

Entwicklung und Vorbereitung zur Erprobung eines online-unterstützten MINT-Moduls

Christian Thormann

Hochschule Mittweida | Fakultät Ingenieurwissenschaften

Abstract

Das Vorhaben Open Engineering der Hochschule Mittweida (HSMW) verfolgt in seiner Entwicklung insbesondere neue Ansätze der Lehrprozessgestaltung für ingenieurwissenschaftliche Studiengänge und Weiterbildungsangebote. Der Beitrag stellt konzeptionelle Ansätze und Möglichkeiten für E-Learning Angebote in ingenieurwissenschaftlichen Modulen vor. Mit der Entwicklungsrichtung der Studienangebote im Bereich „Digitale Wirtschaft“ wurden exemplarisch zwei Lehrmodule mit Automatisierungstechnischem Kontext ausgewählt.

Auswahlkriterium war u.a. der Einsatz geeigneter Softwareprodukte, die für die Erstellung der Lerninhalte genutzt werden können. Im Beitrag werden die Lehrinhalte der gewählten Module vorgestellt sowie deren Analyse hinsichtlich Einsatzmöglichkeiten online-basierter Vermittlung von Lehrinhalten. Anhand ausgewählter Beispiele werden Varianten für die konkrete Umsetzung aufgezeigt.

Arbeitsstand Jan-17

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 16OH21011 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor/bei der Autorin.

Inhalt

1. Einleitung	1
2. Studieninhalte des ausgewählten MINT-Moduls.....	1
3. Neue Ansätze im Lehrkonzept für MINT-Module am Beispiel des Moduls „Grundlagen der Automatisierung“	2
4. Auswahl von Softwaresystemen zur Entwicklung online-unterstützender Lehrinhalte	4
5. Entwicklungsbeispiel eines E-Learning Angebotes zur Programmierung Speicherprogrammierbarer Steuerungen.....	5
6. Entwicklungsbeispiel eines E-Learning Angebotes zur Robotik	7
7. Zusammenfassung und Ausblick	8
Literaturverzeichnis	9

Hinweis:

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit beziehen sich die Ausführungen auf die männliche Form der Beschäftigten. Selbstverständlich sind damit sowohl Männer als auch Frauen gemeint.

1. Einleitung

Um die hohe Nachfrage der Industrie an Absolventen ingenieurwissenschaftlicher Studienrichtungen bedienen zu können, ist es notwendig, attraktive und moderne Lehrinhalte und -methoden anzubieten. Damit kann zum einen die Anzahl der Studierenden erhöht, und zum anderen auch die Qualität des Studiums gesteigert werden.

Moderne Softwareprodukte erlauben in diesem Zusammenhang die Präsentation von Lehrinhalten in Form von E-Learning Angeboten. Diese unterstützen das Präsenzstudium und ermöglichen ein effektives Selbststudium mit hohem Lerneffekt.

Am Beispiel des Lernmodules *Grundlagen der Automatisierung* sollen Möglichkeiten für E-Learning Angebote in der ingenieurwissenschaftlichen Aus- und Weiterbildung erarbeitet werden.

Im Beitrag werden zuerst die Studieninhalte des ausgewählten Lernmodules vorgestellt. Anschließend wird die Auswahl von Lehrinhalten, die für E-Learning Angebote geeignet sind, erläutert. Diese werden an ausgewählten Umsetzungsbeispielen präsentiert. Der Beitrag endet mit einer kurzen Zusammenfassung und einem Ausblick.

2. Studieninhalte des ausgewählten MINT-Moduls

Für die Erarbeitung von E-Learning Inhalten wurde das Modul *Grundlagen der Automatisierung* des Bachelorstudienganges Industrial Management ausgewählt.

Das Modul *Grundlagen der Automatisierung* hat zum Ziel, die Studierenden zur Analyse und Entwicklung von Automatisierungseinrichtungen zu befähigen. Dies soll durch den Erwerb von Grund- und Fachkenntnissen auf den Gebieten der Sensorik und Automatisierungstechnik erreicht werden. Wichtig ist dabei das Verständnis über die Funktionsweise unterschiedlicher Messsysteme und industrieller Steuerungen sowie weiterer notwendiger Automatisierungsmittel.

