

**Antrag auf Förderung eines Projektes im Rahmen von
„HUMUS – Hochschuldidaktisch und –methodisch unterstützte Selbstinitiierung von Lernprozessen an HAWen in Baden-Württemberg“**

Antragsteller/in:

Titel: **Prof. Dr. rer. nat.**

Name, Vorname: **Fischer, Tim**

Hochschule: **Heilbronn**

Fakultät/Studiengang: **Technik 1 / Mechatronik und Robotik**

Tel: **07131-504-████**

Mobiltelefon: **██████████**

E-Mail: **tim.fischer@hs-heilbronn.de**

Fax: **07131-504-145251**

Projekttitle:

MEXLE – Multimodale Experimentier- und Lernumgebung für Grundlagen der Elektronik

Hochschuldidaktisches Mikroprojekt für die Fachrichtung:

Elektrotechnik

Teilgebiet:

Grundlagen der Elektronik, hier Analoge Schaltungstechnik

Antragsvolumen	2018	
	Zeit / h (Tarif)	Kosten / €
Studentische Hilfskraft/Tutor		
Wissenschaftliche Hilfskraft	100 h á 14,59 incl. Nebenkosten	1.459,00 €
Summe Personalkosten:		1.459,00 €
Reisekosten*		
Werkvertrag*		
Materialkosten (50 Systeme)* (Basissystem + Analogtechnik)	50 x 35,60 € 50 x 33,80 €	3.470,00 €
Summe Sachkosten:		3.470,00 €
Gesamtsumme:		4.929,00 €

* Aufstellung der Kosten und Begründungen siehe im Anhang

gesehen _____ (Kanzler/in bzw. Verwaltungsdirektor/in)
 gesehen _____ (Rektor/in bzw. Präsident)

Beschreibung des geplanten Vorhabens:

1 Kurzfassung:

Im Rahmen des beantragten Vorhabens soll die Hardwarebasis für eine Selbstlernumgebung für Grundlagen der Elektronik geschaffen werden. Ein modulares „Lab-in-a-Box“-Konzept gewährt dabei eine maximale Flexibilität bei den Versuchsaufbauten als auch beim Einsatzort (Labor an der Hochschule, Schreibtisch in der Studentenwohnung). Ein PC/Laptop wird als Stromversorgung (über USB), als Mess- und Steuerungsumgebung, sowie zur begleitenden Schaltungssimulation genutzt. Weiterhin werden webbasierte Lernmaterialien (Wiki) konzipiert und mit ihrem Aufbau begonnen.

2 Hintergrund:

In der Fakultät T1 an der Hochschule Heilbronn wird seit über 15 Jahren ein Mikrocontroller-Lernsystem (MiniMEXLE) für die Lehre in Labor und Projekten im Bereich Informatik/Mikrocontroller mit großem Erfolg eingesetzt. Ein wichtiger Teil dieses Erfolgs war dem Umstand zu verdanken, dass die Studierenden das Lernsystem entweder selbst erwerben oder ausleihen konnten und damit auch am heimischen Schreibtisch arbeiten konnten. Neben dem MiniMEXLE-Board waren dazu nur eine kleine Stromversorgung und ein PC mit Entwicklungsumgebung notwendig. Die Entwicklung des MiniMEXLE und seine Verbreitung wurden mehrfach im Rahmen des Programms LARS unterstützt. Dem bisherigen Lernsystem fehlt aber eine breitgefächerte Modularisierung, um schnell und einfach elektronische Schaltungsbeispiele aufbauen zu können.

3 Hardware-Konzept:

Die Konzeption der Hardware trägt der Flexibilität des Einsatzortes Rechnung. Aus diesem Grund wird ein kleiner handlicher Koffer (Abb. 1, Grundfläche < DIN A4) verwendet, der ganzflächig mit einem Modulträger bestückt ist. Der Modulträger (Abb. 2, Sandwichbauweise) dient dabei sowohl als mechanischer Träger, wie auch zur elektrischen Verbindung der Module untereinander (Stromversorgung, Steuerbus, teilweise auch für den Signalpfad).



Abb. 1: Stabiler handlicher Kunststoffkoffer

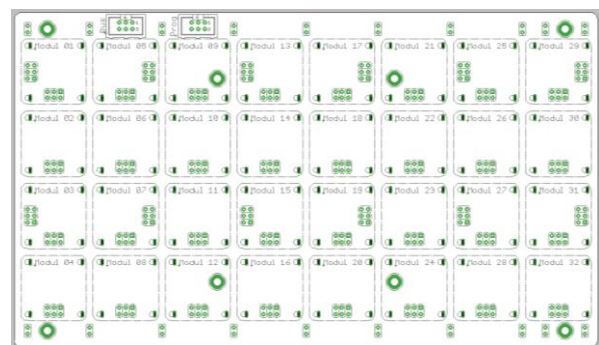


Abb. 2: MEXLE-Modulträger (schematisch)

Im diesem ersten Entwicklungsschritt wird das Projekt auf analoge Komponenten beschränkt. Module zu den Grundlagen zur Digitaltechnik werden in einem anschließenden Projekt (voraussichtlich in 2019) erstellt. Das Grundkonzept des Modulträgers ist aber bereits auf eine solche Erweiterung angelegt.

