

# Simulation realer Arbeitsprozesse

Condition Monitoring CP-Lab „Bohren und Wenden“



Beteiligte Institutionen	Projektleiter
<b>Technische Schule Aalen</b>	Julia Göttler Simon Hörner
<b>Carl Zeiss AG</b>	Kathrin Hammeter Thomas Schnell Udo Schlickerrieder
<b>Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd</b>	Prof. Dr. Uwe Faßhauer Prof. Dr. Lars Windelband Lena Bürgler Manuel Strauß (Student) Johannes Legner (Student) Felix Bannert (Student)



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU

## Abstract

In Rahmen des Verbundprojektes „Didaktik 4.0 – Smart Factory“ (gefördert vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg) wird in dieser Arbeitsgruppe eine Verknüpfung der Smart Factory Anlagen bei Firma Zeiss und der TS AA durchgeführt, um eine gemeinsame Fragestellung zur vernetzten Instandhaltung mit einer konkreten Fernwartungsaufgabe zu bearbeiten. Ziel dieser Lernaufgabe ist die Simulation von realen Prozessaufgaben mit Hilfe von CP Labs und die Übertragung dieser auf reale Arbeitsprozesse.

## Bezug zu Industrie 4.0

Die Auszubildenden sollen ein Verständnis für Service- und Instandhaltungsmethoden und deren Vernetzung innerhalb und über die Unternehmensgrenzen hinaus entwickeln und die verschiedenen Elemente erklären können. Weiter ist es wichtig, den Prozess der Fernwartung kennenzulernen und zu verstehen, um auftretende Probleme ohne direkte Sicht auf die Anlage lösen zu können und diese Informationen an Mitarbeiter vor Ort zu übermitteln (deutsch/englisch).

## Inhalte

- Predictive Maintenance, Predictive Maintenance an der CP-Lab Bohren
- Berechnung der Wartungskosten mit und ohne Predictive Maintenance
- Soll-Datenaufnahme an der CP-Lab Bohren
- Fehlerinszenierung und Lösungsmöglichkeiten entwickeln
- Fernwartung
- Stationslernen

## Zeitlicher Aufwand

Workshop Teil 1 (Berufsschule): 7,5 Stunden (beispielsweise 5 x 90 Minuten)  
Workshop Teil 2 (Betrieb): 1 Tag (beispielsweise 08:00 bis 15:00 Uhr)

## Teilnehmeranzahl

20 TeilnehmerInnen

## Organisationale Voraussetzungen

- Es wird davon ausgegangen, dass den Auszubildenden Tablets und Laptops zur Verfügung stehen
- Es wird davon ausgegangen, dass die CB-Lab Bohrstation in der Berufsschule und im Betrieb vorhanden ist und miteinander gekoppelt sind.

## Autoren

Lernsituation	Julia Göttler und Simon Hörner (Technische Schule Aalen) Kathrin Hammeter und Thomas Schnell (Carl Zeiss AG) Lars Windelband, Uwe Faßhauer und Lisa Fischer (Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd)
Workshop Teil 1 und 2	Manuel Strauß, Johannes Legner und Felix Bannert (Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd) Julia Göttler und Simon Hörner (Technische Schule Aalen) Kathrin Hammeter (Carl Zeiss AG)
Aufbereitung der Unterlagen	Lena Bürgler (geb. Bleher) und Lars Windelband (Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd)

