

27. Fachtagung der BAG Elektrotechnik, Informationstechnik, Metalltechnik,
Fahrzeugtechnik am 13. und 14. März 2017
im Rahmen der 19. Hochschultage Berufliche Bildung an der Universität zu Köln:
Bilanz und Zukunftsperspektive der Integration durch Bildung, Arbeit und Beruf in der Region
BAG Tagungsthema:
Fachkräftesicherung in Zeiten von demographischem Wandel und Migration

Themenbereich: Didaktische „Reduktion“ im Spannungsfeld von Hochtechnologie und
Kompetenzentwicklung Arbeitswelt

Beitragstitel (Praxisbeitrag):

Instandsetzung einer Automatisierungsanlage und Modernisierung zur „Modellfabrik 4.0“

Eric J. Wendkouni Sawadogo, Tobias Kozlowski, Georg Reuter,
Martin Mueller

Zusammenfassung des Beitrages

Im Rahmen des Modules „Fachbezogenes Projekt“ arbeitete zwei Semester lang ein Projektteam der beruflichen Fachrichtung Elektro- und Informationstechnik am Projekt „Modellfabrik 4.0“. Ziel des Projekts ist die Planung und Realisierung einer „Modellfabrik 4.0“ basierend auf einer bestehenden Anlage und unter fachlicher und fachdidaktischer Gesichtspunkte.

Die „Modellfabrik“ ist ein in den 90er Jahre konzipiertes und für die Berufsschullehrerausbildung im Labor Elektrotechnik installiertes modulares Produktionssystem (MPS). Sie hat vier Stationen: Verteilen, Prüfen; Bearbeiten und Lagern. Im Mittelpunkt komplexer Handlungen am MPS steht das vom SPS-Programm gesteuerte Zusammenwirken elektrischer und elektropneumatischer Stellglieder sowie elektrischer Sensoren.

Da die Modellfabrik aufgrund von Pannen und Alterungsprozessen kaum einsatzfähig ist, bekommt das Projektteam den Auftrag, die Anlage instand zu setzen, zu modernisieren und platzsparender (linear statt kompakt quadratisch) umzubauen.

Im Vortrag wird gezeigt, wie die Anlage unter Anwendung fachlicher, fachdidaktischer Methoden instandgesetzt sowie didaktisch reduziert und modelliert wurde, mit dem Ziel eine qualitätsorientierte Kompetenzentwicklung zu unterstützen.

Ergebnisse der Digitalisierungs- und Planungsarbeit (Dokumentation, Speicherung, Kommunikation, Visualisierung von Betriebs- und Produktionsdaten, Steuertechnik, Anlagenbau...) werden dargestellt und diskutiert.

Anschließend werden die erreichten Projektergebnisse im Hinblick auf die Kompetenzentwicklungsziele sowie auf die Projektziele ausgewertet und reflektiert.

Lehramt Elektro- und Informationstechnik, TU Dresden-
Module EW-SEBS-ET-FP: fachbezogenes Projekt;
SS2016 - WS2016/17

Das Projekt „Modellfabrik 4.0“

Dauer: April 2016 – März 2017 (2 Semester)

Projektteilnehmer:

Herr T. Kozlowski, Herr M. Müller und Herr G. Reuter

Projektbetreuer: Dr. W. J. E. Sawadogo



Die Modellfabrik: Ein modulares Produktionssystem

INSTITUT FÜR BERUFSPÄDAGOGIK UND BERUFLICHE DIDAKTIKEN
PROFESSUR FÜR METALL- UND MASCHINENTECHNIK/ BERUFLICHE DIDAKTIK,
BERUFLICHE FACHRICHTUNG ELEKTRO- UND INFORMATIONSTECHNIK

Inhalt

1. **Das Modul „fachbezogenes Projekt“**
2. **Das fachbezogene Projekt „Modellfabrik 4.0“**
3. **Projektbearbeitung** unter Berücksichtigung individueller Kompetenzentwicklungsziele
4. **Reduktion der Komplexität** von Arbeit, Technik, Bildung auf ausgewählte inhaltliche und methodische Aspekte
5. **Aktuelle Ergebnisse der Arbeit an und mit der Modellfabrik**
6. **Reflexion und Ausblick**
7. **Fazit**

1 Das Modul „fachbezogenes Projekt“

Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls (EW-SEBS-ET-FP)

„Das Modul umfasst die Erarbeitung von fachbezogenen Projekten von der Ideenfindung, Analysen, Planung, Durchführung, Kontrolle bis zum Abschluss.

