

Industrie 4.0 an beruflichen Schulen in BW

Referenten:

StD Raphael Hörner

Fachberater für Automatisierung am RP Stuttgart

Informationstechnik, Energietechnik

Automatisierungstechnik, Datenbanksysteme

r.hoerner@ts-aalen.de

StD Bernd Wiedmann

Fachberater für Mechatronik am RP Stuttgart

Informationstechnik, Fertigungstechnik

Automatisierungstechnik, Mechatronik

b.wiedmann@ts-aalen.de

Konzeption und Durchführung landesweiter Lehrerfortbildungen

Erstellung der Handreichung "Industrie 4.0" im Auftrag des KM

Mitglied von Umsetzungskommissionen, Lehrplankommissionen

Konzeption zur Umsetzung, Integration und

Weiterentwicklung von Industrie 4.0 an beruflichen Schulen

Agenda

- **Ausgangssituation**
- **Zielsetzung**
- **Konzeption**
- **Umsetzungsbeispiel**
- **Fazit**

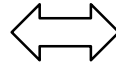
Ausgangssituation

Integration der Digitalisierung in der Produktion



Förderprojekt Wirtschaftsministerium

- Lernfabriken 4.0



Umsetzungsentwicklung Kultusministerium

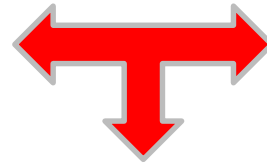
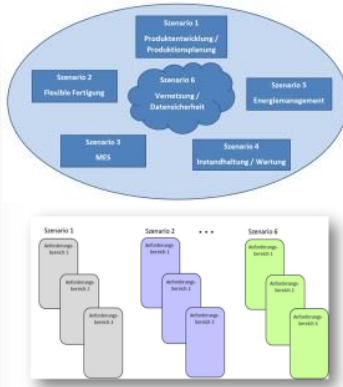
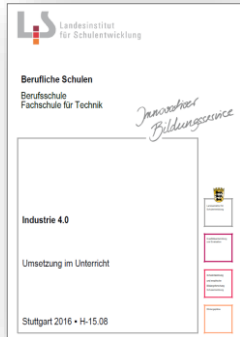
- Handreichung 4.0
- Konzeption Fortbildungsmodule
- Unterstützung der Schulen bei der Umsetzung
- Entwicklung von Lernszenarien

Zielsetzung

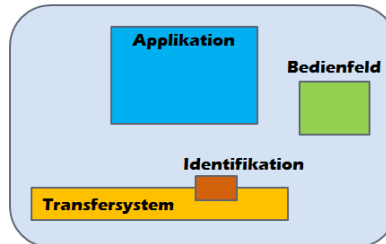
- **Gemeinsame Nutzung der Kompetenzen Metall + Elektro + IT**
- **Musterlösung „Smart Factory“ als Basis bei der Umsetzung**
- **Koordination der Fortbildungen zur Strukturierung der Ausbildungsinhalte**
- **Schnellstmögliche Qualifikation ALLER Schulen im Bereich aktueller Technologien**
- **Kurzfristige Verankerung der I4.0 Inhalte in den Abschlussprüfungen**
- **Nutzung von Synergieeffekten innerhalb und zwischen den Schulen**
- **Schulen werden zu Innovationscentren und Vorreiter neuer Technologien**

Konzeption - Module

Handreichung



Musterlösung



- **Umsetzungshilfe für den Unterricht**
- **Berücksichtigung verschiedener Berufe und Schularten**
- **Untergliederung der fachlichen Inhalte in verschiedene Niveaustufen**

