD) entwickeln und realisieren eine Sortieranlage

Am 11.11.22 startete ein ambitioniertes Berufsschulprojekt, das nun seinen erfolgreichen Abschluss während der Projektmesse der Berufsschule fand. Die Jury des Rudolf-Loh-Preises, bestehend aus Vertretern der Industrie und Lehrkräften der Schule, war an diesem Tag zugegen, um die Ergebnisse der Projektarbeiten zu sichten. Der Rudolf-Loh-Preis wird an den Gewerblichen Schulen bereits seit einigen Jahren an Berufsschüler und Studierende der Fachschule für Technik vergeben und belohnt das Engagement für das Generieren kreativer und fachkompetenter Lösungen für technische Aufgabenstellungen.

Schülerinnen und Schüler der Ausbildungsberufe Fachinformatiker, Industriemechaniker und Mechatroniker hatten von ihren Lehrkräften Benjamin Krau, Torsten Reh und Stefan Göbel den Auftrag erhalten, eine Anlage zum Sortieren verschiedener Werkstoffe zu entwickeln und auch herzustellen. Mit Blick auf die vielfältigen Aufgaben im Bereich Industrie 4.0, wurde mit der Durchführung des Projektes insbesondere die Förderung der zielgerichteten, gemeinschaftlichen Arbeit in interdisziplinären Teams bezweckt. Dazu wurde der Projektauftrag derart gestaltet, dass die Gruppenmitglieder aus den verschiedenen Berufsbereichen aufeinander angewiesen waren und eine erfolgreiche Umsetzung des Projektes nur in enger Abstimmung möglich war. So trafen sich die Teams zu Projektmeetings während der Berufsschultage oder nutzten den digitalen Austausch. Dabei wurde ihnen schnell klar, dass der rege Austausch und das Einbringen der verschiedenen Kompetenzen unerlässlich für den gemeinsamen Erfolg waren. Die Aufgabe wurde ganz im Sinne der Lehrkräfte und im Sinne der Industrie gelöst. Sebastian Loh, Inhaber der Firma Hailo, und die weiteren Mitglieder der Jury, Ausbildungsleiter Matthias Hecker (Rittal) und Martin Gaubatz (Hailo) sowie Andreas Franz (GSD) lobten daher den Ansatz, um die Herausforderungen die die Industrie 4.0 mit sich bringe erfolgreich zu meistern.

Die Auszubildenden im Bereich Metalltechnik waren dafür verantwortlich, Halterungen und Befestigungsmöglichkeiten für die verschiedenen Anlagenbauteile wie Sensoren und pneumatische Komponenten zu konstruieren und herzustellen. Sie sorgten auch für einen sinnvollen Anlagenaufbau und optimierten den Prozessablauf indem sie geeignete Vereinzelungs- und Zuführelemente entwickelten und anfertigten. Die Auszubildenden aus dem Bereich Mechatronik planten und realisierten den automatisierten Ablauf der Anlage und wählten unter anderem geeignete elektronische Komponenten wie die Sensorik der Anlage aus. Die Auszubildenden aus dem Bereich IT übernahmen die Aufgabe, die anfallenden Produktionsdaten der Anlage, wie bspw. die Anzahl bereits sortierter Teile aufzunehmen und in aufgearbeiteter Form zu visualisieren.

Die Jury zeigte sich zusammen mit den vielen Messebesuchern, zu denen auch zahlreiche Vertreter der Ausbildungsfirmen zählten, sehr beeindruckt und würdigte die Gewinnergruppe mit der Vergabe des Rudolph-Loh-Preises. Die Schüler waren zu Recht stolz auf ihre Arbeit und freuten sich über diese besondere Anerkennung.

Das Berufsschulprojekt hat den Auszubildenden nicht nur wertvolle Erfahrungen in ihrem jeweiligen Fachbereich vermittelt, sondern auch gezeigt, wie wichtig die gemeinsame Bewältigung von Aufgaben, in berufsübergreifenden Teams, für ein erfolgreiches Arbeiten in der Arbeitswelt von morgen ist.



