

Entwicklung und Vorbereitung zur Erprobung des online- unterstützten MINT-Moduls „Fertigungsautomatisierung“

Prof. Dr.-Ing. Alexander Winkler, Christian Thormann (M.Sc.)
Hochschule Mittweida | Fakultät Ingenieurwissenschaften

Abstract

Das Vorhaben Open Engineering der Hochschule Mittweida 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“ wurde ein weiteres Lehrmodul 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 des gewählten Moduls vorgestellt sowie deren Analyse hinsichtlich Einsatzmöglichkeiten online-basierter Vermittlung von Lehrinhalten dargestellt. Anhand ausgewählter Beispiele im Lern- und Studienprozess werden Varianten für die konkrete Umsetzung im Lehrprozess aufgezeigt.

Jan-18

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 der ausgewählten MINT-Module.....	1
3. Neue Ansätze im Lehrkonzept für MINT-Module am Beispiel der Module „Grundlagen der Automatisierung“ und „Fertigungsautomatisierung“	2
4. Auswahl von Softwaresystemen zur Entwicklung online-unterstützender Lehrinhalte	4
5. Umsetzungsbeispiel eines E-Learning Angebotes zur Fluidik	5
6. 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 einem die Anzahl der Studierenden erhöht, 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 Lernmoduls *Fertigungsautomatisierung* sollen Möglichkeiten für E-Learning Angebote in der ingenieurwissenschaftlichen Aus- und Weiterbildung erarbeitet und aufgezeigt werden.

Im Beitrag werden zuerst die Studieninhalte des ausgewählten Lernmoduls vorgestellt. Anschließend wird die Auswahl von Lehrinhalten erläutert, die für E-Learning Angebote geeignet sind. Diese werden an ausgewählten Umsetzungsbeispielen präsentiert. Der Beitrag endet mit einer kurzen Zusammenfassung und einem Ausblick auf die geplante Erprobung im Fachvertiefungsprofil Technologiemanagement des Pilotstudienganges B. Eng. Industrial Management.

2. Studieninhalte und -methoden im MINT-Modul Fertigungsautomatisierung

Für die exemplarische Erarbeitung von ergänzenden und unterstützenden E-Learning-Inhalten im ingenieurwissenschaftlichen Studium wurde das Modul *Fertigungsautomatisierung* des Bachelorstudienganges Industrial Management ausgewählt. Das Modul ist als Wahlpflichtmodul im 5. Semester des Studienganges eingeordnet in der Fachvertiefungsrichtung Technologiemanagement.

Lernziel des Studienmoduls ist, die Studierenden zu befähigen, hydraulische und pneumatische Schaltungen grundlegend zu analysieren und zu projektieren. Grundlage dafür sind Kenntnisse über die Funktionsweise von hydraulischen und pneumatischen Elementen sowie deren Berechnungsgrundlagen.

Hydraulische und pneumatische Antriebe (fluidische Antriebe) sind wichtige Bestandteile der industriellen Automatisierungstechnik. Sie kommen bei der Automatisierung von Fertigungsprozessen in vielfältigen Formen zum Einsatz.

„Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, hydraulische und pneumatische Schaltungen grundlegend zu analysieren und zu projektieren. Sie können die Funktionsweise von hydraulischen und pneumatischen Elementen sowie deren Berechnungsgrundlagen nachvollziehen. Des Weiteren können sie für konkrete Problemstellungen geeignete Bauelemente und Komponenten der Hydraulik/Pneumatik auswählen, dimensionieren und zu einem fluidischen Antrieb verschalten.“¹

Das Modul *Fertigungsautomatisierung* umfasst folgende Themengebiete:

- Vor- und Nachteile fluidischer Antriebe;
- Formen der Druckluft- und Druckölversorgung;
- Bauformen und Funktionsweise hydraulischer und pneumatischer Aktoren;

¹ Modulbeschreibung im Modulhandbuch Industrial Management (B. Eng.), online unter: www.hs-mittweida.de/open-engineering

- Arten und Funktionsweise von Ventilen wie Druckventile, Stromventile, Sperrventile, Wegeventile und Stetig-Wegeventile;
- Grundsaltungen in hydraulischen und pneumatischen Anlagen;
- Praktische Übungen zu hydraulischen und pneumatischen Grundsaltungen, Messungen an Hydraulikanlagen, Analyse und Bewertung von Komponenten der Fluidtechnik, Realisierung eines komplexen Antriebs mit einem Proportionalwegeventil.