Fortbildungsmodule

Szenario 1 Produktentwicklung Produktionsplanung	Szenario 2 Flexible Fertigung	Szenario 3 MES	Szenario 4 Instandhaltung / Wartung	Szenario 5 Energieemanagement	Szenario 6 Vernetzung / Datensicherheit
400 Industrie 4.0 Neue Entwicklungen					
411 Marketing Produktplanung, Marktanalyse	421 CAM Parametrische CNC Programmierung	431 MES Datenstrukturen	441 Service und Instandhaltungs- strategien Predictive- und Conditioned-Based	451 Smart Grid Softwaregestützte Datenanalyse, Energieeffizienz	461 Vernetzung und Sicherheit einer CPF
412 CAD parametrische Datensätze	422 Identifikations- systeme RFID / QR, ...	432 Kommunikation MES-SPS SOA OPC UA, ODBC, ...	442 Statistische Auswertung von Prozessdaten und deren Darstellung		
413 Additive Manufacturing	423 Robotertechnik Kommunikation, Integration	433 Infrastruktur Individuelle Fertigungsprozesse			
414 Vom ERP zu MES	424 Condition Monitoring Datengenerierung und -verwaltung				

- **Konkrete Umsetzungsvorschläge**
- **Niveaudifferenzierte Strukturierung der fachlichen Inhalte**
- **Gezielte Weiterentwicklung und Zusammenführung der Basiskonzepte zu I4.0 - Fachkompetenz**

Konzeption - Musterlösung

- **Übertragung der Szenarien der Handreichung auf ein konkretes Unterrichtsprojekt**
- **Ganzheitlicher Ansatz**
- **Durchgängiges Konzept durch Implementierung aller fachlichen Inhalte an einem praxisnahem Beispiel**
- **Grundlagenlabormodell „Industrie 4.0“ als Basis, damit alle Schulen, auch ohne Fördermittel das Konzept realisieren können**
- **Grundlage der landesweiten Lehrerfortbildungskonzeption „Industrie 4.0“**
- d.h. die Fortbildungsmodule orientieren sich überwiegend an diesem Beispiel
- **Zukünftige Standards und Technische Richtlinien für die Prüfung orientieren sich ebenfalls an der Musterlösung und bieten somit die Basis für eine praxisnahe Ausbildung**

Integration der Lernfabrik in den Unterricht der TS Aalen

Welche Komponenten beinhaltet die Lernfabrik?

1. Cyber Physical Factory, CPF

- Eine smarte Anlage bestehend aus 15 Stationen
- Enthält einfache sowie komplexe Stationen
- Fertigung von kleinen individuellen Messgeräten
- Fahrerloses Transportsystem
- Manufacturing Execution System

Unterrichtsinhalte an der CPF

- Aufzeigen von Zusammenhängen einer realen smarten Produktionsanlage
- Analyse von modernen Technologien
- Aufzeigen von Problemstellungen
- Arbeiten in einer smarten Produktion



Integration der Lernfabrik in den Unterricht der TS Aalen

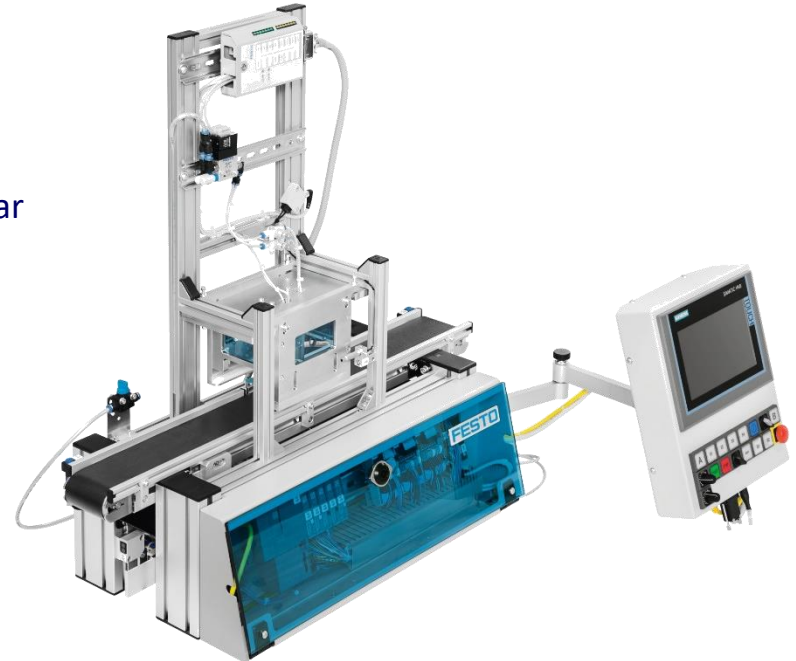
Welche Komponenten beinhaltet die Lernfabrik?