Die Studierenden sind in der Lage, Arbeitsprozesse von der Auftragserteilung über die Ausführungsplanung, Prozessausführung und -kontrolle bis hin zur Übergabe des Auftragsproduktes an den Auftraggeber zu analysieren, zu dokumentieren, zu strukturieren, zu begleiten und entsprechende Abläufe gegebenenfalls zu verbessern.

...

Sie sind in der Lage fachliche bzw. arbeitsorganisatorische Probleme zu erkennen und zu formulieren, alternative Lösungen aufzuzeigen und den Umsetzungsprozess zu aktivieren – gegebenenfalls zu begleiten. Die Studierenden analysieren die unterschiedlichen, selbst erkundeten Arbeitssituationen, einschließlich der gesammelten Erfahrungen, vertieften ihre Fachkompetenz und gestalten mehrere Lernsituationen.“ (Auszug aus der Studienordnung)

1 Das Modul „fachbezogenes Projekt“

7

Rahmenbedingungen, Ablauf und Gestaltung

- ▶ Gestaltung als Projekt (Anwendung der Methoden des Projektmanagements)
 - ▶ Fach- und berufsbezogenes Projekt
- ▶ Fachliche Vertiefung (individuelle Themenauswahl durch Studierende)
 - ▶ Fach- bzw. berufsbezogenes Projekt
 - ▶ Elektropneumatik, Simulation, SPS

1 Das Modul „fachbezogenes Projekt“

8

Rahmenbedingungen Ablauf und Gestaltung

- ▶ Fachdidaktische Vertiefung
 - ▶ Anwendung fachdidaktischer Unterrichtsverfahren und -methoden
 - ▶ Handlungsorientierte Unterrichtsverfahren
 - ▶ Doppelter Praxisbezug Student als Lehrer und Arbeiter



1 Das Modul „fachbezogenes Projekt“

Rahmenbedingungen, Ablauf und Gestaltung

9

▶ Ziel:

Die Arbeit mit und am Projekt als Mittel und Methode zur Kompetenzentwicklung.

2 Das Projekt „Modellfabrik 4.0“

2.1 Hintergrund

10

- ▶ Anschaffung und Inbetriebnahme 1996/97
- ▶ Zu Ausbildungszwecken eingesetzt
- ▶ Seit 2010 kein durchgängiger Einsatz möglich (Ausfälle)
- ▶ Viele Reparaturversuche verschiedener Personen *ohne Dokumentation*



2 Das Projekt „Modellfabrik 4.0“

11

- ▶ Kurze Animation zur Vorstellung des Projektes



2 Das Projekt „Modellfabrik 4.0“

2.2 Zielsetzung

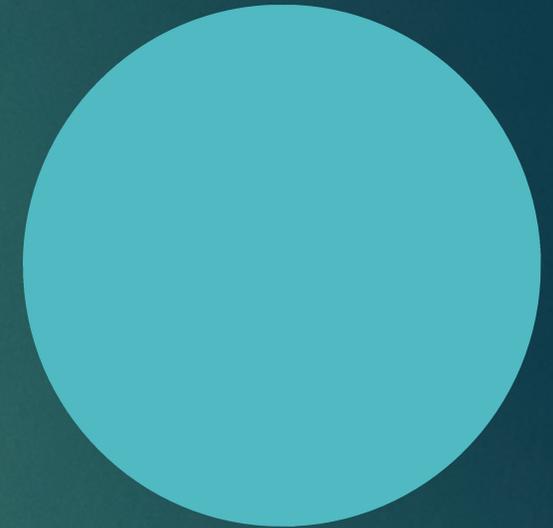
- Modernisierung der bestehenden Modellfabrik zu einer „Modellfabrik 4.0“ Anlage
- Erstellen eines linearen Layouts der Bestandsanlage
- Instandsetzung der Bestandsanlage

2. Das Projekt „Modellfabrik 4.0“

13

2.2 Zielsetzung

- ▶ Instandsetzung
 - ▶ Instandsetzungsauftrag
 - ▶ Instandhaltung



2. Das Projekt „Modellfabrik 4.0“

2.2 Zielsetzung

14



▶ Industrie 4.0

- ▶ Vernetzung der Wertschöpfungskette
- ▶ Flexibilisierung der Produktion
- ▶ Hohe Reaktionsfähigkeit (maschinenautonom)
- ▶ Echtzeitverfügbarkeit von Informationen

