

Abschlussbericht zum Junior-Fellowship „Innovationen in der Hochschullehre“

für das Projekt „IGT-educationTUB“ an der TU Berlin

Förderzeitraum: 01.01.2015 – 31.03.2017 (IV. Kohorte)

Projektleiter: Dr. Franz-Josef Schmitt

---

## **Inhaltsverzeichnis**

1. Beschreibung der Lehrinnovation
2. Didaktisches Konzept von IGT-education TUB
3. Umsetzung in den einzelnen Lehrveranstaltungen
4. Kritische Betrachtung der mit der Lehrinnovation verfolgten Ziele und Evaluierungsergebnisse
5. „Lessons learnt“ – nicht intendierte positive/negative Effekte, Ergebnisse von Befragungen
6. Ansätze zur Verstetigung der Lehrinnovation und Perspektiven für künftige Weiterentwicklung
7. Unterstützung und Begleitung des Lehrvorhabens durch Fakultät, Hochschulleitung und andere universitäre Organisationseinheiten
8. Übertragbarkeit der Lehrinnovation auf andere Lehr-/Lernsituationen, auch in anderen Disziplinen
9. Bedeutung der Fellowtreffen, der Lehr-/Lernkonferenzen und der Begleitforschung für den Projektverlauf
10. Kurzzusammenfassung der positiven Projektergebnisse

Anhang 1: Ergebnisse einer Befragung unter Lehrenden am Institut für Chemie der TU Berlin

Anhang 2: Rechnerischer Verwendungsnachweis

Anhang 3: Veröffentlichungen

## 1. Beschreibung der Lehrinnovation

Das Konzept der Interaktiv Gezielt Teilinvertierten Lehrveranstaltungen „IGT-educationTUB“ entstand aus dem Studienreformprojekt „educationZEN“ an der Technischen Universität Berlin. Das Studienreformprojekt educationZEN war im September 2012 entwickelt worden, mit dem Ziel, Studierende in Übungen, die bisher stark durch Frontalunterricht geprägt waren, durch neue proaktive Formen des Lehrens und Lernens sowie darauf zugeschnittene Lehrmaterialien, insbesondere Lehrvideos und teilweise interaktive Videos mit Onlinetests, zu unterrichten. Als Pilotveranstaltung zur Demonstration einer beispielhaften Umsetzung diente die Mathematik für Chemikerinnen und Chemiker [1]. Durch dieses Konzept, welches von uns als „gezielte Teilinvertierung“ der Mathematik für Chemikerinnen und Chemiker bei gleichzeitiger Integration aktivierender Lehrmethoden verstanden wurde, konnte eine deutliche Verbesserung der Leistung der Studierenden in der Abschlussklausur sowie eine Reduktion der Misserfolgsquote von über 50 % auf unter 30 % bei den Bachelorstudierenden erreicht werden. Im Sommersemester 2014 lag die Misserfolgsquote in der Abschlussklausur bei lediglich 18 %. Allerdings stellten die Studierenden bereits in der Vorbereitungsphase auf die Abschlussklausuren fest, ob sie die Lernziele der Veranstaltung überhaupt erreichen konnten und der Anteil der Studierenden, die überhaupt zur Abschlussklausur antraten, war entsprechend geringer. Geringere Durchfallquoten und ein verbesserter Notenschnitt sind dennoch ein Erfolg des educationZEN Konzepts [1].

Dieser Erfolg sowie eine ohnehin positive Haltung gegenüber digitaler Lehrelemente motivierte einige Lehrenden in der physikalischen Chemie, Erfahrungen und Techniken aus dem Studienreformprojekt educationZEN auf Praktikumsveranstaltungen als Studienreformprojekt “educationZEN in Praktika” anzuwenden. Hier stand die Verbesserung der Praktikumsveranstaltungen an der TU Berlin im Zentrum. Am Beispiel einiger bereits entwickelter Onlinevorsprachen in den Praktika der Physikalischen Chemie (überwiegend PC I) sollten durch ein Blended-Learning Konzept Freiräume geschaffen werden, die den Studierenden mehr Raum zur Durchführung ihrer Versuche geben. Dies geschah durch die Entwicklung weiterer Onlinevideos, in denen Theorie, Durchführung und die wichtigsten “Handgriffe” der Auswertung anschaulich dargestellt wurden, um für Theorie und Praxis der Versuche ein vollständiges didaktisches „Set“ an Videos vorweisen zu können [2]. Auf der TU eigenen Moodle Plattform (Information System for Instructors and Students, ISIS) werden neben diesen Videos die zugehörigen Onlinevorsprachen angeboten, die sicherstellen, dass



die Studierenden hinreichend vorbereitet für die Versuchsdurchführung sind. Die klassischen Vorträge im Stil einer kurzen Prüfung vor Beginn der Experimente konnten damit wegfallen.

