

# Die Laborveranstaltung im lebendigen Labor



Abschlussbericht für das Junior-Fellowship des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft für Innovationen in der Hochschullehre

**Nele Rumler, M.Eng.**  
Hochschule Ruhr West  
Institut für Energiesysteme und Energiewirtschaft  
[nele.rumler@hs-ruhrwest.de](mailto:nele.rumler@hs-ruhrwest.de)

28. März 2017

Gefördert durch:



## Inhaltsverzeichnis

1	Beschreibung der Lehrinnovation .....	3
1.1	Motivation und Ziele .....	3
1.2	Didaktische Vorüberlegungen .....	4
1.3	Entwicklung des Prototypdesigns.....	4
1.4	Genauere Ausgestaltung und erste Umsetzung des Prototypdesigns im SoSe 2016.....	6
2	Ergebnisse.....	7
3	Zielerreichung und lessons learned.....	9
4	Verstetigung der Lehrinnovation .....	10
5	Übertragbarkeit der Lehrinnovation .....	11
6	Unterstützung durch den Stifterverband und Universitäre Unterstützung.....	12
7	Fazit .....	12
8	Literaturverzeichnis.....	13

# 1 Beschreibung der Lehrinnovation

In diesem Kapitel werden die Motivation und die Ziele der Lehrinnovation „Die Laborveranstaltung im lebendigen Labor“ beschrieben. Außerdem werden das Konzept und seine Entwicklung beschrieben.

## 1.1 Motivation und Ziele

Die Arbeitswelt verändert sich kontinuierlich, ebenso wie die Anforderungen an die Ingenieure. Um Studierende der Ingenieurwissenschaften adäquat auf diese Anforderungen vorzubereiten, werden neue Lehr-/Lernformate benötigt, bei denen sie nicht nur Fachwissen vermittelt bekommen, sondern Handlungskompetenz erlangen. Minks stellt z.B. fest, dass *„die Nutzung von Fachkompetenzen nur einen Teil der Ingenieurarbeit ausmacht, während Schlüsselkompetenzen durchaus als entscheidendes „Schmiermittel“ für die professionelle Ingenieurarbeit kenntlich wird“* (Minks 2004, 35).

In Ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen bieten Labore eine Möglichkeit vielfältige Kompetenzen zu vermitteln. Allerdings werden in traditionellen Laborveranstaltungen, bei denen Studierende eine detaillierte Beschreibungen bekommen, der sie einfach nur folgen, die intendierten Lernziele nicht immer erreicht. Gunstone führt z.B. aus: *“In particular, the tasks of assembling apparatus and making required measurements can themselves become the prime, or even sole, focus for student actions. In these circumstances, student reflection on the nature and implications of the observations is extremely rare”* (Gunstone 1990, 74). Die Lehrinnovation soll daher dazu beitragen, die Kompetenzentwicklung in Sinne einer allgemeinen Handlungskompetenz der Studierenden zu fördern. Dafür sollen praxisnahe Problemstellungen genutzt werden, um den Studierenden die Relevanz der Inhalte greifbar zu machen.

Dieser Praxisbezug soll durch die Nutzung des Hochschulgebäudes als lebendiges Labor entstehen. Damit ist gemeint, dass das Hochschulgebäude selbst in die Lehre integriert wird. Anstatt separate Laboraufbauten für die Laborveranstaltung zu nutzen, sollen die im Gebäude installierten Systeme und Komponenten des Energieversorgungssystems genutzt werden.

Die Hochschule Ruhr West ist in Neubauten untergebracht; der Umzug in den Campus Bottrop fand erst im Herbst 2014 statt. Schon im Planungsprozess entstand die Idee, das Hochschulgebäude als Demonstrationsgebäude zu nutzen. Um für die Studierenden eine Vielzahl von Energieerzeugungsanlagen im eigenen Gebäude erfahrbar zu machen, wurde das herkömmliche Energieversorgungssystem erweitert. Neben dem Fernwärmeanschluss sind nun zwei

Wärmepumpen, zwei BHKWs, ein Pelletofen und in Zukunft auch noch eine solarthermisch Anlage und eine Photovoltaik-Anlage an das Versorgungssystem angeschlossen. Hinzu kommen thermische Speicher sowie in Zukunft Batterien. Somit ergeben sich eine Vielzahl von Fragestellungen, die es zu erforschen gilt und die Studierenden bekommen die nicht alltägliche Möglichkeit, den praktischen Teil ihres Studiums nicht nur realitätsnah, sondern an realen Anlagen auszuführen.