Geplante Modultypen:

- 1) Grundmodul 2-polig:
 - Größe ca. 6 x 25 mm² mit zwei Kontaktpunkten
 - für kompakte passive oder diskrete Bauelemente (R, C, L, Diode, ...)
 - wahlweise für bedrahtete Bauteile oder SMD-Komponenten
- 2) Grundmodul 4-polig:
 - Größe ca. 25 x 25 mm² mit 4 Kontaktpunkten
 - für mehrpolige passive oder diskrete Bauelemente (Poti, Trafo, Transistor, Triac...)
- 3) Grundmodul IC:
 - Größe ca. 25 x 25 mm² mit 4 Kontaktpunkten und Stromversorgung 3-polig (V+ GND V-)
 - für OPs, Komparatoren, Logik-Gatter, ...)
- 4) Funktionsmodul IC:
 - Größe ca. 25 x 25 mm² mit 4 Kontaktpunkten und Stromversorgung 3-polig (V+ GND V-)
 - für komplette Schaltungen mit OPs und anderen ICs (Filter, Spannungswandler, ...)

5) Versorgungsmodul:

- Größe ca. 25 x 25 mm² mit 4 Kontakten (mechanischer Träger) und Ausgang 3-polig (V+ GND V-)
- für USB-Stromversorgung mit Spannungsregler / Inverter (Ausgang: +5V / -5V oder +3,3V / -3,3V)

6) Messmodul 1 – Oszilloskop/Funktionsgenerator:

- Größe ca. 25 x 25 mm² mit USB-Anschluss und 2x Analog IN / 2x Analog OUT (16 Bit / 44,1 kHz)
- zur Verwendung mit der Software Soundcard Scope (C. Zeitnitz © 2015; kostenlos für Ausbildung)
- beinhaltet 2-Kanal-Scope und 2-Kanal-Funktionsgenerator für den Audio-Signalebereich

7) Messmodul 2 – Multimeter:

- Größe ca. 25 x 25 mm² mit USB-Anschluss. 3 Analog-In für V_{DC}/V_{AC} , 1 Analog-In für I_{DC}/I_{AC}
- Auflösung des Wandlers 12 Bit, Spannungsbereich +/- 40 V, Strombereich +/- 400 mA
- Benutzerinterface über PC auf der Basis eines Standardtools (LabView, Matlab/Simulink)

4 Software-Konzept:

Die für den Betrieb notwendige Software bezieht sich auf den Einsatz im Bereich Signalgenerierung und Messung. Zum einen wird ein für Ausbildung frei verfügbares Tool verwendet (Soundcard Scope) zum anderen wird das Benutzerinterface im Rahmen des Projekts selbst erstellt. Der Benutzer des „Lab-in-a-Box“ hat im Rahmen dieser konkreten Lern-Anwendung (Analoge Schaltungstechnik) keine Software selbst zu erstellen.

5 Lernmaterialien:

Die grundlegenden Lernmaterialien werden in einem projektspezifischen Wiki zusammengefasst. Dieses Wiki dient auch als flexible Kommunikationsplattform zwischen Lehrenden und Studierenden sowie zum Austausch unter den Studierenden. Im Wesentlichen sind die folgenden Inhalte im Wiki vertreten:

- Datenblätter zu Bauelementen bzw. Links zu den Herstellerseiten
- Grundlagen zur Bauteilfunktion und Schaltungstechnik
- Grundlagen der Messtechnik mit Oszilloskop, Funktionsgenerator und Multimeter
- Grundlagen zum Entwurf von Leiterplatten
- Austauschforum für Anwender
- Ergebnispräsentation für studentische Projekte

6 Vorgehensweise:

Das beantragte Projekt wird in den folgenden Phasen bearbeitet:

- Jan. – März 2018: *Vorbereitungsphase:*
- Spezifikationen erstellen
 - Bauteilauswahl treffen
 - Studentenprojekte vorplanen
- April – Sept. 2018: *Erstellungsphase: (gemeinsam mit 20 - 25 Studenten)*
- Modulerstellung im Rahmen von Studentenprojekten (Fach Schaltungstechnik)
 - Softwareerstellung durch wissenschaftliche Hilfskraft
 - Wiki aufsetzen durch Studenten und Füllen mit Grundlagenthemen
- Okt. – Dez. 2018: *Erprobungsphase: (gemeinsam mit 20 - 25 Studenten)*
- Umsetzung des neuen Lernkonzepts im Fach Schaltungstechnik (2.+3. Sem.)
 - Evaluierung gemeinsam mit den Studierenden
 - Aufbau der Wiki-Inhalte gemeinsam mit den Studierenden
- Jan. – Juni 2019: *Präsentationsphase:*
- Vorstellung bei Fachkollegen im Rahmen einer lokalen Didaktik-Veranstaltung
 - Erstellen der Einträge für LehrForum.de
 - Präsentationen bei Konferenzen (z.B. EDUCON 2019, Technikdidaktik 2019)