## Lernsituation

<p><b>Name der Lernsituation: Vernetzte Instandhaltung (Simulation)</b>  <b>Szenario 4: Service und Instandhaltung</b>  <b>Anforderungsniveau:</b> Verstehen und Anwenden  <b>Berufe mit Ausbildungsjahr:</b> Industriemechaniker, Mechatroniker, Elektroniker (alle Ausbildungsjahre)</p>	
<p><b>Einstiegsszenario/Problemstellung</b></p> <p>Vorhandene CP-Factory wurde um Druck-, Strom-, Durchflusssensor erweitert. Durch die Einbindung von Fehlern weichen die aufgenommenen Kennlinien vom Normalzustand ab. Diese werden ausgewertet und mögliche Fehlerursachen abgeleitet.</p>	<p><b>Lernergebnis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fehleridentifikation</li> <li>• Ableiten von Maßnahmen</li> <li>• Fließdiagramm (Normalzustand mit Fehlerfall vergleichen)</li> </ul> <p><i>ggf. Hinweise zur Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung (Bewertungskriterien), z.B. Präsentation des Gelernten, Test, Projektarbeit</i></p>
<p><b>Wesentliche Kompetenzen</b>  <i>(arbeitsprozessbezogen und übergreifend)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissen</li> <li>• Verstehen</li> <li>• Anwenden</li> <li>• Problemlösefähigkeiten</li> <li>• Teamfähigkeit</li> </ul> <p><i>(Im Bereich Service und Instandhaltung sollen auch kooperative und soziale/ethische Kompetenzen im Mittelpunkt stehen)</i></p>	<p><b>Konkretisierung der Schwerpunkte</b></p> <p><b>Schule</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirtschaftlich Betrachtung</li> <li>• Sensorik, Pneumatik</li> <li>• E-Technische Grundlagen (Strommessung)</li> <li>• IT-Kenntnisse</li> </ul> <p><b>Betrieb</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Datensicherheit (VPN, Verschlüsselung)</li> <li>• Anwendung an Gesamtanlage</li> </ul>
<p><b>Zeitbedarf / Stundenumfang – Berufsschulunterricht</b></p> <p>5 x 90 Minuten</p>	<p><b>Zeitbedarf/ Stundenumfang – Unternehmen</b></p> <p>1 Tag Schulung</p>

**Lern- und Arbeitstechniken / Didaktische Hinweise**

- Blended Learning
- Web Based Training
- Projektaufgaben / Gruppenarbeiten / Stationsaufgaben

*(Sozialformen/Arbeitsformen: Lerngruppen/kooperatives Arbeiten, Einzelarbeit, Lernpartnerschaften; Didaktisches Vorgehen bis hin zur Reflexion)*

**Unterrichtsmaterialien/(Digitale) Medien**

- Tablets
- Videos / Screencasts
- (Simulation)

*(Unterrichtsmaterialien: Einsatz von Arbeitsblätter, Simulationen, E-Learning, Lernvideos (auch selbst erstellen durch SuS), Medien für Lernortübergreifendes Lernen)*

**Organisatorische Hinweise**

- Siehe Anmerkungen in der Einleitung

## Workshop Teil 1

Workshop Teil 1 dauert insgesamt 7,5 Stunden (beispielsweise 5 x 90 Minuten) und beginnt mit der Definition und den Vor- und Nachteilen von Predictive Maintenance. Im Anschluss werden die Kosten für ein Konzept mit und ohne Predictive Maintenance berechnet. Hierbei werden die Wartungskosten bzw. die Ausfallzeiten und die dadurch entstehenden Kosten mit betrachtet. Im Anschluss wird das Konzept mit Predictive Maintenance an die CP-Lab Bohren übertragen, indem die Auszubildenden überlegen, welche Sensoren an der CP-Lab eingesetzt werden können, um eine vorausschauende Wartung umsetzen zu können. Diese Sensoren nehmen die Auszubildenden dann in Betrieb (Excel-Tool, Dateneingabe) und nehmen Soll-Werte der CP-Lab auf. Dann inszenieren die Auszubildenden Fehler an der CP-Lab, um die Auswirkungen anhand der Datenaufnahme zu sehen und entsprechende Lösungsmöglichkeiten zu nennen. Am Ende des Workshops wird dann die CP-Lab im Betrieb in Betrieb genommen. Die Auszubildenden befinden sich in der Berufsschule und sollen anhand der Daten, die von der Cp-Lab im Betrieb übertragen werden, eine Fernwartung durchführen.