Zusammenfassend ergibt sich daraus das Ziel, durch die Lehrinnovation eine innovative Lernumgebung zu schaffen, die die intrinsische Motivation und die Kompetenzentwicklung der Studierenden fördert.

## 1.2 Didaktische Vorüberlegungen

Um nicht Gefahr zu laufen, dass auch in dem lebendigen Labor Versuche stur nach der methodischen Versuchsdurchführung bearbeitet werden, ohne dass tieferes Verständnis gefördert wird, soll das didaktische Konzept dem entgegenwirken. Ein Ansatz, der auch in Ingenieursstudiengängen bereits erfolgreich eingesetzt wird, ist problembasiertes Lernen (PBL) (konkrete Beispiele siehe z.B. Fuhrmann 2012, Montero et al. 2012, Jamaludin et al. 2012, Perrenet, Bouhuijs und Smits 2000, Lee 2013). Bei PBL steht ein Problem am Anfang des Lernprozesses, mit Hilfe dessen die Studierenden selber herausfinden, welche Informationen sie brauchen, um das Problem zu verstehen und zu lösen. Dreher führt aus, dass durch PBL realitätsnahe Probleme in die Lehre integriert werden können, die die sozial-kommunikativen Kompetenzen und fachlich-methodischen Kompetenzen schulen (Dreher 2012, 71). Allerdings wird die Fähigkeit zur Reflexion, welche sehr wichtig für den Ingenieursberuf ist, da sie „die Fähigkeit zur moralischen wie technischen Begründung“ fördert, nicht geschult (ebd., 68). Problem-based education (PBE) ist eine Weiterentwicklung des PBL-Ansatzes, in der die Dimension der Reflexion ergänzt wird (ebd.). Das Problem wird so gestellt, dass die Studierenden während des Problemlösungsprozesses immer wieder ihre Arbeit und Lösung als Gruppe und auch individuell reflektieren. Die Studierenden erkennen so nicht nur, welchen Wert unterschiedliche Lösungen unter verschiedenen Randbedingungen haben, sondern auch, welche Rolle sie in ihrem Team spielen, wofür sie selber stehen und wo ihre Stärken und Schwächen liegen (ebd., 73).

## 1.3 Entwicklung des Prototypdesigns

Um ein Prototypdesign für die Lehrinnovation zu entwickeln, wurde eine Recherche nach anderen „lebendigen Laboren“ durchgeführt. Dabei wurde festgestellt, dass es an einigen Universitäten Projekte gibt, bei denen sich die Studierenden mit einem Aspekt auf ihrem eigenen Campus beschäftigen. Dies sind aber einzelne Projekte und das Gebäude wird nicht dauerhaft in den

regulären Lehrbetrieb integriert. Bislang konnten in der Literatur nur vier konkrete Hinweise auf andere lebendige Labore gefunden werden, also Gebäude, bei denen die Gebäudetechnik regelmäßig in der Lehre genutzt werden sollte (Rumler und Dreher 2016):

- an der Universität Colorado in Boulder gab es das „Integrated Teaching and Learning Laboratory“ (Lightner et al. 2000)
- an der Eastern Washington Universität in Cheney ist das Engineering & Design Department 2005 in ein neues Gebäude gezogen, welches schon im Vorfeld als Living-Building Laboratory geplant wurde (Durfee 2012)
- an der Universität von Nebraska sollte das Peter Kiewit Institut als lebendiges Labor genutzt werden (Alahmad et al. 2007)
- an der TU Berlin wurde ein Experimentalgebäude von Studierenden der Architektur und Versorgungstechnik geplant, welches aus einem Seminarraum und einem Technikraum bestehen sollte (Müller 2010)

Die ersten beiden Beispiele wurden umgesetzt, werden aber nicht mehr als lebendige Labore genutzt, weil es Probleme mit dem Datenmanagement gab. Die letzten beiden Beispiele wurden nicht umgesetzt. In Rumler und Dreher 2016 sind diese Ergebnisse detaillierter erläutert. Für das lebendige Labor an der Hochschule Ruhr West ist es also sehr wichtig eine Strategie zu entwickeln, wie das Hochschulgebäude nachhaltig in die Lehre integriert werden kann.