Die Lehrinhalte werden in **Vorlesungen** mit Unterstützung durch Präsentationen per Overheadprojektion bzw. rechnergestützte Darstellungen vermittelt. Zudem werden intensiv Computersimulationen hydraulischer und pneumatischer Schaltungen präsentiert, um den Studierenden ihre Funktionsweise zu veranschaulichen.

Anhand der in den Vorlesungen erworbenen Kenntnisse können Beispiel- und Übungsaufgaben zur Vertiefung des Lehrinhaltes weitgehend selbständig gelöst werden. Die **Seminare** bieten ergänzend die Möglichkeit der Diskussion der Lösungen.

Die in den Studienablauf eingebundenen **Praktika** dienen der praktischen Umsetzung der erworbenen Kenntnisse in konkreten Anwendungsfällen sowie der Förderung von Organisationsfähigkeit und Teamfähigkeit der Studierenden: In kleinen Gruppen werden Versuchsaufbauten vorbereitet und realisiert, in Betrieb genommen und analysiert. Die Ergebnisse der Praktika sind als Prüfungsvorleistung in einem Laborbericht zusammenzufassen.

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

Das Lehrkonzept Modul Fertigungsautomatisierung ist im Lehrkonzept ähnlich dem des bereits entwickelten Moduls „Grundlagen der Automatisierung“ angelegt². Dabei wird davon ausgegangen, dass das Modul aus den Lernelementen 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 bildet³.

Die Umsetzung der Struktur des Lehrkonzepts mit E-Learning-Angeboten im Aufbau des Lernmoduls auf der Lernplattform 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 nächsten **Seminar** auf eventuell entstandene Probleme eingehen.

² Vgl. Thormann, Christian: Entwicklung und Vorbereitung zur Erprobung eines online-unterstützten MINT-Moduls. 2017. Online unter: www.hs-mittweida.de/open-engineering

³ Eingesetzt wird die Lehr-/Lernplattform OPAL. Diese ist verfügbar unter: <https://bildungsportal.sachsen.de/opal>, 11.01.2017

