

Abschlussbericht im Rahmen des Programms „Fellowships für Innovationen in der Digitalen Hochschullehre“ des Ministeriums für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen und des Stifterverbandes

Fellow:

Prof. Dr. rer. nat. Seibler
Fachbereich 03 – Chemie und Biotechnologie
University of Applied Sciences
Heinrich-Mußmann-Str.1
52428 Jülich
0241 6009-53155

lab4.0

Exploratives Lernen durch innovative Verzahnung von digitalem und realem Labor

Antragssteller: Prof. Dr. Jost Seibler

Einführung

Absolventen der Studiengänge Biotechnologie und Chemie benötigen in nahezu allen Berufsfeldern, die Fähigkeit im Labor praktische Tätigkeiten auszuüben. Aus diesem Grund spielen Praktika im Studienplan von vielen Naturwissenschaftlern eine zentrale Rolle. Ebenso wird im Praktikum theoretisches Wissen praktisch erfahrbar und anwendbar. Leider wird das Potenzial der Praktika oftmals nicht ausreichend genutzt. Es ist mir sehr wichtig, Studierende auszubilden, die im Berufsleben in der Lage sind, Probleme selbstständig zu lösen und eigene Ideen zu entwickeln. Um ein Problem zu lösen sind aus meiner Sicht die Motivation und der Kontext von entscheidender Bedeutung. Ziel der Innovationsidee für das studienfachübergreifende Biochemiemodul war es, problemorientiertes und exploratives Arbeiten der Studierenden im Labor zu ermöglichen, das in der tradierten Vermittlung überwiegend nicht erreicht werden kann. Um dieses Ziel zu erreichen, sollte ein online Selbstlernangebot mit explorativen Aufgabenstellungen in virtuellen Laborprozessen aufgebaut werden. Studierende lernen grundlegende Experimente (simuliert) kennen und können Grenzen in adaptiven Lernpfaden

erkunden. Die Versuchssimulationen der Selbstlernphase sollten Studierende in die Lage versetzen, Versuche während der Präsenzphase im Labor selbständig und explorativ durchführen zu können. Abschließend sollte die Laborzulassung konsequent mit einer erfolgreichen Durchführung der Selbstlernphase verbunden werden.

Ergebnisse

Sowohl das Biochemie-1 Praktikum im zweiten Studiensemester des Studiengangs Biotechnologie als auch das Biochemie-2 Praktikum im dritten Studiensemester des Studiengangs Biotechnologie wurden im Rahmen dieses Projektes auf das lab4.0 umgestellt. Im zurückliegenden präsenzfreien Corona-Semester wurde es auch auf das 4. Semester Biochemie für Chemiker übertragen.

Technische Lösungen

Den technischen Rahmen bieten zwei Plattformen. Zum einen wird die FH Aachen typische Lernplattform ILIAS verwendet, um die Auswahl eines Themengebiets und die Vorbereitung auf die Präsenzphase im Praktikum in multimedialen Lernmodulen zu ermöglichen. Zum anderen wird OneNote von Microsoft als Laborsoftware verwendet, um eine einfache Möglichkeit der Versuchsplanung- und Vorbereitung sowie cloudbasierte live-Dokumentation und Präsentation zu ermöglichen.

ILIAS Lernplattform

An der FH Aachen wird die Lernplattform ILIAS eingesetzt. Neben der Einstellung von Dateien, Tests und Austauschforen bietet ILIAS die Möglichkeit zur Generierung von Lernmodulen zur Vermittlung und Überprüfung von Wissen. Daher wurden im Rahmen dieses Fellowships unterschiedliche Lernmodule aufgebaut, die Text-, Bilder- und Video-basiert für die zu absolvierenden Experimente relevante Inhalte darstellen und durch geleitete Fragen mit Feedbackfunktion das erlernte Wissen abprüfen. Um verschiedene Lern- und Motivationsstufen zu erreichen, wird vor den themenbasierten Lernmodulen ein Crashkurs-Lernmodul absolviert (Abb. 1). In mehreren Zyklen kann auf diese Weise eine systematische und labornahe Vorbereitung auf das Praktikum stattfinden. Nach mehrfachen falschen Antworten werden die Lernmodule gesperrt und es muss eine Rücksprache mit dem Betreuer erfolgen. Dies erfolgte bei etwa 30 % der Studierenden, aber nur in Einzelfällen ist eine Hilfestellung erforderlich, da die Online-Unterstützung oft ausreichende Anregungen gibt. Daher wurde auf die geplante Etablierung eines Teletutors verzichtet. In den meisten Fällen benötigen die Studierenden nur einen weiteren Versuch, da ihnen die Lösung auf der Lernplattform klar geworden ist. Die spezifischen Lernmodule entsprechen verschiedenen Themenfeldern wie „Drugs“, „Food“ oder „Mensch“ und die Studierenden entscheiden sich für ein Themenfeld, das sie interessiert oder für das sie einen Bezug herstellen können. Nach erfolgreicher Absolvierung der