2. Das Projekt „Modellfabrik 4.0“

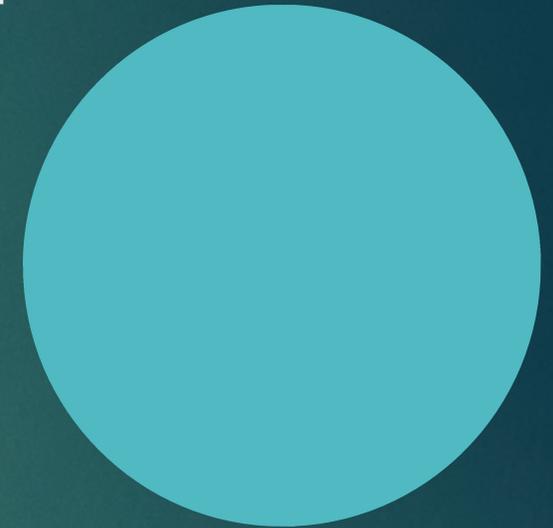
2.2 Zielsetzung

- ▶ Das Projekt Modellfabrik Industrie 4.0
 - ▶ Aufrüsten der Bestandsanlage mit Komponenten der Industrie 4.0
 - ▶ Simulation des Materialflusses und des Gesamtarbeitsprozesses
 - ▶ Digitalisierung der Dokumentation
 - ▶ Visualisierung der Prozesse sowie prozessbezogener Daten
 - ▶ Vernetzung und Fernsteuerung der Anlage
 - ▶ Berufsbezogene Kompetenzentwicklung

3. Projektbearbeitung

unter Berücksichtigung individueller
Kompetenzentwicklungsziele

- ▶ Arbeitsorganisation
 - ▶ Festlegung individueller Kompetenzziele
 - ▶ Festlegen eines Projektplanes, formulieren von Arbeitspaketen
 - ▶ Reduktion der Komplexität der Anlage
 - ▶ Bearbeitung als Instandsetzungsaufgabe

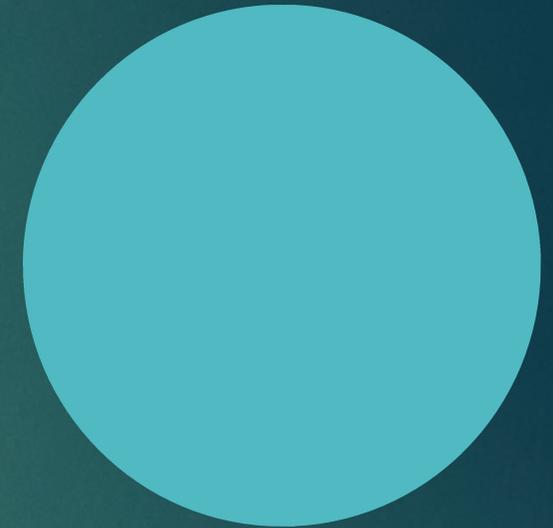


3. Projektbearbeitung

unter Berücksichtigung individueller
Kompetenzentwicklungsziele

- ▶ Beispiele individueller Schwerpunktlegungen
 - ▶ Student 1: Modellierung, Simulation, Elektro-Pneumatik
 - ▶ Student 2: SPS Programmierung
 - ▶ Student 3: Recycling, Elektro-Pneumatik

- ▶ Arbeitspakete



Monat	Inhalt/ Arbeitspakete
April	Ideenfindung, Projekt skizzieren, Anlage sichten und reinigen
Mai	Beginn Instandsetzung, Analyse und Fehlerdiagnose der einzelnen Module, (Unter Nutzung fachdidaktischer Methoden)
Juni	Durchführung der Instandsetzung, Präsentation von Zwischenergebnissen
Juli	Durchführung der Instandsetzung, Inbetriebnahme von Station 1
Oktober	Durchführung der Instandsetzung, Inbetriebnahme von Station 2
November	Durchführung der Instandsetzung, Inbetriebnahme von Station 3
Dezember	Abschließen der Instandsetzung, Inbetriebnahme der gesamten Anlage, Erarbeiten eines Linearlayouts (Sicherung der Kommunikation zwischen der Stationen)
Januar	Instandhaltung, Zusammenstellen der Dokumentation, Vorbereiten der Abschlusspräsentation
Februar/ März	Abschlusspräsentation, Reflektion und Übergabe des Projekts an die nächste Gruppe

Ende des ersten

Semesters (Halbzeit)