Das Modul *Grundlagen der Automatisierung* umfasst folgende Lerninhalte:

- Teilgebiete der Automatisierung;
- Aufgaben, Auswahl und Kenngrößen von Sensoren;
- Funktionsweise und Messprinzipen von Sensoren für unterschiedliche Messgrößen, wie Position, Weg, Winkel, etc.;
- Sensoren für Sicherheitsanwendungen;
- Funktionsweise und Programmierung industrieller Steuerungen, wie Speicherprogrammierbare Steuerungen, CNC, Motion Control, Robotersteuerungen.

3. Neue Ansätze im Lehrkonzept für MINT-Module am Beispiel des Moduls „Grundlagen der Automatisierung“

Im Lehrkonzept des jeweiligen Moduls wird davon ausgegangen, dass dieses aus den Elementen Vorlesung, Seminar, Praktikum und Selbststudium besteht. Die neuen Ansätze in der Ausbildung werden nach dem Ansatz eines Blended Learning Konzeptes entwickelt, welches eine Einheit von Studienausbildung in Präsenz mit Unterstützung von E-Learning Elementen durch Einsatz einer Lernplattform bildet¹.

Die Struktur des erarbeiteten Lehrkonzepts mit E-Learning-Angeboten unterstützt durch OPAL zeigt die Abbildung 1.

Die *Vorlesung* (Präsenzveranstaltung) dient dazu, den Studierenden die theoretischen Grundlagen zu vermitteln. Zur Unterstützung des Lernprozesses werden in OPAL neben den Vorlesungsunterlagen auch Übungsaufgaben und Lehrvideos für die Studierenden bereitgestellt, um das *Selbststudium* zu unterstützen. Die Studierenden können die Übungsaufgaben selbständig bearbeiten und an den Lehrenden weiterleiten, indem sie diese in OPAL hochladen („Upload der bearbeiteten Aufgaben“). Der Lehrende kann nun die Lösungen überprüfen und im *Seminar* auf eventuell entstandene Probleme eingehen.

Das *Praktikum* dient dazu, die theoretischen Kenntnisse aus der Vorlesung praktisch umzusetzen. Die Praktikumsunterlagen werden im Vorfeld des Praktikums in OPAL eingestellt. Diese müssen von den Studierenden bearbeitet und innerhalb eines definierten Zeitfensters an den Lehrenden übermittelt werden. Das Zeitfenster könnte beispielsweise drei Tage vor dem Praktikumsversuch enden. Übermittelt der Studierende innerhalb dieses Zeitfensters keine Praktikumsvorbereitung an den Lehrenden, so wird der Studierende nicht zum Praktikumsversuch zugelassen. In technischen Praktikumsversuchen ist eine Vorbereitung der Studierenden wichtig, da hier üblicherweise in sehr kleinen Praktikumsgruppen gearbeitet wird und zudem die Praktika sehr betreuungsintensiv sind. Des Weiteren besteht bei unzureichender Vorbereitung die Möglichkeit, dass sich das Unfallrisiko erhöht.

Das Praktikum ist eine Prüfungsvorleistung, das bedeutet, der Studierende muss dieses abgelegt haben. Zur *Prüfungsvorbereitung* stehen für den Studierenden Lehrunterlagen, Lehrvideos und vorgefertigte Lösungen für ausgewählte Übungsaufgaben in OPAL bereit.

Die Prüfung am Ende eines Moduls dient dazu, die vermittelten Kenntnisse des Studierenden abzufragen.

¹ Eingesetzt wird die Lehr-/Lernplattform OPAL. Diese ist verfügbar unter: <https://bildungsportal.sachsen.de/opal>, 11.01.2017

