Antrag der B1 auf Zuwendungen zur Förderung eines an Industrie 4.0 („Exzellenz-zentrum“-Ausschreibung) orientierten Unterrichts an der Schule.

Antragsteller

Berufsschule 1, Kompetenzzentrum für Elektrotechnik, Metalltechnik und Mechatronik, Berufsfachschule für Technische Assistenten für Informatik und Meisterschule für das Sanitär- und Heizungsbauerhandwerk (Fachschule).

Schulprofil

Wir gestalten als größte nordbayrische Berufsschule für Elektrotechnik und Mechatronik im dualen System stetig und zukunftsorientiert berufliche Bildung. Technische Neuerungen und die Anforderungen der digitalen Transformation sehen wir als Chance unsere SchülerInnen optimal und praxisnah auf das (Berufs-) Leben vorzubereiten. Diesen Herausforderungen stellen wir uns aktiv und mit Freude.

Die Berufsschule 1 in Nürnberg bildet im Elektrobereich alle als „Industrie 4.0“-relevant geltenden Berufe aus, sowie den Beruf des Mechatronikers und berufsfachschulisch den Technischen Assistenten für Informatik.
(Vgl. die Auflistung industrie40-relevanter Lehrplaninhalte in Tabelle 1 auf S. 9)

Die Schülerzahlen bilden die Größe des „Industrie 4.0“ - Bereichs ab.

Beruf	Schülerzahl
Elektroanlagenmonteur	075
Elektroniker Automatisierungstechnik	047
Elektroniker Betriebstechnik	281
Elektroniker Maschinen- und Antriebstechnik	083
Elektroniker Geräte und Systeme	096
Mechatroniker	439
Assistenten für Informatik	049

Konzept

Da uns die Frage, welche Inhalte im Zeitalter von Industrie 4.0 stärker in den Vordergrund rücken müssen, bzw. welche neuen Inhalte möglicherweise in die Ausbildung einfließen sollen, bereits beschäftigt hat, haben wir unsere Ausbildungspartner in den Betrieben zu Ihren Wünschen und Notwendigkeiten für die Ausbildung bzgl. Industrie 4.0 befragt. Dabei wurden nicht nur die durch ihre Größe dominanten Betriebe, sondern auch die mittleren und kleineren um Auskunft gebeten.

Aufgrund der Rückmeldungen hat sich unsere Meinung verfestigt, dass wir als Schule bereits viele Anforderungen als Komponenten realen Industriestandards von Industrie 4.0 erfüllen und entsprechend unterrichten [Einbindung von unterschiedlicher Sensorik in Steuer- und Regelaufgaben zur Material-, Größen-, Abstands-, Geschwindigkeitsbestimmung, Echtzeitfähigkeit in Teilbereichen, Transportsteuerungen mit Geschwindigkeitsänderungen und Transportumkehr, u.v.m.]. Was noch fehlt, sind Einzelkomponenten z.B. im Bereich Robotik und 3D-Druck.

Was es strukturell zu ergänzen gilt, ist die Zusammenführung zu einem einzigen Produktionsablauf, der all diese Teilkomponenten hardware-gemäß oder per Simulation als Industrie-4.0- Produktionsprozess erfüllen kann.

Das entspricht den Entwicklungsschritten, die unsere Ausbildungsbetriebe machen, die in den seltensten Fällen (außer Großbetriebe) einen Gesamtproduktionsprozess neu aufstellen, sondern Teilprozesse immer weiter zu einem komplexeren Ganzen verbinden.
Das entspricht auch dem Lernprozess, der von der geistigen Durchdringung, dem Verständnis und der praktischen Umsetzung einzelner Funktionskomponenten zum Gesamtverständnis und zum Überblick über den Gesamtzusammenhang führt.

Deshalb ist gewiss, dass wir weiterhin diese Einzelkomponenten der Industrie 4.0 unterrichten werden. Dieses Wissen und Können soll dann in der 12. Jahrgangsstufe in Form eines Projektes für die Gestaltung eines Gesamtprozesses genutzt werden, der die „Industrie 4.0“ abbildet.
Dieses Projekt soll für alle relevanten Berufe durchführbar sein und in den Bereichen Datenerfassung, Datentransport, Datenhaltung die Berufsfachschule für Technische Assistenten für Informatik einbinden.