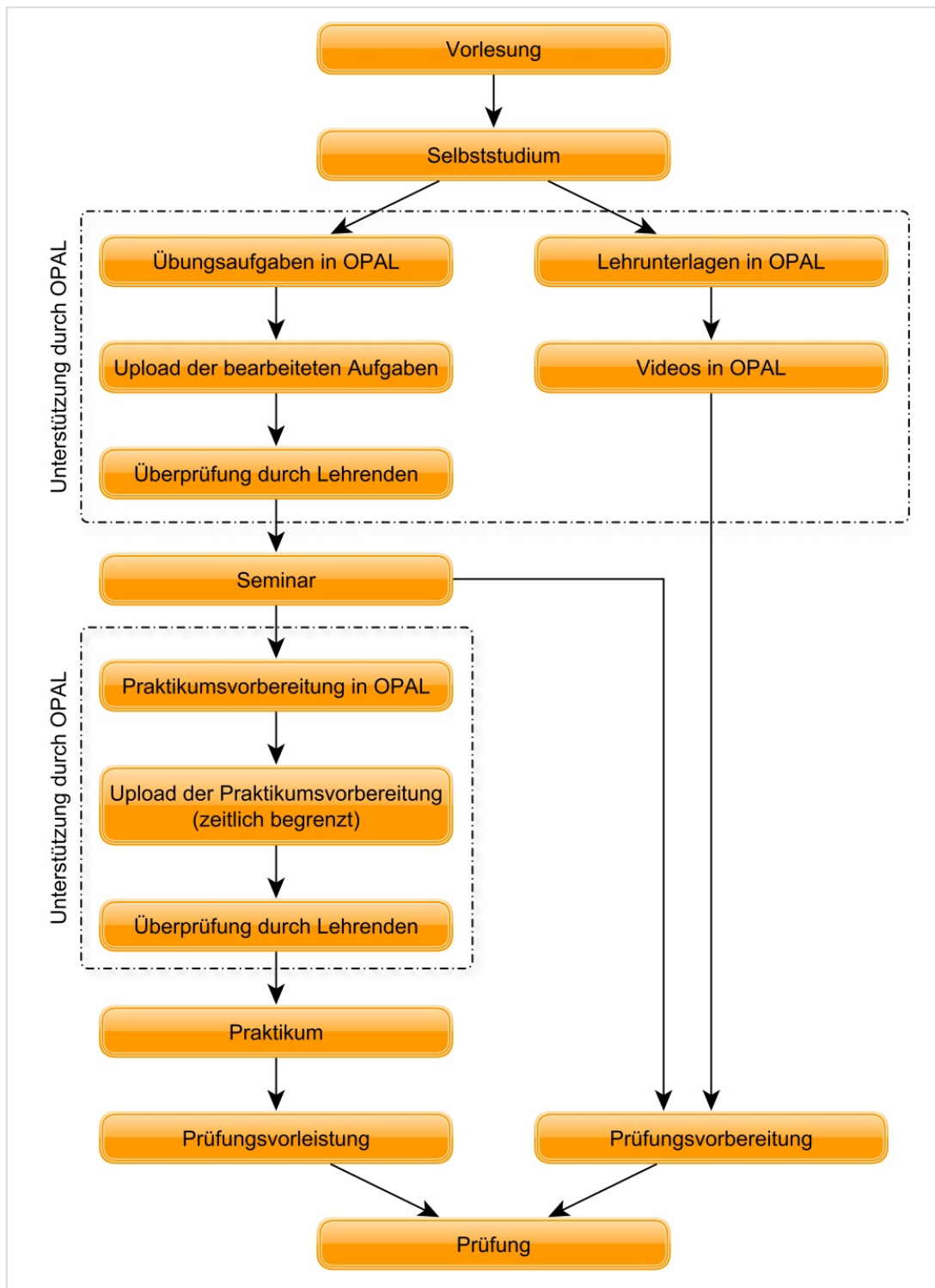


Abbildung 1: Modulaufbau

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 zuge-

lassen. 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 des Studierenden die Möglichkeit, dass sich das Unfallrisiko erhöht. Aus diesem Grund wird die Einhaltung der Vorbereitungszeit mittels Rückmeldung auf OPAL zur Vorbereitung des Praktikums durch den Dozenten kontrolliert. Das System bietet dazu eine schnelle und übersichtliche Möglichkeit der Darstellung, die für den Dozenten zu einer wesentlichen Zeitersparnis in der Praktikumsvorbereitung beiträgt.

Das Praktikum ist eine Prüfungsvorleistung, das bedeutet, der Studierende muss dieses abgelegt haben, um zur Prüfung zugelassen zu werden. Zur *Prüfungsvorbereitung* stehen für sie Lehrunterlagen, Lehrvideos und vorgefertigte Lösungen für ausgewählte Übungsaufgaben in OPAL bereit, die sie im Selbststudium nutzen können.

Die Prüfung am Ende eines Moduls dient dazu, die vermittelten Kenntnisse des Studierenden zur Erreichung des Lernziels des Moduls nachzuweisen.