4. Reduktion der Komplexität

von Arbeit, Technik, Bildung auf ausgewählte inhaltliche und methodische Aspekte

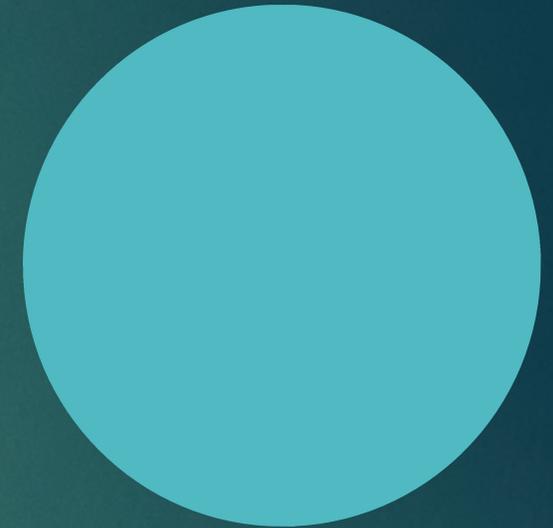
- ▶ Welche inhaltliche, methodische und mediendidaktische Komplexität der Modellfabrik kann im Sinne der Fasslichkeit, Anschaulichkeit und Verständlichkeit reduziert werden?

4. Reduktion der Komplexität

20

von Arbeit, Technik, Bildung auf ausgewählte inhaltliche und methodische Aspekte

- ▶ Quantitative Reduktion
- ▶ Qualitative Reduktion



4. Reduktion der Komplexität

von Arbeit, Technik, Bildung auf ausgewählte inhaltliche und methodische Aspekte

- ▶ Vorgehensweise
 - ▶ Analyse der Anlage und Präzisierung der Aufgabenstellungen (Beschäftigten mit Spezialgebiet)
 - ▶ Stationsbezogene Betrachtung und Arbeit an der Anlage (4 Stationen)
 - ▶ Modellierung und Simulation der Anlage und Arbeitsprozesse
 - ▶ Veranschaulichung des Prozesses
 - ▶ Vernachlässigen aller elektropneumatischen und elektrischen Bestandteile der Modellfabrik in der Darstellung
 - ▶ ...
- ▶ Begründete Entscheidungen bzw. Auswahl / Reduktion

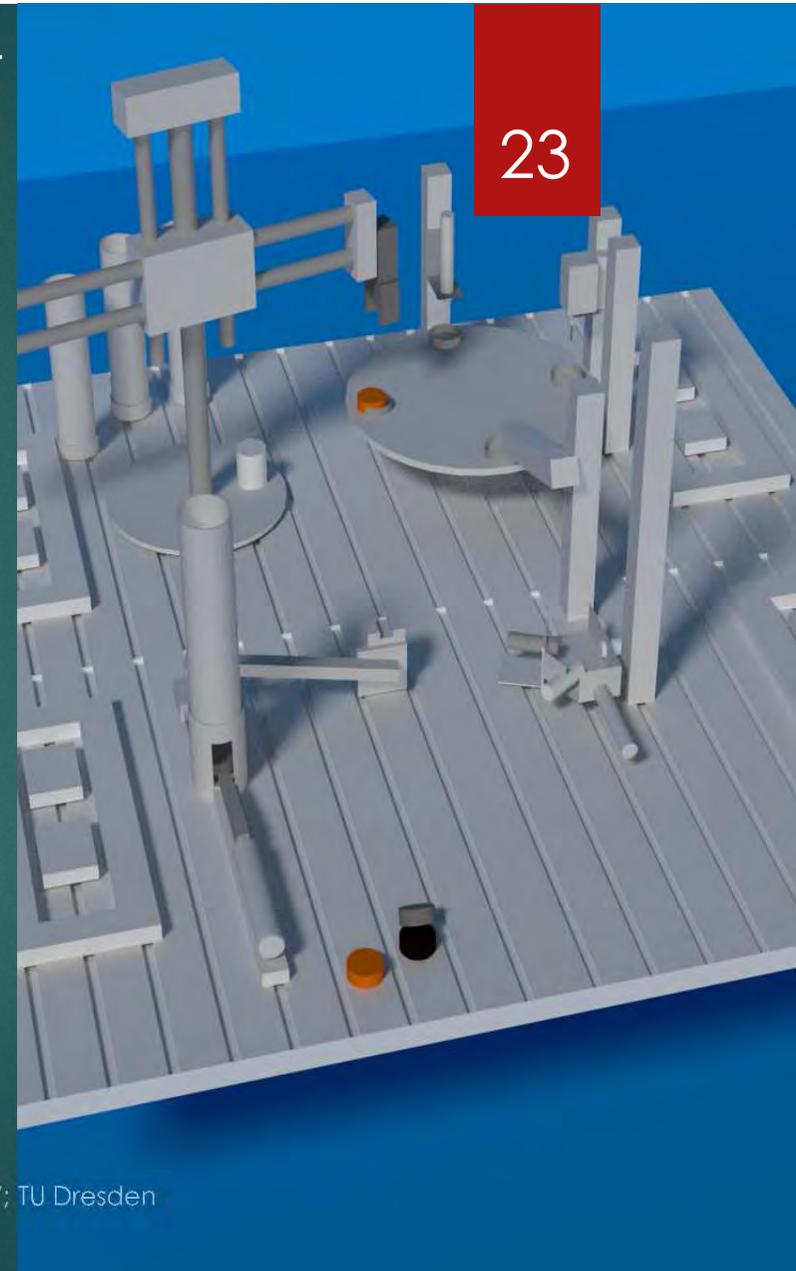
5. Aktuelle Ergebnisse der Arbeit an und mit der Modellfabrik