Interdisziplinäre Zusammenarbeit:

Als Erweiterung Richtung Wirtschaft 4.0 mit Datenweitergabe und -verarbeitung ist bereits Kontakt zur kaufmännischen Berufsschule 9 in Nürnberg aufgenommen, um z.B. Auftragsbearbeitung und -weiterleitung, Lagerhaltung und Rechnungslegung zu integrieren.

Aus diesem Grund haben wir folgende Konzeption skizziert:

Sämtliche Stationen einer Produktionslinie sind einzeln für sich nutzbar, um daran in der Grundausbildung vermittelbare Lehrplaninhalte nicht an der gesamten Linie

durchführen zu müssen. Die Stationen sind fahrbar und natürlich untereinander koppelbar und können einen Produktionsablauf perfekt und skalierbar abbilden. Für die Vortestungen können per Software einzelnen Stationen, aber auch die ganze Anlage, in einem digitalen, virtuellen Raum abgebildet werden; sog. Digitaler Zwilling.
Die Stationen bauen auf einem vorhandenen System von Förderbändern auf, die bislang bereits in der Antriebstechnik mit und ohne Frequenzumrichter genutzt wurden. Damit lässt sich aufbauend ein System gestalten, das aus den Bestandteilen

- Palettenlager, das die Produktträger incl. RFID-Chips zur Verfügung stellt
- Rohlager, das die Unterteile des Produkts (eine Blechdose) bevorratet
- Handlingstation, die unterschiedlich gestaltete Dosendeckel auf das entsprechende Unterteil aufsetzt und einer
- Presse, die die beiden Produktteile fest miteinander verbindet.

Dies ist die erste Stufe einer Produktionsstraße (vgl. Bild 1 [auch S. 8] helle Flächen).