4. Auswahl eines Softwaresystems zur Entwicklung online-unterstützender Lehrinhalte

Ein weiteres Entwicklungsziel zur Unterstützung des Selbststudiums bestand in der Bereitstellung erweiterter Möglichkeiten eigenständiger Wiederholung und Vertiefung der in der Vorlesung vermittelten Kenntnisse im Selbststudium. Durch die Einbindung von Softwaresystemen zur Abbildung und Verdeutlichung der Prozessabläufe in hydraulischen und pneumatischen Anlagen und deren Umsetzung mit Möglichkeiten der online-gestützten Simulation kann der methodisch-didaktische Ansatz der Vermittlung der Fachkenntnisse für die Studierenden erweitert werden. Dazu wurden die dargestellten Lehr-/ Lerninhalte des Moduls *Fertigungsautomatisierung* bezüglich ihrer Eignung für unterschiedliche Gestaltungs- und Anwendungsformen des **E-Learning mittels Simulation** untersucht.

Die Simulation von Steuerungen und Prozessen ist in der Praxis längst industrieller Standard. Sie ermöglicht unter Echtzeitzuständen Verluste durch Absturz zu minimieren und sorgt für Effizienz- und Qualitätssteigerung. Die Parameter aller Komponenten können in allen Dimensionen an die Merkmale anderer Komponenten angepasst werden.

Im Modul *Fertigungsautomatisierung* werden pneumatische [1] und hydraulische [2] Antriebe behandelt. Entsprechende Anlagen in der betrieblichen Praxis können z. B. mit der Software *Fluid Sim* der Firma *Festo* [3] als ein Baustein des *Festo Didactic Systems* simulativ untersucht werden. Sie beinhaltet ein Schaltplan-Entwurfs- und Simulationsprogramm für die Pneumatik, Hydraulik und für die Elektrotechnik. Das Simulationsprogramm ermöglicht die grafische Verschaltung hydraulischer, pneumatischer und auch elektrischer Bauelemente. Während der Simulation können Leistungsflüsse beobachtet und verschiedenste Messwerte aufgenommen werden.

Bisher wurde *Fluid Sim* vom Lehrenden nur während der Vorlesung zur Veranschaulichung der Funktionsweise fluidischer Bauelemente und Schaltungen genutzt. Aufgrund seiner Praxisnähe und seiner weitestgehend intuitiven Bedienoberfläche erwies sich dieses Softwaresystem als besonders geeignet, um die Steuerung für eine reale Anlage abzubilden. Zum einen kann die Software als Arbeitsplatzlizenz in einem Computerraum der Hochschule genutzt werden. Zum anderen besteht die Möglichkeit eine sog. Home-Use-Lizenz auf einem privaten Computer zu installieren, wobei das Lizenz-

management über die Hochschule erfolgt. Damit besteht für die Studierenden die Möglichkeit, im Selbststudium auf die simulationsrelevanten Bedingungen zuzugreifen und diese Möglichkeiten auch zu Hause anzuwenden und zu erproben.

Fluid Sim wird den Studierenden zunächst während der Präsenzveranstaltungen vorgestellt und anhand von Beispielen seine Nutzung demonstriert. Im Anschluss werden weitere Übungsaufgaben für die Studierenden zum Lernen und Austesten im Selbststudium in OPAL freigeschaltet. Die Studierenden können nun selbstständig mit dem Programmsystem arbeiten und ihre Resultate ebenfalls im OPAL ablegen.

Der Einsatz des Simulationssystems wurde an zwei exemplarischen Beispielen im Studienablauf konzipiert und vorbereitet, die im folgenden Kapitel dargestellt werden.

5. Umsetzungsbeispiele eines E-Learning Angebotes zur Fluidik

Umsetzungsbeispiel 1: Einsatz von FluidSim zur Kontrolle bzw. Nachbereitung eines Seminars:

Um fluidische Anlagen analysieren und auslegen zu können, müssen den Studierenden zunächst die notwendigen physikalischen Grundlagen vermittelt werden. Zu den wichtigsten Grundlagen auf dem Gebiet der Hydraulik zählen die Zusammenhänge von Druck, Fläche, Kraft und Volumenstrom, Fläche, Geschwindigkeit. Im Seminar sind zur Verdeutlichung der Zusammenhänge entsprechende Übungsaufgaben zu rechnen. Um den Inhalt der Aufgaben besser zu veranschaulichen, bietet sich die Simulation der Anlagenprozesse an. Anhand des folgenden Beispiels bzgl. des Zusammenhangs von Volumenstrom, Fläche und Geschwindigkeit soll dies verdeutlicht werden.