Interesse seitens der Modulverantwortlichen der Fächer Mikroökonomie und Biotransformation waren dann der Ausgangspunkt für die beantragte Unterstützung des Projektes IGT-educationTUB - *Interaktive gezielt teilinvertierte Lehrveranstaltungen* in den Praktika der Physikalischen Chemie, in der Biotransformation und in der Mikroökonomie [2].

Konkret wurden punktgenau bestimmte Lehrinhalte durch Lehrvideos aus der Präsenzveranstaltung ausgelagert, um die Präsenzzeit selbst durch eine geeignete Auswahl moderner Lehrmethoden attraktiver zu gestalten. Die Auslagerung formaler Lehrbestandteile bietet den Freiraum dafür (es wurde also gezielt ein „Teil der Veranstaltung invertiert“).

Die Vielfalt der in den letzten Jahren neu konzipierten Formate zur Aktivierung von Studierenden, gerade mit herausragenden Konzepten der Stifterverbands-Fellows wie „Peer Marking“ (Marc Ihle), „LetsFeedback“ (Markus Buchgeister) oder „SMILE“ (Bernd Becker) oder auch das berühmte „Peer Instruction“ Konzept von Eric Mazur, lieferten dabei die Ideen zur Auswahl moderner Lehrmethoden, die in die geschaffenen Freiräume integriert wurden. Ziel war es, die aktivierenden Methoden so zu kombinieren, dass ein didaktisches Gesamtkonzept geschaffen wird, das als solches geeignet ist, die initiale Motivation der Studienanfängerinnen und Studienanfänger zu erhalten aber gleichzeitig Grundlagenkenntnisse nachhaltig zu vermitteln, um so schlussendlich motivierte, selbständige und kritische Forscherinnen und Forscher auszubilden.

Die starke theoretische Prägung der ersten Fachsemester zahlreicher Studiengänge (in der Chemie sind dies u.a. Mathematik, Physik, Theoretische Chemie) wirkt dieser ursprünglichen Motivation oft entgegen. Gleichzeitig steht außer Frage, dass nicht auf diese Inhalte verzichtet werden kann oder soll. Es gilt alleine, die Motivation hochzuhalten. Im Bachelorstudiengang Chemie ist zudem auch für die Praktika ein festes Korsett vorgegeben, das keine Freiräume zu selbstbestimmter Entfaltung vorsieht. Möglicherweise liegt darin ein Grund für die hohen Studienabbruchquoten in den MINT-Fächern, wie sie gerade für die ersten Fachsemester verzeichnet werden, 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). Hier steuert die Initiative IGT-educationTUB entgegen.

## 2. Didaktisches Konzept von IGT-education TUB

Gerade in den theorielastigen Fächern der Grundlagenlehre, Mathematik, Physik und mathematischen Ökonomie (Mikroökonomie), sollten die Studierenden verstärkt durch konstruktivistische Elemente in der Lehre motiviert werden, erfolgreicher zum Studienziel zu gelangen, ohne das Niveau der Veranstaltung und die Leistungsstandards zu senken.

Deshalb wird auch nicht die gesamte Veranstaltung invertiert. Das bedeutet, es werden nicht Vorlesung und Übung auf ein studierendenzentriertes oder kompetenzorientiertes Studienmodell umgestellt, sondern nur der (ggf. kleine) Teil der Veranstaltung, der dafür geeignet ist, also zum Beispiel die Übung. Dies hat den Vorteil, dass die Studierenden mit unterschiedlichen Zugangspfaden zum vermittelten Lehrstoff sowohl von der klassischen Vermittlung (z.B. in Form einer Vorlesung oder eines strukturierten Praktikums) als auch von der innovativen konstruktivistischen Lehrmethodik (z.B. durch Lehrvideos und aktives Rechnen oder Projektlabore mit forschendem Lernen) profitieren. Die Frage ist, wie sich dies im Rahmen der verfügbaren Betreuungskapazitäten angemessen gestalten lässt.