2. Grundlagenlaboreinheiten, CP-Labs

- Auf die CPF abgestimmte Labormodelle mit den Fertigungsschritten Bohren, Pressen und Wenden
- Modelle stellen ein komplettes cyberphysisches System dar
- Inzwischen über 30 Stationen in den Labors der TS Aalen

Unterrichtsinhalte an der CPF

- Pro Station maximal 2 Schüler
- Aktives Entwickeln, Projektieren, Programmieren, Justieren und in Betrieb nehmen durch die Schüler
- Sämtliche Smart Factory Technologien sind an diesen Modellen aktiv erlernbar

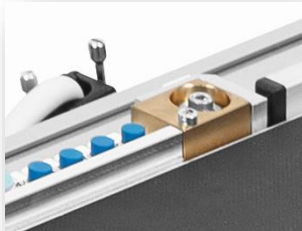


Unterrichtsbeispiel: Identifikationssysteme

Ziele und Fragen zur Unterrichtseinheit „Identifikation von Werkstücke“

- Wieso müssen Werkstücke in einer flexiblen Fertigung identifiziert werden?
- Welche Möglichkeiten zur Identifikation von Werkstücken gibt es?
- Welche Inhalte müssen die Schüler je nach Beruf und Schulart erlernen und können?

Binäre Sensoren



QR-Code



NFC



RFID



Unterrichtsbeispiel: Identifikationssysteme

Auszug aus der Handreichung Industrie 4.0

ANFORDERUNGSBEREICH 1

2	Szenario 2: Flexible Fertigung	
2.1	Grundprinzipien von flexiblen Fertigungsverfahren nennen	Generative Fertigung CAD/CAM
2.2	Grundprinzipien von Transportsystemen nennen	Transferband, Förderkette, Rundtisch
2.3	Verschiedene Identifikationssysteme beschreiben	RFID, QR-Code, Barcode, binäre Sensoren
2.4	Funktionsweisen von Handhabungssystemen erläutern	Roboter, pneumatische Achsen, Greifersysteme
2.5	Steuerungsprogramme für Fertigungseinheiten beschreiben	Auftragsbezogene Programme
2.6	Steuerungssysteme und deren Komponenten erklären	CPU, Signalmodule
2.7	Programmteile von Steuerungssystemen programmieren	Modulare und bibliotheksfähige Programmierung, Ablaufsteuerung
2.8	Anlage in Betrieb nehmen	Messprotokolle Inbetriebnahmeprotokolle Predictive Maintenance
2.9	Anlage bewerten und optimieren	Lastenheft Pflichtenheft CE-Zertifizierung (Prozesssicherheit)

ANFORDERUNGSBEREICH 2

2	Szenario 2: Flexible Fertigung	
2.1	Grundprinzipien von flexiblen Fertigungsverfahren analysieren	Generative Fertigungsverfahren CAD/CAM
2.2	Unterschiedliche Transportsysteme analysieren	Transferband, Förderkette, Rundtisch
2.3	Unterschiede von Identifikationssystemen erläutern	RFID, QR-Code, Barcode, binäre Sensoren
2.4	Handhabungssysteme an einen Prozess anpassen	Roboter, pneumatische Achsen, Greifersysteme
2.5	Steuerungsprogramme für Fertigungseinheiten programmieren	Auftragsbezogene statische Programme
2.6	Steuerungssysteme und deren Komponenten beurteilen	CPU, Signal- und Funktionsmodule, Netzwerktopologie
2.7	Programmteile von Steuerungssystemen entwickeln	Modulare und bibliotheksfähige Programmierung, Ablaufsteuerung
2.8	Anlage in Betrieb nehmen und Inbetriebnahmedaten protokollieren	Messprotokolle Inbetriebnahmeprotokolle Condition Monitoring Energiemanagement Predictive Maintenance
2.9	Anlage bewerten und optimieren	Lastenheft Pflichtenheft Energieleitzielen und Energieeffizienz CE-Zertifizierung (Prozesssicherheit)

