

Abschlussbericht zum Fellowship „Innovationen in der Hochschullehre“
„Online Projektlabor Chemie im Alltag“ der Technischen Universität Berlin

Kurzbezeichnung OPLChem

Förderzeitraum: 01.01.2014 – 31.12.2015 (III. Kohorte)

Projektleiter: Prof. Dr. Thomas Friedrich

Inhaltsverzeichnis

I.	Beschreibung der Lehrinnovation.....	2
II.	Didaktische Konzeption.....	4
III.	Kritische Betrachtung der mit der Lehrinnovation verfolgten Ziele Welche Probleme haben dazu geführt, dass Ziele nicht wie geplant erreicht wurden?.....	8
IV.	„Lessons learnt“ – nicht intendierte positive/negative Effekte, unabdingbare Voraussetzungen.....	13
V.	Ansätze zur Verstetigung der Lehrinnovation, Perspektiven für künftige Weiterentwicklung.....	16
VI.	Übertragbarkeit der Lehrinnovation auf andere Lehr-/Lernsituationen, auch in anderen Disziplinen.....	24
VII.	Unterstützung und Begleitung des Lehrvorhabens durch Fakultät, Hochschulleitung und andere universitäre Organisationseinheiten.....	25
VIII.	Bedeutung der Fellowtreffen, der Lehr-/Lernkonferenzen und der Begleitforschung für den Projektverlauf.....	27
IX.	Ergebnisse von Studierendenbefragungen, Meinungsbild der Studierenden.....	29
	Anhang 1: Modulbeschreibung.....	32

I. Beschreibung der Lehrinnovation

Das Studienreformprojekt „Online-Projektlabor Chemie im Alltag“ wurde ursprünglich für Studierende des Bachelor-Studiengangs Chemie der TU Berlin konzipiert, um bereits in der Studieneingangsphase die Möglichkeit zum selbständigen, intrinsisch motivierten Arbeiten an chemischen Fragestellungen zu bieten. Der Leitgedanke hierfür war, die Studierenden anhand einer Reihe von angenommenen (nicht systematisch erhobenen) Motivationsgründen für die Studienfachwahl abzuholen, so z.B. dass ihnen das chemische Experimentieren in der Schule Freude bereitet hat, dass sie die empirische Herangehensweise an naturwissenschaftliche Phänomene anspricht, oder dass sie möglicherweise bereits an schulischen Projektwerkstätten oder Wettbewerben teilgenommen hatten und sich eine Weiterarbeit an diesen Projekten in universitärem Rahmen wünschten. Eine Grundproblematik der ersten Fachsemester des Bachelor-Studiengangs Chemie besteht darin, dass die Lehrveranstaltungen stark von theoretischen Fächern geprägt sind (u.a. Mathematik, Physik, Theoretische Chemie), und dass die ersten chemischen Praktika ein festes Korsett vorgeben, das keine Freiräume zu selbstbestimmter Entfaltung vorsieht. Somit geht den Studierenden gerade in der Anfangsphase leicht der Überblick über ihr Studienfach als Ganzes verloren, da die Inhalte in Details zerfließen, zwischen denen sich Querbezüge in der Regel nicht erkennen lassen. Vermutlich weicht die ursprüngliche Studienmotivation dann einer Phase der Ernüchterung oder Enttäuschung, möglicherweise liegt darin ein Grund für die hohen Studienabbruchquoten in den MINT-Fächern, die sich gerade in den ersten Semestern ereignen, wie es durch eine Reihe von Studien zum Studienabbruch belegt ist (z.B. HIS Projektbericht „Ursachen des Studienabbruchs in Bachelor- und in herkömmlichen Studiengängen“, Dez. 2009).

Auch bleibt für Studierende des Chemie-Studiengangs über lange Zeit nicht erkennbar, wie die eigentliche berufliche Tätigkeit einmal aussehen wird, da der Studiengang nicht aus einer einheitlichen berufszielorientierten Perspektive heraus entworfen wurde. Nach wie vor stellt im Bereich der Chemie die Promotion den hauptsächlichen berufsqualifizierenden Abschluss dar, sei es für eine Tätigkeit in der universitären Forschung oder für eine leitende Tätigkeit in der chemischen Industrie. Studienbestandteile, die den Studierenden zeigen, was prägend für diese Tätigkeitsfelder ist – die empirische Forschung nach den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis – bleiben jedoch allenfalls punktuell der Phase der Abschlussarbeiten oder den Forschungspraktika der Master-Phase vorbehalten. So bestand

eine weitere Motivation darin, Studierenden bereits frühzeitig Einblicke in Forschungslaboratorien zu bieten und sie berufszielorientierte Erfahrungen im wissenschaftlichen Arbeiten sammeln zu lassen.

Für den Bachelorstudiengang Chemie der Technischen Universität Berlin liegt die Erfolgsquote für das Erreichen des Bachelor-Abschlusses 2016 bei nur 35 % (über alle Bachelorstudiengänge gemittelt: 40 %), wobei die Quote für weibliche Studierende mit 28 % sogar noch deutlich darunter liegt (über alle Bachelorstudiengänge gemittelt: 44 %), was für eine zusätzliche strukturelle Benachteiligung insbesondere von Frauen in diesem Studiengang spricht. Hier sollte das Projektlabor Chemie einen niederschweligen Zugang zum forschenden Arbeiten, zur kreativen Entfaltung eigener Ideen bieten, um insbesondere weibliche Studierende in ihrer Studienfachwahl zu bestärken und ihnen positive, identitäts- und motivationsstiftende Impulse für ihr Studienfach zu vermitteln.

Die Kurse der Studieneingangsphase sind vorwiegend Veranstaltungen ‚horizontaler‘ Natur (‚horizontal‘: entsprechend einer bestimmten Studien- und Wissenserwerbsphase, z.B. 1. Fachsemester), die zwar einen tiefen Einblick in die Art und die Intensität vermitteln, mit der sich universitäre Lehre einer bestimmten Disziplin widmet, wobei aber die überfachlichen und ganzheitlichen Bezüge vernachlässigt werden. Auch lässt sich in den Eingangsveranstaltungen kein Überblick gewinnen, vor welchen aktuellen Problemen die Wissenschaft steht oder wie die berufliche Praxis einmal aussehen wird. Die Studierenden werden von einem Räderwerk erfasst, das die Erschließung von Studieninhalten eher extrinsisch aufprägt als intrinsisch motiviert. Aus diesem Grund erfordert eine ausgewogene Studieneingangsphase neben den ‚horizontalen‘ Modulen auch Lehrveranstaltungen mit ‚vertikalem‘ Charakter. Unter ‚vertikalen‘ Lehrveranstaltungen ist zu verstehen, dass einzelne fachliche Probleme zum Anlass genommen werden, ihre Einbindung in verschiedene inter- und transdisziplinäre Zusammenhänge herauszuarbeiten, theoretische Grundlagen zu erschließen, Möglichkeiten der empirischen Beantwortung dieser Fragen kennenzulernen und zu praktizieren und diese Zusammenhänge auch in einem persönlichen und gesellschaftlichen Kontext zu reflektieren. Für diese Zwecke erscheinen universitäre Projektlabore ideal geeignet, sie können geradezu als paradigmatisch für ‚vertikale‘ Lehrveranstaltungen verstanden werden. Insofern verband sich mit der Einführung auch der Wunsch, von Studienbeginn an die Identifikation der Studierenden mit ihrem Studienfach zu stärken, die schwierige Anfangsphase überwinden zu helfen und

einen Beitrag zur Senkung der Studienabbruchquote zu leisten. Insgesamt erhofften wir uns, zur Verbesserung der Lehr- und Lernkultur im Bachelor-Studiengang Chemie zusammen mit den Studierenden ein motivierendes Lehrveranstaltungsformat zu schaffen, das das „Forschende Lernen“ in den Vordergrund stellt. Dabei sollte der forschende Umgang mit den Phänomenen der Natur nicht notwendigerweise an das Erreichen formal definierter Bildungsabschlüsse geknüpft sein, denn Forschen wird nicht durch das Abarbeiten von Modulkatalogen, sondern durch Neugier und ernsthaftes Interesse motiviert. Insofern verfolgt das Projektlabor auch das Ziel des „bildungsbarrierefreien Forschungslabors“, das gegebenenfalls unter fachkundiger Begleitung allen in diesem Sinne „Forschenden“ offen steht.

II. Didaktische Konzeption

Das Online-Projektlabor Chemie wurde zunächst als Wahlmodul mit 6 LP (180 Std. Workload) für den Bachelor-Studiengang Chemie konzipiert, steht jedoch auch allen anderen Studierenden offen und wird inzwischen auch als Labor im Orientierungsstudiengang MINT^{grün} angeboten (s. Abschnitt zu Verstetigung). Es werden keine formalen Zugangsvoraussetzungen verlangt. Die Teilnehmer(innen) sollten in Kleingruppen (max. 4 Studierende) eigenständig die theoretischen und experimentellen Grundlagen von selbstgewählten Fragestellungen zu Alltags- und Umweltthemen erarbeiten, denen chemische Prozesse zugrunde liegen, gemeinsam mit fachkundigen Betreuerinnen Experimente entwerfen, durchführen und auswerten, sowie die Ergebnisse und Erfahrungen in einem überfachlichen Kontext reflektieren. Als Ergebnis entwickeln die Studierenden neben einem Protokoll über ihre Arbeit ein Video und eine Präsentation, tragen die Präsentation vor ihren Kommilitoninnen und Kommilitonen vor und stellen ihre Ergebnisse schließlich auf einen Blog. Als zentrale Kommunikationsplattform dient eine Moodle-basierte ISIS2-Plattform, auf der alle Teilnehmenden, Betreuer und Lehrverantwortliche registriert sind. Ein begleitender Workshop vermittelt neben einer Reihe kurzer Präsentationen von Experimenten wichtige Kompetenzen, die zum Absolvieren eines echten Forschungsprojektes notwendig sind, wie z.B. Literaturrecherche, wissenschaftliches Arbeiten und wissenschaftliches Schreiben.

Das Projektlabor verfolgt den Ansatz des Forschenden Lernens und Studierende sollten darin alle 8 Stufen des Forschungsprozesses durchlaufen und erfahren können: vom Finden der eigenen Fragestellung, dem Erarbeiten von Informationen, der Auswahl und Aneignung der Methoden, dem Forschungsdesign mit dem Entwurf einer experimentellen, empirischen Strategie bis hin zur Durchführung, Auswertung und Dokumentation des Projekts und einer abschließenden Reflektion in einem fachlichen und überfachlichen Kontext. Dabei ist es wichtig, den Studierenden von vornherein zu verstehen zu geben, dass ein wissenschaftliches Experiment auch einmal fehlschlagen kann oder sich die Resultate nicht im Rahmen der Arbeitshypothese interpretieren lassen. Zumindest temporäres „Scheitern“ ist regelmäßiger Bestandteil wissenschaftlichen Arbeitens, und es ist wichtig, dieses Scheitern nicht nur als destruktiv und demotivierend aufzufassen, sondern vielmehr als Ansporn, es noch einmal und besser zu versuchen, und es auch als eine Quelle möglicher neuer Erkenntnis, von persönlicher und fachlicher Weiterentwicklung zu begreifen. Ähnliches gilt für den Umgang mit sogenannten Mess-„Fehlern“, die i.d.R. nicht auf falschem Vorgehen beruhen, sondern vielmehr die Grenzen unserer Wahrnehmungsmöglichkeiten repräsentieren, und das Erkennen der Bedeutung des Signifikanzbegriffs in den evidenzbasierten Wissenschaften.