Gesamtziel	Teilziele	Methodisches Vorgehen (auf Lehrkräfte bezogen)	Berufliche Handlungskompetenzen			Medien/ Werkzeuge/ didaktische Mittel	Zeitliche Vorgabe
			Fachkompetenzen	Sozialkompetenzen	Methodenkompetenzen		
<b>Berechnung des Kosten mit und ohne Predictive Maintenance</b>	<b>Vorstellen des Gesamtziels</b>	Inputphase Lehrender	Die SuS informieren sich über das Gesamtziel.	Die SuS hören aufmerksam zu, um die Aufgabenstellung zu verstehen.			5
	<b>Predictive Maintenance</b>	Die SuS lernen die Definition sowie die Vor- und Nachteile von Predictive Maintenance kennen.	Die SuS kennen die Bedeutung von Predictive Maintenance.	Die SuS hören aufmerksam zu.		PowerPoint	10
	<b>Gruppenbildung</b>	Die SuS bilden Gruppen von 4-6 Personen.		Die SuS zeigen Teamfähigkeit. Die SuS arbeiten konzentriert.			10
	<b>Berechnung Predictive Maintenance Konzept</b>	Die SuS bearbeiten folgende Aufgaben in Gruppen: - Berechnung der Sensorkosten - Berechnung der Umbaukosten	Die SuS informieren sich über die vorhandenen Informationen und berechnen die Kosten für eine vorausschauende Wartung für die CP Lab Bohren.	Die SuS zeigen teamorientiertes Lernen. Die SuS können Probleme im Team lösen. Die SuS können sich in neue Themen selbständig einarbeiten.	Die SuS kennen die Kosten, um eine vorausschauende Wartung an der CP Lab Bohren umzusetzen.	<i>Siehe Datei „1_Vorbereitung Predictive Maintenance“</i>	25
	<b>Berechnung der Wartungskosten mit Predictive Maintenance</b>	Die SuS berechnen die Wartungskosten der CP Lab, wenn das Predictive Maintenance Konzept umgesetzt wird.	Die SuS informieren sich über die Kosten, die bei einer vorausschauenden Wartung entstehen.	Die SuS zeigen teamorientiertes Lernen. Die SuS können Probleme im Team lösen. Die SuS können sich in neue Themen selbständig einarbeiten.	Die SuS kennen die Kosten der vorausschauenden Wartung an der CP Lab Bohren.	<i>Siehe Datei „2_Wartungskosten mit Predictive Maintenance“  Siehe Datei „3_Formelsammlung zum Vergleich der Instandhaltungskosten“  Siehe Ordner „4_Kostenrechnung mit Predictive Maintenance“</i>	50
	<b>Berechnung der Wartungskosten ohne Predictive Maintenance</b>	Die SuS berechnen die Wartungskosten der CP Lab, wenn das Predictive Maintenance Konzept nicht umgesetzt wird.	Die SuS informieren sich über die Kosten, die bei einer ungeplanten Wartung/ Ausfall entstehen.	Die SuS zeigen teamorientiertes Lernen. Die SuS können Probleme im Team lösen. Die SuS können sich in neue Themen selbständig einarbeiten.	Die SuS kennen die Kosten der ungeplanten Wartung an der CP Lab Bohren.	<i>Siehe Datei „5_Wartungskosten ohne Predictive Maintenance“  Siehe Ordner „6_Kostenrechnung ohne Predictive Maintenance“</i>	25
	<b>Besprechung der Lösungen</b>	Die SuS präsentieren ihre Gruppenergebnisse.		Die SuS diskutieren die Unterschiede gemeinsam.	Die SuS kennen die Unterschiede der beiden Konzepte.		15