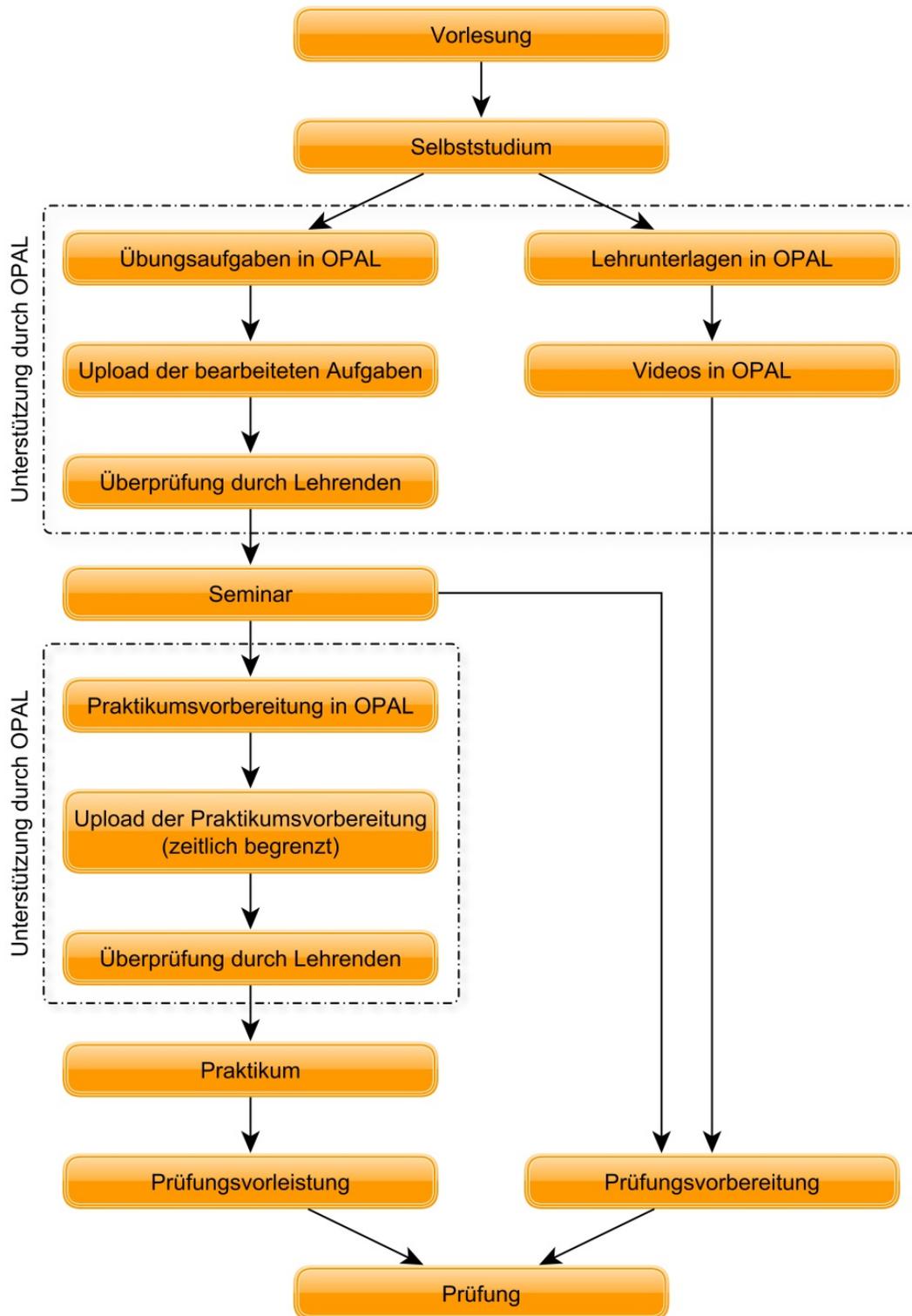


Abbildung 1: Modulaufbau

4. Auswahl von Softwaresystemen zur Entwicklung online-unterstützender Lehrinhalte

Zur Unterstützung des Selbststudiums durch erweiterte Möglichkeiten eigenständiger Wiederholung und Vertiefung der in der Vorlesung vermittelten Lerninhalte durch die Studierenden bestand ein weiteres Entwicklungsziel darin, durch die Einbindung von Softwaresystemen zur Abbildung und Verdeutlichung der Prozessabläufe und deren Umsetzung mit Möglichkeiten der online-gestützten Simulation, den methodisch-didaktischen Ansatz der Vermittlung der Fachkenntnisse für die Studierenden zu erweitern.