Um möglichst viel Freiraum und Flexibilität zu gewährleisten, wurden zunächst nur 6 verpflichtende Seminar- bzw. Workshoptermine in einem Semester (14-tägig in der Vorlesungszeit) anberaumt. Thematisch gliedern sich diese Präsenztermine wie folgt: (1) Darstellung des Modulkonzepts und „Best-Practice“-Beispiele (in späteren Durchläufen auch die Darstellung eines abgeschlossenen Projekts durch Studierende), an denen sich die Studierenden orientieren können, (2) Vorstellung möglicher Themen für Unentschlossene, (3) Vermittlung von Kenntnissen zu Informations-, Bibliotheks- und sonstigen Literaturrecherchen, (4) Einführung in wissenschaftliches Arbeiten, Regeln sicherer Laborarbeit und „guter Laborpraxis“, sowie ethischer Regeln wissenschaftlicher Arbeit, (5) Einführung in das Verfassen wissenschaftlicher Texte mit LaTeX, und (6) Urheberrecht, Regeln für Quellenangaben und Lizenzierung von Inhalten im Internet. Darüber hinaus gibt es Präsenztermine für Workshops (1) zur Einführungen in die verfügbare Technik zur Medienproduktion (Audio, Video, Schnitt) oder andere Präsentationsformen (Screencasts, Powerpoint, E-Kreide, Smartboard), sowie (2) zur Einrichtung und Gestaltung von Blogs unter Einbindung verschiedener Medientypen.

Die eigentlich begleitende Betreuung der Studierenden spielt sich überwiegend in individuellen Gesprächen mit den studentischen Betreuern oder den Modulverantwortlichen und in Vor-Ort-Terminen ab, die nach Maßgabe verfügbarer Zeit ad hoc vereinbart werden. Im Prinzip sollen Studierende, sobald sie sich auf eine Projektidee geeinigt haben, unmittelbar mit dem Experimentieren beginnen können. In den Gesprächen werden den Studierenden Hinweise und Anreize zu Informations- und Literaturrecherche gegeben, die notwendigen Reduktions- und Abstraktionsschritte vollzogen, um aus den zunächst noch unscharf formulierten Projektideen sinnvolle und durchführbare Ansätze für Experimente zu destillieren. Dabei werden Material- und Gerätelisten erstellt, Fragen der Sicherheit bei der Laborarbeit und im Umgang mit Geräten erörtert, die Standorte von Versuchsapparaturen oder Messgeräten identifiziert, Kontakte mit den für die Apparaturen verantwortlichen Personen hergestellt und die Studierenden in die Praktikums- und Forschungslaboratorien vermittelt. Da es sich in der Regel um praktisch noch relativ unerfahrene Studierende handelt, werden sie auch bei ihren Experimenten von Tutorinnen oder wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen begleitet. Auch bei der Auswertung und Dokumentation der gesammelten Daten, der Abschätzung oder Berechnung von Messfehlern und dem kritischen Abgleich mit dem wissenschaftlichen Kontext werden die Studierenden begleitet.

In der sich anschließenden Dokumentationsphase erwerben die Studierenden Kompetenzen im Umgang mit elektronischen Medien und zur didaktischen Konzeption und die Erstellung eines Lehr- und Lernvideos. Die Studierenden werden an die Planung des Video-Drehs auf der Grundlage eines vereinfachten Drehbuchs („Storyboard“) herangeführt und in die Bedienung der Audio-/Video-Ausrüstung und die Arbeit mit einem professionellen Schnittprogramm (Camtasia) eingeführt, so dass sie selbständig ein Lehrvideo über ihren Versuch erzeugen können.

Nach Erstellung der Audio-/Videodokumentation erfolgt in der Abschlussphase die Einrichtung der projektspezifischen Blogs, auf denen die erarbeiteten Materialien abgelegt oder verlinkt werden. Die Studierenden arbeiten Abschlusspräsentationen im Umfang von 15-20 Minuten aus, die vor der Gesamtkohorte des laufenden Semesters oder zu Beginn eines neuen Kurses präsentiert werden.

Folgende Studienleistungen sind für den erfolgreichen Abschluss des Moduls vorgesehen:

- Schriftliche Ausarbeitung einer Versuchsdokumentation mit Beschreibung der Fragestellung, Darstellung der theoretischen Grundlagen, Darstellung der experimentellen Methodik, Material- und Geräteliste, Versuchsdurchführung, Darstellung der experimentellen Resultate und deren Interpretation bzw. Bewertung.
- Erstellung einer Online-Dokumentation in Form eines Lehr- und Lernvideos zur Veranschaulichung des Themas, der gewählten Methodik und zur Durchführung des Versuchs.
- Im Rahmen des begleitenden Seminars erfolgen für jede Gruppe eine Präsentation zum Abschluss des Projekts (ggf. vor Studierenden einer neuen Jahrgangskohorte)
- Die erarbeiteten Schrift-, Bild-, Präsentations- und Audio-/Videomaterialien werden auf einem Projekt-Blog im Internet öffentlich zugänglich bereitgestellt.

Wie die meisten Praktikumsmodule im Bachelor-Studiengang Chemie der TU Berlin wurde das Online-Projektlabor Chemie als unbenotetes Modul ohne formale Abschlussprüfung konzipiert. Bislang äußerten jedoch alle Projektlabor-Studierenden einmütig den Wunsch, das (häufig weit überdurchschnittliche) Engagement auch in Form einer Modulnote honoriert zu bekommen. Daher wurde durch einen Entscheid des Prüfungsausschusses eine Änderung der Prüfungsform zu „Portfolioprüfung“ und „benotet“ erwirkt, der mittelfristig auch in eine Änderung der Modulbeschreibung einfließen soll. Als Bestandteile der Portfolioprüfung werden die praktische Arbeit, die schriftlichen Projektdokumentationen, sowie die Lehrvideos bzw. die Abschlusspräsentation in einer Gewichtung von 40:40:20 einbezogen. Den Studierenden wird stets der Vorschlag unterbreitet, sich auch gegenseitig zu bewerten und diese Voten auch bei der Notengebung durch den Modulverantwortlichen zu berücksichtigen. Dieser Vorschlag wurde bislang jedoch von den Studierenden stets als zu ambitioniert und tendenziell überfordernd abgelehnt, vielmehr besteht durchaus Vertrauen in die externe Bewertung durch Modulverantwortliche, die als „objektiver“ eingeschätzt wird.

III. Kritische Betrachtung der mit der Lehrinnovation verfolgten Ziele – Welche Probleme haben dazu geführt, dass Ziele nicht wie geplant erreicht wurden?

Das ursprünglich formulierte Ziel, die Studienabbruchquoten mit einem Projektlabor zu beseitigen, muss sicherlich als zu hoch gegriffen bezeichnet werden. Bei der Vielzahl möglicher Wahlmodule, die Studierende belegen können, kann nicht unbedingt damit gerechnet werden, dass sich mehr als 20 % einer Jahrgangskohorte für ein bestimmtes Modul entscheiden, zumal hier damit gerechnet werden muss, dass sich der Workload nicht teilweise durch reine Präsenz erfüllen lässt, sondern nur durch aktive Partizipation, was für die Studierenden eine zusätzliche Herausforderung darstellt. Aus der Erfahrung als Prüfungsausschussvorsitzender kann gesagt werden, dass es für den Bachelor-Studiengang Chemie eine relativ bescheidene Anzahl von besonders beliebten Wahlmodulen gibt, die von mehr als der Hälfte der Studiengangs-Absolventen belegt wird, die sich von anderen Modulen (a) durch geringe Anforderungen und (b) durch weit überdurchschnittlich gute Noten abheben. Diese Problematik muss vor dem Hintergrund betrachtet werden, dass das Arbeitspensum im Bachelor-Studiengang gerade in den ersten Semestern durch die großen Pflichtveranstaltungen und Anfängerpraktika sehr hoch ist, so dass die Studierenden sich gerade in der Studieneingangsphase, wo sie eigentlich durch das Projektlabor erreicht werden sollten, überwiegend nicht dazu in der Lage fühlen, zusätzlich zu den Pflichtmodulen auch noch den freien Wahlbereich mit einem aufwändigen Projekt abzuarbeiten. Dadurch wird der Wahlbereich prokrastiniert, eine Teilnahme am Projektlabor also zunächst gar nicht ins Auge gefasst, so dass dieses auf die überwiegend nach 2 bis 3 Semestern stattfindende Entscheidung zum Studienabbruch oder zur Fortsetzung des Studiums für die Mehrzahl der Studierenden keinen Einfluss haben kann. Die Erfahrung mit nunmehr drei Jahrgangskohorten zeigt, dass sich durchschnittlich nur ca. 15 % eines Jahrgangs für das Projektlabor entscheiden und es sich bei den Teilnehmerinnen überwiegend um überdurchschnittlich motivierte und leistungsfähige Studierende handelt, die sicherlich auch ohne weitere Unterstützung erfolgreich studieren würden, und nicht um diejenigen, die an sich oder ihrer Studienfachwahl zweifeln, weil sie unsicher sind, ob sie den Anforderungen genügen können. Bei der hohen Arbeitsbelastung handelt es sich um ein historisch gewachsenes, noch aus dem Diplomstudiengang überkommenes Problem der organisatorischen Gestaltung des Studiengangs, der zwar umfangreiche praktische Ausbildungskomponenten enthält (30 % der Leistungspunkte aus dem Pflichtbereich

entfallen auf Praktika), die aber innerhalb eines straffen Korsetts abgearbeitet werden müssen, sehr zeitaufwändig sind und keinen Freiraum für Individualität oder für die Beschäftigung mit anderen Dingen lassen. Insofern stellt sich die Frage, ob sich innerhalb dieses „verschulten“ Studiengangs überhaupt Freiräume schaffen lassen für die Orientierung und Selbstjustierung von Studierenden, was innerhalb der klassischen Konzeption typischer Chemie-Studiengängen nahezu unmöglich erscheint. Zwar ist der Berichtende überzeugt, dass Projektlabore große Teile der praktischen Ausbildung gleichwertig ersetzen könnten, doch unter den Hochschullehrenden wird sich hierfür – trotz des gerade erfolgten Generationswechsels – keine Mehrheit finden lassen.

Insofern stellt sich das bereits im Zwischenbericht erwähnte Problem, dass das Projektlabor den eigentlich intendierten Personenkreis, die Zweifelnden und bis an die Grenze der Leistungsfähigkeit belasteten, überwiegend wohl nicht erreichen kann. Es handelt sich zumindest für den Bachelor-Studiengang Chemie allenfalls um eine Ergänzung des Angebots um ein unkonventionelles Lehrangebot, von dem sich überwiegend die flexibleren und leistungsfähigeren Studierenden angesprochen fühlen, also um eine ursprünglich nicht intendierte Positivselektion. Zumindest jedoch für diesen „positiv selektierten“ Personenkreis zeichnet sich aus Befragungen ab, dass sich die eingangs formulierten Ziele erreichen lassen. In Freitextkommentaren würdigen viele Studierende, dass sie die freie und flexible Gestaltung der Projektarbeit, die individuelle Betreuung und den Einblick in Forschungslaboratorien sehr schätzen, und dass sie durch die praktische Arbeit eine bessere Vorstellung von den Arbeitsabläufen in Forschungslaboratorien bekommen haben. In einzelnen Fällen wurde auch zurückgemeldet, dass das Projektlabor ausschlaggebend für die Wahl des Master-Studienfachs und die weitere berufliche Ausrichtung war. Dies unterstreicht das Potential von Projektlaboren, eine positive Berufszielorientierung zu bieten, weil sie einen realitätsnahen Einblick in die tatsächlichen Arbeits- und Organisationsprozesse wissenschaftlicher Arbeit bieten, während klassische Universitätspraktika so wahrgenommen werden, als hätten sie mit der späteren beruflichen Tätigkeit nicht viel zu tun. Der letztgenannte Eindruck ist natürlich falsch, denn innerhalb dieser Praktika werden durchaus grundlegende und für die spätere Tätigkeit prägende Kompetenzen vermittelt, sie werden nur nicht in einem konzeptionell offenen und kreativen Kontext umgesetzt oder angewendet. Insofern könnte eine Möglichkeit zur Lösung dieser Problematik darin liegen, die klassischen Praktika eines naturwissenschaftlich-technischen

Studiengangs zu Hybridmodulen umzuformen, die zwar einen großen Anteil „kanonischer“ Kernversuche umfassen, aber um eine kreative Komponente bereichert sind, innerhalb derer mit den kanonischen Komponenten praxisorientiert und frei operiert werden kann.