ANFORDERUNGSBEREICH 3

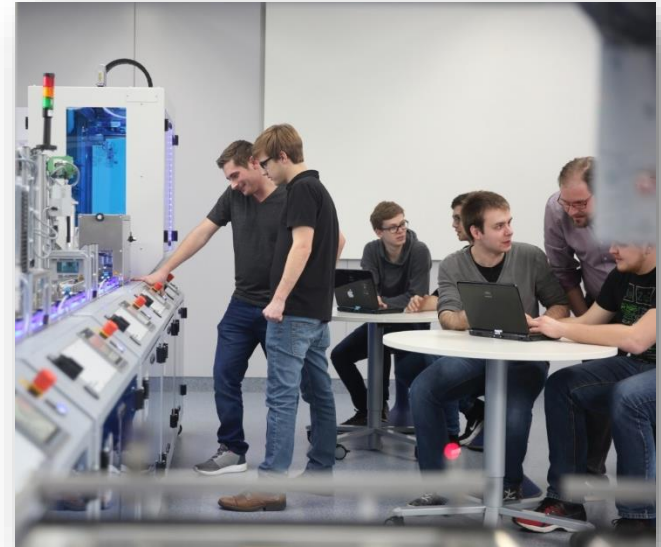
2	Szenario 2: Flexible Fertigung	
2.1	Grundprinzipien von flexiblen Fertigungsverfahren vergleichen, beurteilen und anwendungsbezogen auswählen	Generative Fertigungsverfahren, CNC, CAD/CAM
2.2	Unterschiedliche Transportsysteme vergleichen, beurteilen und anwendungsbezogen auswählen	Transferband, Förderkette, Rundtisch
2.3	Identifikationssysteme auswählen und anwenden	RFID, QR-Code, Barcode, binäre Sensoren
2.4	Handhabungssysteme in einen Prozess einbinden	Roboter, pneumatische Achsen, Greifersysteme
2.5	Steuerungsprogramme für Fertigungseinheiten projektieren	Auftragsbezogene statische Steuerungsprogramme
2.6	Steuerungssysteme auswählen und mit den Komponenten verbinden	CPU, Signal- und Funktionsmodule, Bussysteme, Netzwerktopologie
2.7	Programmteile von Steuerungssystemen projektieren	Modulare und bibliotheksfähige Programmierung, Ablaufsteuerung
2.8	Anlage in Betrieb nehmen, Inbetriebnahmedaten protokollieren und daraus Instandhaltungsdaten generieren	Messprotokolle Inbetriebnahmeprotokolle Produktivität Condition Monitoring Energiemanagement Product Lifecycle Management (PLM) Predictive Maintenance Engineering
2.9	Anlage bewerten und optimieren	Lastenheft Pflichtenheft Energieleitzielen, Energieeffizienz Clean Production CE-Zertifizierung (Prozesssicherheit)

Unterrichtsbeispiel: Identifikationssysteme

Exemplarische Vorgehensweise

1. Cyber Physical Factory, CPF

- Demonstration an der Anlage, wieso in einer smarten Fertigung die Werkstücke identifiziert werden müssen
=> Aufzeigen und erarbeiten des Fertigungsablauf entsprechend SOA
- Auf welche Art(en) werden an der CPF Werkstück identifiziert?
=> RFID
- Schüler beobachten und bedienen die Werkstückidentifikation über das HMI an den einzelnen Stationen eines Fertigungsauftrags
- Welche anderen Arten zur Identifikation sind an der CPF zu finden? Welche Aufgaben haben diese?