Bei der Entwicklung des didaktischen Konzepts haben außerdem Beobachtungen, die im Kollegium des Instituts Energiesysteme und Energiewirtschaft bezüglich Projektarbeiten gemacht wurden, einen Einfluss gehabt. In Modulen, in denen Studierende an Projekten gearbeitet haben, kam es häufig vor, dass Studierende Probleme mit Projekten hatten, die über ein ganzes Semester gingen. Einige Gruppen fingen erst sehr spät an, an ihrem Projekt zu arbeiten, einige arbeiteten nicht kontinuierlich über das Semester, andere teilten das Projekt auf und lösten es individuell und nicht in Gruppenarbeit. Diese Probleme lassen sich durch die richtige Betreuung verringern, was für den/die Lehrende unter Umständen sehr arbeitsintensiv sein kann.

Aus diesen Ergebnissen entstand die Idee, die genannten Probleme zu verringern, indem der Projektarbeit ein Rahmen gegeben wird, der zum einen dazu führt, dass die Studierenden kontinuierlich und als Gruppe zusammen arbeiten und zum anderen für die Studierenden so attraktiv ist, dass eine natürliche Nachfrage entsteht und somit eine nachhaltige Verankerung des lebendigen Labors in der Lehre stattfindet.

Die Lösung ist die Gründung eines studentischen Ingenieurbüros. In diesem Prototypdesign sind die Studierenden die Projektingenieure und die Dozentin ist die Geschäftsführerin. Die Vision des studentischen Ingenieurbüros ist es einen Beitrag zum Klimawandel zu leisten, indem Energiesparpotenziale und Betriebsoptimierungsmaßnahmen für den Campus Bottrop identifiziert werden. Eine Mitarbeit im studentischen Ingenieurbüro können die Studierenden sich als Wahlmodul anrechnen lassen. Durch das studentische Ingenieurbüro lassen sich praxisnahe und berufsrelevante Aufgabenstellungen in die Lehre integrieren.

## **1.4 Genaue Ausgestaltung und erste Umsetzung des Prototypdesigns im SoSe 2016**

Im Sommersemester 2016 ist das Wahlmodul „Studentisches Ingenieurbüro MeHRWatt“ das erste Mal angeboten worden (der Name MeHRWatt war der Gewinner eines Namenswettbewerbs unter Studierenden). Dafür wurde ein Raum am Campus Bottrop als Büro eingerichtet und mit acht Arbeitsplätzen ausgestattet. Die Lernziele des Moduls setzen sich aus Lernzielen in allen Kompetenzdimensionen zusammen, siehe folgende Auflistung.

Jedes Lernziel beginnt mit: die Studierenden...

- können die Energieversorgung eines Gebäudes im Allgemeinen und des Campus Bottrop im Speziellen erklären.
- können Messdaten aufnehmen, interpretieren und analysieren, wo der Betrieb von der Planung abweicht.
- können die gewonnenen Ergebnisse bewerten und daraus Energieeinsparpotenziale ableiten.
- beziehen das Nutzerverhalten mit in die Analyse ein und können die Auswirkungen der vorgeschlagenen Einsparmaßnahmen auf die Nutzerzufriedenheit bewerten.
- beteiligen sich konstruktiv an der Gruppenarbeit.
- arbeiten fristgerecht.
- können den Arbeitsverlauf und die Ergebnisse für Dritte nachvollziehbar dokumentieren und präsentieren.
- können den Arbeitsprozess und die Zusammenarbeit reflektieren und daraus Verbesserungsvorschläge ableiten.

Um überprüfen zu können, ob alle Lernziele erreicht werden, wurde als Prüfungsform ein Lernportfolio gewählt. In dem Lernportfolio dokumentieren die Studierenden den Arbeitsprozess und legen alle relevanten Ergebnisse ab. Um das letzte Lernziel zu fördern und überprüfen zu können,

wurden Reflexionsfragen entwickelt, die sich auf den Arbeitsprozess, die Gruppenarbeit, den Lernprozess und den Nutzen der Ergebnisse beziehen.

Fünf Studierende im vierten Bachelorsemester haben im Sommersemester 2016 das Modul belegt. Der Ablauf des Moduls sah folgendermaßen aus:

- In einer Auftaktveranstaltung wurde das Modulformat erläutert. Außerdem wurde ein Brainstorming durchgeführt, um eine Problemstellung zu identifizieren und das Evaluationskonzept für das Modul wurde vorgestellt.
- Im Laufe des Semesters fanden ca. alle zwei Wochen Besprechungen mit der Dozentin statt. Außerdem gab es zwei Fachvorträge, von einer Expertin in dem Themengebiet. Zwischendurch haben die Studierenden eigenständig gearbeitet, hatten aber die Möglichkeit zu vereinbarten Sprechzeiten Probleme mit der Dozentin zu diskutieren.
- Es wurde eine Exkursion zu einer Firma, die Lüftungsanlagen baut durchgeführt.
- Am Ende des Semesters wurden die Ergebnisse vor einem Gremium der Hochschule vorgestellt. Teilnehmer waren neben der Dozentin unter anderem auch die Vizepräsidentin für Studium und Lehre, der Kanzler und eine Mitarbeiterin des Gebäudemanagements.