Erfreulich ist, dass sich unter den Teilnehmenden am Projektlabor ein ausgeglichenes Geschlechterverhältnis eingependelt hat, also tendenziell mehr weibliche Studierende teilnehmen, als es dem Frauenanteil unter den Erstimmatrikulierten der MINT-Studiengänge (ca. 40 %) entspricht, und dass die Studierenden überwiegend in gemischten Gruppen agieren. Ob sich durch die Teilnahme am Projektlabor jedoch der Frauenanteil an erfolgreichen Bachelor-Absolvent(inn)en (derzeit nur 28 % im BSc Chemie der TU Berlin) steigern lässt, wird sich aufgrund der niedrigen Fallzahlen nur schwer als statistisch signifikant herausarbeiten lassen.

Ursprünglich wurde der „Online“-Komponente des Projektlabors, der Aufbau einer frei zugänglichen Lehr-/Lernplattform mit Videos zu den durchgeführten Projekten eine hohe Bedeutung zugemessen, um den Studierenden zusätzliche Medienkompetenzen zu vermitteln und sie sich als Produzenten von Lehrmaterialien erleben zu lassen. Zudem sollte durch den Aufbau einer offenen Internetplattform auch eine Brücke zu Interessierten außerhalb der Universität geschlagen werden, um ggf. auch Anregungen aus der Öffentlichkeit als Projekte aufgreifen zu können. Die Erfahrungen mit diesem Konzept sind gemischt. Zum einen waren einige der durchgeführten Projekte so umfangreich, dass der vorgesehene Workload bereits bis zum Ende der Experimentier- und Dokumentationsphase nahezu erreicht war, und es dann als eine zusätzliche Belastung empfunden wurde, auch noch ein hochwertiges Lehrvideo produzieren und einen Internet-Blog aufsetzen zu müssen. Zudem ist nicht zu unterschätzen, dass Studierende aufgrund ihrer Internet-Gewohnheiten einen hohen Anspruch an die Qualität von Internetvideos haben, so dass für die Videoproduktion ein erheblicher Arbeitsaufwand investiert wurde. Am ersten Durchlauf des Projektlabors 2014 nahmen in der Überzahl hoch motivierte und engagierte Studierendengruppen teil, die ihre spannenden Projekte ohne Rücksicht auf theoretische Workload-Berechnungen verfolgten und hochwertige Materialien erstellten. Die Studierenden der ersten Kohorte gaben an, dass sie irgendwann einmal derart von ihren Projekten beseelt waren, dass für sie der Zeitaufwand keine Rolle mehr spielte, sondern nur noch der Ehrgeiz, auch etwas Schönes zu erarbeiten, so dass im Rückblick letzten Endes

wesentlich mehr als 180 Stunden in die abgeschlossenen Projekte eingeflossen sind. Auf die nachfolgende Kohorte, der diese Materialien als „Best Practice“-Beispiele zur Verfügung standen, hat dies jedoch z.T. den Eindruck hinterlassen, als seien dadurch Standards gesetzt worden, die einer gewissen Erwartungshaltung der Lehrenden entsprächen, die sich aber nicht mit den studentischen Erwartungen an ein 6LP-Wahlmodul deckten. Insofern mussten wir feststellen, dass die öffentliche Darbietung von OPLChem-Laborprojekten eine nicht intendierte Konkurrenzkomponente erzeugt, dass gute Materialien auch demotivierend wirken können, und dass die „Online“-Komponente tendenziell am ehesten einen Überlastungseffekt bewirken kann. Dem versuchen wir dadurch zu begegnen, dass die Kameraausrüstung sozusagen „als ständiger Begleiter“ gleich ins Labor mitgegeben wird, so dass das Experiment für die Videoaufzeichnung möglichst nicht wiederholt werden muss, um den Zeitaufwand zu begrenzen. Zudem wird es den Gruppen freigestellt, ob sie die von ihnen produzierten Materialien öffentlich darbieten wollen, oder ob sie die Videos nur für den Eigengebrauch oder für den universitätsinternen Raum produzieren. Seitens der Lehrenden wird stets betont, dass die Ambition nicht darin besteht, „neue Wissenschaft“ betreiben zu wollen und dass das Resultat nicht in publikationsfähigen Ergebnissen bestehen muss, sondern dass „forschendes Lernen“ auch in einem gescheiterten Experiment bestehen kann und die Notengebung von dem Erfolg eines Experiments unabhängig ist. Tatsächlich hat bisher jedoch nur eine einzige Gruppe wirklich darauf verzichtet, ein Video über ihr Projekt zu drehen und auf einer öffentlich zugänglichen Plattform darzubieten.

Aus den Erfahrungen mit nunmehr insgesamt 3 Jahrgangskohorten wurden bereits einige kritische Punkte der Konzeption identifiziert, die bereits korrigiert wurden oder künftig nachgesteuert werden müssen. Ambivalent stellt sich hierbei überraschend die völlige Offenheit der Themen dar. Unsere Erfahrung zeigen, dass sich etwa ein Viertel der Studierenden eines Kurses zwar von dem Projektlabor-Gedanken angesprochen fühlt, aber ohne eine eigene Projektidee antritt. Dies ist verstärkt seit der Öffnung des Moduls für den Orientierungsstudiengang zu beobachten. Vielmehr besteht manchmal eine gewisse Erwartungshaltung, es möge ein ansprechendes Projekt angeboten werden. Das Projektlabor kann dann nicht als Katalysator wirken, sondern muss auch noch den Brennstoff beisteuern. Diese Gruppen erfordern stets einen besonders hohen Betreuungsaufwand gerade in der Anfangsphase, und es werden stets mehrere Möglichkeiten für Experimente bereitgestellt, aus denen die Studierenden wählen können. In einigen Fällen wurde die Erfahrung gemacht,

dass sich erst während des Experimentierens herausstellt, dass das Modul „nicht das Richtige“ war und die Projekte abgebrochen werden. Um mit diesen Fällen künftig besser umgehen zu können, möchten wir einen Satz von festen Praktikumsversuchen vorsehen (z.T. an Versuchsaufbauten aus den Pflichtpraktika des Chemie-Studiengangs), die zur Auswahl gestellt werden, damit die Studierenden erste Erfahrungen mit dem Experimentieren sammeln können, um herauszufinden, ob ihnen diese Tätigkeit für das Projektlabor liegt. Durch die Zwischenschaltung dieser Orientierungsphase soll einerseits der z.T. vergeblich investierte Betreuungsaufwand optimiert werden, andererseits die Studierenden besser auf die „freie“ Projektarbeit vorbereitet werden.

Auch mit dem 14-tägigen Turnus der Seminartermine, der eigentlich möglichst viel Zeit für freie Arbeit bieten sollte, wurden in den ersten beiden Durchläufen des Projektlabors gemischte Erfahrungen gemacht. Von derart freien Formaten profitieren in erster Linie die gut orientierten und strukturierten Studierenden, während sich die Unentschlossenen tendenziell mehr formale Stringenz wünschen, um durch regelmäßige Pflichttermine bei der Stange gehalten zu werden. Da insbesondere in der Eingangsphase stets eine signifikante Drop-Out-Quote (ca. 30% der ursprünglichen Teilnehmer-/Interessentenzahl) zu beklagen war, werden inzwischen die begleitenden Seminare zu Beginn wöchentlich angeboten, die Studierenden bereits in den ersten Seminarterminen zur Diskussion über die verschiedenen Projekte animiert und direkt im Anschluss Gesprächstermine mit den einzelnen Gruppen und Betreuerinnen vereinbart, in der über Planung und Durchführung der Experimente gesprochen wird. Durch dieses dichtere „Monitoring“ zu Beginn konnte im Sommersemester 2016 die Teilnehmerzahl über einen Kurs hinweg konstant gehalten werden.

Während von einem Teil der Studierenden der Wunsch nach einer engeren Abfolge von verbindlichen Pflichtterminen geäußert wurde, wurde die Eingangsphase von anderen als zu theoriebeladen wahrgenommen. Insbesondere stand dabei der Block zu Urheberrecht und Lizenzierung im Internet in der Kritik, den wir als wichtig erachteten, weil die Online-Komponente des Projektlabors ein Kernpunkt der ursprünglichen Konzeption war. Als Einführung zu Urheberrechtsfragen im Internet hatten wir ursprünglich eine Online-Spielphase konzipiert. Dazu wurden die Studierenden für ein einfaches juristisches Fallbeispiel über die universitäre Nutzung von Online-Materialien in drei Gruppen („Kläger“,

„Verteidiger“, „Richter“) aufgeteilt. Kollaborativ sollten die Gruppen eine Klage- und eine Verteidigungsschrift verfassen, anschließend sollten die „Richter“ eine Entscheidung fällen.

Die Kritik an dieser Modulkomponente erstaunte uns, da wir damit die Studierenden auf ihre Rolle als Produzentinnen von Online-Lehrmaterialien vorbereiten und sie in die Lage versetzen wollten, zu beurteilen, unter welchen Voraussetzungen und Rahmenbedingungen Materialien im Internet zugänglich gemacht werden bzw. genutzt werden dürfen. Obwohl die Studierenden Informationsrecherchen hauptsächlich im Internet anstellen, ist das Bewusstsein über die Regeln zur Verwendung fremden geistigen Eigentums nur schwach ausgeprägt, denn die Information aus dem Internet „kostet ja nichts“ und kann daher „nicht viel wert sein“. Auch die Bedeutung der Angabe oder gar der Überprüfung von Quellen für Informationen aus dem Internet ist vielen nicht bewusst. Hier versucht das Projektlabor behutsam gegensteuern. Der Workshop zu Fragen des Urheberrechts im Internet wurde im zeitlichen Umfang gestrafft und auf einen der späteren Termine gelegt, um anfangs mehr Zeit für die anschauliche Darstellung bereits durchgeführter Projekte verfügbar zu machen.

IV. „Lessons learnt“ – nicht intendierte positive/negative Effekte, unabdingbare Voraussetzungen

Der Berichtende verbindet mit dem Projektlabor Chemie durchweg positive Erfahrungen. Die thematisch offene Konzeption fördert in hohem Maße die geistige Flexibilität der Lehrenden, sich rasch auf neue Lehrinhalte einstellen und diese sich aneignen zu müssen, im Sinne des „life-long learnings“. Dies stellt für einen interdisziplinär Forschenden eine beständige Quelle der Inspiration dar, die zwar rasch an die Grenzen des Wissens heranführt, gleichzeitig aber auch die Motivation liefert, sich in ein neues Thema einzuarbeiten und dabei so weit zu kommen, dass man sich in der Lage fühlt, neue Fragen zu formulieren und neue Lösungsansätze zu entwerfen. Das Verhältnis von Lehrenden und Lernenden verschiebt sich nun insofern, dass es nicht mehr das Faktenwissen ist, das Lehrende und Lernende auf unterschiedliche (Hierarchie)-Stufen stellt, sondern dass es allenfalls noch so etwas wie die berufliche Erfahrung gibt, die den Lehrenden einen gewissen Vorsprung verleiht. Insofern durchlaufen Lehrende und Lernende nahezu zeitgleich dieselben Erkenntnisprozesse und nehmen sich gegenseitig auf Augenhöhe wahr, als Gleiche unter Gleichen, die das gemeinsame Interesse an einer Sache verbindet. Der Berichtende hat sich in der

Betreuungsarbeit oft als Lernender begriffen, dessen manchmal nur 15-minütiger Vorsprung vor anderen Lernenden allein darauf beruhte, dass es ihm etwas rascher gelang, Querbezüge zu anderen Sachverhalten oder interdisziplinäre Verknüpfungen zu erkennen, und er dadurch Anreize zu Fragen geben konnte, ohne dieselben jedoch selbst unmittelbar beantworten zu können. Dies wiederum verändert auch die Wahrnehmung der Lehrenden durch die Lernenden. Lehrende sind nicht mehr die allwissenden Prüfer auf der anderen Seite des Tisches, sondern Suchende und Strebende auf der gleichen Ruderbank, die eine gemeinsame Begeisterung teilen und ein gemeinsames Ziel verfolgen. Dieser Perspektivwechsel erzeugt auch eine Form der persönlichen Bindung, die weit über das Ende der eigentlichen Lehrveranstaltung hinaus trägt. Viele Projektlabor-Studierende halten den Kontakt weiterhin aufrecht und konsultieren die Lehrenden bei vielerlei Fragen, sei es wegen Studieninhalten oder wenn persönliche Weichenstellungen anstehen. Zudem bieten sich viele der ehemaligen Absolventinnen freiwillig als Multiplikatorinnen an, um ihre Projekte an Tagen der offenen Tür, bei der Langen Nacht der Wissenschaften oder ähnlichen Anlässen auch außerhalb des Modulkontexts zu vertreten.