Der didaktische Ansatz basiert auf folgender Methode (optional, mehrere Nennungen möglich):

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Forschendes Lernen | <input checked="" type="checkbox"/> Projektlernen |
| <input checked="" type="checkbox"/> Problemorientiertes Lernen (POL) | <input checked="" type="checkbox"/> Erfahrungsbasiertes Lernen |
| <input type="checkbox"/> Soziales Lernen | <input type="checkbox"/> Service Learning |
| <input checked="" type="checkbox"/> <u>Multimodales Lernen</u> | <input checked="" type="checkbox"/> <u>Selbstgesteuertes Lernen</u> |
-

Hochschuldidaktische Projektbegründung

1 Grundgedanken:

Erfolgreiches Lernen braucht immer den ganzen Menschen mit Kopf, Herz und Hand. Diese Erkenntnis wurde zuerst von Johann Heinrich Pestalozzi formuliert (1801). Erst in den letzten 20 Jahren begann man außerhalb des Bereichs der Kinder- und Jugend-Pädagogik, diese Erkenntnis für die Lehr-/Lernpraxis zu entdecken. Dies ging zeitlich parallel mit den neuen Erkenntnissen in der Hirnforschung, die mehr und mehr ein Verständnis für die Lernprozesse im Gehirn entwickeln konnte. In verschiedenen Bereichen wird inzwischen die sogenannte 3-H-Methode (Head, Heart, Hand) verwendet. Allerdings fehlen bislang entsprechende breitgefächerte Ansätze in der Ingenieursdidaktik. Im Rahmen dieses Projekts wird hier ein Versuch unternommen, die 3-H-Methode im Bereich der Grundlagenausbildung Elektronik (hier: Analoge Schaltungstechnik) umzusetzen.

2 Konkreter Ansatz:

Der hochschuldidaktische Ansatz dieses Projekts beruht auf mehreren Methoden (siehe oben). Diese werden je nach aktuellem Lernschritt differenziert eingesetzt. In der Folge wird dies anhand von einzelnen konkreten Beispielen erläutert.

- **Beispiel zum *Projektlernen*: Bearbeitung von selbstdefinierten Projekten**
Studenten bringen zumeist Ideen mit, die sie schon längst einmal erproben und realisieren wollten. Im Rahmen der Veranstaltung Schaltungstechnik wird ihnen der Freiraum gegeben, diese Ideen in kleinen, selbstgewählten Arbeitsgruppen umzusetzen. Alle Arbeitsschritte erfolgen in Verantwortung der Studierenden, die Lehrenden stehen nur als Berater zur Verfügung. Die Materialbeschaffung (Bauteile, Platinen) wird gemeinsam organisiert, damit sich die Studierenden auf die Entwicklung konzentrieren können.
- **Beispiel zum *Problemorientierten Lernen*: Schaltungsentwicklung und Fehlerbeseitigung**
Eine einfache elektronische Schaltung, ein Dämmerungsschalter, soll entwickelt werden. Basierend auf einem vorgegebenen Sensor und einer verbalen Funktionsbeschreibung kann der Lernende mit Bauteilen aus dem Modul-Baukasten eine solche Schaltung entwerfen, aufbauen und erproben. Im Schaltungsaufbau werden dabei typischerweise Fehler gemacht, die entdeckt, verstanden und beseitigt werden müssen. Insbesondere die Fehlerbehandlung hat bei diesem Ansatz einen wichtigen Stellenwert.
- **Beispiel zum *Erfahrungsbasierten Lernen*: Kennlinienmessung von Halbleitern**
Das Verhalten von Halbleiterbauelementen kann über das Messen der Kennlinien erlernt werden. Dazu benötigt der Lernende das Grundverständnis für die Messumgebung (Funktion, Parameter) und kann sich dann eine entsprechende Schaltung selbst aufbauen. Die Messergebnisse werden dokumentiert und mit den Angaben aus der Literatur verglichen. Damit ist es dann auch möglich, Aussagen über die gemessenen Bauteile (Typ, Parameter) zu machen, falls diese im Vorherein nicht bekannt sind.

-
- **Beispiel zum *Multimodalen Lernen*:** *Entwicklung einer analogen Filterschaltung*

Als multimodales Lernen wird hier ein Ansatz in der Schaltungsentwicklung beschrieben, der auf dem Dreischritt **Theorie, Simulation, Realisation** beruht. Bei diesem Ansatz kann eine Entwicklung in einem der drei Felder gestartet werden (z.B. durch Messungen an einer vorgegebenen Schaltung). Danach werden die Simulation und der theoretische Ansatz benutzt, um die Messergebnisse eigenständig zu verifizieren. Mit dieser Methode werden umfangreiche Möglichkeiten der Selbstkontrolle und eine kritische Grundhaltung zu Ergebnissen eingeübt.