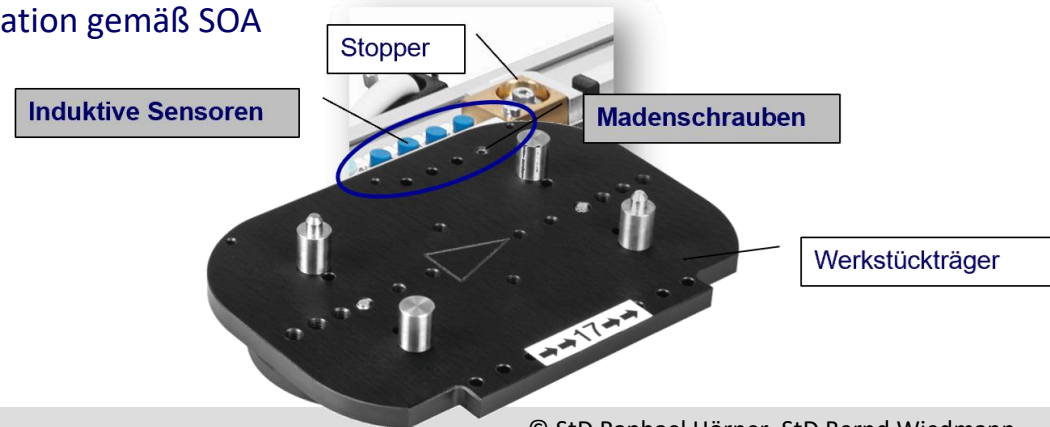


Unterrichtsbeispiel: Identifikationssysteme

Exemplarische Vorgehensweise

2. Grundlagenlaborsystem, CP-Lab

- Welche Möglichkeiten bietet das CP-Lab zu Identifikation von Werkstücken? => **Binäre ID und RFID**
 - Für **alle Berufe und Schularten** geeigneter Einstieg: **Binäre Identifikation**
- Inhalte:
- Duales Zahlensystem
 - Entwicklung einer Logik / Programms zur Ermittlung der Werkstücknummer anhand binären Sensoren unter Berücksichtigung der Kommunikation gemäß SOA



Unterrichtsbeispiel: Identifikationssysteme

Exemplarische Vorgehensweise

2. Grundlagenlaborsystem, CP-Lab

- **Identifikation über RFID**

- Wieso ist RFID professioneller und effektiver als eine binäre Identifikation?
- Inhalte:

Das Thema RFID ist sehr komplex

=> Hier ist eine **Niveaudifferenzierung** im Unterricht der einzelnen Berufe zwingend erforderlich!

Szenarien	Szenario 1			Szenario 2			Szenario 3			Szenario 4			Szenario 5			Szenario 6		
Anforderungsbereiche	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Berufe und Schulart																		
Industriemechaniker	X			X						X			X					
Produktionstechnologe	X				X		X				X		X			X		
Mechatroniker	X				X		X				X		X			X		
Elektroniker Automatisierungstechnik	X				X			X			X			X			X	
Elektroniker Betriebstechnik					X						X			X		X		
Fachinformatiker	X							X		X								X
Fachschule Metalltechnik			X		X		X				X		X			X		
Fachschule Elektrotechnik		X				X			X			X			X		X	
Fachschule Automatisierungst./Mechatronik		X				X		X				X			X		X	
Fachschule Informationstechnik		X						X	X				X					X

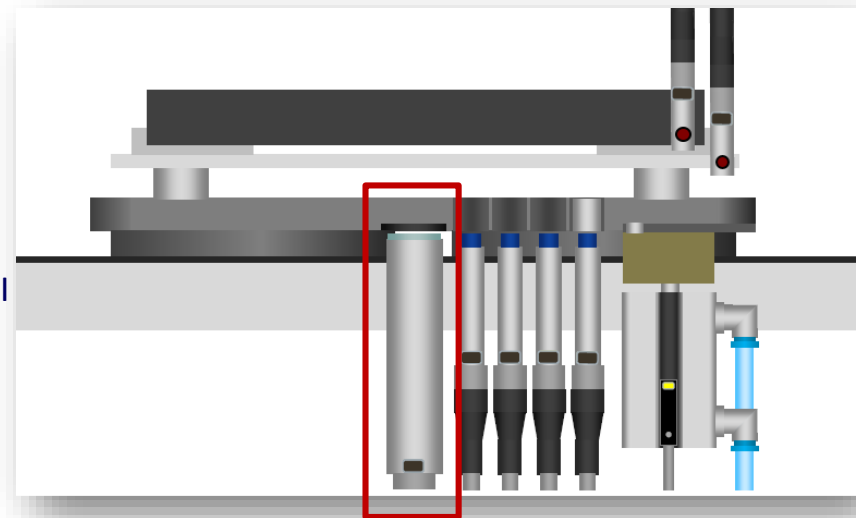
Unterrichtsbeispiel: Identifikation von Werkstücken mittels RFID