Auch die Position der Lehrenden durchläuft einen Perspektivwechsel. Im Bereich der Chemie herrscht vielfach die Meinung vor, den Studierenden würden frühestens in der Master-Phase über die kognitiven und praktischen Fähigkeiten für selbständige Forschungsarbeit verfügen. Selbst die Bachelor-Arbeit wird häufig als ein Bildungsabschnitt angesehen, in dem sich der individuelle, schöpferische Beitrag des Studierenden noch nicht deutlich genug von dem der Betreuerin bzw. des Betreuers abhebt. Die Bachelor-Arbeit wird oft als eine notwendige Pflichtübung angesehen, die mehr Ressourcen in Form von Betreuungskapazität bindet, als dass sie zählbare wissenschaftliche Ergebnisse produziert. Diesen Eindruck kann der Berichtende aus der Erfahrung mit Projektlabor-Studierenden nicht bestätigen; mit einer Einschränkung: Das Projektlabor darf nicht nur als Pflichtübung absolviert werden, und selbiges gilt wohl in ähnlicher Form auch für Abschlussarbeiten. Sobald das Thema durch Begeisterung persönliches Engagement erzeugt, kommt ein schöpferischer Prozess in Gang, der nahezu ohne weiteren Aufwand Neuland erschließt. Inzwischen versuchen wir in unserem Fachgebiet, die Differenzierung zwischen Projektlabor- und Abschlussarbeiten nach Möglichkeit aufzuheben, die Themen werden nach Möglichkeit in unseren Forschungszusammenhang eingebettet, so dass zwanglos auf einer Projektlaborarbeit ein Thema für eine Bachelor- und später Masterarbeit aufgebaut werden kann. Als Beispiel kann

das OPLChem-Projekt zur Synthese von Carotenoiden in Bakterien dienen, das zunächst nur an Synthese und Nachweis von Carotenoiden interessiert war, inzwischen aber die Plattformtechnologie für eine eigenständige Forschungsarbeit mit einem photoschaltbaren, carotenoidbindenden Protein geworden ist. Der Projektlabor-Student, der dieses Thema bearbeitet hat, arbeitet inzwischen an seiner Masterarbeit, die in Zusammenarbeit mit dem Fachgebiet Biokatalyse angelegt ist, und er hat inzwischen eine derart intensive Expertise auf dem Gebiet erworben, wie man sie von einem guten Doktoranden im zweiten Jahr seines Dissertationsprojekts erwarten würde. Ein weiterer Projektlabor-Student, der sich mit Leitungswasser-Analytik beschäftigt hat, brachte seine Expertise in Atomabsorptionsspektroskopie unlängst in ein Forschungsprojekt ein, innerhalb dessen erstmals die Aufnahme eines Zytostatikums (Cisplatin) durch eine bestimmte Familie nieren- und leberspezifischer Membrantransporter (MATE transporter – Multidrug And Toxic compound Extrusion) untersucht und nachgewiesen wurde, woraus sich unmittelbar das Thema für eine Bachelor-Arbeit ergibt.

Zudem erfordert die thematische Freiheit einiges an Kreativität im Umgang mit der begrenzten apparativen Ausstattung eines Fachgebietes oder regt zu unkonventionellen Lösungsansätzen an. Messergebnisse müssen nicht zwingend mit teuren Gerätschaften der neusten Generation erzielt werden, das lässt sich gerade in einem themenoffenen Kontext deutlich machen. Mangel kann jedoch durch Kreativität zumindest teilweise aufgehoben werden. So z.B. stand für die Carotenoid-Analytik keine HPLC-Anlage (Hochdruck-Flüssigkeitschromatographie) und auch keine Mittel zur Anschaffung eines Neugerät (ca. 15 000 Euro) zur Verfügung. Allerdings konnte mit einer vorhandenen, älteren HPLC-Pumpe, einem günstig bei ebay erworbenen UV-Vis-Detektor und einem vorhandenen elektrophysiologischen Messprogramm eine leistungsfähige HPLC-Anlage improvisiert werden, bei der als Investitionskosten nur ca. 1500 Euro für eine Trennsäule, ein Steuerventil und eine Deuterium-Ersatzlampe anfielen, die aus Restemitteln des Fachgebiets aufgebracht werden konnten.

Bei all den dargestellten positiven Effekten soll nicht unterschlagen werden, dass die für ein Projektlabor erforderliche Individualbetreuung einen immens hohen Zeitaufwand erfordert, der auf längere Sicht nur mit ausreichender Ausstattung an wissenschaftlichem Personal und Tutorinnen geleistet werden kann. Im Gegensatz zur Neukonzeption einer konventionellen Lehrveranstaltung, die für einen überschaubaren Zeitraum einen erhöhten Einsatz von Zeit

und Arbeitskraft erfordert, sinkt der Aufwand in einem Projektlabor nicht mit der Zeit, wenn die thematische Offenheit beibehalten werden soll. Insofern müssen alle Verstetigungsaspekte berücksichtigen, dass dadurch Personalkapazität in höherem Maß als bei konventionellen Praktika gebunden wird. Notwendigerweise bauen Projektlabore auch auf einer bestehenden Laborinfrastruktur auf, die ebenfalls durch Ressourcen der Universität (techn. Personal, Wartung von Geräten etc.) aufrechterhalten werden muss. Zudem erfordern präparative Laborarbeiten häufig Spezialchemikalien oder andere Arbeitsmittel, so dass Projektlabore mit einem Grundstock an Verbrauchsmitteln ausgestattet werden müssen.

Ein ebenfalls nicht intendierter aber erfreulicher Trend ergibt sich aus der Beobachtung, dass studentische Projektlaborarbeiten, ohne bewusst darauf hinzuarbeiten, sehr häufig aus Gesichtspunkten des Umweltschutzes, der Produktsicherheit, der menschlichen Gesundheit oder der Nachhaltigkeit motiviert sind. Für den Berichtenden ist es erstaunlich, dass solche Inhalte gerade von Studienanfängerinnen thematisiert und als Motivation für die eigene forschende Tätigkeit dargestellt werden. Im Vergleich zu den Studieninhalten und Kompetenzen, die im Rahmen des Bachelor-Studiengangs Chemie vermittelt werden sollen fällt auf, dass auf diese Fragen im Pflichtbereich keine Antworten angeboten werden. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die mangelnde Thematisierung dieser vielleicht studienmotivierend wirksamen Inhalte ebenfalls zu enttäuschenden Erfahrungen im Studienverlauf Anlass gibt, die dann in Studienabbrüchen münden. Insofern wird es eine Herausforderung für die curriculare Feinjustierung des Studiengangs sein, inwieweit es gelingt, die Zukunftsfähigkeit der Chemie auch in den Pflichtmodulen des Studiengangs abzubilden.

V. Ansätze zur Verstetigung der Lehrinnovation, Perspektiven für künftige Weiterentwicklung

An der Technischen Universität Berlin wird seit Wintersemester 2011/2012 der zweisemestrigen Orientierungsstudiengang MINT^{grün} angeboten, der sich an Studierende mit Interesse an den natur- und ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen richtet, die sich noch nicht endgültig für ein Studienfach entschieden haben. Neben Lehrveranstaltungen mit fächerübergreifendem Charakter können die Studierenden auch ausgewählte Pflichtmodule

fachspezifischer Studiengänge wählen, die im Falle einer endgültigen Studienfachwahl angerechnet werden. Der Orientierungsstudiengang weist eine stetig steigende Studienanfängerzahl auf (über 450 im gegenwärtigen Studienjahr) und soll den Plänen der Universitätsleitung entsprechend weiter ausgebaut werden. Zum Pflichtbereich des Orientierungsstudiengangs gehören eine zweisemestrige Ringvorlesung und ein Orientierungs- und Beratungsmodul zur Studienwahlentscheidung, ein freier Wahlbereich und ein dreigliedriger Wahlpflichtbereich. Der Wahlpflichtbereich unterteilt sich in ein Orientierungsstudium (ausgewählte Module aus MINT-Grundlagenfächern), einen Bereich mit Modulen zum Überbegriff „Reflektion“ (z.B. Wissenschaftliches Arbeiten, Technik- und Wissenschaftsgeschichte, Gender-Studies) und einen Bereich mit Projektlaboren. Aus jedem der drei Bereiche müssen die Studierenden mindestens ein Modul belegen. Aufgrund der hohen Studienanfängerzahlen kam es zu einem Engpass im Bereich der Projektlabore, weshalb das Präsidium der TU Berlin im März 2015 eine interne Ausschreibung für Lehrveranstaltungen mit Projektlaborcharakter veranstaltete, um das Angebot an praxisbezogenen Lehrveranstaltungen für das Orientierungsstudium ausdehnen zu können. Wie bereits im Zwischenbericht erwähnt, hat sich das Projektlabor Chemie an dieser Ausschreibung erfolgreich beteiligt und wird gegenwärtig aus zentralen Mitteln seit 01.10.2015 bis zum 31.03.2017 mit einer halben Wissenschaftlerstelle gefördert. Mit diesen Personalmitteln wird derzeit die Stelle von Herrn Dr. Franz-Josef Schmitt kofinanziert, die andere Hälfte wird zurzeit von der Fakultät II getragen. Herr Dr. Schmitt führt seit dem Wintersemester 2015/16 das Projektlabor verantwortlich durch und wir arbeiten darauf hin, nach einer positiven Zwischenevaluation im März 2017 eine weitere Förderung von zwei Jahren gewährt zu bekommen. Zurzeit ist das Angebot an Projektlaborplätzen auf 35 pro Semester ausgeweitet. Nach wie vor wendet sich das Projektlabor Chemie an Studierende des Bachelor-Studiengangs Chemie, aufgrund der Öffnung für den MINT^{grün}-Studiengang sind inzwischen jedoch Studierende des Orientierungsstudiengangs in der Mehrheit und das Online-Projektlabor Chemie wird auch dort als eine sinnstiftende Erweiterung des Orientierungsangebots wahrgenommen. Diese Entwicklungen zeigen, dass sich Projektlabore an der TU Berlin zu einem wichtigen, Baustein für die Studieneingangsphase entwickeln und das Potential derartiger Lehrangebote von der Universitätsleitung angemessen gewürdigt wird.