Um überprüfen zu können, ob die intrinsische Motivation und die Kompetenzentwicklung der Studierenden durch das studentische Ingenieurbüro gesteigert werden konnten, sah das Evaluationskonzept einen Methodenmix vor. Zum einen wurde ein Fragebogen entwickelt, mit dem die Studierenden am Anfang und am Ende des Semesters ihre Kompetenzen selber einschätzen. Zu diesen beiden Zeitpunkten wurden außerdem Interviews durchgeführt, um Aussagen über die Motivation treffen zu können und die Ergebnisse der Fragebögen abzugleichen. Zum anderen führte die Dozentin während des Semesters Beobachtungen durch und alle Ergebnisse wurden am Ende mit den Ergebnissen des Lernportfolios abgeglichen.

## 2 Ergebnisse

Aus den Interviews am Anfang des Semesters wurde deutlich, dass die Studierenden sich hinsichtlich ihrer Erwartungen an das Modul nicht unterscheiden. Alle fünf Studierenden erwarteten, dass sie:

- selbstständig arbeiten werden,
- praxisnahe Leistungen erbringen werden,
- im Team arbeiten werden,
- berufsrelevante Dinge lernen werden,
- und Projektarbeit machen werden.

Außerdem gaben drei Studierende an, dass sie denken, dass das Modul anders als ihr „Normalstudium“ (also Vorlesung plus Übung) sein würde und zwei hatten die Erwartung, dass sie Spaß haben würden. Nur ein Teilnehmer fiel etwas aus der Reihe, da er die Erwartungen hatte, dass eine externe Firma einen Projektauftrag vergeben würde.

Hinsichtlich ihres erwarteten Kompetenzgewinns war es interessant zu sehen, dass alle Studierenden davon ausgingen, dass sie Methoden- und Selbstkompetenz lernen würden, aber nur zwei Fachkompetenz genannt haben. Vier von den fünf Studierenden gaben auch noch Teamfähigkeit und Anwendungskompetenz an. Im Interview am Ende des Semesters gaben alle Studierenden an, an Fachkompetenz gewonnen zu haben. Auch alle anderen Kompetenzbereiche wurden von allen Studierenden erweitert. Obwohl nur zwei Studierende am Anfang explizit erwähnt hatten, dass sie Spaß haben würden, gaben am Ende alle an, dass sie Spaß hatten. Außerdem sagten alle, dass das Modul anders als ihre bisherigen Module war. Auch alle anderen, oben genannten Erwartungen wurden erfüllt, außer die Erwartung eines Studierenden einen externen Auftrag zu erhalten.

Bezüglich der intrinsischen Motivation der Studierenden ist aus den Interviews am Ende des Semesters erkennbar, dass vier von fünf Studierenden intrinsisch motiviert waren. Nur für einen war das Thema nicht interessant, da er von Anfang an mit anderen Erwartungen in das Modul gegangen war (Auftrag von einer externen Firma, siehe oben). Für alle anderen war das Interesse vorhanden und das Modul wurde als sehr bedeutsam eingestuft. Die einzelnen Faktoren für die intrinsische Motivation sind bei den Studierenden unterschiedlich stark ausgeprägt, nur der Faktor Selbstbestimmung ist bei allen eher gering vorhanden. Allerdings muss diese Einschätzung richtig eingeordnet werden, denn ein Studierender sagte, dass die Selbstbestimmung aufgrund von technischen Normvorgaben eingeschränkt war und zwei Studierende reflektieren, dass sie in dieser Phase ihres Studiums noch eine gewisse Lenkung brauchen. Außerdem geben alle Studierenden an, dass sie selbstständig gearbeitet haben und vier Studierende wünschen sich im Verlauf des Interviews mehr Betreuung.