Exemplarische Vorgehensweise

2. Grundlagenlaborsystem, CP-Lab

Inhalte Niveaustufe 1 am Beispiel des „Industriemechanikers“

1. Gründe für den Einsatz von RFID-Systeme
2. Aufgabe eines RFID Schreib-/Lesegeräts
3. Aufgabe eines Transponders
4. Korrekte Montage von RFID Schreib-/Lesegeräte
5. Lesen und Beschreiben von Transponder über das HMI



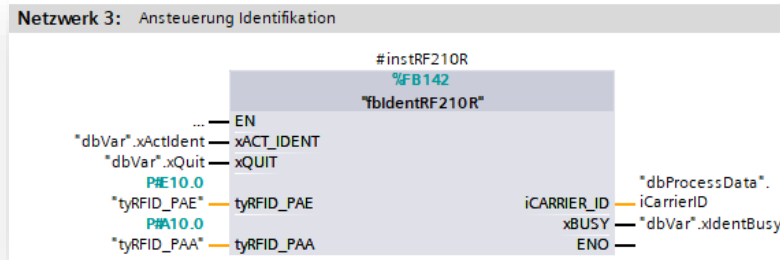
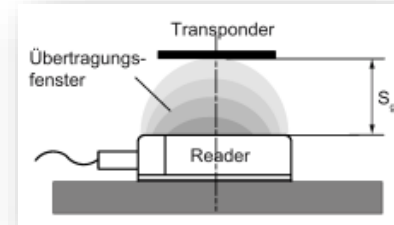
Unterrichtsbeispiel: Identifikation von Werkstücken mittels RFID

Exemplarische Vorgehensweise

2. Grundlagenlaborsystem, CP-Lab

Inhalte Niveaustufe 2 am Beispiel des „Elektroniker für Automatisierungstechnik“

1. Siehe Inhalte Niveaustufe 1
2. Elektrotechnische Grundlagen zu RFID
3. Projektieren und Inbetriebnahme von RFID Geräten
4. Aufruf und Beschaltung von RFID-Funktionsbausteine in der SPS



Unterrichtsbeispiel: Identifikation von Werkstücken mittels RFID

Exemplarische Vorgehensweise

2. Grundlagenlaborsystem, CP-Lab

Inhalte Niveaustufe 3 am Beispiel des „Fachsülers Elektrotechnik/Informatik“

1. Siehe Inhalte Niveaustufe 2
2. Detaillierte Funktionsweise von RFID-Systemen
3. Technische Analyse zur Kommunikation mit RFID Schreib-/Lesegeräten
4. Entwicklung von Funktionsbausteine für die Kommunikation einer SPS mit einem RFID Schreib-/Lesegerät