Gesamtziel	Teilziele	Methodisches Vorgehen (auf Lehrkräfte bezogen)	Berufliche Handlungskompetenzen			Medien/ Werkzeuge/ didaktische Mittel	Zeitliche Vorgabe
			Fachkompetenzen	Sozialkompetenzen	Methodenkompetenzen		
Predictive Maintenance an der CP-Lab Bohren Sensorinbetriebnahme, Datenaufnahme, Fehlerbehebung)	<b>Wiederholung der bisherigen Inhalte</b>	Die bisherigen Inhalte werden in einem Schüler-Lehrer-Dialog nochmals aufgezeigt.	Die SuS nennen die verschiedenen Instandhaltungsmaßnahmen mit Vor- und Nachteilen.	Die SuS diskutieren die Unterschiede gemeinsam.	Die SuS kennen die Unterschiede der Instandhaltungsmaßnahmen.		10
	<b>Predictive Maintenance an der CP-Lab Bohren</b>	Die SuS bearbeiten in Gruppen die Aufgabe, wie Predictive Maintenance an der CP-Lab Bohren praktisch umgesetzt werden kann.	Die SuS überlegen, wie eine vorausschauende Wartung an der CP Lab Bohren umgesetzt werden kann (Auswahl der Sensoren, Umbaukosten, ...)	Die SuS zeigen Teamfähigkeit. Die SuS zeigen Engagement und Lernbereitschaft.	Die SuS können vernetzt denken.	<i>Siehe Datei „7_Arbeitsblatt Predictive Maintenance“</i>	20
	<b>Besprechung der Ergebnisse</b>	Die SuS präsentieren ihre Gruppenergebnisse.		Die SuS diskutieren die Unterschiede gemeinsam.	Die SuS kennen die Unterschiede der beiden Konzepte.		5
	<b>Excel-Tool</b>	Die SuS bearbeiten das WBT zum Excel-Tool.	Die SuS lernen den Aufbau und die Funktionen des Excel-Tools kennen.	Die SuS zeigen eine eigenständige Arbeitsweise.	Die SuS kennen den Aufbau und die Funktionen des Tools.	<i>Siehe Datei „8_BWL Excel Tool“ Siehe Ordner „9_Predictive Maintenance Excel Tool“</i>	30
	<b>Datenabfrage</b>	Die SuS legen die Variablen zur Datenabfrage an.	Die SuS können die verschiedenen Variablen für die entsprechenden Sensoren im Excel-Tool anlegen.	Die SuS zeigen Teamfähigkeit. Die SuS arbeiten konzentriert.	Die SuS können vernetzt denken.		20
	<b>Soll-Werte der CP-Lab Bohren aufnehmen</b>	Die SuS nehmen Soll-Werte der CP-Lab Bohren auf.	Die SuS können die CP-Lab Bohren bedienen und Soll-Werte aufnehmen.	Die SuS zeigen Teamfähigkeit. Die SuS arbeiten konzentriert.	Die SuS können vernetzt denken.		15
	<b>Fehler inszenieren und Ist-Werte aufnehmen</b>	Die SuS greifen in den normalen Ablauf der Station ein (Festhalten des Werkzeugträgers, festhalten des Bohrers in Fahrrichtung, ...) und nehmen die Werte auf.	Die SuS wissen, wie man Fehler bzw. Probleme an der CP-Lab Bohren auslösen kann.	Die SuS zeigen teamorientiertes Lernen. Die SuS können Probleme im Team lösen. Die SuS können sich in neue Themen selbständig einarbeiten.	Die SuS können vernetzt denken.		40
	<b>Besprechung der Ergebnisse</b>	Die SuS präsentieren ihre Gruppenergebnisse.		Die SuS diskutieren die Unterschiede gemeinsam.	Die SuS kennen die Unterschiede der beiden Konzepte.		5

Gesamtziel	Teilziele	Methodisches Vorgehen (auf Lehrkräfte bezogen)	Berufliche Handlungskompetenzen			Medien/ Werkzeuge/ didaktische Mittel	Zeitliche Vorgabe
			Fachkompetenzen	Sozialkompetenzen	Methodenkompetenzen		
Fernwartung	<b>Zusammenfassung der bisherigen Inhalte</b>	Die bisherigen Inhalte werden in einem Schüler-Lehrer-Dialog nochmals aufgezeigt.	Die SuS kennen die Instandhaltungsmaßnahmen mit ihren Vor- und Nachteilen, kennen die entstehenden Kosten der verschiedenen Konzepte und können das Excel-Tool bedienen und entsprechende Soll- und Ist-Werte generieren und bewerten.	Die SuS sind aufmerksam. Die SuS zeigen ihr Wissen auf.	Die SuS können vernetzt denken.		15
	<b>Fernwartung</b>	Die beiden CP Lab-Stationen im Unternehmen und in der Berufsschule sind miteinander gekoppelt. Eine Person löst an der CP Lab im Unternehmen verschiedene Fehler aus, die die SuS in der Berufsschule beurteilen und entsprechende Lösungsstrategien überlegen sollen.	Die SuS kennen das Konzept der Fernwartung mit den Vor- und Nachteilen und können anhand der Ist-Daten mögliche Fehler und Problemquellen analysieren und Lösungsmöglichkeiten benennen.	Die SuS sind aufmerksam. Die SuS zeigen ihr Wissen auf.	Die SuS können vernetzt denken.		180