Haben den Rudolf-Loh-Preis aus den Händen von Sebastian Loh (Bildmitte) erhalten: Timo Cestonaro, Joel-Maximilian Ferber, Tim-Lukas Gahn, Samuel Jung, Adrian-Alexander Reszka, Justus-Jonas Schmidt, Finn-Niklas Schneider.

Weiter im Bild v.li. Jonas Dormagen (Schulleiter GSD), Martin Gaubatz, Andreas Franz (GSD), Matthias Hecker 3.v.re und re. Burkhard Schneider (stellv. Schulleiter GSD)

Anhang 1.2: Gelebte Lernortkooperation im Bereich Industrie 4.0

Lehrkräfte der Gewerblichen Schulen Dillenburg und Mitarbeiter der Friedhelm Loh

Group bilden sich gemeinsam fort

Seit nunmehr einem Jahr ist die Cyper-Physical Factory - auch Lernfabrik 4.0 genannt - der Gewerblichen Schulen Dillenburg (GSD) im Einsatz. Die Gewerblichen Schulen Dillenburg sind aktuell die einzige Berufliche Schule in Hessen, die über eine solche innovative Ausstattung verfügt. Bereitgestellt wurde die Anlage u.a. durch die finanzielle Unterstützung der Friedhelm Loh Group, des Lahn-Dill-Kreises und des Fördervereines der Beruflichen

Schulen Dillenburg. Die Auszubildenden und die Studierenden der Fachschule für Technik erlernen anhand der Programmierung der Anlage die Grundzüge der digitalen Fertigung sowie die Industrie 4.0 Grundprinzipien.

Im vergangenen Schuljahr haben sich die Kollegen der GSD gut mit der Anlage vertraut gemacht und setzten diese bereits zielgerichtet im Unterricht ein. In konkreten Unterrichts Anwendungen sind jedoch Detailfragen zur Nutzung der Anlage aufgetreten und so zeigte sich die Notwendigkeit eine das Thema vertiefende Schulung durchzuführen. Herr Norbert Szabo, Mitarbeiter der Firma Festo Didactic, hatte bereits die Inbetriebnahme und Einweisung der Lehrkräfte vor einem Jahr durchgeführt und konnte auch diesmal als Fortbildner wiedergewonnen werden.

An der Fortbildung nahmen Andreas Franz, Torsten Reh, Meinolf Tegethoff und Benjamin Krau vom Industrie 4.0-Team der Schule sowie Robin Nadler, Gruppenleiter Produktion, Marc Weitzel, Ausbilder und Kevin Grahn, Systeminstandhalter und Student im Dualen Studium, von der Friedhelm Loh Group teil.

In Zusammenarbeit mit der Friedhelm Loh Group und der Loh-Academy, soll die komplexe Industrie 4.0-Thematik auch anhand der Lernfabrik 4.0 vermittelt werden und somit Facharbeiterinnen, Facharbeitern und Mitarbeitern der mittleren Führungsebene die Möglichkeit bieten, die von den Betrieben geforderten Industrie 4.0-Kompetenzen zu erwerben. Mit der gleichen Zielsetzung bieten die Schule und die IHK-Lahn-Dill zukünftig Weiterbildungsmodule für Facharbeiterinnen und Facharbeiter aus den Bereichen Metalltechnik und Elektrotechnik an.

Udo Bretthauer, Vorsitzender des Fördervereins der Beruflichen Schulen, Ina Lecher, Personalentwicklerin, Matthias Hecker, Ausbildungsleiter (beide Friedhelm Loh Group) sowie Udo Wiesner, Fachberater Lernsysteme der Festo Didactic machten sich gemeinsam mit Burkhard Schneider, Abteilungsleiter I4.0 der GSD während der Schulung ein Bild von den Fortschritten der Lehrkräfte und der Mitarbeiter aus der Industrie. Herr Bretthauer betonte im Besonderen die Notwendigkeit der Kooperation zwischen den Unternehmen und den Gewerblichen Schulen, damit die anstehenden Herausforderungen der Digitalisierung und Industrie 4.0 gemeinsam gemeistert werden können und stellte heraus, dass diese Fortbildung ein gutes Beispiel für gelebte Lernortkooperation darstellt.



Lehrkräfte der Gewerblichen Schulen und Mitarbeiter der Friedhelm Loh Group bilden sich gemeinsam an der Lernfabrik fort.