Dazu wurden die dargestellten Lehr-/ Lerninhalte des Moduls *Grundlagen der Automatisierung* bezüglich ihrer Eignung von Gestaltungs- und Anwendungsformen des E-Learning untersucht. Als geeignet erwies sich der Einsatz von Softwaresystemen, die aufgrund ihrer Praxisnähe und ihrer weitestgehend intuitiven Bedienoberflächen ausgewählt wurden. Diese Systeme werden zunächst während der Präsenzveranstaltungen den Studierenden vorgestellt und anhand von Beispielen ihre Nutzung demonstriert. Im Anschluss werden weitere Übungsaufgaben im OPAL freigeschaltet. Die Studierenden können nun selbständig mit den Programmsystemen arbeiten und ihre Resultate ebenfalls im OPAL ablegen.

Für das Modul *Grundlagen der Automatisierung* bietet sich dazu besonders der Bereich industrielle Steuerungstechnik an. Mit Hilfe geeigneter Softwaresysteme lassen sich E-Learning Angebote erstellen, die zum einen vom Dozenten bei Präsenzveranstaltungen vorgestellt werden und andererseits von den Studierenden für das Selbststudium genutzt werden können.

Für die Vertiefung der vermittelten Kenntnisse zur Funktionsweise und Programmierung industrieller Steuerungen im Modul *Grundlagen der Automatisierung* wurde exemplarisch für die Entwicklung und Erprobung im Pilotstudiengang B. Eng. Industrial Management je ein Softwaresystem zur Verdeutlichung der Funktionsweise und Programmierung Speicherprogrammierbarer Steuerungen und Robotersteuerungen ausgewählt.

Auswahl Softwaresystem zur Verdeutlichung der Funktionsweise und Programmierung Speicherprogrammierbarer Steuerungen

Ein Beispiel für ein *Softwaresystem zur Verdeutlichung der Funktionsweise und Programmierung Speicherprogrammierbarer Steuerungen* ist das Softwaresystem *CoDeSys* der Firma *3S-Smart Software Solutions GmbH* [1]. *CoDeSys* dient zur Erstellung von Programmen für Speicherprogrammierbare Steuerungen, aber auch für Motion Control- und Robotik-Anwendungen [2].

Vorteile des Systems als Entscheidungsgründe waren:

- Die Programmierumgebung von *CoDeSys* kann kostenfrei genutzt werden.
- Zur Programmierumgebung gehört auch eine virtuelle Steuerung, mit der erstellte Programme auf einem PC getestet bzw. simuliert werden können.
- *CoDeSys* ist als professionelles Produkt aufgrund seiner lizenzfreien Entwicklungsumgebung besonders für die studentische Ausbildung geeignet.

Die Einbindung des Systems im Rahmen von E-Learning Angebote bietet sich besonders für den Bereich Seminar/ Übung und zur Prüfungsvorbereitung an, da sie sich auf den individuellen Leistungsstand des Studierenden skalieren lassen. Der parallele Einsatz des Systems *CoDeSys*, auch bei Präsenzveranstaltungen durch den Dozenten, er-

möglicht eine unmittelbare Verbindung von vermittelten Lerninhalten und Selbstlernen der Studierenden.

Auswahl Softwaresystem zur Verdeutlichung der Funktionsweise und Programmierung von Robotersteuerungen

Für den Bereich Robotik, als weiteren Bestandteil des Moduls *Grundlagen der Automatisierung*, lassen sich für die Entwicklung von E-Learning Komponenten ebenfalls Softwareprodukte einsetzen. Im Gegensatz zur genormten Programmierung von speicherprogrammierbaren Steuerungen, werden Roboter mit Hilfe herstellerspezifischer Programmiersprachen programmiert. Somit gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Systeme, wie z. B. die Software *KUKA.Sim* zur Simulation von Robotern der Firma *KUKA* [3], *Robot Studio* [4] für *ABB*-Roboter oder das universelle Robotersimulationsprogramm *Robcad* [5]. Nachteilig sind die mitunter die recht hohen Kosten der Produkte, die den Einsatz in der Lehre behindern. Aufgrund von langjähriger Erfahrung und dem Vorhandensein der dazugehörigen Hardware wurde an dieser Stelle das Softwaresystem *Robot Studio* exemplarisch verwendet.