Anschlussprojekt „SynTUBio“

Die Einführung des Online-Projektlabors Chemie fällt an der TU Berlin in eine Phase, in der seitens des Präsidiums verstärkt Anreize für die Erprobung und Implementierung neuer und verbesserter Lehr-/Lernangebote geschaffen werden. Diese Unterstützung ist nicht nur ideeller Art, sondern es werden auch beträchtliche Mittel für thematisch offene Studienreformprojekte bereitgestellt, die sich zuvor einem umfangreichen internen Antrags- und Auswahlverfahren stellen müssen. Im Rahmen der HSP III-Förderung (Qualitätspakt Lehre des BMBF, Bund-Länder-Programm für bessere Studienbedingungen) werden an der TU Berlin derzeit 8 Teilprojektlinien gefördert (tu MINT^{grün}, tu digit, tu tutor^{plus}, tu study&buddy, tu projects, tuWIMI^{plus}, tu inspire). Im Rahmen der tu WIMI^{plus}-Projektlinie gab es im Juni 2016 eine interne Ausschreibung zur Förderung von bis zu 10 neuen Reforminitiativen zur Verbesserung der Lehrqualität in hochausgelasteten Modulen der Studieneingangsphase der MINT-Studiengänge. Für eine Förderperiode von 4 Jahren (ab 01.01.2017) werden insgesamt 10 tuWIMI^{plus}-Stellen in sog. „Brennpunkten“ der Lehre (Module mit großen Teilnehmerzahlen, schlechter Betreuungsrelation, hohen Durchfallquoten, unterdurchschnittlichem Frauenanteil) vergeben, wobei für die potentiellen Stelleninhaberinnen auch hochschuldidaktische Weiterbildungs- und Beratungsprogramme inbegriffen sind, sodass die wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen in die Lage versetzt werden, innovative Lehrkonzepte in der jeweiligen Fachlehre zu implementieren und als Multiplikatorinnen in den Fakultäten zu wirken. Um weitere Verstetigungsperspektiven zu eröffnen hat sich der Berichtende zusammen mit Herrn Dr. Franz-Josef Schmitt (ebenfalls Träger eines Stifterverbands-Fellowships) und Herrn Prof. Dr. Nediljko Budisa (Fachgebiet Biokatalyse am Institut für Chemie der TU Berlin) an dieser Ausschreibung mit einem Konzeptantrag (SynTUBio) erfolgreich beteiligt. Im Rahmen dieses Projekts soll sowohl dem Kernanliegen der Ausschreibung (Verbesserung der Lehrsituation in ausgewählten problematischen Grundlagenmodulen des Bachelor-Studiengangs Chemie) entsprochen werden, als auch erstmals der Versuch unternommen werden, eine neue studienfachliche Ausrichtung (Synthetische Biologie) aus einer klar berufszielorientierten Perspektive heraus zu entwerfen. Dieses Konzept soll abschließend kurz dargestellt werden.

Ein Grund für die hohen Abbruchquoten in den naturwissenschaftlichen Fächern liegt nach Überzeugung der Antragsteller darin, dass Studienanfängerinnen in den seltensten Fällen eine klare Vorstellung von Inhalten und Ablauf des Studiums haben und dass die

Studierenden kein klares Konzept von den Berufsfeldern eines „Chemikers“, „Physikers“, oder „Naturwissenschaftlers“ haben. Missverständnisse, demotivierende Erfahrungen und Enttäuschungen sind so vorprogrammiert. Würde es gelingen, durch eine entsprechend strukturierte Lehre eine klare berufliche Orientierung vorzugeben, die eine persönliche Identifizierung mit dem angebotenen Berufsbild erzeugt, ließen sich besser orientierte, motivierte und engagierte Studierende anziehen, so dass selbst bei gleichbleibenden Studienanfängerzahlen ein größerer Anteil Studierender den Abschluss erreicht, weil von Beginn an ein klares Ziel vor Augen steht, für das sich die Mühe des Studiums lohnt.

Daher soll in dem SynTUBio-Projekt Lehre beispielhaft aus der berufszielorientierten Perspektive einer forschenden Wissenschaftlerin im Bereich der neuen Wissenschaftsdisziplin der Synthetischen Biologie heraus entworfen werden. Dabei wird berücksichtigt dabei, dass im Bereich der Chemie erst die Promotion den „Regelabschluss“ für eine berufliche Karriere in Forschung oder Industrie darstellt. Zentrale Elemente sind ein Satz von Lehrmaterialien für anspruchsvolle wissenschaftliche Schlüsselexperimente („Top Topics“), die das faszinierende Arbeiten einer Forscherin auf dem Gebiet der Synthetischen Biologie abbildet und direkte Bezüge zu veröffentlichten wissenschaftlichen Ergebnissen („Front End Research“) aufzeigt. Diese Versuche werden in qualitativ hochwertigen Lehrvideos, unterlegt mit anderen Elementen technologiegestützter Lehre (Scripte, Links zu Informationsseiten, Online-Verständnistests für die individuelle Lernstandskontrolle im Sinne von Online-Vorsprachen/Kolloquien aus educationZEN-Studienreformprojekten) frei zugänglich auf einem Online-Repository dargeboten und stehen in Verbindung mit einem neu zu schaffenden Praktikumsmodul „SynBioLab“, das aus 5-8 Versuchen mit einer Workload von 180-240 Stunden (6-8 LP) besteht. Da sich die Experimente kognitiv auf der Ebene des Stands der Wissenschaft bewegen, ist das Niveau der „Top Topics“ auf der Master-Ebene angelegt. Eine mögliche Kooperation zur Produktion und Sichtbarmachung dieser weltweit neuen und einzigartigen studienfachlichen Ausrichtung soll mit dem „Journal of Visualized Experiments“ (JoVE) aufgebaut werden. JoVE produziert zum einen methodisch orientierte, zitierfähige e-Publikationen bestehend aus schriftlichen Versuchsanweisungen, sowie didaktisch und technisch professionell produzierten Videos zur Erläuterung der Hintergründe und des praktischen experimentellen Vorgehens. Neuerdings baut JoVE jedoch auch grundlegender Lehrmaterialien in gleichem Format auf und schafft dadurch ein ständig wachsendes Repository hochwertiger

Lehrmaterialien, die weltweit für die universitäre Lehre verwendet werden können. Zwar ließ sich in der Kürze der Zeit mit JoVE keine abschließende Vereinbarung hinsichtlich der Ausgestaltung der Zusammenarbeit erzielen, jedoch besteht seitens des Journals ausdrückliches Interesse an einer Kooperation mit der TU Berlin, insbesondere weil es sich um eine einzigartige fachliche Ausrichtung handelt, da es noch kein Studienprogramm „Synthetische Biologie“ gibt. Die Antragsteller sehen darin die einmalige Chance, erstmals universitäre Lehrinhalte der TU Berlin auf internationalem Niveau in einer sich rasant entwickelnden Fachdisziplin weltweit verfügbar zu machen, damit einen internationalen Standard für Lehre in der Synthetischen Biologie zu setzen und im gleichen Zug die internationale Sichtbarkeit der TU Berlin im Bereich der Lehre zu erhöhen. Ein wesentliches Augenmerk bei der Produktion der Lehrmaterialien wird auf der Verwendung einer Bild- und Wortsprache liegen, die genderspezifische Präjudizierungen vermeidet, die insbesondere motivierend und identifikationsstiftend für weibliche Studierende wirkt und ein positives Berufsbild der Wissenschaftlerin in allen Ausbildungs- und Karrierephasen zeichnet.

Die in den SynBioLab-Schlüsselexperimenten enthaltenen Techniken, Apparaturen und Qualifikationen bieten unmittelbare Anknüpfungspunkte für kleinteiligere Lehrinhalte auf der darunterliegenden Wissensebene, wie sie z.B. in Fortgeschrittenenpraktika der Bachelor-Studiengänge angelegt sind. Diese Qualifikationen teilen sich dann zwar formal in Elemente der verschiedenen Fachdisziplinen auf (Analyt. Chemie, Anorg.Chemie, Org. Chemie, Physik, Biol. Chemie, Physikal. Chemie, Biophysik, etc.) und sind auch dort verankert, jedoch lässt die Top-Down-Zuordnung geradezu zwanglos interdisziplinäre Bezüge zu, die auf diese Weise sichtbar werden. Die Lehrmaterialien dieser zweiten Ebene werden sukzessive, sofern sie für die „Top Topics“ relevant und notwendig sind, in ähnlicher Weise (Videos, Begleitmaterialien, s.o.) abgebildet. Um ein Beispiel zu nennen: Wer das Top Topic „Synthetische Photobiologie“ durchdringen und begreifen will, soll klar erkennen, auf welche der kleinteiligeren experimentellen Einheiten der darunterliegenden Ebene zurückgegriffen werden muss (z.B. mikrobiologische Techniken, Fluoreszenzspektroskopie, thermodynamische Stabilität von Makromolekülen, Medienzubereitung etc.). In gleicher Weise bauen die Inhalte der zweiten Experimentalebene auf weiter darunter angesiedelte Schlüsselqualifikationen auf (z.B. Anfängerpraktika der chemischen und physikalischen Fachdisziplinen), die wiederum interdisziplinär aus verschiedenen Fachgebieten stammen. So wird letzten Endes erkennbar, dass auch scheinbar „chemiefremde“ Module wie

„Mathematik“ oder „Physik“ inhaltlich eine für das Erreichen des Studienziels notwendige und hinreichend gerechtfertigte Grundlage darstellen. Ziel ist es, den Studierenden durch diese strukturelle Vernetzung von Lehrinhalten aus unterschiedlichen Fachdisziplinen ein klares Bild von Wissenszusammenhängen darzubieten, deren Inhalte auf keiner Ebene isoliert oder nicht angebunden erscheinen. Somit wird durch SynTUBio eine kohärente Qualifikationspyramide konstruiert, die auf ein klares berufliches Profil hin ausgerichtet ist.

In gewissem Sinne ist SynTUBio als Erweiterung des Grundgedankens für das Projektlabor Chemie anzusehen. Im Zuge der Produktion von Lehrmaterialien für die Synthetische Biologie ist geplant, dass zu allen vorhandenen Forschungsgeräten in den Fachgebieten Biokatalyse, Organische Chemie, Biologische Chemie und Biophysikalische Chemie Lehrvideos erzeugt werden, die die Nutzung der Geräte in einem Grundpraktikumsversuch abbilden und damit die Forschungsgeräte modular für Praktika aller Art zugänglich macht. Die Lehrvideos werden mit anderen digitalen Lehrelementen (Skripte, Animationen, Online-Verständnistests) auf einer gemeinsamen e-Learning-Plattform angeboten und so zu einem modularen Demonstrationslabor ausgebaut, das neben Studierenden der Eingangsphase (Chemie, MINT^{grün}) beispielsweise auch Schülerinnen oder anderen Interessens- oder Studierendengruppen offen steht. Es kann stets um forschungsnahe, neue Experimente bereichert werden, um damit einen Mechanismus zu schaffen, der die stetige Integration aktueller Forschungsfragen in die Grundlagenlehre sicherstellt.

Die bessere Vernetzung von Lehrhalten soll anhand ausgewählter „Wissensstreifen“ geschehen, die sich von „Brennpunkt“-Modulen bis auf die Ebene der Top Topics verfolgen lassen. Anhand der z.T. unbefriedigenden Durchfallquoten in einzelnen Grundlagenmodulen des Bachelor-Studiengangs Chemie kann ein unmittelbarer Handlungsbedarf für die Umgestaltung zweier zentraler Schlüsselmodule aus der Studieneingangsphase abgeleitet werden, die von einer konzeptionellen Überarbeitung überdurchschnittlich profitieren würden, die Module „Grundlagen der Physikalischen Chemie“ und „Organische Chemie I“. In diesen Lehrveranstaltungen sollen Lehrinhalte entsprechend des in den educationZEN-Studienreformprojekten erarbeiteten Konzepts der gezielten Teilinvertierung („targeted inversion“) formale und repetitive Lehrinhalte wie z.B. Übungsaufgaben als Screencasts produziert werden, die die Grundlage für das eigentliche problem-based learning (z.B. Bearbeitung von Hausaufgaben) bilden. In den begleitenden Tutorien werden nun die Übungsaufgaben nicht mehr frontal präsentiert, sondern die

Tutorien dienen dem problemorientierten Lernen und dem Lösen der Hausaufgaben, so dass sich die Rolle der Tutorin zu der einer Beraterin wandelt, die Studierende bei Fragen unterstützt, didaktische Anreize zur Überwindung konzeptioneller Schwierigkeiten setzt und als Ansprechpartnerin für Fragen aller Art fungiert. Gekoppelt werden diese Angebote mit einem ambitionierten Hausaufgabenkriterium (80 %), was jedoch dadurch abgemildert wird, dass Lösungen mehrfach korrigiert eingereicht werden können. Durch dieses Konzept wird das dichotome Prinzip „Bestehen oder Durchfallen“ durch eine kontinuierliche Lernkurve ersetzt, die zu jeder Zeit eine realistische Einschätzung des individuellen Leistungs- und Wissensstands ermöglicht.