Beim Vergleich der Fragebögen zur Selbsteinschätzung ihrer Kompetenzen zu Beginn und am Ende des Semesters ist erkennbar, dass alle Studierenden denken, dass sie sich im Bereich der Fach-, Methoden- und Anwendungskompetenz weiterentwickelt haben. Nur bei der Teamfähigkeit und Selbstkompetenz geben vier Studierende im Fragebogen an, dass sie sich nicht weiterentwickelt haben bzw. teilweise sogar verschlechtert haben. Gleicht man diese Einschätzung mit den Aussagen in den Interviews ab, so ist erkennbar, dass die Studierenden sich in diesem Punkt unterschätzen. Denn es ist in den Interviews klar erkennbar, dass sich alle weiterentwickelt haben. Bei der Fachkompetenz lassen die Interviews darauf schließen, dass zwei Studierende sich in den Fragebögen eher leicht überschätzen. Dies wird auch im Abgleich mit dem Lernportfolio sichtbar, denn dort ist



klar erkennbar, dass alle Studierenden fachlich und methodisch dazu gelernt haben, allerdings in unterschiedlichen Ausprägungen. Drei Studierende haben sehr viel dazu gelernt, zwei Studierende ein wenig.

Zu diesen Ergebnissen passen auch die Beobachtungen während des Semesters. Am Anfang war zu erkennen, dass die Studierenden große Schwierigkeiten hatten mit der offenen Aufgabenstellung und auch mit der Planung ihres Projektes zu Recht zu kommen. Im Laufe des Semesters sind sie aber immer besser rein gekommen und waren viel sicherer in ihrem Handeln. Am leichtesten ist ihnen die Messphase gefallen, als sie praktisch etwas machen konnten. Am Ende haben sich die Studierenden wieder schwer getan ihre Einzelergebnisse zusammenzutragen und daraus gemeinsame Schlüsse zu ziehen. Doch mit ein bisschen Unterstützung haben sie auch das gemeistert. Im Bereich der Fach- und Anwendungskompetenzen haben alle dazugelernt, wenn auch in unterschiedlichen Ausprägungen. Methodisch haben alle viel dazugelernt.

### **3 Zielerreichung und lessons learned**

Das Ziel, die Kompetenzentwicklung der Studierenden in allen Bereichen zu fördern konnte durch die Lehrinnovation erreicht werden. Die intrinsische Motivation wurde allerdings nur bei vier von fünf Studierenden erreicht. Ein Studierender kam mit anderen Erwartungen in das Modul und hat auch schon zu Beginn gesagt, dass er andere Themengebiete der Energietechnik interessanter findet.

Im Interview am Ende des Semesters wurden die Studierenden auch gefragt, wie ihnen das Modul insgesamt gefallen hat und welche Verbesserungsvorschläge sie für das Modul haben. Insgesamt hat es allen gut gefallen, nur die sehr hohe Arbeitsbelastung war ein wichtiger Punkt, auf den alle Studierenden eingegangen sind. Dies ist vor allem ein curriculares Problem. Die Studierenden haben in den ersten drei Semestern ausschließlich Module, die aus einer Vorlesung, Vorlesung plus Übung oder Vorlesung, Übung plus Laborpraktikum bestehen. Selbständige Projektarbeit kennen sie nicht. Im vierten Semester des Bachelors haben sie dann das Pflichtmodul Projektmanagement, bei dem sie das erste Mal eigenständig ein kleineres Projekt bearbeiten und sie haben die Möglichkeit das studentische Ingenieurbüro zu wählen. Dies hat zu einer hohen Arbeitsbelastung und teilweisen Überforderung durch die neue Arbeitsweise geführt.

Um diese Problem dauerhaft zu lösen, wäre eine Anpassung des Curriculums sinnvoll, durch die die Studierenden erst durch Projektmanagement an das selbständige, projekthafte Arbeiten herangeführt werden, in dem ein thematisch abgegrenztes Projekt bearbeitet wird. Dann in einem Folgesemester wenden sie die erworbenen Kompetenzen im studentischen Ingenieurbüro noch einmal an und vertiefen es. Kurzfristig wird das Problem so gelöst, dass Studierende die parallel

Projektmanagement und das studentische Ingenieurbüro belegen in Projektmanagement einen Teilbereich eines großen Projekts, welches im studentischen Ingenieurbüro betrachtet wird bearbeitet. Dieser ist vom Umfang mit den anderen Projekten des Projektmanagements vergleichbar. Dadurch müssen die Studierenden sich nur in ein Themengebiet eindenken, in dem sie dann zwei Projekte lösen, die eng zusammenhängen. Außerdem soll noch gezielter auf die neue Arbeitsweise eingegangen und unterstützt werden. Das Sommersemester 2017 wird zeigen, ob die gefühlte Arbeitsbelastung der Studierenden so verringert werden kann.