- **Beispiel zum *Selbstgesteuerten Lernen*:** *Unterricht nach der Flipped-Classroom-Methode*

Im Rahmen der Veranstaltung Schaltungstechnik werden Lernmaterialien in einem Wiki zur Verfügung gestellt. Die zu bearbeitenden Themenbereiche sind wochenweise definiert. In einer selbstgesteuerten Lernphase anhand der Lernmaterialien und eigenen Recherchen bereiten sich die Studierenden vor. In einer Präsenzveranstaltung findet dann der Austausch zum Themenbereich statt, es werden Fragen geklärt und Beispiele durchgenommen.

3 Zielsetzung:

Mit den eingesetzten Lernmethoden soll eine ganze Reihe von breitgefächerten Zielen erreicht werden. Es wird ein ganzheitlicher Ansatz verfolgt, der nicht nur den Bereich der Wissensgenerierung umfasst. Im Folgenden werden wichtige Punkte in diesem Ansatz anhand des „Kompetenz-Vierecks“ erläutert.

- ***Fachkompetenz:***

- Verstehen des Verhaltens von elektronischen Bauteilen
- Kennenlernen von Basisstrukturen der Schaltungstechnik
- Befähigen zu Messungen an Bauteilen und Schaltungen
- Umsetzen von Schaltungen in Leiterplatten
- Verifizieren von Schaltungsfunktionen und Fehlerbeseitigung

- ***Methodenkompetenz:***

- Organisieren von Projekten im Team (Planung und Steuerung)
- Strukturieren von Aufgabenstellungen, Arbeitsabläufen und Dokumentationen
- Herangehen an Problemstellungen und Entwicklung von Lösungsstrategien
- Reflektieren der eigenen Arbeitsschritte zur Selbstkontrolle

- ***Soziale Kompetenz:***

- Umgehen und Kommunizieren mit den Team-Mitgliedern
- Kommunizieren von Ergebnissen und Fragen mit den Lehrenden
- Teilen von Erfahrungen mit anderen Teams
- Motivieren statt anderen ihre Aufgaben abzunehmen

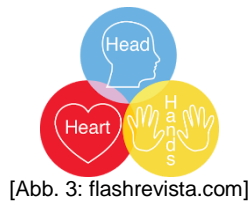
- ***Emotionale Kompetenz:***

- Entwickeln von Begeisterung für die Aufgaben als Erfolgsbasis
- Verarbeiten von Rückschlägen und Gewinnen von neuem Mut
- Umgehen mit Herausforderungen durch andere Personen
- Verändern eigener emotionaler Reaktionen im Konfliktfall

Natürlicherweise steht für ein technisches Fach der Erwerb von Fachkompetenz auf den ersten Blick klar im Vordergrund. Die Entwicklung der anderen Kompetenzen ergibt sich auch mehr „durch die Hintertür“, weil die Strategien der Aufgabenbewältigung für die Studierenden automatisch dahin führen. Die Begleitung durch die Lehrenden bekommt dann auch viel mehr „Mentor“- als Lehrer-Funktion.

4 Die 3H-Methode:

Mit der 3H-Methode wird der ganze Mensch und nicht nur der intellektuelle Part angesprochen. Dieser Ansatz spiegelt die Ergebnisse der modernen Gehirnforschung zum Thema „wie lernt das Gehirn“ als pädagogisch/didaktische Strategie wieder. Diese drei Bereiche sollen „greifbar“ (Abb. 3) werden.



Head: (Verstehen)

- Wissen aufbauen
- logische Verknüpfungen
- mathematische Erarbeitung
- Strukturen + Strategien

Heart: (Fühlen)

- Begeisterung
- innere Motivation
- Gruppendynamik
- Erfolge erleben

Hands: (Begreifen)

- Lernen durch Erfahrung
- „begreiflich“ machen
- Einüben von Tätigkeiten
- taktiles Erfassen

Die 3H-Methode spiegelt damit auch die Erkenntnis wieder, dass der Lernende im Zentrum stehen sollte. Diese wird durch die allgemein anerkannte Forderung: „Shift from Teaching to Learning“ konzentriert ausgedrückt. Dabei geht es um eine bewusste Kompetenzorientierung in der Lehre.

Bislang geleistete Vorarbeiten

Im Rahmen der vorbereitenden Konzeption des Lab-in-a-Box-Systems wurden bereits verschiedene Vorarbeiten geleistet und abgeschlossen:

1 Marktanalyse durchgeführt

Zur Abklärung der Marktsituation wurden die Zielgruppen für das System definiert, auf dem deutschen Markt angebotene Systeme genauer analysiert und darauf basierend der Kostenrahmen festgelegt.

- *Zielgruppen:*

Primäre Zielgruppe sind Studierende in den Fachgebieten der Elektrotechnik und Mechatronik. Neben einem Einsatz im Inland wird mittelfristig besonders auch der Einsatz im Rahmen der internationalen Zusammenarbeit mit Hochschulen in Entwicklungsländern (siehe DAC-Liste des BMZ) ins Auge gefasst.