Gegeben sind die Drehzahl und das Verdrängungsvolumen einer Hydropumpe sowie der Kolbendurchmesser eines Hydrozylinders. Gesucht ist die Geschwindigkeit seines Kolbens beim Ausfahren. Der von der Pumpe geförderte Volumenstrom lässt sich aus der Drehzahl und dem Verdrängungsvolumen leicht ermitteln. Die Geschwindigkeit ergibt sich, indem man den Volumenstrom durch die vorher berechnete Fläche des Kolbens dividiert. Besonders zu beachten sind die physikalischen Einheiten der einzelnen Terme.

Das Ergebnis soll nun durch Simulation überprüft werden. Eine entsprechende Beispielschaltung kann entweder durch die Studierenden selbst entworfen und in *Fluid Sim* implementiert werden oder als *Fluid Sim*-Datei im OPAL hinterlegt werden.

Eine der möglichen Varianten zeigt die Abbildung 2 (Bildschirmabzug *Fluid Sim*).

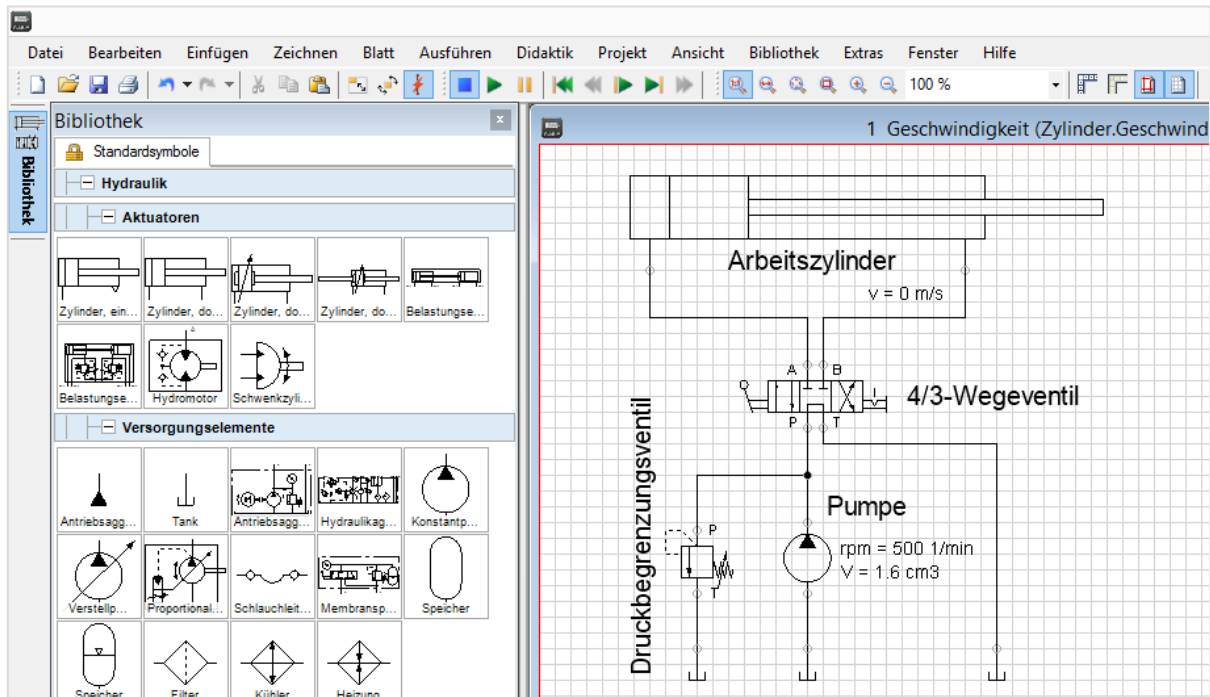


Abbildung 2: Hydraulikplan zur Überprüfung der Grundlagenaufgabe

Die Komponenten *Pumpe* und *Arbeitszylinder* können nun entsprechend der Aufgabenstellung parametrisiert werden.