Integraler Bestandteil der angestrebten Umkehrung der Lehrperspektive und die Ausrichtung auf experimentelle wissenschaftliche Arbeit ist die Schaffung von Angeboten für selbständiges, eigenmotiviertes und schöpferisches Arbeiten in Laboratorien von der Studieneingangsphase an. Studierenden muss von Beginn an die Möglichkeit geboten werden, Erfahrung in Laboren (nicht nur Praktikums-, sondern explizit auch Forschungslaboren) zu erwerben. Die Erfahrungen mit Projektlaboren belegen, dass Studierende in allen Phasen des Wissenserwerbs in zunehmender Selbständigkeit erfolgreich experimentieren können, sofern man Ihnen die Möglichkeit zur Entfaltung gibt. Bei einer Überarbeitung des Bachelor-Studiengangs Chemie werden sich die Antragsteller dafür einsetzen, für den freien Wahlbereich ein alle Fachgebiete umfassendes Angebot zur Durchführung von Projektpraktika in den wissenschaftlichen Arbeitsgruppen zu schaffen.

Als nachhaltige Wirkung des von SynTUBio ausgehenden Perspektivenwechsels in der Lehrkonzeption wird eine bessere Vernetzung der Lehrinhalte und Qualifikationen eines Studiengangs erzielt, die auf eine klare berufliche Perspektive abzielt und motivationsstiftend wirkt. Die Synthetische Biologie ist nur als Beispiel zu sehen, die hier zunächst zu einer pyramidenartigen Konstruktion der Lehre führt, es ist jedoch durchaus beabsichtigt, Hochschullehrerinnen anderer Fachgebiete dazu zu bewegen, die berufliche Perspektive in ihrem Fachgebiet in ähnlicher Weise mit Lehrinhalten zu vernetzen und dadurch den gesamten Bachelor-Studiengang neu auszurichten.

Die Zahl der „reformwilligen“ HochschullehrerInnen stagniert im niedrigen Prozentbereich. Die Gründe hierfür sind nicht ausschließlich auf einer mangelhaft ausgeprägten Anerkennungs- oder Unterstützungskultur zu suchen, auch nicht allein in dem allfälligen Übergewicht prestigeträchtiger Forschungsleistungen, sondern in der Tatsache, dass sich

Neuerungen in einem ohnehin an der oberen Kapazitätsgrenze arbeitenden System nicht noch zusätzlich schultern lassen. Zudem sind die materiellen Rahmenbedingungen für die Verstetigung der punktuellen Fördermaßnahmen insofern kritisch, als dass sie langfristig nur dann überleben, wenn sie kapazitäts- und ressourcenneutral funktionieren können, zusätzlich anfallende Personal-, Geräte- und Verbrauchsmittel oder Laborräume können nicht bereitgestellt werden. Gerade für die zeitintensiven Projektlabore, deren nahezu individuelles Betreuungsverhältnis von Studierenden hoch geschätzt wird, bedeutet es für das betreuende Personal eine enorme Zusatzbelastung, wenn die befristeten internen oder externen Fördermittel auslaufen. Ob sich die bestehenden Projektlaboransätze vor diesem Hintergrund langfristig sichern lassen, muss also in einem Spannungsfeld zwischen Kapazitätsberechnungen, Studiengangskennziffern und den begrenzten Mitteln für die personelle Ausstattung immer wieder von neuem ausgehandelt werden.

Im Sommersemester 2014 wurden aus den Mitteln des Stifterverbands-Fellowships Gerätschaften und Programme für die Medienproduktion beschafft. Hierzu zählen ein interaktives Smartboard (Teilfinanzierung aus Fachgebietsmitteln), das inzwischen auch für andere Lehrveranstaltungen oder die Erstellung von Lehrmaterialien für andere Lehrveranstaltungen (Screencasts, Online-Vorsprachen für Praktika) genutzt wird, eine Videokamera mit Anschluss für ein externes Mikrofon, eine hochwertige Sennheiser-Funkstrecke zur drahtlosen Übertragung von Mikrofonsignalen, einem Richtmikrofon zum Anschluss an die Videokamera, ein Kamerastativ und einen Strahler mit Stativ für Beleuchtungszwecke. Diese Anschaffungen sind im Verwendungsnachweis unter „Geräte“ verbucht. Darüber hinaus wurden zwei „Camtasia“ Programmlizenzen für Videoschnitt und -produktion gekauft (siehe Punkt „Software“). Die erworbenen Geräte werden innerhalb des inzwischen deutlich erweiterten Rahmens extern (Stifterverbands-Fellowprojekte OPLChem, IGTeducationTUB) und intern geförderter Studienreformprojekte (educationZEN I, II, III), sowie von anderen studentischen Initiativen für Studienreformprojekte (u.a. auch zur Vorbereitung einer Antragstellung) intensiv genutzt.

VI. Übertragbarkeit der Lehrinnovation auf andere Lehr-/Lernsituationen, auch in anderen Disziplinen

Projektlabore zählen zu den am vielseitigsten verwendbaren Lehrveranstaltungsformaten. Experimentell geprägte Projektlabore können in allen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen verankert werden, was in einigen Fällen an der Technischen Universität Berlin bereits geschehen ist (z.B. Projektlabor Physik alternativ zu den physikalischen Grundpraktika, Projektlabor Robotik, Projektwerkstätten). Thematisch weitgehend freie und dennoch fachgebundene, projektorientierte Arbeit ist aber nicht nur auf experimentellem Gebiet denkbar. Im Rahmen des Projektlabors Chemie wäre es durchaus auch möglich, nicht-experimentelle Themen z.B. mit wissenschaftsgeschichtlichem Hintergrund zur Bearbeitung zuzulassen. Dabei könnte es sich um Arbeiten zur Technikgeschichte oder zur Biographie von Wissenschaftlerpersönlichkeiten unter Berücksichtigung des zeitgenössischen Kontexts handeln, oder zur Bildung bestimmter wissenschaftlicher Konzepte oder Theorien aus einer geistesgeschichtlichen Perspektive. Feldstudien, Umfragen oder Erhebungen (Data Mining aus analogen oder digitalen Quellen) sind auch im Rahmen von Projektlaboren in geistes- oder sozialwissenschaftlichen Studienfächern denkbar. Ein interessanter Ansatz zur Verzahnung universitärer Lehre mit der Bürgergesellschaft könnte die Integration sog. „Citizen Science“-Projekte in Projektlabore unterschiedlichster Fachrichtungen sein (siehe z.B. die Internetseite des BMBF „Bürger schaffen Wissen“ www.buergerschaffewissen.de). Die Teilnahme von Studierenden an solchen Projekten würde auch die vielfach gestellte Frage nach der gesellschaftlichen Relevanz des eigenen Tuns positiv beantworten helfen.

Der modulare Charakter des Projektlabors lässt sich unproblematisch auch über den universitären Rahmen hinaus erweitern. So wurde über einen vom Schulbüro der TU Berlin vermittelten Kontakt eine Schülergruppe des Romain-Rolland-Gymnasiums in Berlin-Reinickendorf für die Teilnahme an OPLChem gewonnen, die einen Projektvorschlag im Rahmen des „Jugend Forscht“-Wettbewerbs bearbeiteten und das Projekt als 5. Prüfungskomponente in die Abiturwertung einbrachten. Mit ihrem Projekt zur Verbesserung der UV-Strahlungsresistenz von photosynthetischen Bakterien erreichte die Gruppe einen ersten Platz auf Bezirksebene und einen Sonderpreis für Nachhaltigkeit und durfte am Landeswettbewerb teilnehmen. Dort wurde mit einer Zweitplatzierung immerhin ein

Achtungserfolg erzielt. Die begonnene Forschungsarbeit wird inzwischen im Fachgebiet fortgeführt und die ersten, wenn auch noch vorwiegend qualitativen Resultate wurden im Rahmen einer internationalen Fachkonferenz (7th International Conference: Photosynthesis Research for Sustainability, Puschchino, Russland 19.-26.06.2016) als Poster präsentiert.

Die hochwertige Audio-/Video-Produktionstechnik, die aus Projektmitteln gekauft werden konnte, wird inzwischen auch zur Unterstützung anderer Lehrveranstaltungen, beispielsweise im Rahmen des universitätsintern geförderten Studienreformprojekts educationZEN und für die Erstellung von Online-Vorsprachen für Praktikumsversuche der Physikalischen Chemie eingesetzt. Regen Austausch gibt es auch mit der iGEM-Gruppe (iGEM = international genetically engineered machine competition) im Fachgebiet Biokatalyse (Prof. N. Budisa), ebenfalls ein Projektlabor, bei dem sich Studierende an einem internationalen Wettbewerb beteiligen, bei dem es um die gezielte Nutzung oder die „Umprogrammierung“ von Mikroorganismen zu Zwecken der Synthetischen Biologie geht. Die iGEM-Gruppe 2014 hat sich im OPLChem präsentiert, nutzt zum Teil die Geräte des Projektlabors zur Medienproduktion und fungiert als Ansprechpartner für mikrobiologische Fragestellungen.

VII. Unterstützung und Begleitung des Lehrvorhabens durch Fakultät, Hochschulleitung und andere universitäre Organisationseinheiten