Sekundäre Zielgruppe sind Auszubildende in den genannten Fachgebieten und interessierte Personen mit privaten Motiven, die sich in die Grundlagen der Elektronik einarbeiten wollen.

- *Marktteilnehmer:*

Auf dem Markt verfügbare Produkte lassen sich in zwei Hauptgruppen einteilen:

- Steckboard-basierte Systeme mit klassischen bedrahteten Bauelementen (z.B. Franzis Lernpaket Elektronik: 28 Bauteile, 50 Versuche, Buch 116 Seiten, 19,90 €)
Bewertung: + Günstiger Gesamtpreis, reichhaltige Versuche, gutes Handbuch für Anfänger
- Steckboard unzuverlässig, Auswahl Versuche nicht optimal für das Studium
- Steckplatten-basierte Systeme mit Bauteilen auf Trägern (typ. 19 mm Raster, 4 mm Ø) (z.B. Leybold Grundlagen Elektronik: Platte 300 x 300 mm 184,- €, Widerstand 8,70 €)
Bewertung: + stabile weit verbreitete Systeme, gute Literatur
- Komplexe Schaltungen zu groß, ICs nicht integriert, Kosten extrem hoch

Fazit: Es besteht eine weite Lücke zwischen den einfachen Steckboard-Systemen und den professionellen Ausbildungssystemen. Insbesondere die Anforderungen an die Hochschulausbildung werden von beiden Systemtypen nur begrenzt abgedeckt.

- *Kostenrahmen:*

Die Kosten für ein Kit zum Selbstbau wurden für das Grundsystem bestehend aus Koffer, Modulträger, Platinen für Versorgung, Oszilloskop/Funktionsgenerator und Multimeter mit ca. 35,- € veranschlagt. Dazu kommt noch etwa derselbe Betrag für Experimentiermodule.

2 Grundkonzept erstellt

Das Grundkonzept für das MEXLE-Modulsystem wurde im Laufe der letzten Jahre vom Projektpartner Prof. Gerhard Gruhler (Hochschule Heilbronn, Fakultät T1, jetzt im Ruhestand) erstellt. Er hatte vor 15 Jahren gemeinsam mit Prof. Dr. Thomas Pospiech (Hochschule Heilbronn, Fakultät T2) bereits das oben genannte MiniMEXLE-System entwickelt.

Der Erstellung des Grundkonzepts lagen folgende Leitlinien zugrunde:

- Universelles System geeignet für alle Bereiche der Elektronik (Diskret, Analog, Digital, μ C, DSP)
- Kombinationsmöglichkeit von diskreten (R, L, C) mit intelligenten Modulen auf einem Board
- Flexible Stromversorgung mit eigenständigen Modulen (nicht auf dem Grundboard integriert)
- System-Module für Steuerung und Messung (Oszilloskop, Funktionsgenerator, Multimeter, ...)
- Basissysteme für unterschiedliche Anwendungen (Lab-in-a-Box, Handgerät, Mobiler Roboter, ..)
- Kostengünstige, mechanische stabile, haltbare Steckverbindungen
- Preisorientierung an studentischen Finanzen (Eigenerwerb erwünscht!)

3 Funktionalität erprobt

Im WS 2017/18 wurde die Funktionalität des elektronischen Konzepts im Rahmen von selbständigen Projektarbeiten von Studierenden im Fach Elektronische Schaltungstechnik (3. Semester) und im Rahmen einer Bachelor-Arbeit als auch zwei Masterprojekten erprobt.

Bei den Projektarbeiten handelte es sich um von den Studenten selbstdefinierte μ C-basierte Multi-Mastersysteme für Mess- und Steuerungsaufgaben. Dabei wurde verschiedene Sensor-, Aktor- und HMI-Platinen entwickelt, die jeweils Peripherie einer Standard- μ C-Platine darstellen. Die eingesetzten Mikrocontroller stammen aus der ATMEL ATmega-Familie und besitzen teilweise On-Chip-USB-Schnittstellen. Die lokale Kommunikation der Mikrocontroller wird über den I²C-Kontrollbus auf der Basisplatine abgewickelt.

Die Masterprojekte und die Bachelor-Arbeit haben System-Module für digitale Audio-Signalverarbeitung entwickelt. Stromversorgung und Steuerung der Module erfolgt über den Basis-Busverbinder (+3,3V, I²C-Bus). Ein zusätzlicher Digital-Audio-Bus kann bis zu acht Digitale Audio-Signale von Modul zu Modul übertragen. Es wurden in diesem Rahmen bereits Module für hochauflösende A/D-Wandlung (24-Bit, 192 kHz), analoge und digitale Mikrofone, DSPs und Digitale (Class-D) Endstufen erstellt.

Durch die vorliegende breite Erfahrung mit dem System können jetzt die Systemdefinitionen als weitgehend stabil und abgeschlossen betrachtet werden.