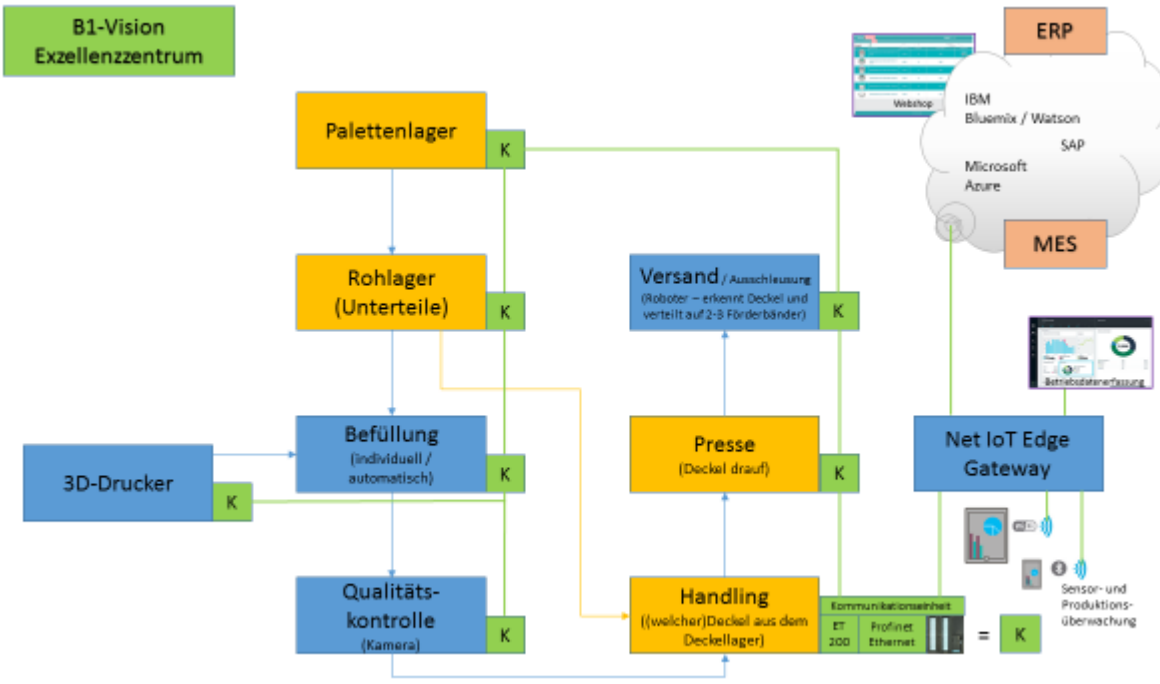

Bild 1

Da der Einsatz, wie oben ersichtlich, für sehr viele Schüler aus unterschiedlichen Berufen, mit unterschiedlicher Tiefe bei den Lerninhalten, angewendet werden soll, ist es wichtig, dass die Einzelstationen auch isoliert betrieben werden können. Dies ist auch die Grundidee für die nächste Stufe, vor allem für die Berufe, die in bestimmten Bereichen der „Industrie 4.0“ eine vertiefte Erarbeitung von Wissen und Können erfordern.

In der nächsten Stufe kommen dann die Stationen

- Befüllung, die Doseninhalte bis hinunter zu Losgröße 1 erlaubt
- 3-D-Druck, der individuell gestaltete Doseninhalte ermöglicht
- Qualitätssicherung, die kamera-optisch die Inhalte kontrolliert
- Versand, der mit einem Greif-Roboter die Dosen in unterschiedliche Versandbereiche verteilt und Produkte unbefriedigender Qualität ausschleust
- IoT-Edge-Gateway, das mit der industriellen Anwendung von Edge-Computing die Anbindung an eine oder mehrere Data-Managing-Cloud(s) (MES-Ebene) mit weiterer Konnektivität zu SAP, IBM Bluemix /Watson oder Microsoft Azure (ERP-Ebene) bereitstellt – hier dockt auch ein System der Überwachung von Sensoren und des Produktionsverlaufs an, das über jede Art von Bildschirmanzeigegerät, mit Leitung oder drahtlos, angebunden werden kann.
- Web-Shop, mit dem es möglich ist eine Bestellung per Internet als Produktionsauftrag umzusetzen, aber auch eine kaufmännische Abteilung (siehe oben) einzubinden oder vor Ort über Tablet oder Smartphone einen Auftrag direkt in die Produktion einzuspeisen.
  (Vgl. Bild 1 + 2 [S. 7])

Das System kann die derzeit relevanten technischen Industrie-4.0-Standards erfüllen und ist offen ist für die Einbindung zukünftiger Entwicklungen.

Die „factory“ ist auch im Fort- und Weiterbildungsbereich einsatzfähig und so konzipiert, dass es in vorhandenen Laborräumen der B1, aber auch autonom von der Ausstattung der Labore genutzt werden kann. Ein autonomer Aufbau wäre in einer der vorhandenen Werkstatthallen oder anderen Räumen an B1 möglich.

Kosten

Für die beiden Stufen ist ein Betrag von 181000 € notwendig; dabei sind für das Lernen an Einzelkomponenten noch 6 Industrie-Roboter mit 155000 €vorgesehen. Zusätzlich mit dem erforderlichen Ausbau der Zahl aktueller SPS-Geräte samt Stühlen und Tischen von etwa 35 000 € ergibt sich eine **Gesamtsumme von etwa 369000 €**. Für Umbauarbeiten, vor allem Stromanschlüsse, Trennwände, Licht, ist noch keine genauere Kostenabschätzung erfolgt; es wird mit ca. 20 000 € gerechnet.

Industrie 4.0: B1-Projekt Kostenabschätzung			Brutto-Preise
Etappenausbau			
Grundausbau	105.092 €		
mit Allgemeinem Zubehör, Teachware	30.576 €		
Summe Grundausbau	135.668 €		**135.668 €**
Erweiterungsausbau			
Qualitätskontrolle kamera-optisch	30.354 €		
MES / Zubehör / Teachware	11.841 €		
NX Academic Bundle	2.380 €		
3-D-Drucker	4.000 €		
Summe Erweiterungsausbau	48.575 €		**48.575 €**
Robotikausbau			
Robotik + Versand / Verpackung	154.700 €		
Summe Robotikausbau	154.700 €		**154.700 €**
		Summe Stufenausbau	**338.943 €**
SPSen / Stühle / Tische	30.000 €	⇨	**30.000 €**
Umbaumaßnahmen	20.000 €	⇨	**20.000 €**
		Gesamtsumme	**388.943 €**