Die Fellowships des Stifterverbands werden im Präsidium und in den mit Studium und Lehre befassten Verwaltungseinheiten und Gremien der Technischen Universität Berlin (Strategisches Controlling - SC, Kommission für Studium und Lehre - LSK) hoch geschätzt und als wichtige Indikatoren für über die Universität hinausreichende Sichtbarkeit von Studienreformprojekten wahrgenommen. Die mit einem Fellowship ausgezeichneten Personen werden zum Zeitpunkt der Bekanntgabe der Preisträger ähnlich wie bei herausragenden Einwerbungen von Forschungsprojekten auf der Internetseite der Hochschule und später in internen Publikationsorganen ausführlich vorgestellt. Für den Berichtenden verband sich mit der Fellowship-Auszeichnung eine Einladung zu einer vom Präsidium der TU Berlin einberufenen Klausurtagung auf Schloss Zieten 2013. Dieses Veranstaltungsformat, das seit 2012 jährlich stattfindet, verfolgt das Ziel, verschiedene Akteure aus Präsidium, Verwaltung und Lehre zu vernetzen, um den Stellenwert der Lehre zu

stärken, den Lernprozess in den Mittelpunkt der Lehre zu stellen und konkrete Maßnahmen zur Verbesserung der Lehre zu erarbeiten und umzusetzen. In der daraus resultierenden Ziethen-Arbeitsgruppe „Lehren/Lernen Reformprojekte“ ist der Berichtende immer noch vertreten, und in diesem Rahmen konnte das Projektlabor Chemie schon unter verschiedenen Gesichtspunkten vorgestellt werden. Ebenfalls aus dem Ziethen-Prozess hervorgegangen ist eine Image- und Plakatkampagne, in der Hochschullehrende, die intern oder extern geförderte Studienreformprojekte vertreten, mit Aussagen zum Thema „Was ist gute Lehre“ universitätsweit besser bekannt gemacht werden sollen, was auch dem Berichtenden zugutekam¹. Über die daraus resultierenden Kontakte zur Zentraleinrichtung Wissenschaftliche Weiterbildung und Kooperation (ZEWK) erfolgte eine Einladung zu einem Vortrag im Rahmen der Hochschuldidaktischen Ringvorlesung der ZEWK (23.11.2015), die im Wintersemester 2015/2016 unter dem Titel „Scholarship of Teaching and Learning: Wie wirkt meine Lehre“ stand². Im Sommersemester 2016 wurde die Ringvorlesung durch ein neues Format ersetzt, das „Lunch für Gute Lehre“ und auch in diesem Rahmen konnten die Studienreformprojekte ausführlich dargestellt und mit dem interessierten Hörerkreis diskutiert werden³. Insgesamt hat sich das Fellowship für den Berichtenden innerhalb der TU Berlin sehr positiv ausgewirkt, die Reforminitiativen werden durch LSK, SC und Präsidium sehr wohlwollend wahrgenommen und inzwischen auch durch interne Mittel unterstützt. Die Wahrnehmung als Keimzelle für Ideen zur Verbesserung von Lehr- und Lernsituationen und die nachgewiesene Erfahrung in der Durchführung von Reformen sowie die dadurch erzielten positive Impulse für die Lehre haben insbesondere auch dazu geführt, dass Fellowship-Inhaber auf interne und externe Fördermöglichkeiten frühzeitig aufmerksam gemacht werden (z.B. Aufforderung zu Antragstellung für HSPIII-Projekte bzw. Förderung durch Masterplan Lehre des Berliner Senats), bei der Antragstellungen fundierte und vor allem unbürokratische Unterstützung gewährt wird, und es ist das deutliche Bestreben erkennbar, trotz der allgemein schwierigen Finanzierungssituation auf eine Verstetigung der besonders bewährten Reformprojekte hinzuarbeiten.

¹ http://www.zewk.tu-berlin.de/v_menu/wissenschaftliche_weiterbildung/hochschuldidaktik/gutelehre/plakataktion_was_ist_gute_lehre/?tx_tubgallery_pi1%5Bpage%5D=2&tx_tubgallery_pi1%5Baction%5D=single&tx_tubgallery_pi1%5Bcontroller%5D=Gallery&cHash=743d6d912419ef1e5a5965e061d4d63c

² http://elearning.zewk.tu-berlin.de/ringvorlesung/2015-11-23_Friedrich/index.php

³ <http://www.zewk.tu-berlin.de/fileadmin/f12/Downloads/WB/Ring-VL/Friedrich-EducationZEN-14-6-2016.pdf>

Das Projektlabor Chemie zeigte auch anderweitig Präsenz, so in Form von Posterpräsentationen von Projektgruppen beim „Tag der Chemie“ 2014, im Rahmen des bundesweiten „Tags der offenen Tür“ der Chemie-Institute am 20.09.2014, bei der Langen Nacht der Wissenschaften (13.06.2015) und bei dem jährlich stattfindenden „Tag der Lehre“ an der TU Berlin (17.11.2014, 18.01.2016, 26.06.2016), wobei der „Tag der Lehre“ im Januar 2016 explizit unter dem Thema „Projektorientiertes Lernen“ stand. Der kürzlich veranstaltete Tag der Lehre im Juni 2016 stand unter dem Titel „Employability durch Unternehmenskooperationen“, hier wurde über Projektlaborangebote diskutiert, die für den MINT^{grün}-Orientierungsstudiengang in Zusammenarbeit mit KMUs oder größeren Firmen organisiert werden könnten. Ein Startup, welches sich aus der TU Berlin gegründet hat (Sicoya GmbH) hat sich bereiterklärt, einigen Studierenden pro Semester im Rahmen des Praktikums Einblick in das junge Unternehmen zu bieten.

VIII. Bedeutung der Fellowtreffen, der Lehr-/Lernkonferenzen und der Begleitforschung für den Projektverlauf

Die mit dem Fellowship verbundene Einbeziehung in das Netzwerk von Personen und Veranstaltungen des Stifterverbands stellt eine Form von ideeller Unterstützung dar, die weit über den Wert der finanziellen Unterstützung des eigenen Lehrreformprojekts hinausgeht und für den Berichtenden zu einer unverzichtbaren Quelle der Motivation und Inspiration geworden ist. Man stelle sich diese Form der Unterstützung einmal auf den Bereich der Forschungsförderung übertragen vor: Ein Mittelgeber, der seine Rolle nicht nur darauf beschränkt sieht, das Erreichen der in einem Antrag niedergelegten Projektziele unter der Maßgabe einer optimalen Verwendung öffentlicher Mittel zu überprüfen, sondern der selbst aktiv ein Inkubationsumfeld generiert, innerhalb dessen erst die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Umsetzung der Projekte geschaffen werden. Um in dem von der Forschungsförderung entlehnten Bild zu bleiben, baut der Stifterverband mit den Fellowships einen „TransRegio Studienreform“ auf, dessen Mitglieder sich aus wechselseitigem Interesse gegenseitig beraten und bestärken. Damit bleiben die geförderten Reformprojekte nicht isoliert, was sie an den jeweiligen Hochschulen zum Teil leider immer noch sind, sondern sie erleben sich als einen Teil einer wachsenden kritischen Masse, deren Mitgliedern zumindest in einem überregionalen Kontext Wertschätzung

entgegengebracht wird und die sich gegenseitig methodisch unterstützen können. Abgesehen von institutionellen Rahmenbedingungen, die ein mehr oder weniger förderliches Umfeld für Lehrreformen schaffen, bedeutet das Unternehmen eines Lehrreformprojekts für einen Hochschullehrenden in der Regel das Verlassen der Komfortzone gesicherter Kompetenzen und das Eintreten in ein Feld, in dem Qualifikationen erforderlich sind, die im Rahmen des forschungsbasierten Selektionsprozesses allenfalls rudimentär angelegt sein können, deren Tragfähigkeit aber noch nicht unter Beweis gestellt werden konnte. In diesem Feld kann man sich allenfalls tastend vorwärts bewegen und erst auf dem Weg zu einer Lehrreform wird klar, wie sehr es einer berufsbegleitenden Qualifikationsmaßnahme bedurft hätte, um sich überhaupt auf den Weg begeben zu können. Für den Berichtenden ist deutlich geworden, dass dieses Defizit von den Fellowtreffen und Lehr-/Lernkonferenzen zumindest teilweise ausgeglichen werden konnte, einen derartig tiefen Einblick in die Diskussionen und Prozesse zur Verbesserung der Lehr-/Lernsituationen an deutschen Hochschulen hätte sich nur durch die Lektüre von Fachpublikationen selbst in Jahren niemals gewinnen lassen. Die mitunter unkonventionellen Formate für Diskussionen oder Präsentationen (Kollegiale Beratung, elevator pitch, angelsächsische Debatten etc.) während der Fellowtreffen ließen deutlich werden, dass es oft nur einer leichten Verschiebung des Kontexts bedarf, um nahezu spielerisch eine atmosphärische Dichte zu erzeugen, innerhalb derer Informationen und Erfahrungen in ungeahnter Intensität ausgetauscht werden können. Durch die Stifterverbands-Treffen ist dem Berichtenden erst klar geworden, wie vielfältig die deutsche Hochschullandschaft ist, dass die Differenzierung zwischen Universitäten und staatlichen bzw. privaten (Fach-)Hochschulen bewusst aufgehoben wird und dass es insbesondere an Fachhochschulen in puncto Studien- und Lehrreformen Beispiele gibt, die in Ganzheitlichkeit und Anspruch denen von Universitäten um Jahre voraus sind. Zudem ließen sich aus den Projekten anderer Fellows unmittelbar Reformelemente identifizieren, die sich in die eigene Lehre integrieren lassen, und das mit dem Vorteil, sofort eine(n) kollegiale(n) Berater(in) bei der Implementierung zu Rate ziehen zu können. Beispielhaft sollen hier genannt werden das Freiburger Projekt „Smile“ zur Aktivierung von Studierenden durch Fragen über Smartphone-Apps, das „Peer Marking“ Konzept von Marc Ihle, das zum Korrigieren von Probeklausuren durch Studierende in der Mathematik für Chemiker eingesetzt wird, das kollaborative Erstellen von Scripten von Clemens Cap oder der weit über das OPLChem-Konzept hinausgehende

Praktikumsansatz von Marc Sacher, der für den Entwurf unserer SynBioLabs Pate stand. Stets offen für Neues zu sein und passende Best-Practice-Beispiele im Zweifelsfall auch ergebnisoffen auszuprobieren und es nicht bei der Absicht zu belassen, dies ist der Impetus, der den Fellows durch das Stifterverbands-Netzwerk auf den Weg gegeben wurde, Gleichgesinnte zu suchen und sich nicht von institutionellen Bedenkenträgern entmutigen zu lassen – durch diese ideelle Unterstützung, die den Fellows durch das Begleitprogramm des Stifterverbands gewährt wird, wird eine Potenzierung der eingesetzten Menge an Fördermitteln erzielt.

IX. Ergebnisse von Studierendenbefragungen, Meinungsbild der Studierenden

Die letzte Evaluierung des OPLChem im Wintersemester 2015/16 (siehe Anlage 3) zeigte, dass die Studierenden die Veranstaltung durchwegs als sehr positiv wahrgenommen haben. Im Wintersemester 2015/16 haben 21 Studierende am OPLChem teilgenommen. Die Evaluierung wurde von 16 Studierenden durchgeführt (12 männliche und 4 weibliche Studierende). Auf der Skala von sehr gering (Stufe 1) bis sehr groß (Stufe 5) sind die Studierenden mit großem Interesse in die Veranstaltung eingetreten (Mittelwert, mw = 3,8). Dabei gaben die Studierenden zwischen „trifft gar nicht zu“ (Stufe 1) und „trifft völlig zu“ (Stufe 5) mehrheitlich an, dass ihr Interesse im Lauf der Veranstaltung noch deutlich zugenommen hat und sie viel nützliches bzw. wichtiges Handwerkszeug für ihr Studium lernen (mw = 3,5, Median, md = 4), sie überwiegend „viel lernen“ (mw = 3,4, md = 4) und ihnen ein guter Einblick in das Thema gegeben wird (mw = 3,6, md = 4).

Die Studierenden waren aber auch überzeugt, sich auf eigene Fähigkeiten verlassen zu können und Probleme aus eigener Kraft gut zu meistern (mw = 3,7, md = 4), und zwar auch bei anstrengenden und komplizierten Aufgaben (mw = 3,5, md = 4).