5. Entwicklungsbeispiel eines E-Learning Angebotes zur Programmierung Speicherprogrammierbarer Steuerungen

Mit der Software *CoDeSys* können Programme für Speicherprogrammierbare Steuerungen erstellt und simuliert werden. Sie bietet sich besonders zum selbstständigen Arbeiten der Studierenden an, um das Verständnis der Prozessabläufe zu vertiefen. Speicherprogrammierbare Steuerungen finden vielfältigen Einsatz, z. B. bei der Automatisierung von verfahrenstechnischen Prozessen und in der Fertigungsautomatisierung.

Als Beispielaufgabe für das Selbststudium wurde die Steuerung einer Belüftungsanlage gewählt, wie sie z. B. in einer Lackiererei vorkommen kann. Die Studierenden sollen durch diese Aufgabenstellung in die Lage versetzt werden, Programme für Speicherprogrammierbare Steuerungen zu entwickeln. Mit *CoDeSys* kann zudem dafür eine geeignete Visualisierung der entworfenen Steuerung erzeugt werden, die den Prozess veranschaulicht (Abbildung 2).

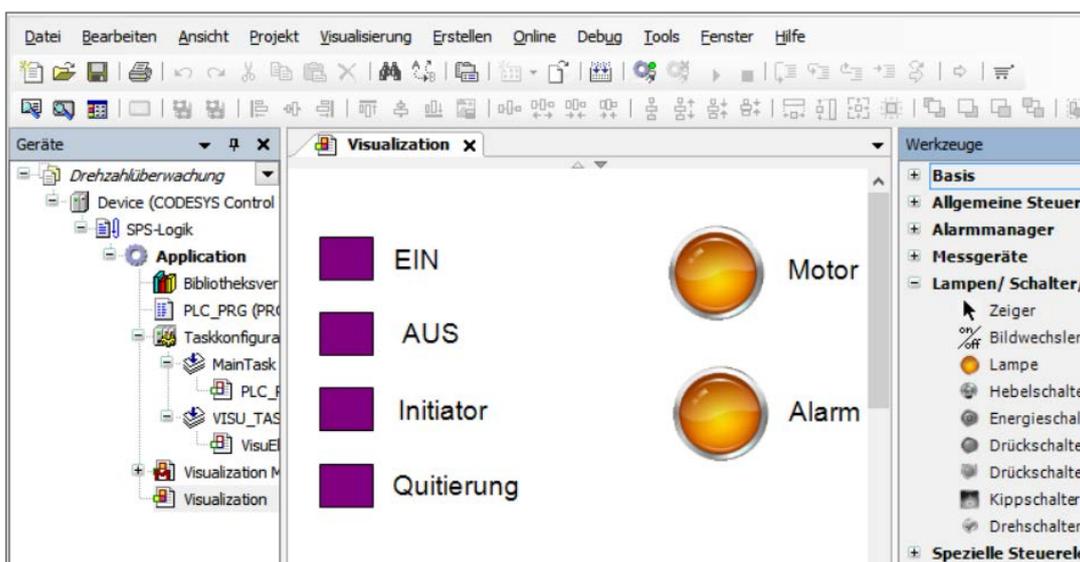


Abbildung 2: Prozessvisualisierung der Lüftersteuerung

Das zu erstellende Steuerungsprogramm soll die folgende Funktionalität aufweisen:

- Mit den Tastern „EIN“ und „AUS“ soll der Lüfter gestartet bzw. gestoppt werden können.
- Die Aktivität des Lüftermotors wird durch die Leuchte „Motor“ visualisiert.
- Bei Drehung des Motors liefert ein Drehzahlgeber („Initiator“) ein periodisches Signal. Dieses muss bei der Simulation durch den Studierenden emuliert werden. Fällt das Signal aus, muss von einer Störung ausgegangen werden und der Motor ist zu seinem Schutz auszuschalten.
- Zusätzlich ist eine Alarmleuchte zu aktivieren.
- Bevor der Motor erneut gestartet werden kann, ist die Alarmmeldung mit Hilfe des entsprechenden Tasters zu quittieren. Des Weiteren soll eine Anlaufzeit des Lüfters von 10 Sekunden berücksichtigt werden. Erst danach soll das Initiatorsignal ausgewertet werden.