Lernmodule in ILIAS wechseln die Studierenden zur Software One-Note, um ihre teilweise sehr lebensnahen Experimente zu planen.

Biochemie Crashkurs Aktionen ▾

[Inhalt](#) [Inhaltsverzeichnis](#) [Druckansicht](#) [Info](#)

Richtig Pipettieren (2/5)

Richtig Pipettieren (3/5)

Anbei finden Sie noch weitere Lernvideos, welche für Berechnungen und das Arbeiten im Labor vorausgesetzt werden:

[Pufferberechnung](#)
[Puffer ansetzen](#)
[Verdünnungen berechnen](#)

Anleitung serielle Verdünnung herstellen
[Klicke](#)

V: 1 ml
c: 1000 µg/ml

Nr.: 1 2 3 4 5

c: ? mg/ml

Abb. 1: Serielle Verdünnung mit einer Methylblau-Lösung

Wenn die Lösung zu stark absorbiert, ist keine lineare Gerade zu erwarten. Bevor Sie eine Standardgerade erstellen, müssen Sie also die Linearität der Substanz im Photometer bestimmen.

Um eine große Reichweite abzudecken, kann man mittels einer "seriellen Verdünnung" (Hilfe: <https://de.wikihow.com/Serielle-Verd%C3%BCnnungen-herstellen>) die Substanz ansetzen.

Von Methylblau ist ml vorhanden, mit einer Konzentration von µg/ml .

Für die serielle Verdünnung gibt man zu µl Substanz 900 µl Verdünnungsmedium (Glycerin) um eine 1:10 Verdünnung zu erzielen.

Im zweiten Schritt wird wieder 1: verdünnt. Dazu wird 900 µl Glycerin in Gefäß Nr. 2 überführt und 100 µl der homogenisierten (!) Lösung aus Gefäß 1 in 2 pipettiert. Die Konzentration in Gefäß Nr. 2 beträgt dann µg/ml.

Diese Schritte werden wiederholt, folgende Konzentrationen sind dann in den Gefäßen enthalten (Kommata als Punkt angeben):

1: µg/ml
 2: µg/ml
 3: µg/ml
 4: µg/ml

Abbildung 1 Die Abbildung zeigt ein Einstiegs-Lernmodul für den Einstieg, in dem die grundlegenden Arbeitsschritte des Biochemiepraktikums abgebildet sind. Beispielsweise wird die Ausführung von Verdünnungen geübt, da diese in der Präsenzphase oft nicht richtig durchgeführt w

Laborsoftware

Zu Beginn des Projektes wurden verschiedene professionelle Softwarelösungen wie beispielsweise *Labfolder* eingesetzt und getestet. Leider hat sich herausgestellt, dass die für den professionellen Laboralltag designten Software-Lösungen für eine kurze Praktikumszeit zu Einsteiger-unfreundlich und mit komplizierter Lizenzverwaltung für unseren Bedarf nicht sinnvoll erscheinen. Die Anforderung für den Praktikumsalltag ist es, dass der Austausch und die Präsentation von Daten zwischen verschiedenen Teams leicht möglich sind. Daher haben wir uns für MS OneNote entschieden, dass nahezu alle Studierenden auf Ihren eigenen Geräten nutzen können und mittlerweile durch die EU-US Privacy-Shield-Zertifizierung auch aus Datenschutz-rechtlicher Sicht nicht problematisch ist. So werden alle Ergebnisse und Anleitungen für Versuche in Form von SOPs auf dieser Plattform geteilt und sind für alle Studierenden barrierefrei zugänglich. Von der Transparenz der Ergebnisse profitieren sowohl Teilnehmer desselben Praktikumsurses als auch Teilnehmer späterer Kurse, da sie von der Erfahrung der vorhergehenden Gruppen lernen können und damit dem Erkenntnisgewinn, wie er in der Wissenschaft üblich ist, näher kommen. Dieser Prozess ist durch die Struktur des wissenschaftlichen Kreislaufes mit den Schritten Ausgangslage, eigene Fragestellung, Erarbeitung von Theorie, Versuchs- Planung und Design, Versuchsdurchführung, Auswertung/ Diskussion und Protokoll in OneNote abgebildet worden (siehe Abbildung 2). Anhand des Kreislaufes erhalten die Studierenden Orientierung sowohl bei der