Besonders positiv wurde die Lernatmosphäre bewertet (mw = 4,2, md = 5) und das wertschätzende bzw. auf Probleme eingehende Verhalten des Dozenten (mw = 4,3 bzw. 4,5 ; md = 5) (siehe Anlage 3). Der Dozent wurde als ermutigend wahrgenommen (mw = 4, md = 4) und sehr stark Vertrauen in die Fähigkeiten der Studierenden vermittelnd (mw = 4,1; md = 5). Das Feedback wurde als aussagekräftig wahrgenommen (mw = 4,1, md = 4) und konstruktiv auf die Beiträge und Antworten der Studierenden (mw = 4,3; md = 5). Etwas verbesserungsfähig ist die Ermutigung durch den Dozenten, dass sich alle Studierenden aktiv

beteiligen (mw = 3,7, md = 4) während das Eröffnen von Möglichkeiten, sich mit interessanten Inhalten eingehender zu beschäftigen wieder als sehr zutreffend bewertet wurde (mw = 4,4, md = 5). Besonders positiv war die Arbeitsatmosphäre (mw = 4,5, md = 5) und die Zusammenarbeit mit den Mitstudierenden (mw = 4,3, md = 4,5). So wurde auch die Qualität der Projektbeiträge der Mitstudierenden als sehr gut bewertet (mw = 4,1, md = 4). Die Studierenden wünschten sich tendenziell weder mehr (mw = 2,4, md = 2) noch weniger (mw = 2, md = 2) Eingriffe des Lehrenden in die Arbeit der Gruppen. Es wurde ausgeglichen bewertet, dass die Studierenden etwas von anderen Gruppenmitgliedern gelernt haben (mw = 3,5, md = 4). Besonders wahrgenommen (mindestens 75 % Zustimmung) wurden an Lehrmaterialien Filme, Bilder, Grafiken, Tafelbilder, Folien und Präsentationen seitens der Mitstudierenden oder des Dozenten. Diese sowie die weiteren Materialien (Skripte etc...) wurden als mäßig gute Hilfe zum Verständnis der Lehrveranstaltung bewertet (mw = 3,8, md = 4) wobei der gezielte Medienansatz hilft, der Lehrveranstaltung zu folgen (mw = 4, md = 4). In den Freitextkommentaren wurde die freie Aufgabenwahl bzw. Themenfreiheit sowie die hohe Motivation der Dozierenden und Ansprechpartner gelobt.

Zusätzlich zu den standardisierten Fragebögen wurde im Rahmen einer Kooperation mit der Birzeit University in Palästina (Dr. Ahmad Ajanazrah) ein Reihe an Interviews mit den Studierenden durchgeführt, um deren Wahrnehmung des Projektlabors Chemie möglichst konkret in Erfahrung zu bringen. Dabei zeigte sich, dass Gruppen, die sehr schnell zum Thema fanden, schon Ideen im Rahmen von Schulprojekten entworfen hatten. Eine Gruppe, die sich mit Brennstoffzellen und biologischen Energiequellen beschäftigte, wollte konkret ein Schulprojekt weiterentwickeln. Eine Gruppe zeigte sich betroffen, dass die Möglichkeiten der Themen vor Beginn des Praktikums nicht bekannt waren. Dabei wurde besonders hervorgehoben, dass dieses Spektrum an Themen sich im Verlauf der Arbeit entwickelt und gezeigt hat. Die Veranstaltung wurde in diesem Fall als wesentlich interessanter bezeichnet als vorher vermutet. Fast alle Elemente, die nicht zum eigentlichen Experimentieren gehören, wurden als überraschend bewertet, aber eher positiv als negativ. Lobend hervorgehoben wurde vor allem die Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten. Die Anforderungen wurden von den Mint^{grün}-Studierenden insgesamt als eher hoch bewertet, während im Bachelor-Studiengang Chemie die Anforderung als tendenziell niedrig bewertet wurde.

Bei den Abschlusspräsentationen wurden die Studierenden auch aufgefordert, darauf einzugehen, wie sie die Konzeption des Moduls empfanden und ein Meinungsbild zur

Manöverkritik abzugeben. Alle Gruppen, die bislang das Modul erfolgreich abgeschlossen haben, zeigten sich zufrieden über die Möglichkeit der freien Beschäftigung mit einem selbstgewählten Thema, der geleisteten individuellen Unterstützung durch die BetreuerInnen und insbesondere die Eröffnung der Gelegenheit, bereits zu einer frühen Stufe des Studiums in „richtigen“ Forschungslaboratorien arbeiten zu können und dabei Versuchsapparaturen und –verfahren kennenzulernen, die ansonsten erst viel später im Studium – wenn überhaupt – angeboten werden. Das Konzept der zeitlichen Flexibilität und der Beschränkung auf wenige verpflichtende Präsenztermine wurde ebenfalls positiv bewertet, allerdings wurde vereinzelt bemängelt, dass es nur sehr eingeschränkt zu einer Interaktion zwischen den verschiedenen Projektgruppen kam – ein Eindruck, der von Betreuerseite ebenfalls etwas kritisch gesehen wird, da ursprünglich auch das Ziel bestand, ein Zusammengehörigkeitsgefühl zwischen den Mitgliedern einer Kohorte zu erzeugen. Das Aufbereiten von Online-Lehrmaterial in Form von Lehrvideos wurde auch als eine Bereicherung empfunden, insbesondere weil damit die Projektarbeit nachhaltig und transparent dokumentiert werden konnte und sich die Gruppen durchaus auch mit etwas Stolz hinter die erzielten Ergebnisse stellen konnten. Als tendenziell überfordernd wurden die Lehreinheiten zu Fragen des Urheberrechts im Internet angesehen, hier zeigt sich allerdings, dass das Bewusstsein für die Problematik des „freien“ Zugriffs auf und die Verwendung von Online-Materialien überwiegend gering ausgeprägt war, obwohl die Nutzung des Internets für Informationsrecherchen zum gängigen Handwerkszeug der heutigen Studierendengenerationen gehört. Es entspannen sich lebendige Diskussionen über die Notwendigkeit, einen Internet-Blog mit einem rechtlich einwandfreien Impressum zu versehen, jedwede Urheberschaft eindeutig und umfassend zu kennzeichnen und sich mit Creative-Commons-Lizenzen auseinander zu setzen. Die Frage zu einem orientierungsstiftenden Learning-Outcome des Moduls wurde durchweg positiv beantwortet.

Anhang: Modulbeschreibung

Online-Projektlabor „Chemie im Alltag“

Titel des Moduls: Online-Projektlabor „Chemie im Alltag“		LP (nach ECTS): 6
Verantwortlicher: Prof. Dr. Thomas Friedrich	Sekr.: PC 14	Email: friedrich@chem.tu-berlin.de

Modulbeschreibung

1. Qualifikationsziele

Die Teilnehmer(innen) erlernen das selbständige Erarbeiten der theoretischen und experimentellen Grundlagen von selbstgewählten Fragestellungen zu Alltags- und Umweltthemen mit Bezug zur Chemie. Dabei erarbeiten sie sich nach dem Motto des „forschenden Lernens“ die Grundlagen wissenschaftlichen Experimentierens mit Fertigkeiten zur kritischen Literatur-, Quellen- und Informationsrecherche, sowie zur Planung, Durchführung, Auswertung und Dokumentation eines wissenschaftlichen Experiments. Sie erwerben Kompetenzen im Umgang mit elektronischen Medien und zur didaktischen Konzeption und Herstellung eines Lehr- und Lernvideos, das ggf. durch andere Präsentationsformen (Powerpoint, E-Kreide, Smartboard) ergänzt wird. Sie können ihr Projekt vor einer Gruppe präsentieren und bewerten andere Projekte sowie gestalten diese gruppenübergreifend mit.

Die Veranstaltung vermittelt **überwiegend:**
Fachkompetenz 30% Methodenkompetenz 30% Systemkompetenz 10% Sozialkompetenz 30%

2. Inhalte

Die Teilnehmer(innen) erarbeiten in Kleingruppen (max. 4 Studierende) eigenständig die theoretischen und experimentellen Grundlagen von selbstgewählten Fragestellungen zu Alltags- und Umweltthemen, denen chemische Prozesse zugrundeliegen. Dabei werden sie von Tutorinnen und Tutoren sowie den Modulverantwortlichen unterstützt. Die Teilnehmer(innen) führen Literatur- und Informationsrecherchen zu ihren Themen durch und verfassen eine schriftliche Ausarbeitung zur Dokumentation ihres Projekts mit Beschreibung der Fragestellung, Darstellung der theoretischen Grundlagen, Dokumentation der experimentellen Methodik, der Versuchsdurchführung und Darstellung der experimentellen Resultate. Sie erstellen eine Online-Dokumentation in Form eines Lehr- und Lernvideos zur Veranschaulichung des Themas, der gewählten Methodik und zur Durchführung des Versuchs. Im Rahmen des begleitenden Seminars hören die Teilnehmer(innen) zu Beginn des Semesters Vorträge zu Beispielversuchen und präsentieren ihr Projekt dort zum Abschluss des Projektlabors.

3. Modulbestandteile

LV-Titel	LV-Art	SWS	LP (nach ECTS)	Pflicht(P) / Wahl(W) Wahlpflicht(WP)	Semester (WiSe / SoSe)
Online-Projektlabor „Chemie im Alltag“	PJ	4	6	W	WiSe/SoSe

4. Beschreibung der Lehr- und Lernformen

Das Modul trägt den Charakter eines Projektlabors, wobei mehrere Lehr- und Lernformen (Seminar, Praktikum, Selbststudium, Medienproduktion, E-learning-Elemente) eingehen. In dem semesterbegleitend angebotenen Seminar werden die Projekte vorgestellt, diskutiert und fortlaufend weiterentwickelt, sowie Einführungen in wissenschaftliches Arbeiten und den Umgang mit Präsentationsmedien gegeben. Die Studierenden werden hierbei durch Tutorinnen und Tutoren sowie die Projektlabor-Verantwortlichen unterstützt und auch mit den Werkzeugen moderner Formen des E-learning vertraut gemacht. Im praktischen Teil erfolgt die Durchführung der Versuche im Labor sowie deren Dokumentation in Form eines Videos, das nachfolgend geschnitten und mit multimedialen

Inhalten verknüpft wird. Dazu gehört auch die schriftliche Dokumentation des Experiments. Nach Abschluss der Erarbeitungsphase werden die Projekte den nachfolgenden Studierenden im Rahmen von Vortragspräsentationen dargestellt. Kompetenzorientiert verbindet die Veranstaltung die Fähigkeit zur Entwicklung von klaren Fragestellungen, deren wissenschaftliche Beantwortung und die Präsentation der Ergebnisse.

5. Voraussetzungen für die Teilnahme

Keine

6. Verwendbarkeit

Wahlmodul im Bachelor-Studiengang Chemie
Wahlmodul für andere Studiengänge nach Maßgabe freier Plätze

7. Arbeitsaufwand und Leistungspunkte

6 SWS = 180 h Zeitaufwand, davon 30 Stunden Präsenzzeit im begleitenden Seminar und 150 Stunden für Vorbereitung der Präsentationen, Informations- und Literaturrecherchen, Anfertigung der schriftlichen Ausarbeitung, Konzeption und Durchführung des Versuchs und Dokumentation des Versuchs als Video.

8. Prüfung und Benotung des Moduls

Keine Prüfung (unbenotet).

Das Modul ist erfolgreich abgeschlossen, wenn folgende Studienleistungen erbracht wurden:

- Schriftliche Ausarbeitung einer Versuchsdokumentation mit Beschreibung der Fragestellung, Darstellung der theoretischen Grundlagen, Dokumentation der experimentellen Methodik, der Versuchsdurchführung und Darstellung der experimentellen Resultate.
- Erstellung einer Online-Dokumentation in Form eines Lehr- und Lernvideos zur Veranschaulichung des Themas, der gewählten Methodik und zur Durchführung des Versuchs.
- Im Rahmen des begleitenden Seminars erfolgt zu Beginn eine Kurzpräsentation zur Vorstellung des Themas und eine weitere, ausführliche Präsentation zum Abschluss des Projekts

9. Dauer des Moduls

Das Modul kann in 2 Semestern abgeschlossen werden.

10. Teilnehmer(innen)zahl

Die Teilnehmer(innen)zahl ist aufgrund der vorhandenen Betreuungskapazität durch Tutorinnen und Tutoren begrenzt.

11. Anmeldeformalitäten

Verbindliche Anmeldung über das Prüfungsamt bzw. das Online-Anmeldesystem.

12. Literaturhinweise, Skripte

Skripte in Papierform vorhanden: ja nein
 Skripte in elektronischer Form vorhanden ja nein
 Einführendes Material wird beispielhaft auf der zugehörigen Internetplattform (ISIS) zur Verfügung gestellt

13. Sonstiges

Der Abschluss einer Haftpflicht- und Glasbruchversicherung wird dringend empfohlen.