Zur Vorbereitung des Selbststudiums der Studierenden wurde die Prozessvisualisierung als Datei in die E-Learning Plattform OPAL eingestellt. Diese umfasst auch einen vorgefertigten Programmriff, der z. B. die Deklaration der Programmvariablen enthält.

Die Studierenden sollen selbständig das zur Lösung der Aufgabenstellung notwendige Programm erstellen und testen. Die Lösung kann anschließend an den Lehrenden übermittelt und von diesem beurteilt werden. Hierfür könnte beispielsweise ein zeitlich begrenzter Upload im OPAL eingerichtet werden.

Bei diesem gewählten Ansatz ist die vorgegebene Variablendeklaration von Vorteil, bei der die Programmvariablen einheitliche Bezeichner tragen und damit die Programmanalyse durch den Dozenten wesentlich vereinfacht wird. Der Lehrende hat dadurch die Möglichkeit auf individuelle Probleme der Studierenden einzugehen. Tabelle 1 zeigt diese Variablendeklaration.

Tabelle 1: Variablendeklaration

Variablenbezeichner	Funktion	Bedeutung
M1	Motor	0: Motor steht still 1: Motor läuft
TON1	Timer 1	Überwachungszeitrelais
TON2	Timer 2	Anlaufzeitrelais
T1	Zeitvariable 1	Überwachungszeitvariable
T2	Zeitvariable 2	Anlaufzeitvariable
E1	Taster 1	Einschalt-Taster (1: Taster betätigt)
E2	Taster 2	Ausschalt-Taster (1: Taster betätigt)
E3	Taster 3	Initiatorsignal
E4	Taster 4	Quittierungs-Taster (1: Taster betätigt)
A1	Lampe 1	Lampe für Motorzustand (0: Motor steht still, 1: Motor läuft)
A2	Lampe 2	Lampe für Alarmzustand (0: kein Alarm, 1: Alarmzustand)

Ein weiterer Gestaltungs- und Lösungsansatz besteht darin, dass zeitlich begrenzt über die Lernplattform OPAL auch Musterlösungen der Aufgabenstellung angeboten werden. Abbildung 3 zeigt den Auszug einer Lösungsvariante für das verwendete Beispiel.