Bislang gemachte Erfahrungen:

- **Didaktik**

Langjährige Erfahrungen mit „Integriertem Unterricht“ liegen beim Projektpartner Prof. Gruhler vor. Er hat bis WS 2016/17 das Fach Elektronische Schaltungstechnik unterrichtet. Die von ihm entwickelte Form von integriertem Unterricht findet ausschließlich im Labor statt. Die gemeinsame Lernzeit (Lehrender mit Studierenden) wird flexibel je nach Lerninhalt in verschiedene Aktivitäten/Phasen aufgeteilt:

- Input (Informationsweitergabe frontal)
- Beispielrechnungen
- Schaltungssimulation
- Experimente
- Selbstdefinierte Aufgaben

Der Antragsteller hat als neuberufener Professor in seinem ersten Semester, dem WS 2017/18 bereits die Methode „Flipped-Classroom“ in dem Fach „Grundlagen der Digitaltechnik“ eingesetzt. Dazu wurden Videos erstellt und ein erstes Wiki als Datenbasis aufgesetzt.

- **Studierende**

Eine sehr oft von Studierenden erhaltene Rückmeldung bezieht sich auf den didaktischen Einsatz des „Project Learning“. So wird die Freiheit, sich eine eigendefinierte Aufgabe zu stellen und selbstständig dazu Arbeitsgruppen zu bilden, sehr gelobt. Allerdings erfordert dieser Ansatz viel Engagement von den Lernbegleitern, da die von den Studenten selbst gewählten Ziele oft in ihrer Komplexität unterschätzt werden. Allerdings ist es ein großer Unterschied, ob der Student etwas lernt, weil er sich dazu „gezwungen“ sieht, oder ob der Lernschritt für die Fertigstellung des selbstdefinierten Projekts nötig ist.

Als Ergebnis des Vorhabens zu erwartende

(1) Erkenntnisse

- Wie kann die intrinsische Motivation und die Eigendynamik der Studierenden gestärkt werden? Dazu gehören Strategien, wie die abwartende, reservierte Haltung gegenüber dem Lehrenden („Schülerpsyche“) in eine Haltung der Selbstmotivation verändert werden kann.
- Wie kann der Lernerfolg gemessen werden? Welche Methoden und Strategien helfen dem Studierenden seinen eigenen Lernfortschritt einschätzen und messen zu können? Ziel des Kurses sollte immer sein: „Verstehen, nicht nur Bestehen“.

(2) Konzepte

- Eine optimierte Reihenfolge der Lerninhalte soll durch die praktische Erprobung des neuen Ansatzes gefunden werden. Die Reihenfolge muss auch berücksichtigen, dass die Studierenden weder gelangweilt noch überfordert werden. Möglicherweise zeigt sich bei der Erprobung auch, dass die Reihenfolge ganz in Verantwortung der Studierenden gelegt werden sollte.
- Gesucht ist auch die richtige Balance zwischen Input und Selbstlernen. Ob der „Frontalinput“ möglicherweise ganz entfallen kann, ist auch eine wichtige Fragestellung im Rahmen des Projekts. Ein „Frontalinput“ lässt sich meist durch entsprechende Lernmaterialien ersetzen.

(3) Lehrmittel

- Modulsystem, das im Alltagsbetrieb im Labor und am Schreibtisch des Studierenden in seiner Funktionalität erprobt ist. Es besteht aus:
 - Komponenten und Module der Basisausstattung: Koffer, Modulträger, Module für Spannungsversorgung über USB, Oszilloskop/Funktionsgenerator, Multimeter
 - Module für Grundlagen der Analogen Schaltungstechnik: R, L, C, Dioden, Transistoren, Operationsverstärker, Funktionsbausteine

(4) Lernmaterialien

- Wiki mit reichhaltigen Basisinformationen zu:
 - Bauteilen (Funktion, Datenblätter)
 - Schaltungstechnik (Grundschaltungen, Grundprinzipien)
 - Schaltungsberechnung
 - Tools für Schaltungsauslegung (Filter-Designer)
 - Methoden des Leiterplatten-Designs
 - Projektergebnissen von Studierenden

Einschätzung des Transferpotentials für die Lehre von Kolleginnen und Kollegen

(1) gleicher Fachrichtungen

Das Transferpotential für die Lehre in verschiedenen Teilbereichen der Elektrotechnik wird als sehr hoch eingeschätzt. Für alle Fächer, die eine Selbstlernumgebung mit realen Experimenten einsetzen können, können entsprechende Module entwickelt werden. Sehr positiv ist dabei anzuführen, dass Studierende nach Absolvierung der Grundlagenkurse in Schaltungstechnik selbst in der Lage sind, eine entsprechende Modulentwicklung eigenständig durchzuführen.