Im Simulationsmodus, der in der Abbildung 3 dargestellt ist, lässt sich dann das 4/3-Wegeventil betätigen und der Zylinder ein- und ausfahren. Es besteht die Möglichkeit, sich am Zylinder dessen Geschwindigkeit anzeigen zu lassen und mit der vorher durchgeführten Berechnung zu vergleichen. So besteht eine unmittelbare Möglichkeit der praktischen Vergleichskontrolle der theoretisch berechneten Ergebnisse.

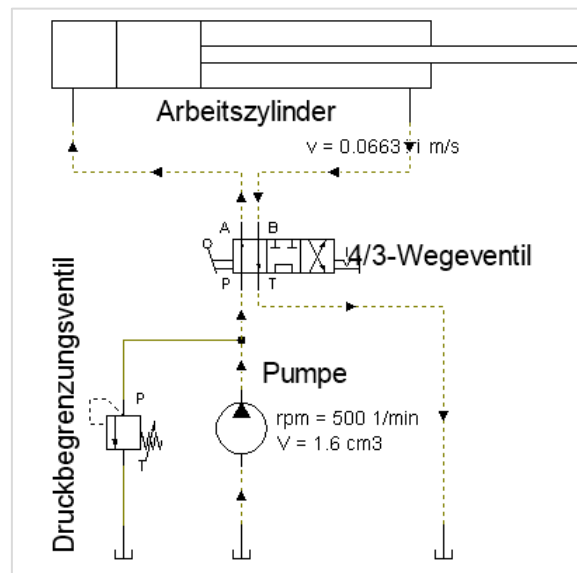


Abbildung 3: Hydraulikplan zur Überprüfung der Grundlagen-Aufgabe im Simulationsmodus

Zu der hier vorgestellten Grundlagenaufgabe wird auch ein entsprechender Praktikumsversuch angeboten. Zu dessen Vorbereitung könnte die Simulationssoftware benutzt werden, um theoretische Grundlagen für die auszuführenden praktischen Untersuchungen zu wiederholen und zu festigen.

Umsetzungsbeispiel 2: Einsatz von *FluidSim* zur Vorbereitung eines Präsenzpraktikums:

Als Beispielaufgabe wurde ein Praktikumsversuch gewählt, in dem sich die Studierenden mit den Einsatzmöglichkeiten von Hydrospeichern beschäftigen.

Den Hydraulikschaltplan des Versuchsaufbaus zeigt der Bildschirmabzug von Abbildung 4.

Mit dem Hydrospeicher kann hydraulische Energie gespeichert werden. Diese soll dazu genutzt werden, einen Notbetrieb der Anlage sicher zu stellen. Für den vorliegenden Fall bedeutet diese, dass der Zylinder bei Ausfall der Pumpe noch einen Arbeitszyklus durchführen kann. Ein Arbeitszyklus bedeute einmal vollständig Aus- und wieder Einfahren. Das dafür notwendige Ölvolumen soll der Hydrospeicher zur Verfügung stellen.

Die Studierenden haben nun die Aufgabe den Speicher zu dimensionieren. Die Dimensionierung beinhaltet die Berechnung des Speichervolumens und des notwendigen Gasvorspanndruckes. Die Werte dafür können aus der Baugröße des Arbeitszylinders und des notwendigen Betriebsdruckes ermittelt werden. Die Berechnung ist Bestandteil der Versuchsvorbereitung.