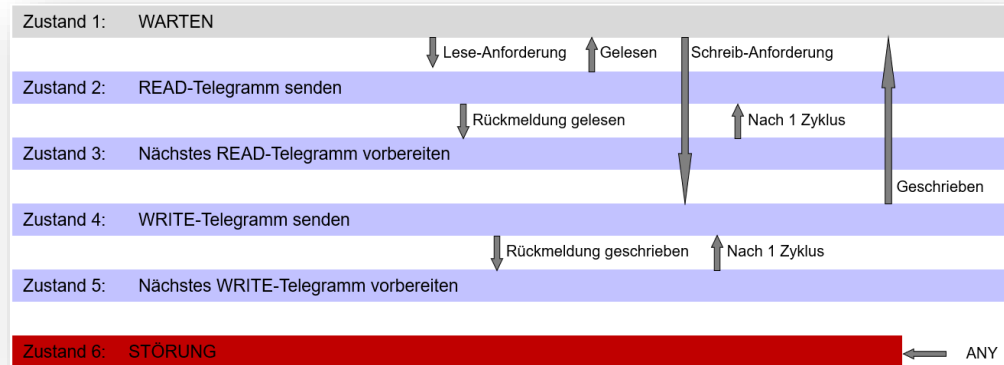
```

CASE #iStep OF
  1: #tyRFID_PAA.bCMD := B#16#0;
     #iAdr := #iSTART_ADR;

  2: #xP_READ := TRUE;
     #tyRFID_PAA.bCMD := B#16#2;
     #tyRFID_PAA.iAddress:= #iAdr;

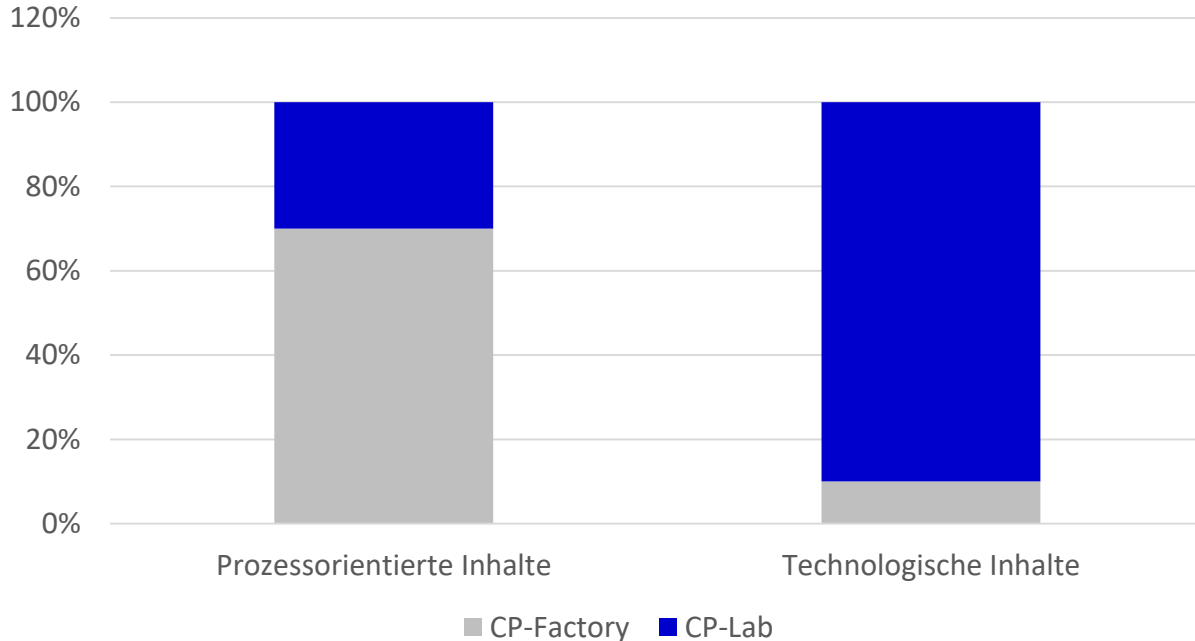
  3: #xP_READ := TRUE;
     #aData_READ[#iAdr] :=#tyRFID_PAE.bData1;
     IF #iAdr + 1 <= #iLEN - 1 + #iSTART_ADR THEN
       #aData_READ[#iAdr + 1] := #tyRFID_PAE.bData2;
     END_IF;
     IF #iAdr + 2 <= #iLEN - 1 + #iSTART_ADR THEN
       #aData_READ[#iAdr + 2] := #tyRFID_PAE.bData3;
     END_IF;

```



Integration der Lernfabrik in den Unterricht der TS Aalen

Erfahrungswerte der letzten 3 Jahre



Fragen / Diskussion