22

- ▶ SPS - Programmierung
 - ▶ Digitalisierung der Dokumentation
 - ▶ Dokumentation
 - ▶ Scan aller Dokumente + Archivierung im Cloud-Speicher
 - ▶ Kommunikationswege über Cloud-Speicher
 - ▶ Emails
 - ▶ Protokolle der Projektarbeit
- 

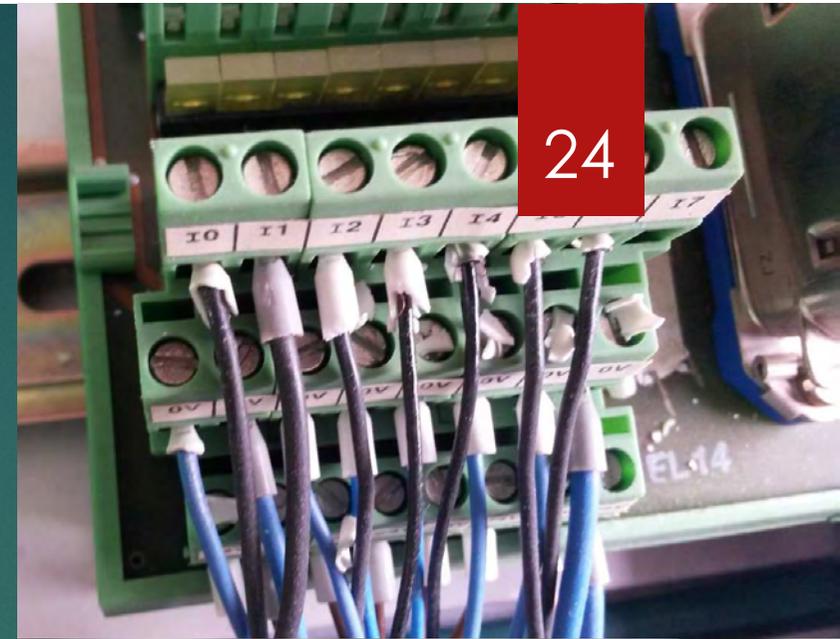
5. Aktuelle Ergebnisse der Arbeit an und mit der Modellfabrik

- ▶ Visualisierung des Materialflusses, des Produktionsprozesses
 - ▶ Blender
 - ▶ freie open source 3D Creation Suite
 - ▶ Ermöglicht: modellieren, animieren, simulieren, rigging, ...
- ▶ gezeigte Simulation



5. Aktuelle Ergebnisse der Arbeit an und mit der Modellfabrik

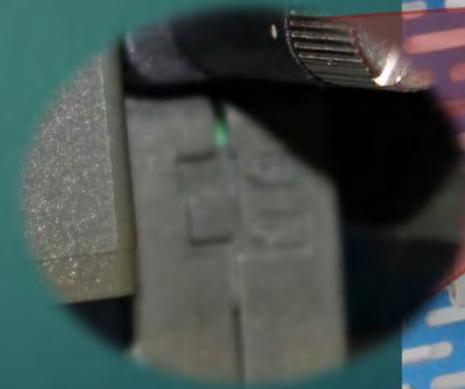
- ▶ Ergebnisse der Fehleranalyse
 - ▶ Fehler in Folge von Alterung



5. Aktuelle Ergebnisse der Arbeit an und mit der Modellfabrik

- ▶ Ergebnisse der Fehleranalyse
 - ▶ Fehler in Folge von Alterung
 - ▶ Fehler in der Kommunikation zwischen den Anlagenteilen
 - ▶ Schalterstellung in Kombination mit falscher Laufzeit
 - ▶