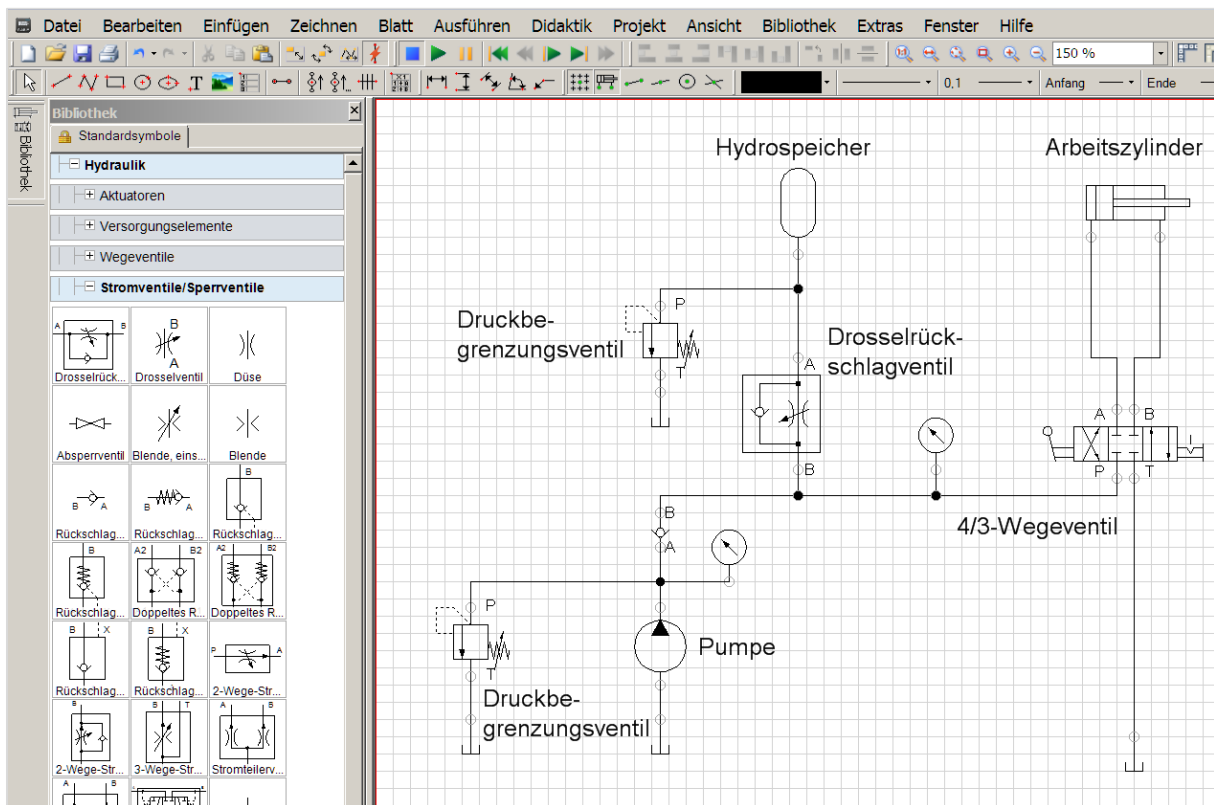


Abbildung 4: Simulation der Grundlagenaufgabe

Mit Hilfe von Fluid Sim haben die Studierenden nun die Möglichkeit, die ermittelten Werte zu verifizieren. Dazu wird die Schaltung, wie in Abbildung 4 dargestellt, in das Simulationsprogramm eingegeben. Die einzelnen Bauelemente können entsprechende des Praktikumsversuches parametrisiert werden. Für den Hydrospeicher bedeutet dies, dass die vorab berechneten Werte verwendet werden.

Mittels Simulation ist es möglich, den Ölfluss in der Hydraulikanlage zu beobachten und sich hydraulische Größen anzeigen zu lassen. Für das dargestellte Beispiel kann so überprüft werden, ob sich der Arbeitszylinder tatsächlich bei Pumpenausfall noch einen Arbeitszyklus bewegen lässt. Die Simulationsansicht zeigt die Abbildung 5.