Planung als auch bei der Durchführung der Experimente. Jedes Team füllt die unterschiedlichen Schritte von der Ausgangslage bis zum Protokoll fortlaufend aus. Mit der Versuchsplanung beginnt die Präsenzphase im Labor der Hochschule. Die Aufzeichnungen in der Laborsoftware stellen während der Präsenzphase die Grundlage für die Besprechung von Ergebnissen dar und erleichtern den Studierenden abschließend die Ausarbeitung des Protokolls.

The screenshot shows a OneNote page titled "Überblick" for "BC2 Drugs". The left sidebar contains a "To Do"-Liste with items for Team a through Team f, and "Veröffentlichungen". The main workspace displays a table with the following structure:

| Schritt | Anmerkung |
|--------------------------------|--|
| I. Ausgangslage | Hier werden Ihre Ideen etc. beschrieben (Pflicht!) |
| II. eigene Fragestellung | |
| III. Erarbeitung von Theorie | |
| IV. Versuchsplanung und Design | |
| V. Versuchs-durchführung | |

Abbildung 2 Aufbau einer vorstrukturierten Versuchsplanung und Dokumentation der Studierenden in OneNote. Die Daten sind allen Praktikumsteilnehmern jederzeit (auch nachträglich) einsehbar.

Diskussion der fünf Hauptziele des Antrags

1. Steigerung der MOTIVATION durch die intensivere und vor allem selbstständigere Erarbeitung der zu vermittelnden Lerninhalte im Rahmen „spannender“ Versuche.

Im Rahmen des Projektes wurden Lernmodule für unterschiedliche Themenfelder aufgebaut, in denen die Studierenden einen Einblick in das Thema erhalten und gleichzeitig motiviert werden neue experimentelle Ideen zu entwickeln. Die

Interessen-gesteuerte Wahl eines bestimmten Themenfeldes erhöht aus unserer Sicht schon die Identifizierung mit den Inhalten des Praktikums. Wählt man beispielsweise das Projekt „Food“ erhält der Studierende eine Reihe von grundlegenden Informationen zum Aufbau von Biomolekülen und potentiellen im Labor vorhandenen Methoden zur Analyse von Lebensmitteln. Anhand von Beispielen werden virtuelle Versuche durchgeführt, um Ideen über die mögliche Vorgehensweise im Labor zu erhalten (z.B. siehe Abb. 1). Zur Steigerung der Motivation dient ebenfalls die Notwendigkeit, sich für die praktische Phase einen Plan für die eigenen Experimente zu überlegen und diese in OneNote zu dokumentieren. Im Rahmen des Praktikums wurde sehr interessante Ideen für Experimente entwickelt und im Rahmen der Möglichkeiten überprüft. So wurde beispielsweise getestet, in wie weit sich Zwilling-DNA gleicht, ob man verschiedene Mittrinker aus einer Wasserflasche identifizieren kann, welche und wie sich Enzyme sich in Hautpeelings, Ananas oder Zucchini nachweisen lassen, oder wie lange sich Medikamente an dem Protein Albumin binden, und viele diverse und heterogene Fragestellungen mehr!

Die Evaluation bestätigt unsere subjektiv wahrgenommene Motivationssteigerung bei den Studierenden. Im BC-2 Praktikum stiegen die durchschnittlichen Bewertungen zu den Fragen über die Motivation („Interesse vor dem Praktikum“ und „ob die Versuche interessant sind“) von 2,25 im WS 2018/19 auf 1,35 im WS 2019/20 an.