25

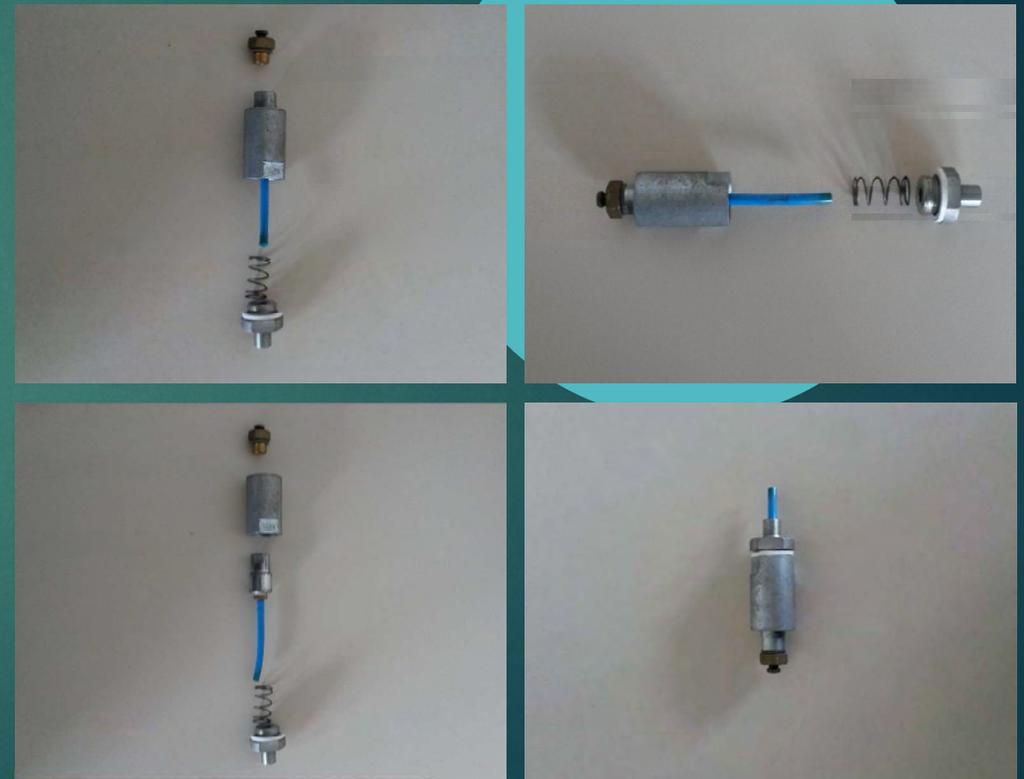


5. Aktuelle Ergebnisse der Arbeit an und mit der Modellfabrik

26

▶ Instandsetzung / Fehlerbehebung

- ▶ Reinigung
- ▶ Montage Demontage
- ▶ Recycling
- ▶ Programmierung
- ▶ Einkauf



5. Aktuelle Ergebnisse der Arbeit an und mit der Modellfabrik

Instandsetzungskalkulation (Materialkosten und -bestellung)

Material	Stückzahl /Menge /Packung	Kosten pro Stück in €	Summe in €
Aderendhülsen (isoliert; 0,34mm ² ; 100 Stk.)	1	4,65	4,65
Aderendhülsen (isoliert; 0,5mm ² ; 100 Stk.)	1	2,25	2,25
Aderendhülsen (isoliert; 0,75mm ² ; 100 Stk.)	1	2,25	2,25
Aderendhülsenpresszange (selbsteinstellend)	1	(177,95) 0	0
Druckschlauch (2,5mm, 15bar)	11m	0,61	14,40
Druckschlauch (3mm, 15bar)	10m	0,61	14,40
Kabelbinder (100 Stk.)	1	8,95	8,95
Σ			46,90