Die Studierenden haben außerdem angegeben, dass sie sich gestresst gefühlt haben, weil zu Beginn des Semesters die Expertentermine und die Exkursion noch nicht feststanden und so ihre eigene Arbeitsplanung angepasst werden musste. Die Intention dahinter war, dass die Studierenden erkennen sollten, an welchen Stellen man sich neue Kenntnisse selber aneignen kann und an welchen Stellen es beispielsweise aus Zeitgründen sinnvoll sein kann, eine/n Expertin/en zu Rate zu ziehen. Doch dies ist nicht erreicht worden und stattdessen fühlten sich die Studierenden zusätzlich unter Druck gesetzt. Daher werden in Zukunft alle externen Termine schon vorher bekannt gegeben, so dass die Studierenden diese in ihrem Zeitplan berücksichtigen können.

Außerdem haben zwei Studierende den Wunsch geäußert, dass eine Aufgabenstellung eines externen Unternehmens bearbeitet werden sollte, da nur das berufsrelevant sei. Sie haben also nicht erkannt, dass auch die Hochschule ein Unternehmen sein kann und die Aufgaben typische Aufgaben des Gebäudemanagements oder eines Gutachters waren. Um dies zu erreichen, soll im nächsten Durchlauf die Problemstellung nicht durch ein gemeinsames Brainstorming gefunden werden, sondern durch eine offizielle Anfrage des Gebäudemanagements gegeben sein. Die Ergebnisse sollen dann verglichen werden, um daraus eine Empfehlung für die weitere Umsetzung abzuleiten.

Durch die Umsetzung der Lehrinnovation als studentisches Ingenieurbüro wurde außerdem das Ziel verfolgt, ein attraktives Angebot für die Studierenden zu schaffen, welches eine stetige Nachfrage bei den Studierenden erzeugt. Dieses Ziel wurde bislang noch nicht erreicht. Alle Lehrenden und Unternehmensvertreter sind begeistert von der Idee, aber die Studierenden wählen das Modul nur sehr zögerlich. Den Gründen hierfür muss noch weiter nachgegangen werden.

## **4 Verstetigung der Lehrinnovation**

Die Lehrinnovation ist bereits verstetigt, da das studentische Ingenieurbüro als reguläres Wahlmodul in den Studiengängen Wirtschaftsingenieurwesen Energiesysteme, Energie- und Umwelttechnik und Energieinformatik angeboten wird. Es ist jedes Semester wählbar. Außerdem wird derzeit überlegt,

ob das Modul auch in den Studiengänge Bauingenieurwesen und Maschinenbau als Wahlmodul angeboten werden kann.

Darüber hinaus wird ein weiterer Kollege das didaktische Konzept der Lehrinnovation ab Sommersemester 2017 nutzen. Er bietet ebenfalls ein Wahlmodul des studentischen Ingenieurbüros an, aber mit einer etwas anderen inhaltlichen Ausrichtung. Er nutzt nicht das lebendige Labor, also die Gebäudetechnik, sondern trägt zum Kampf gegen den Klimawandel bei, indem die Studierenden CO<sub>2</sub>-Bilanzierungen erstellen. Diese erstellen sie für die HRW, aber auch für externe Unternehmen.

## 5 Übertragbarkeit der Lehrinnovation

Für die Übertragbarkeit der Lehrinnovation müssen zwei Ebenen betrachtet werden, zum einen die Einbindung der Gebäudetechnik und zum anderen das didaktische Konzept in Form des studentischen Ingenieurbüros.