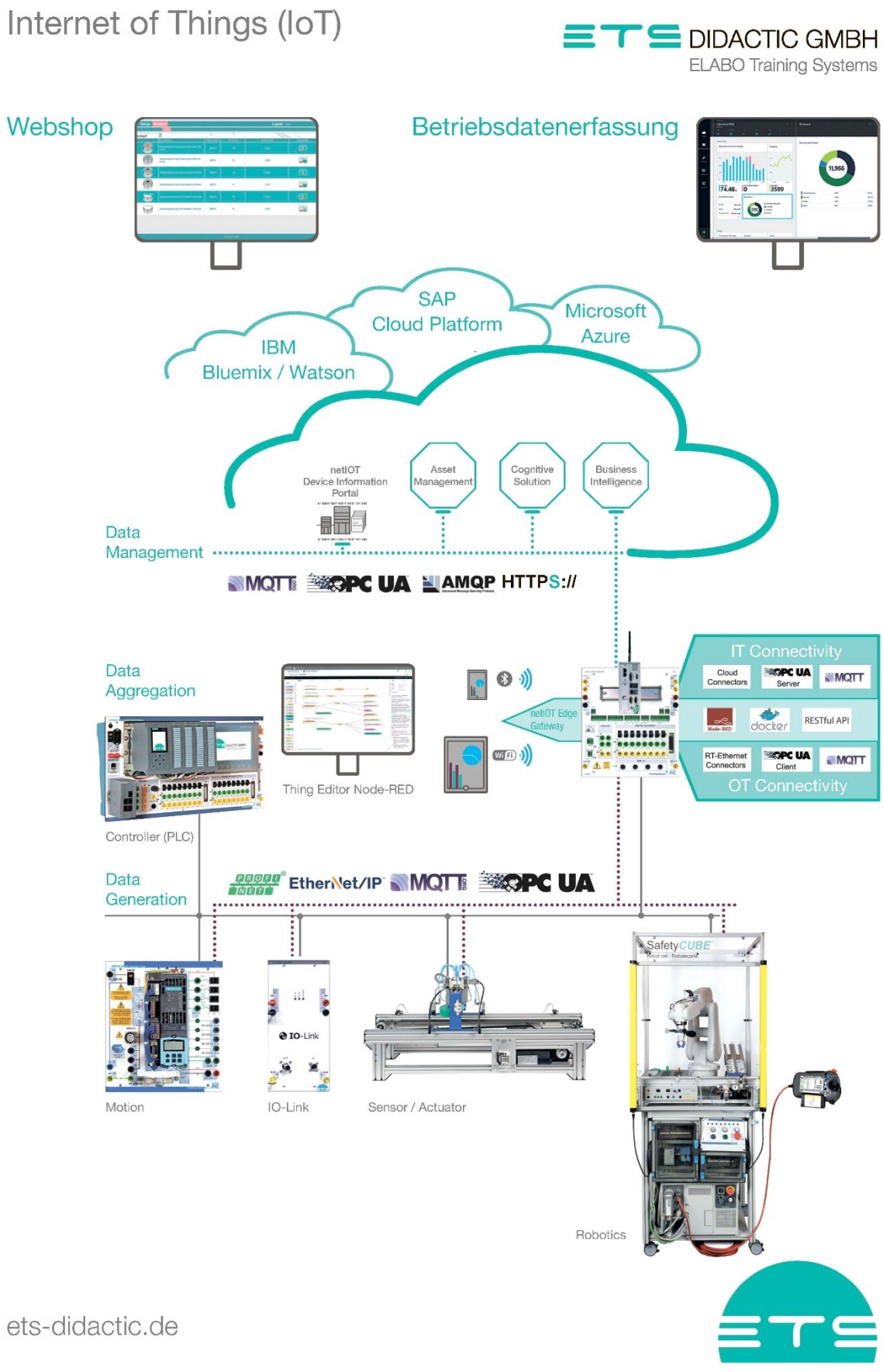
Internet of Things (IoT)
ETS DIDACTIC GMBH
ELABO Training Systems
Webshop
Betriebsdatenerfassung
SAP
Cloud Platform
Microsoft
Azure
IBM
Bluemix / Watson
netIOT
Device Information
Portal
Asset
Management
Cognitive
Solution
Business
Intelligence
Data
Management
MQTT
OPC UA
AMQP
HTTPS://
Data
Aggregation
Thing Editor Node-RED
netIOT Edge
Gateway
IT Connectivity
Cloud
Connectors
OPC UA
Server
MQTT
RESTful API
RT-Ethernet
Connectors
OPC UA
Client
MQTT
OT Connectivity
Controller (PLC)
Data
Generation
PROFINET
EtherNet/IP
MQTT
OPC UA
IO-Link
Motion
IO-Link
Sensor / Actuator
SafetyCUBE
Robotics
ets-didactic.de