5. Aktuelle Ergebnisse der Arbeit an und mit der Modellfabrik

28

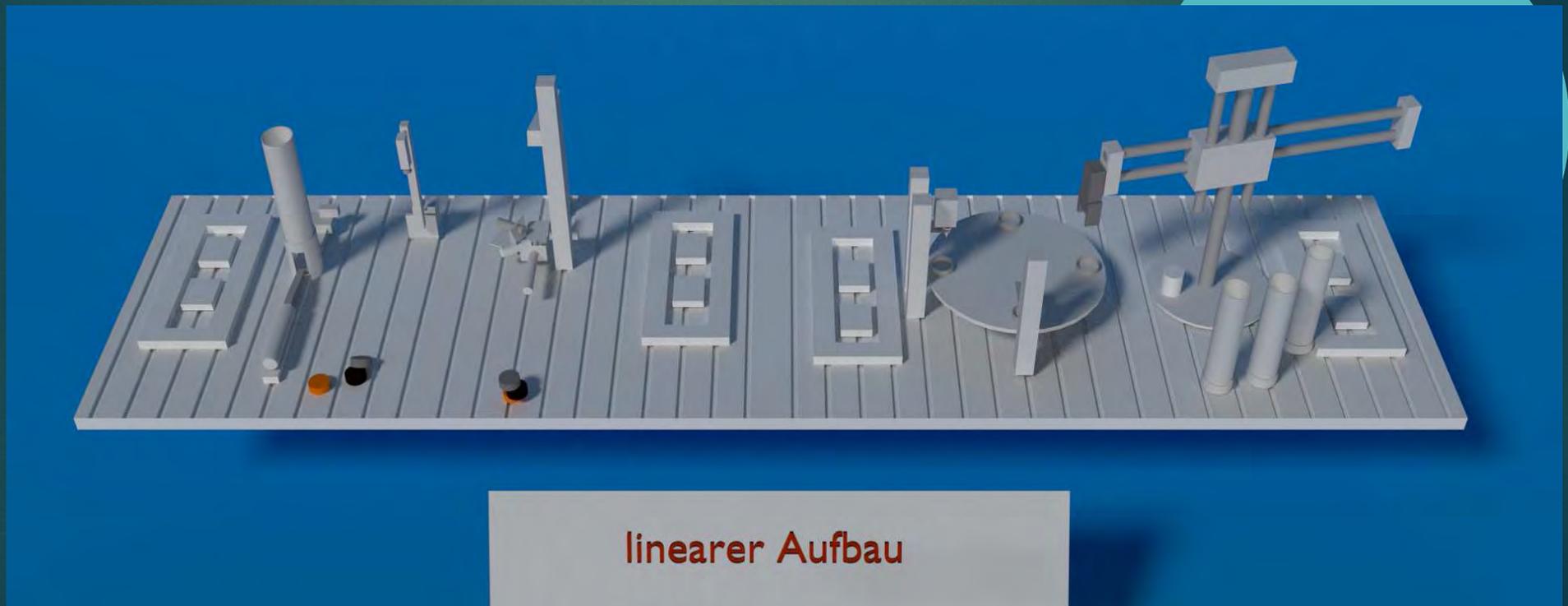
- ▶ Ergebnisse der Instandhaltung
 - ▶ Verbesserung
 - ▶ Schwachstellenanalyse



5. Aktuelle Ergebnisse der Arbeit an und mit der Modellfabrik

29

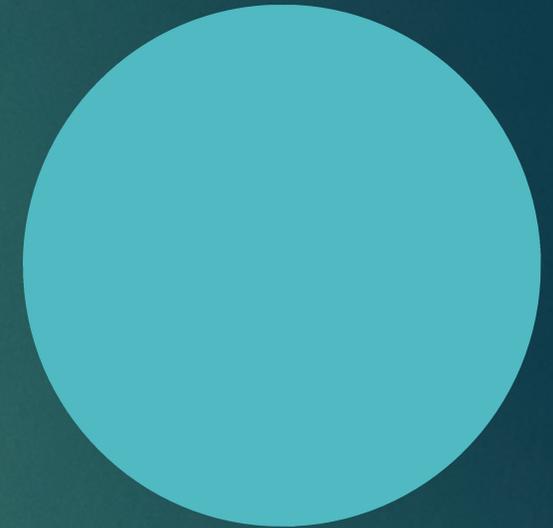
▶ Geplantes lineares Layout



6. Reflexion und Ausblick

30

- ▶ Kompetenzgewinn hinsichtlich:
 - ▶ Projektarbeit
 - ▶ Teamarbeit
 - ▶ teaminterne Kommunikation
 - ▶ Selbstorganisation
 - ▶ Einsatz von handlungsorientierten Unterrichtsverfahren