Beispiele für einen möglichen Einsatz in unterschiedlichen Studienfächern soll die folgende Liste bezogen auf Fächer des Studiengangs Mechatronik und Robotik (MR) der Hochschule Heilbronn aufzeigen:

Nr.	Name des Fachs	Art des Fachs	Semester	SWS	ECTS
1	Grundlagen der Digitaltechnik	Pflicht	MR1	2	2
2	Grundlagen der Elektrotechnik	Pflicht	MR1+2	8	8
3	Labor Elektrotechnik	Pflicht	MR2	2	2
4	Elektronische Schaltungstechnik 1	Pflicht	MR2	2	2
5	Mikrocontroller	Pflicht	MR3	2	3
6	Labor Elektronik	Pflicht	MR3	2	3
7	Labor Regelungstechnik	Pflicht	MR4	2	2
8	Grundlagen der Netzwerktechnik	Pflicht	MR4	2	2
9	Digitale Signalverarbeitung	Pflicht	MR6	2	2,5
10	Projektlabor	Vertiefung		2	2,5
11	Elektronische Systeme	Vertiefung		4	5
12	Vernetzte Systeme	Vertiefung		2	2,5
12	Schaltungsentwicklung	Wahlfach		4	5
13	Digitaltechnik	Wahlfach		2	2,5
14	Power Electronics	Wahlfach		4	5
	Summen			42	54

(2) anderer Fachrichtungen

Für alle technischen/naturwissenschaftlichen Fachrichtungen, bei denen elektronisch basierte Mess- und Steuer- Umgebungen verwendet werden, ist der Einsatz des Systems (teilweise mit speziell entwickelten Modulen) denkbar. Experimente können auf dieser Basis aus dem Hochschul-Labor an den häuslichen Arbeitsplatz verlegt werden. So wird der Selbstinitiiierung von Lernprozessen eine Grundlage gegeben. Denkbar sind beispielsweise Module für die Fachgebiete Physik, Sensorik, Antriebstechnik, Optik, Messtechnik, Signalübertragungstechnik, Robotik, Bildverarbeitung, Akustik, ...

Projektpartner:

Prof. Dipl.-Phys. Gerhard Gruhler, Professor für Elektronische Schaltungstechnik und Mikroprozessoren an der Hochschule Heilbronn in der Fakultät T1 (aktiver Zeitraum: WS 1987/88 – WS 2016/17). Im Rahmen seiner Forschungstätigkeit in den Bereichen Signalverarbeitung in der Robotik und Akustik hat er sechs erfolgreiche Promotionen betreut. Prof. Gruhler hat in seinem aktiven Ruhestand ein Forschungsprojekt im Bereich Ingenieursdidaktik gestartet. Als Mitglied der Hochschule wirkt er weiterhin als Lehrbeauftragter und aktiver Partner im beantragten Projekt mit.

Geplante Maßnahmen zur Dokumentation der studentischen Erfahrungen und zur Evaluation:

1 Einsatz eines Projekt-Wiki

Im Projekt-Wiki sind verschiedene Bereiche für die Studierenden vorgesehen:

- Forum
- FAQs
- Projektberichte

Diese Bereiche können die Studierenden nutzen, um Ihre Erfahrungen zu dokumentieren und sich untereinander zu unterstützen. Die Erfahrungen werden im Wiki mit fortlaufenden Kursen immer reichhaltiger und dadurch die gemeinsame Wissensbasis stärker.

2 Verwendung eines Audience-Response-Systems

Erste Experimente und Erfahrungen mit einem Audience-Response-System (ARSnova) wurden bereits im WS 2017/18 gemacht. Ziel ist es, die Evaluierung durch die Studierenden mit diesem oder einem vergleichbaren System als regelmäßigen Rückkanal zu implementieren.

Geplante Darstellungs- und Vermittlungsform der Ergebnisse (neben der Publikation auf LehrForum.de):

1 Konferenzen

- EDUCON 2018, 17.-20. April, Teneriffa (Spanien)
G. Gruhler, T. Fischer: „Learning Electronics through Head, Heart and Hands“
- Symposium Technikdidaktik, Nov. 2018, Universität Duisburg-Essen
- EDUCON 2019, April (Ort noch nicht festgelegt)

2 Journalbeiträge

- JOTED – Journal of Technical Education
- IEEE Transactions on Education
- IJEEE – International Journal of Electrical Engineering Education

3 Inhouse-Präsentation

- Vortrag bei internem Didaktik-Seminar
- Halbtags-Seminar für interessierte Kollegen aus dem Hause

4 Projekt-Wiki

- Teilbereich für Strategien, Durchführung und Ergebnisse des Projekts
- Öffentlich zugänglicher Bereich für Berichte und Hardware/Software-Module

Wurde oder wird von Ihnen ein thematisch verwandter oder gleichartiger Antrag in einem anderen Förderprogramm gestellt?

nein

ja, bei _____

Verpflichtungserklärung:

Ich verpflichte mich zur termingerechten Abgabe eines Abschlussberichtes und bin grundsätzlich bereit, meinen Lehransatz und mein Projekt auf hochschuldidaktischen Fortbildungsveranstaltungen vorzustellen und den Abschlussbericht auf LehrForum.de zu veröffentlichen.

Datum, Unterschrift _____

Eingang bei der Geschäftsstelle:

Datum der Sitzung der Arbeitsgruppe „Innovative Lehrprojekte“ (AG IL):

1 Personalkosten

Die Entwicklung der Messmodule 1 + 2 (Hardware und Software) erfordert eine Person mit entsprechender guter Erfahrung im Bereich Mikrocontroller-Hardware, Programmierung und Umsetzung von USB-Schnittstellen.