2. Bessere Verzahnung von THEORIE- und PRAXIS durch ein Ineinandergreifen von Praktika und Vorlesungsinhalten.

57 Videos der Biochemie-1 Vorlesung stehen den Studierenden am Anfang des Praktikums zur Verfügung. Dies ist im zweiten Semester-begleitenden Praktikum von sehr großer Bedeutung, da Inhalte in der Vorlesung oft zu spät im Semester an der Reihe sind und mit den Videos das Verständnis von theoretischen Inhalten erleichtert wird. Zudem werden Inhalte des Praktikums in der Vorlesung thematisiert und eine bessere Verzahnung ermöglicht. In der Evaluation der Praktika ist dieses Ziel noch nicht erfolgreich abgebildet. So hat sich die Bewertung über die „Abstimmung von Praktikum und Vorlesung“ nicht verbessert. Dies deutet darauf hin, dass diese Verzahnung deutlicher gemacht werden muss und vermehrt Verknüpfungen auf der ILIAS-Plattform eingebaut werden müssen.

3. Größere EIGENVERANTWORTLICHKEIT, statt von Betreuern „ferngesteuerte“ Studierende.

Die virtuelle Vorbereitung der Studierenden bedingt eine starke Identifikation mit der Projektidee, aber führt auch zu einer klareren Vorstellung was im Labor gemacht werden soll. D.h. die Studierende müssen viel weniger für die einzelnen Arbeitsschritte angeleitet werden. Dafür müssen mehr Diskussionen über die Experimente geführt werden. Die Betreuer des Praktikums werden vermehrt zu Coaches und wissenschaftlichen Gesprächspartnern. Im Rahmen der Evaluation der Praktika (BC-1 und BC-2) wurde die Frage „Die Veranstaltung lässt Raum für

selbstständige Arbeit.“ mit 1,1 bewertet. Ein Jahr vorher lag dieser Wert bei 1,9 bzw. 2,0. Die Freude am Praktikum schlägt sich auch in der Gesamtbewertung nieder, die sich von 2,3 auf 1,65 verbessert hat.

4. Erlernen der WISSENSCHAFT durch intensive Ergebnisdiskussion selbst geplanter Versuche.

Die Dokumentationen in OneNote erlauben eine einfache Darstellung von Ergebnissen über einen großen über den mit Fellowshipmitteln angeschafften Bildschirm im Labor. Dies hat sich als sehr hilfreich erwiesen, da man ad Hoc interessante Ergebnisse diskutieren kann und dies zum ersten Erlernen von wissenschaftlichem Denken und Analysieren anregt. Im Rahmen der Evaluation wird dieser Aspekt nicht speziell adressiert, könnte aber durch das unter Punkt 1 schon beschriebene gesteigerte Interesse am besten abgebildet.

5. Arbeiten wie im BERUF durch die Dokumentation der Versuchsplanung und der Ergebnisse mit einer berufspraktischen Software.

Wie oben beschrieben sind von einer professionellen Softwarelösung abgewichen, da die großen Sicherheitsanforderungen von Laborsoftware oft zu komplizierten Prozessen führen, die für das Praktikum nicht sinnvoll sind. Gleichzeitig erlaubt die nutzerfreundliche Software OneNote das Erlernen der im von uns vorstrukturierten Dokumentation der Ergebnisse trotzdem in einer berufsnahen Art und Weise. Arbeitsschritte und Ergebnisse sind leicht nachvollziehbar und transparent. Obwohl eine versehentliche oder absichtliche Löschung von Daten anderer Praktikumsmitglieder durch Teilnehmer möglich ist, ist dies nicht vorgekommen. Außerdem kann man i.d.R. diese Daten im Notfall aus der Cloud wiederherstellen.