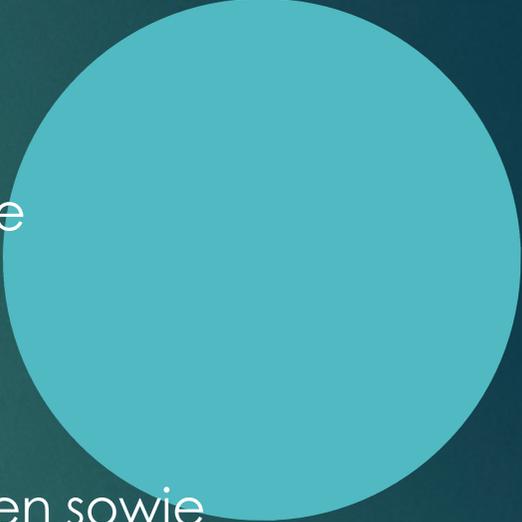


6. Reflexion und Ausblick

31

- ▶ Bezug auf die Anwendung der Modellfabrik in der Lehrerausbildung
 - ▶ Ausbildung von Lehrkräften (berufliche Didaktik ET/IT, MMT)
 - ▶ (Bereits Anwendung der Projektergebnisse zum Thema Recycling bei der Lehrveranstaltung „schulpraktische Übungen; (SPÜ)“
 - ▶ Präsentation und Diskussion des Projekts im Rahmen eines Forschungskolloquiums am 23.6.2016
- ▶ Fachliche Vertiefung (z.B. im Rahmen eines Ergänzungsstudiums)
- ▶ Erproben didaktischer Konzepte (instandhaltungsorientierte Unterrichtsverfahren)
- ▶ Bedarf an finanziellen Mitteln für weitgehende Modernisierung der Anlage

7. Fazit

- ▶ Erkennbare Projektfortschritte (Erfolgserlebnisse)
 - ▶ Wiederherstellung der Funktion der Bestandsanlage
 - ▶ Herausarbeitung von Projektzielen
 - ▶ Entwicklung von individuellen Problemlösungsstrategien sowie
 - ▶ Entwicklung von berufsbezogenen Kompetenzen (Lehrerkompetenzen)
- 

Literatur

Hartmann, M. D.; Sawadogo, W. J. E.; Arndt, T.: Lehramtsausbildung „Informationstechnik“: Herausforderungen der Praxis; 26. Fachtagung der BAG Elektrotechnik, Informationstechnik, Metalltechnik, Fahrzeugtechnik; 22. und 23. April 2016; Karlsruhe; Digitale Vernetzung der Facharbeit abrufbar unter: www.bag-elektrometall.de/pages/FT2016/present/ws3_wendkouni_sawadogo.pdf vom 24.7.2016

Spöttl, G.; Windelband, L. et al. (2016): Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie, hrsg. von BAYME VBM, April 2016. Online: https://www.baymevbm.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Bildung/2016/Downloads/baymevbm_Studie_Industrie-4-0.pdf vom 27.07.2016

Spöttl, G. & Windelband, L. (2016): Industrie 4.0 – „Von der Software her denken“, in: Berufsbildung 70 (2016), H. 159, S. 3-6

- Technische Universität Dresden, Fakultät Erziehungswissenschaften: Studienordnung für die erste Fachrichtung Elektrotechnik und Informationstechnik im Studiengang Höheres Lehramt an berufsbildenden Schulen,
- Butter, C: Internes Arbeitsmaterial zur Modellfabrik (Automatisierungstechnik für Berufsschullehrer, Modulares Produktionssystem)
- Sawadogo, W. J. E.: Internes Arbeitsmaterial zur Modellfabrik (Modulares Produktionssystem)
- Pahl, J-P & Herkner, V.: Instandhaltungsorientierte Unterrichtsverfahren. Eine Arbeitsunterlage für den unterrichtspraktischen Gebrauch, Reihe Berufsbildung, Arbeit und Innovation- Studentexte, Band 4, Bielefeld, 2007
- Ahlborn, H & Pahl, J-P (Hrsg.): Didaktische Vereinfachung: Eine Kritische Reprise des Werkes von Dietrich Hering Seelze.Velber, 1998
- Rötzel, A: Instandhaltung-Eine betriebliche Herausforderung; 2. Auflage, Berlin, 2001

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Das Projekt „Modellfabrik 4.0“

Dauer: April 2016 – März 2017 (2
Semester)

Projektteilnehmer:

Herr T. Kozlowski, Herr M. Müller und
Herr G. Reuter

Projektbetreuer: Dr. W. J. E. Sawadogo

Lehramt Elektro- und Informationstechnik, TU Dresden- Module EW-SEBS-ET-FP:
fachbezogenes Projekt; SS2016 - WS2016/17

Prof. Dr. Martin D. Hartmann
Professurinhaber

Dr. Wendkouni J. Eric Sawadogo
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Technische Universität Dresden /
Fakultät Erziehungswissenschaften
Institut für Berufspädagogik und
Berufliche Didaktiken

Professur für Metall- und
Maschinentechnik / Berufliche Didaktik
Berufliche Fachrichtung Elektrotechnik
Tel: +49 351 463 34 573
Fax: +49 351 463 37 269
E-mail: Eric.Sawadogo@tu-dresden.de



»Wissen schafft Brücken.«