Bild 2

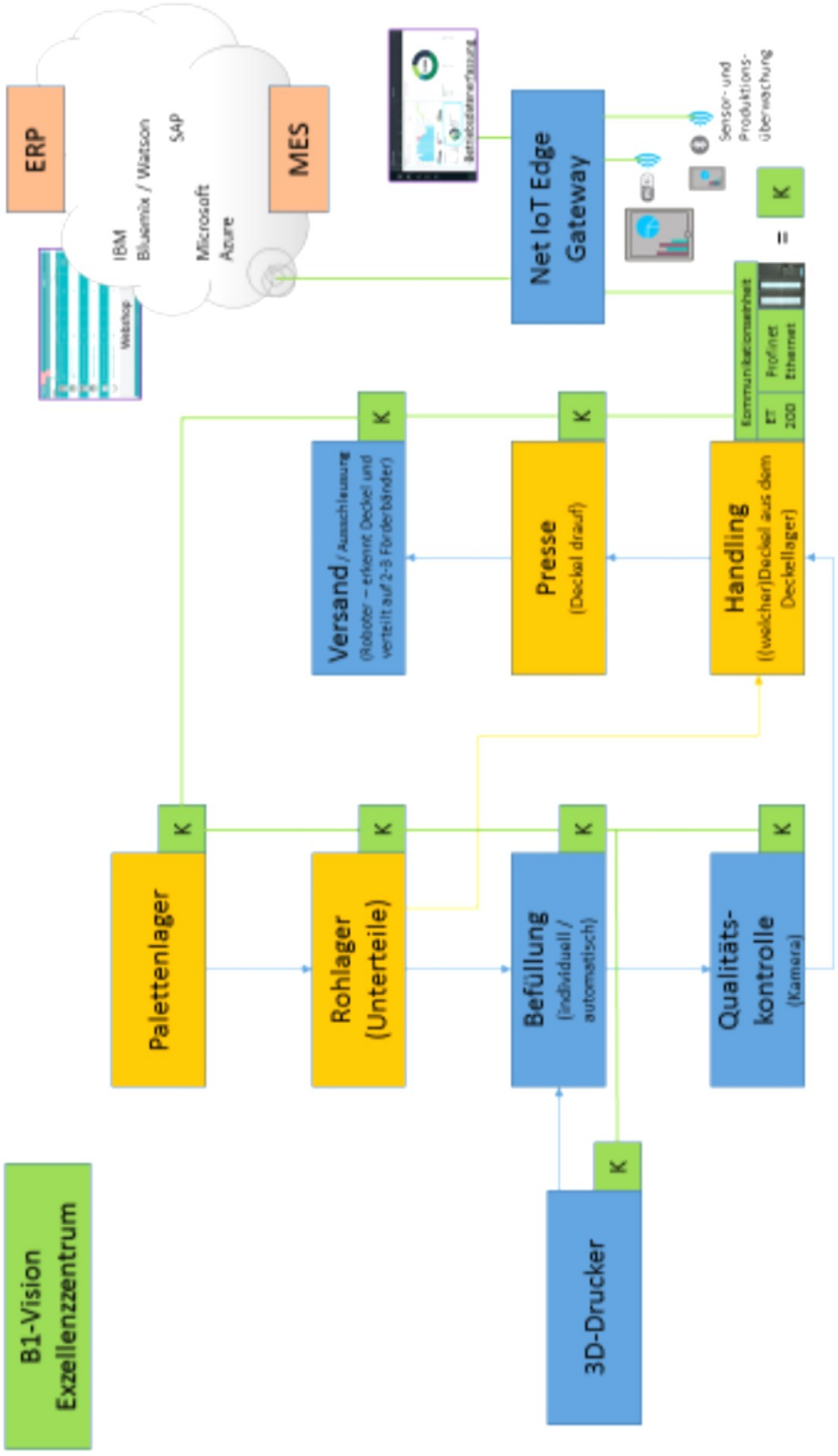
ERP
MES
IBM Bluemix / Watson
SAP
Microsoft Azure
Webshop
Betriebsdatenerfassung
Net IoT Edge Gateway
Sensor- und Produktions-überwachung
K
=
Kommunikationseinheit
ET 200
Profinet Ethernet
Versand / Ausschleusung (Roboter – erkennt Deckel und verteilt auf 2-3 Förderbänder)
Presse (Deckel drauf)
Handling ((welcher) Deckel aus dem Deckellager)
Palettenlager
Rohlager (Unterteile)
Befüllung (individuell / automatisch)
Qualitäts-kontrolle (Kamera)
3D-Drucker
B1-Vision Exzellenzzentrum