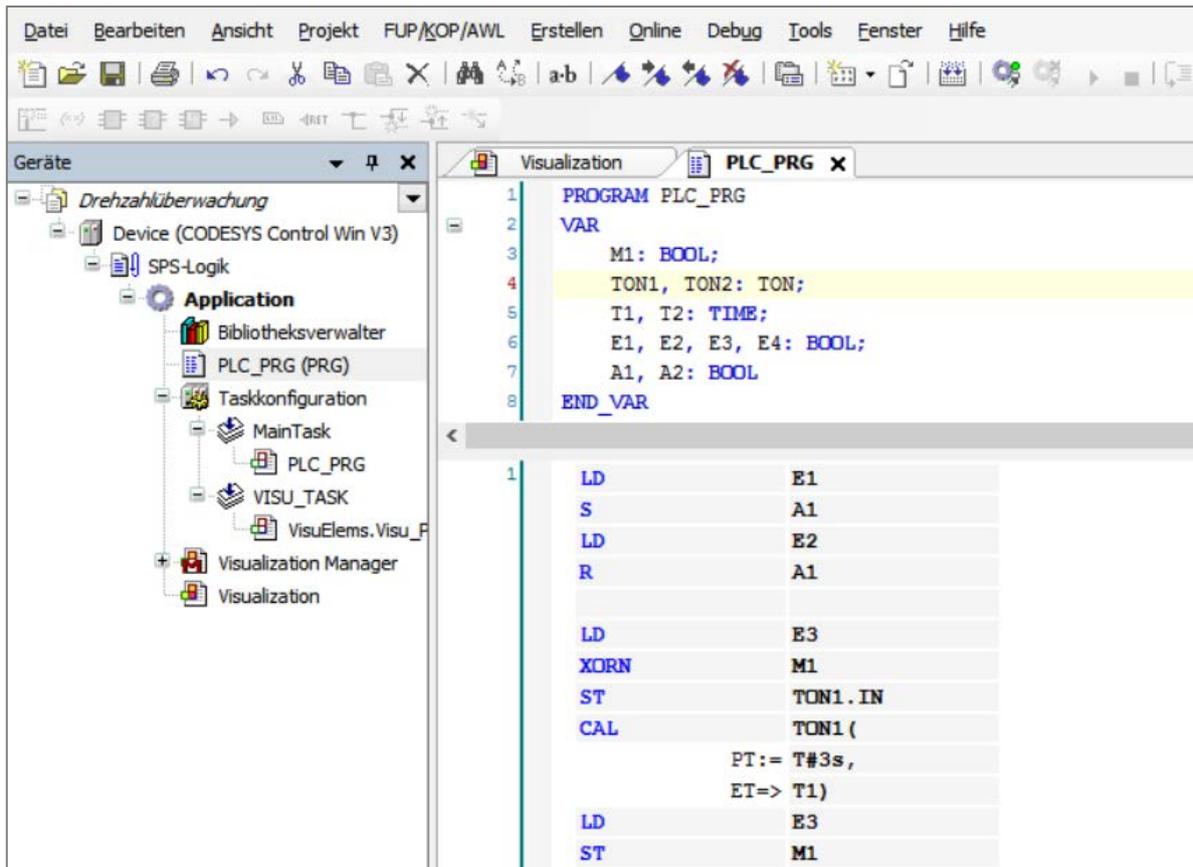


Abbildung 3: Musterlösung der Lüftersteuerung

6. Entwicklungsbeispiel eines E-Learning Angebotes zur Robotik

Mit dem gewählten Simulationsprogramm *Robot Studio* der Firma *ABB* können Programme zur Veranschaulichung der Arbeits- und Funktionsweise von Roboterarbeitszellen erstellt und simuliert werden.

Aus Lizenzierungsgründen ist es schwierig, dass die Studierenden die Software zu Hause zum Zwecke des Selbststudiums nutzen. Eine alternative Möglichkeit, E-Learning Angebote im Lehrgebiet Robotik zu erstellen, ist die Anfertigung von Lehrvideos, die für die Erprobung im Pilotstudiengang gewählt wurde. Das Softwareprodukt eignet sich dahingehend besonders, dass den Studierenden auf moderne Weise sowohl Grundlagenwissen als auch spezielles Modulwissen für die Roboterprogrammierung vermittelt werden können. Sinnvoll ist es z. B. die Auswirkung verschiedener Interpolationsarten wie Gelenk und Bahninterpolation auf das Bewegungsverhalten des Roboters simulativ darzustellen. Abbildung 4 die Benutzeroberfläche von *Robot Studio*.