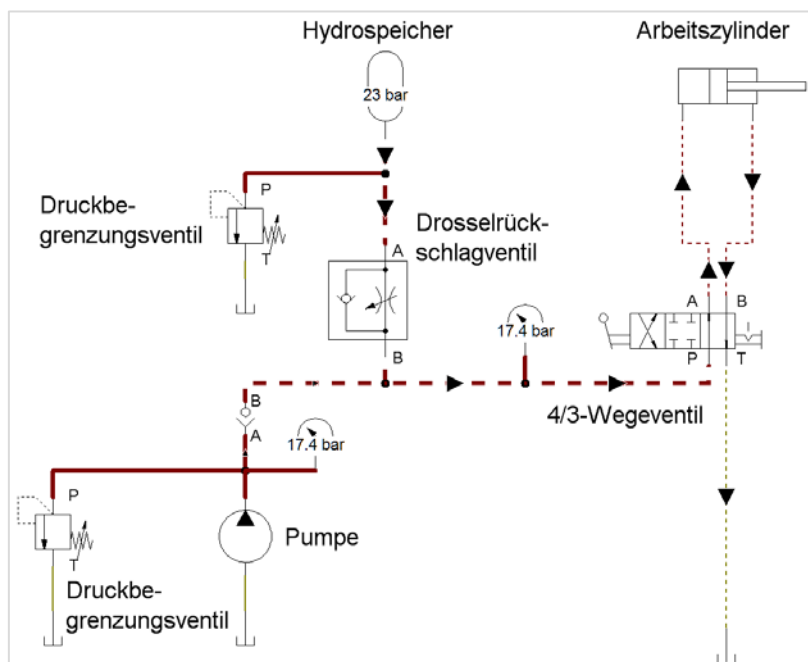


Abbildung 5: Simulation des Praktikumsversuches

Neben der Unterstützung bei der Vorbereitung von Praktikumsversuchen auf dem Gebieten der Hydraulik und Pneumatik kann die Simulation auch zur besseren Veranschaulichung der Funktionsweise entsprechender Anlagen während der Präsenzveranstaltungen eingesetzt werden.

Des Weiteren können Lehrvideos generiert werden, die über die E-Learning-Plattform OPAL den Studierenden zur Verfügung gestellt werden, um dessen Selbststudium zu unterstützen. Es wurden bereits Lehrvideos zu den Grundlagschaltungen erstellt und auf OPAL zur Verfügung gestellt.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Im Beitrag wurden Möglichkeiten dargestellt und untersucht, wie Elemente des E-Learning in einem ingenieurwissenschaftlichen Modul eingesetzt werden können. Dazu wurde ein Lernmodul im Rahmen der fachspezifischen Vertiefung des Bachelorstudienenganges 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 auf individuelle Probleme der Studierenden in der Präsenz eingehen kann.

Anhand von zwei Einsatzszenarien wurden pilothafte Entwicklungsbeispiele für die Einbindung von Simulationsaufgaben mit dem Ziel ausgearbeitet, attraktive und moderne Lehrinhalte und -formen in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen anzubieten.

Neben der dargestellten Einbindung der Software *FluidSim* 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.

Das Lernmodul *Fertigungsautomatisierung* wird im Wintersemester 2018/2019 nach dem neuen Lehrkonzept erprobt. Nach der Durchführung des Moduls wird eine Evaluation der Lernprozesse und Lehrmaterialien angestrebt, um gegebenenfalls Veränderungen vorzunehmen.

Das erarbeitete Lehrkonzept bzw. ausgewählte Komponenten davon können weiterführend auch auf andere Studiengänge, die ein entsprechendes Lernmodul enthalten, übertragen werden.

Literaturverzeichnis

- [1] Horst-W. Grollius: Grundlagen der Pneumatik, Carl Hanser Verlag, 2009
- [2] Horst-W. Grollius: Grundlagen der Hydraulik, Carl Hanser Verlag, 2008
- [3] Festo Didactic SE: *FluidSim*, <http://www.festo-didactic.com/de-de/lernsysteme/software-e-learning/fluidsim/>, abgerufen am 3. November 2017