Zur Verfügung für das Projekt steht uns ein Masterstudent, der die entsprechenden Erfahrungen bereits im Rahmen seiner Bachelor-Arbeit unter Beweis gestellt hat. Die Umsetzung der beiden Messmodule sollte ihm keine größeren Schwierigkeiten bereiten, da er den ausgesuchten Prozessor kennt und auf ihm auch die USB-Schnittstellen (USB-HDI und USB-Audio) realisiert hat. Aus diesem Grund scheint uns die geplante Arbeitszeit von 100 Std. für die beiden Module gerechtfertigt.

2 Materialkosten

Für das Sommer-Semester 2018 wird mit einer Größe des Kurses in Schaltungstechnik von ca. 25 Personen gerechnet. Das heißt für die Aufbauphase der „Lab-in-a-Box“-Selbstlernumgebung genügen 25 Materialsätze.

Allerdings werden durch eine Änderung der SPO (Neuordnung des Studiengangs) im WS 2018/19 bis zu maximal 50 Personen im Kurs erwartet. Dies bedeutet, dass für die zweite Projektphase (Erprobung) nochmals 25 Materialsätze bereitgestellt werden sollten.

Demnach sind für die beantragte Projektphase insgesamt 50 Materialsätze notwendig. Die fertigen 50 Modulsätze stehen dann weiterhin für kommende Semester zur Verfügung. Ab 2019 sind dann Erweiterungen der Einsatzbereiche (mit neuen Modulen zu Grundlagen der Digitaltechnik, Grundlagen der Elektrotechnik, Mikrocontrollertechnik, Regelungstechnik, ... geplant).

In der folgenden Tabelle wird die aktuelle Kalkulation des Grundsystems als auch der Module für Analoge Schaltungstechnik dargestellt. Die Summen fließen dann in die Tabelle auf Seite 1 ein. Die gesamte Kalkulation beruht auf entsprechenden Stückzahlen für 50 Systeme.

Tabelle 1: Kalkulation Basissystem

Nr.	Komponente	Zahl	Kurzbeschreibung	Anzahl	Einzel	Gesamt
1	Kunststoffgehäuse	1	Maße ca. 235 x 185 x 48 mm	1	3,50 €	3,50 €
2	Modulträger	1	- Platine FR4 ca. 226 x 130 mm - Steckverbinder + Kleinteile - Deckplatte bedruckt, gefräst	1 gesamt 1	6,50 € 5,50 € 2,00 €	14,00 €
3	Versorgungsmodul (USB auf +5V / -5V)	1	- Platine FR 4 ca. 25 x 25 mm - Steckverbinder (USB + Stifte) - Bauteile	1 5 gesamt	0,30 € 0,90 € 1,00 €	2,20 €
4	Messmodul 1 (USB-Oszilloskop + Funktionsgenerator)	1	- Platine FR 4 ca. 25 x 25 mm - Steckverbinder (USB + Stifte) - Bauteile (SAMD21E + CS4270)	1 5 gesamt	0,30 € 0,90 € 8,00 €	9,20 €
5	Messmodul 2 (USB-Multimeter: Spannung + Strom)	1	- Platine FR 4 ca. 25 x 25 mm - Steckverbinder (USB + Stifte) - Bauteile (SAMD21E + OPs)	1 5 gesamt	0,30 € 0,90 € 5,50 €	6,70 €
	Summe					35,60 €

Tabelle 2: Kalkulation Module für Analoge Schaltungstechnik (Stückzahl 100)

Nr.	Komponente	Zahl	Kurzbeschreibung	Anzahl	Einzel	Gesamt
1	Grundmodule 2-polig (für Bauteile wie R, L, C, D ...)	40	Platine FR 4 ca. 25 x 6 mm Steckverbinder Bauteile (mittlere Kosten 0,10 €)	40	2,60 €	8,20 €
				80	1,60 €	
				40	4,00 €	
2	Grundmodule 4-polig (für Bauteile wie Trans., Poti ...)	15	Platine FR 4 ca. 25 x 25 mm Steckverbinder Bauteile (mittlere Kosten 0,30 €)	15	3,30 €	9,00 €
				60	1,20 €	
				15	4,50 €	
3	Grundmodule IC (Stück für Bauteile wie OP, Komp. ...)	10	Platine FR 4 ca. 25 x 25 mm Steckverbinder (1-pol + 3-pol) Bauteile (mittlere Kosten 0,40 €)	10	2,60 €	7,80 €
				40 + 10	1,20 €	
				10	4,00 €	
4	Funktionsmodule IC (Stück für div. An- wendungen)	10	Platine FR 4 ca. 25 x 25 mm Steckverbinder (1-pol + 3-pol) Bauteile (mittlere Kosten 0,50 €)	10	2,60 €	8,80 €
				40 + 10	1,20 €	
				10	5,00 €	
	Summe					33,80 €