1. Die Einbindung der Gebäudetechnik ist auch in Hochschulen möglich, die nicht über ein extra dafür konzipiertes Energieversorgungssystem verfügen. Im Sommersemester 2016 wurde von den Studierenden z.B. die Behaglichkeit der Seminarräume untersucht. Die Messungen, die sie dafür durchgeführt haben, kann man ohne weiteres auch in jedem anderen Gebäude durchführen. Eine Voraussetzung hierfür ist aber eine sehr gute Zusammenarbeit mit dem Gebäudemanagement. Es werden Daten über das Gebäude und den Gebäudebetrieb benötigt, die den Studierenden entweder direkt vom Gebäudemanagement zur Verfügung gestellt werden können oder die der Lehrende vorab erhält. Letzteres setzt aber voraus, dass er/sie auch einen Zugriff auf die Gebäudeleittechnik erhält.
2. Das didaktische Konzept „Studentisches Ingenieurbüro“ kann sowohl auf andere Hochschulen, wie auch auf andere Fachgebiete übertragen werden. Eine Voraussetzung hierfür ist die Bereitstellung eines Raumes, der den Studierenden als Büro dient. Für andere Fachgebiete ist man dann aber auf Problemstellungen von Unternehmen angewiesen. Eine weitere Voraussetzung ist die Offenheit des Lehrenden, sich auf eine Fragestellung einzulassen, deren Antwort er/sie selber nicht kennt und den höheren Betreuungsaufwand im Vergleich zu einer Vorlesung auf sich zu nehmen.

Das Wahlmodul „Studentisches Ingenieurbüro MeHRWatt“ an der Hochschule Ruhr West können im Moment maximal 16 Studierende belegen. Dies hängt mit der Zahl der Arbeitsplätze in dem Büro zusammen, dort können nur acht Studierende gleichzeitig arbeiten. Die Lehrinnovation ist skalierbar, wenn einerseits ein größerer Raum bzw. ein zweiter Raum als Büro zu Verfügung steht und wenn

zusätzliche Ressourcen für die Betreuung durch wissenschaftliche Mitarbeiter/innen zur Verfügung stehen.

## **6 Unterstützung durch den Stifterverband und Universitäre Unterstützung**

Die Idee die Laborveranstaltung im lebendigen Labor durch die Gründung eines studentischen Ingenieurbüros umzusetzen ist erst durch das Fellowship entstanden. Im Rahmen des Fellowships wurde ein Forschungsaufenthalt in Aalborg durchgeführt. Durch die Beobachtung und Inspirationen vor Ort, weitere Recherchen und Beobachtungen an der HRW ist die Idee entwickelt worden. Die durch das Fellowship ermöglichten Konferenzbesuche waren sehr wichtig für die Konkretisierung und Weiterentwicklung bis hin zur Umsetzbarkeit der Idee, da hierfür der Austausch mit anderen Lehrenden und ihren Erfahrungen nötig war. Die Konferenzbesuche und Fellowtreffen eröffneten außerdem die Möglichkeit, neue Kontakte zu knüpfen und ein Netzwerk aufzubauen. Konkrete Probleme konnten mit den anderen Fellows besprochen werden, was ein sehr wertvoller Austausch war. Das Feedback und die Diskussionen mit den anderen Fellows hat die Motivation die neue Lehrveranstaltung umzusetzen und weiterzuentwickeln gefördert.

Die Idee des studentischen Ingenieurbüros konnte nur mit Hilfe der tollen Unterstützung in der HRW umgesetzt werden. Zum einen stellte das Institut Energiesysteme und Energiewirtschaft einen Raum, der als Büro genutzt werden konnte zur Verfügung. Zum anderen wurde die Idee von zahlreichen Kollegen des Instituts und der Hochschuldidaktik durch Rat und Tat unterstützt. Und auch das Präsidium unterstützte die Lehrinnovation durch eine Teilnahme an der Abschlussveranstaltung. Außerdem erklärte sich auch das Gebäudemanagement bereit, das studentische Ingenieurbüro mit den benötigten Informationen zu versorgen, was unabdingbar war. Darüber hinaus wurde für die Ausstattung des Raumes als Büro Mittel benötigt, die über eine interne Lehrförderung bereitgestellt wurden. Durch einen Vortrag bei der Veranstaltung „Gute Lehre“ wurde die Lehrinnovation innerhalb der Hochschule publik gemacht. Dies hat dazu geführt, dass ein weiterer Kollege das didaktische Konzept im kommenden Semester nutzen wird (siehe Kapitel 4).

## **7 Fazit**

Die Lehrinnovation „Die Laborveranstaltung im lebendigen Labor“ ist durch das Wahlmodul „Studentisches Ingenieurbüro MeHRWatt“ im Sommersemester 2016 das erste Mal umgesetzt worden. Die Ergebnisse der Evaluation haben gezeigt, dass die Ziele der Förderung der intrinsischen Motivation und Kompetenzentwicklung der Studierenden erreicht werden konnten. Allerdings war die Arbeitsbelastungen der Studierenden, durch die zeitgleiche Bearbeitung eines weiteren Projektes

sehr hoch. Es wurden Verbesserungsmaßnahmen erarbeitet, die im Sommersemester 2017 implementiert werden sollen. Nach diesem zweiten Test sollen anschließend konkrete Handlungsanweisungen für die Umsetzung des Konzepts an anderen Hochschulen erstellt werden. Schon jetzt kann aber festgestellt werden, dass sowohl die Einbindung der Gebäudetechnik, als auch das didaktische Konzept auf andere Hochschulen übertragbar ist.