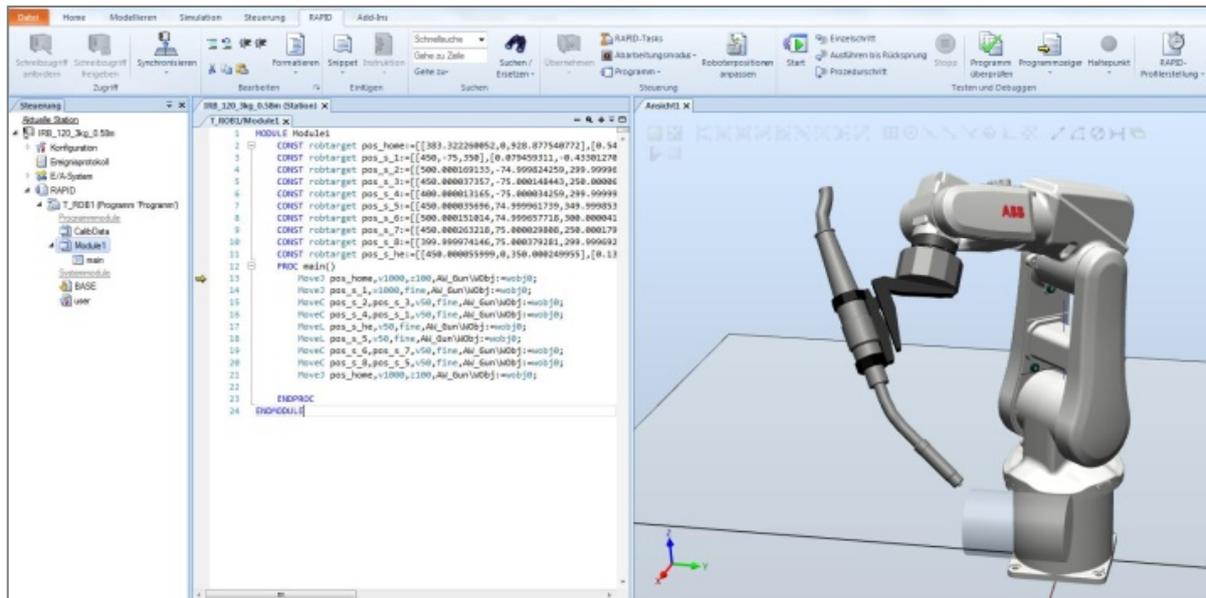


Abbildung 4: Robotersimulation mit RobotStudio

Die Lehrvideos können den Studierenden dann wieder über die E-Learning Plattform OPAL angeboten werden. Anhand definierter Aufgabenstellungen können die Studierenden die Videos zum Selbststudium, zur Praktikumsvorbereitung sowie zur Prüfungsvorbereitung nutzen.

7. Zusammenfassung und Ausblick

Im vorliegenden Beitrag wurden Möglichkeiten dargestellt und untersucht, wie Elemente des E-Learning in ingenieurwissenschaftlichen Modulen eingesetzt werden können. Dazu wurde ein Lernmodul im Rahmen der fachspezifischen Vertiefung des Bachelorstudienganges Industrial Management ausgewählt und dessen Lehrinhalt auf Eignung zum E-Learning analysiert.

Die Verwendung der E-Learning-Plattform OPAL ermöglicht es dem Lehrenden vorbereitete Übungsaufgaben für die Studierenden bereitzustellen. Die bearbeiteten Aufgaben können dann durch den Lehrenden analysiert werden, wodurch dieser dann auf individuelle Probleme der Studierenden eingehen kann. Anhand von zwei Einsatzszenarien wurden pilothafte Entwicklungsbeispiele für die Einbindung von Simulationaufgaben ausgearbeitet, mit dem Ziel, attraktive und moderne Lehrinhalte und -formen in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen anzubieten.

Neben der dargestellten Software könnten weitere Softwareprodukte zur Vorbereitung der Lehrmaterialien genutzt werden, die im Rahmen einer weiterführenden Recherche über geeignete Softwareprodukte analysiert und auf Eignung geprüft werden könnten.

Es ist geplant, das Lernmodul Grundlagen der Automatisierung erstmals im Wintersemester 2017/2018 nach dem neuen Lehrkonzept zu erproben. Nach der Durchführung des Moduls wird eine Evaluation der Lernprozesse und Lehrmaterialien erfolgen, um gegebenenfalls Veränderungen vorzunehmen.

Die in diesem Artikel dargestellten Ansätze zur Veränderung des Lehr-/Lernprozesses werden im 3. Semester des Pilotstudienganges erprobt. Eine Übertragung des vorgeschlagenen Lehrablaufs auf das Modul Fertigungsautomatisierung im 5. Semester des Pilotstudienganges ist bei positiven Evaluationsergebnissen vorgesehen. Dazu sind die entsprechenden Lehrmaterialien und E-Learning-Angebote zu erstellen.

Literaturverzeichnis

- [1] 3S-Smart Software Solutions GmbH: *CODESYS*, <https://www.codesys.com/>, Abruf: 6. Januar 2016
- [2] M. Seitz: Speicherprogrammierbare Steuerungen für die Fabrik- und Prozessautomation – Strukturierte und objektorientierte SPS-Programmierung, Motion Control, Sicherheit, vertikale Integration, Carl Hanser Verlag, 2012.
- [3] KUKA Roboter GmbH: *KUKA.Sim*, https://www.kuka.com/de-de/produkteleistungen/robotersysteme/software/planung-projektierung-service-sicherheit/kuka_sim, Abruf: 8. April 2016
- [4] ABB Automation GmbH Unternehmensbereich Robotics: *RobotStudio*, <http://new.abb.com/products/robotics/de/robotstudio>, Abruf: 7. April 2016
- [5] Siemens Industry Software GmbH: *Robcad*, https://www.plm.automation.siemens.com/de_de/products/tecnomatix/manufacturing-simulation/robotics/robcad.shtml, Abruf: 8. April 2016