Abschließende Betrachtung und Ausblick

Es ist im Rahmen des Fellowship-Programms gelungen eine Online-Selbstlernphase zu etablieren, in der die Studierenden am Anfang für wissenschaftliche Fragestellungen und zur Teilnahme am virtuellen Labor motiviert werden (siehe (1) in der folgenden Abbildung). Aktuelle biotechnologische Themen werden in kurzen Videos aufgegriffen und anhand praktischer biochemischer Beispiele erläutert. Mit der zweiten Phase Versuchsziele (2) beginnt bereits die selbstgesteuerte Arbeit der Studierenden. In die virtuelle Versuchsdurchführung (3) ist adaptives, automatisiertes Feedback integriert. Nachdem das Ziel des Versuchs durch die Studierenden festgelegt worden ist und sie exemplarisch Versuchsdurchführungen kennengelernt haben, haben sie die Versuche geplant (4) und im Online-Laborjournal (OneNote), dokumentiert. Nach erfolgreicher Beantwortung von Testfragen, der Durchführung virtueller Versuche und der praktischen Planung erhalten die Studierenden die Praktikumsfreigabe (Vortestat). Da die Studierenden in der virtuellen Vorbereitung verschiedene Methoden und Vorgehensweisen gelernt haben, sind sie teilweise nicht nur in der Lage,

Lösungswege für neue oder modifizierte Themen zu entwickeln, sondern auch selbstständiger und explorativer in der Präsenzphase (5) mit Hilfe von Methodenvideos und frei zugänglichen SOPs zu arbeiten. Während des Laborpraktikums arbeiten die Studierenden, mit in der Wirtschaft und Forschung zunehmend genutzten, digitalen Journalen (6). Aus diesen wurde sehr hochwertige Laborprotokolle erstellt, zu denen es jeweils individuelles und persönliches Feedback gegeben hat.

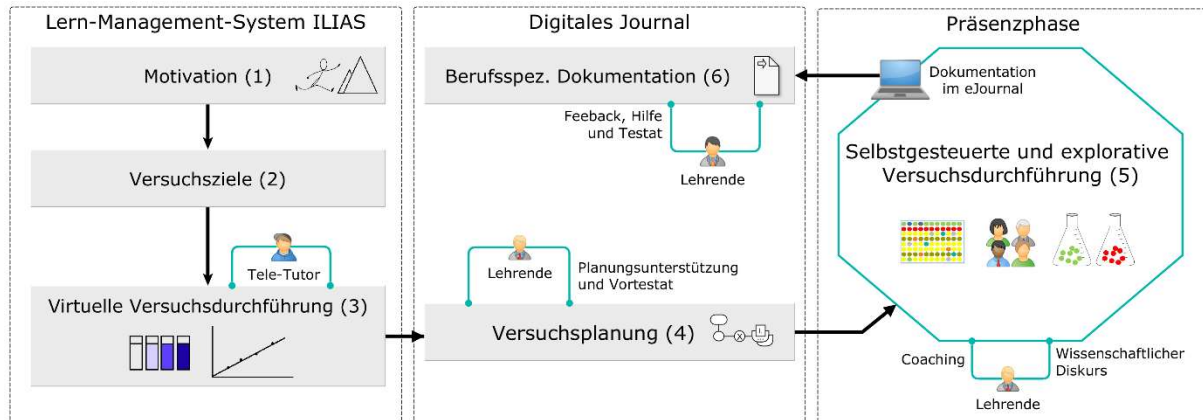


Abbildung 3 Ablauf eines lab4.0 Praktikums aus Sicht eines Studierenden. Wie schon beschrieben wurde der Teletutor nicht etabliert, da die Lernmodule die Studierenden optimal unterstützt.

Das neugestaltete Praktikum wurde während der Förderung im Biochemie 1 und 2 Praktikum jeweils einmal durchlaufen. Elemente wie die ILIAS-Lernmodule wurden im Fachbereich schon im Mikrobiologie-Praktikum genutzt und tragen zur Verstetigung des Konzeptes bei.

Um eine Erweiterung des Konzeptes im Fachbereich zu erreichen, wurden bereits Kollegen und Kolleginnen durch die Teilnahme in Lehrworkshops informiert. Da viele neue Kollegen und Kolleginnen im Fachbereich tätig sind, ist davon auszugehen, dass das Konzept in Teilen oder in Gänze in Zukunft weiter genutzt wird. Auf verschiedenen Lehrkonferenzen wurde das lab4.0 in Workshops bereits vorgestellt.