Ermöglicht wurde die Lehrinnovation erst durch die Unterstützung des Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft sowie der wilo foundation. Ohne die finanzielle und fachliche Unterstützung wäre die Idee zu der Umsetzung der Lehrinnovation als studentisches Ingenieurbüro nicht entstanden und nicht möglich gewesen. Ihnen und der HRW gilt mein besonderer Dank.

## 8 Literaturverzeichnis

Lightner, M.R., L. Carlson, J.F. Sullivan, M.J. Brandemuehl, and R. Reitsma. 2000. "A living laboratory." *Proceedings of the IEEE* 88 (1): 31–40. doi:10.1109/5.811599.

Rumler, Nele, and Ralph Dreher. 2016. "Living Laboratory plus Engineering Office - a new Approach to Engineering Education." In *Anwendungsorientierung und Wissenschaftsorientierung in der Ingenieurbildung - Wege zu technischer Bildung: Referate der 10. Ingenieurpädagogischen Regionaltagung 2015*, edited by Gudrun Kammasch, Alphons Dehing, and van Dorp, Cornelis A., 200–205. Siegen: Universität Siegen - UniPrint.

Dreher, Ralph. 2012. "Von PBL zu PBE: Notwendigkeit der Weiterentwicklung des didaktischen Konzepts des problembasierten Lernens." In *Renaissance der Ingenieurpädagogik: Entwicklungslinien im europäischen Raum*, edited by Hanno Hortsch, Steffen Kersten, and Marcel Köhler, 68–75. Dresden.

Müller, Birgit. 2010. "'Offensive Wissen durch Lernen' - Energiekonzepte für moderne Gebäude: Das Experimentalgebäude der Technischen Universität Berlin." In *IngenieurBildung für nachhaltige Entwicklung: 5. IGIP Regionaltagung, 6. - 8. Mai 2010, Beuth Hochschule für Technik Berlin ; [Referate der 5. IGIP Regionaltagung]*, edited by Gudrun Kammasch, Angela Schwenk, and Burghilde Wieneke-Toutaoui, 23–30. Berlin: Beuth Hochschule für Technik.

Alahmad, Mahmoud, Matthew Pfannenstiel, Douglas Alvine, and Clarence Waters. 2007. "Education and Industry, a Union to Facilitate Engineering Learning." 2007 ASEE Annual Conference.

Durfee, Jason K. 2012. "Challenges and successes of creating a living laboratory (building as a laboratory) for use in the engineering technology curriculum." AC 2012-3436. 2012 ASEE Annual Conference.

- Lee, Namhun. 2013. "A conceptual Framework for Technology-Enhanced Problem-Based Learning in Construction Engineering and Management Education." 7821. ASEE annual Conference & Exposition 2013.
- Fuhrmann, T. 2012. "Realizing a complex student project over several semesters." In *Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2012 IEEE*, 1.
- Gunstone, R. F. 1990. "Reconstructing theory from practical experience." In *Milton Keynes: Open University Press*, edited by B. Woolnough, 67–77.
- Minks, Karl-Heinz. 2004. "Kompetenzen für den Arbeitsmarkt: Was wird vermittelt, was vermisst?" In *Bachelor- und Master-Ingenieure: Welche Kompetenzen verlangt der Arbeitsmarkt*, edited by Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, 32–40.
- Perrenet, J. C., P. A. J. Bouhuijs, and J. G. M. M. Smits. 2000. "The Suitability of Problem-based Learning for Engineering Education: Theory and practice." *Teaching in Higher Education* 5 (3): 345–58.
- Jamaludin, Mohammad Z., Khairiyah Mohd. Yusof, Nor F. Harun, and Hassan, Syed Ahmad Helmi Syed. 2012. "Crafting Engineering Problems for Problem-Based Learning Curriculum." *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 56 (0): 377–87.
- Montero, E., F. E. M. Alaoui, M. J. Gonzalez-Fernandez, and F. Aguilar. 2012. "Teaching Thermodynamics to Electronic Engineers through active teaching strategies." *Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2012 IEEE*, 1–5.