Bild 1 groß

	Lernstationen											
Lerninhalte	**SPS Simatic 1500**	**Dezentrale Peripherie**	**Profinet**	**Transfersystem Palettenlager**	**Transfersystem Rohlager**	**Transfersystem Handling**	**Transfersystem Presse**	**Transfersystem Befüllung**	**Transfersystem Qualitätskontrolle**	**Roboter**	**Digitaler Zwilling**	**3D-Drucker**
Blockschaltbild EVA-Prinzip	x											
Schnittstellen	x	x	x									
VPS, SPS	x			x	x	x	x					
Logische Grundverknüpfungen	x											
Speicherfunktionen	x			x	x	x	x					
Technische Dokumentation				x	x	x	x			x		x
Sensoren	x	x	x	x	x	x	x					
Funktionsprüfung	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x
Fehlersuche	x	x	x	x	x	x	x			x	x	
Informationsbeschaffung										x		x
Schaltpläne, Schaltzeichen	x			x	x	x	x					
Elektrische Betriebsmittel				x	x	x	x					
Sensoren, Aktoren				x	x	x	x					
Steuer- und Hauptstromkreis				x	x	x	x					
Betriebsarten	x			x	x	x	x					
Handlungen im Notfall	x	x		x	x	x	x			x		
Redundanz und Diversität	x	x		x	x	x	x					
Bussystem auf Feldebene	x	x	x									
Digitale Signalverarbeitung	x	x		x	x	x	x					
Analoge Signalverarbeitung	x	x		x	x			x	x			
Strukturierte Programmierung	x											
Schrittketten	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Programmiersprachen	x											
Variablendeklaration	x											
Instanzierung	x											
Symbolische Adressierung	x											
Programmsimulation	x										x	
Anlagensicherheit				x	x	x	x	x	x	x	x	
Netzwerktopologien	x	x	x									
Netzadressen	x	x	x									
Mono- und Multimastersysteme	x	x	x									
Echtzeitfähigkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Human-Maschine-Interface		x	x								x	
Programmierbare Sensoren				x	x				x			
Diagnoseverfahren	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Umrichterparametrierung				x	x	x	x					
Prozessvisualisierung		x	x								x	
Wortverarbeitung	x			x	x				x			
Analogwertverarbeitung	x			x	x				x			
Digitale Softwareregelungen	x										x	
IO-Link	x	x	x	x	x						x	
RFID	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Umrichtergespeiste Antriebe				x	x	x	x	x	x			
Zeit- und Arbeitsplanung	x	x	x					x	x	x	x	x
Instandhaltungskonzepte	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Kundenberatung				x	x	x	x	x	x	x	x	x
Einweisung				x	x	x	x	x	x	x	x	x
Prozessdokumentation				x	x	x	x	x	x	x	x	x
Funktionszusammenhänge	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Energiefluss elektrisch				x	x	x	x	x	x	x		
Energiefluss pneumatisch				x	x	x	x	x	x			
mechatronische Systeme	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabelle 1: Industrie40-relevante Lehrplaninhalte

Berufliche Schule 1, Nürnberg

Dieter Kuschel – Schulleiter