## Workshop Teil 2

Workshop Teil 2 dauert einen Tag (beispielsweise 08:00 bis 15:00 Uhr). Während diesem Workshop durchlaufen die Auszubildenden insgesamt vier Stationen. Bei der ersten Station legen die Auszubildenden neue Aufträge für die CP-Lab Bohren an und sortieren diese entsprechend der Dringlichkeit in den Produktionsprozess ein. Station zwei beinhaltet die Erstellung von einem Lernvideo zu den Workshop-Inhalten. An der dritten Station führen die Auszubildenden ein Fernwartungsgespräch auf Englisch durch und an der vierten Station müssen Wortschnipsel zu einem sinnvollen Text zusammengefügt werden sowie verschiedene Begriffe erklärt werden.

Gesamtziel	Teilziele	Methodisches Vorgehen (auf Lehrkräfte bezogen)	Berufliche Handlungskompetenzen			Medien / Werkzeuge / didaktische Mittel	Zeitliche Vorgabe
			Fachkompetenzen	Sozialkompetenzen	Methodenkompetenzen		
<b>Stations- lernen</b>		<b>Die SuS durchlaufen in 4 Gruppen folgende Stationen:</b>					
		<b>Station 1: Lernfabrik &amp; Anlegen von Aufträgen</b> Die SuS legen an der CP Lab Bohren neue Aufträge an, sortieren diese entsprechend der Dringlichkeit ein und beaufsichtigen die Produktion.	Die SuS können Aufträge anlegen und nach Dringlichkeit sortieren.	Die SuS arbeiten konzentriert. Die SuS zeigen Teamfähigkeit.	Die SuS lernen die Auftragseingabe und –verwaltung kennen.		90
		<b>Station 2: WBTs Industrie 4.0</b> Die SuS erstellen Lernvideos zu den Workshop-Inhalten.	Die SuS können Lernvideos zu den gelernten Inhalten erstellen.	Die SuS arbeiten konzentriert. Die SuS zeigen Teamfähigkeit.	Die SuS können gelernte Inhalte in einem Video zusammenfassen.	<i>Siehe Datei „10_Wissenstest Predictive Maintenance“</i>	90
		<b>Station 3: Fernwartungsgespräch auf Englisch</b> Die SuS haben verschiedene Probleme, die sie mit einem „Kunden“ am Telefon lösen müssen. Der „Kunde“ versteht nur englisch.	Die SuS können ein Fachgespräch zur Lösung eines Kundenproblems in Englisch durchführen.	Die SuS arbeiten konzentriert. Die SuS zeigen Teamfähigkeit.	Die SuS können Kundenprobleme analysieren und Lösungsmöglichkeiten nennen.		90
		<b>Station 4: Tabu und Wortschnipsel</b> Die SuS haben verschiedene Begriffe zum Thema I4.0, Wartung, ..., die sie den anderen SuS erklären müssen, ohne die Begriffe oder verwandte Wörter zu verwenden. Die anderen SuS müssen die Begriffe erraten. Im nächsten Schritt haben die SuS verschiedene Wortschnipsel, die sie zu einem sinnvollen Text aneinander reihen müssen.	Die SuS kennen die verschiedenen Instandhaltungsmaßnahmen und können die Begriffe zu Themen wie I4.0, ... erklären.	Die SuS arbeiten konzentriert. Die SuS zeigen Teamfähigkeit.	Die SuS kennen die Themen I4.0, Instandhaltungsmaßnahmen sowie deren Vor- und Nachteile.	<i>Siehe Datei „11_Station 4 – Predictive Maintenance – Begriffe raten“</i>  <i>Siehe Datei „11_Station 4 – Predictive Maintenance – Sätze bilden“</i>  <i>Siehe Datei „11_Station 4 – Predictive Maintenance“</i>	90