Die Kritik vieler Veranstalter gegen konstruktivistische Lehrmodelle begründet sich anhand der Notwendigkeit, in den genannten Fächern überwiegend eine größere Menge harter Fakten zu vermitteln.

IGT-educationTUB hat jedoch gezeigt, dass es gerade dann sinnvoll und erfolgversprechend ist, die Lehrveranstaltungen durch eine gezielte Auswahl interaktiver Elemente aufzuweichen, ohne dass das konsequente Lernen der grundlegenden harten Fakten dabei verloren geht.

Unsere Evaluierungen in der Mathematik für Chemikerinnen und Chemiker haben gezeigt, dass etwa 75 % der Studierenden ein anspruchsvolles Klausurzulassungskriterium befürworten (wenn es erkennbar auf einem schlüssigen didaktischen Konzept beruht), wenn sie gleichzeitig auch unterstützt werden, interaktiv am Lehrstoff zu arbeiten [1]. Dies wurde in der Mathematik für Chemikerinnen und Chemiker durch gezielte interaktive (eduZEN) Tutorien und Lehrvideos für die Mathematik geleistet.

Unser Anspruch war es, dieses Prinzip für andere Lehrveranstaltungen zu prüfen. Auch in den Praktika der physikalischen und organischen Chemie werden überwiegend vorgegebene Versuche abgearbeitet. Hier sind interaktive sowie entlastende Elemente, wie Onlinevorsprachen oder Peer Marking Konzepte für Protokolle, geeignet, die Studierenden zu motivieren. Dies haben die Befragungen, die nach Einführung von IGT-educationTUB



gestiegene Qualität der Protokolle und die Intensität der Bearbeitung der Praktikumsversuche durch die Studierenden gezeigt.

Im Online Projektlabor Chemie im Alltag [3, 4], das 2013 mit einem Fellowship des Stifterverbands für Exzellenz in der Hochschullehre an Prof. Thomas Friedrich ausgezeichnet wurde, konnte durch die Einführung von interaktiven (online) Elementen wie durch die Studierenden produzierten Blogbeiträgen und Videos [5], eine Lernumgebung geschaffen werden, die, obgleich das Online Projektlabor Chemie an sich schon eine Veranstaltung ist, die auf forschendem Lernen basiert, noch weitergehend in eine innovative und interaktive Richtung ausgedehnt wurde, indem sie auch Elemente onlinegestützter Lehre integriert. Dies wurde von den Studierenden bei der Evaluierung auch entsprechend honoriert [4].

Das Konzept des forschenden Lernens, das zusätzlich durch Elemente digitaler Lehre angereichert wird und dabei noch die Möglichkeit bietet, sich mit dem Aspekt der Nachhaltigkeit zu beschäftigen ist an der TU Berlin als inhärenter Bestandteil des Orientierungsstudium MINT<sup>grün</sup> verstetigt [6, 7]. In diesem Orientierungsstudium wird das Online Projektlabor Chemie auch an der TU Berlin weiter finanziert.

In der Folge sind die Studierenden besser motiviert und orientiert und überspringen die Hürden der Studieneingangsphase leichter. Der Erkenntnisprozess der Studierenden, ihre Leistung selbst objektiv zu erkennen, soll weiter gefördert werden. Diese Erfolge wirken auch auf die Dozenten motivierend. „Ziel ist also die Konstruktion eines idealen Lernmodells, das sich aus den Vorteilen bzw. unabdingbaren Elementen der laufenden Konditionierung (iteriertes Wiederholen bis zur vollständig richtigen Lösung), Instrukionalismus und Kognitivismus (Bereitstellung der idealen Lehrmaterialien sowie Bewertung derselben durch die Studierenden, Angebot individueller Lernpfade) und Konstruktivismus (Etablierung eines eigenen Erkenntnisweges durch eine flexible Struktur zusammen mit der eigenen Übungsgruppe, wechselseitige projektartige Bearbeitung der Aufgaben bis zur Erstellung eigener Aufgaben) zusammensetzt“ [10]. Diese Intention, konstruktivistisches Lernen mit den Methoden der klassischen kognitivistischen Lehre zu verbinden und dabei Onlinelehre ins Spiel zu bringen ist eine grundlegende Idee, die das Studienreformprojekt educationZEN begleitet hat und auch dem Projekt IGT-educationTUB zu Grunde liegt [8].

### 3. Umsetzung in den einzelnen Lehrveranstaltungen

Nachdem in der Mathematik für Chemikerinnen und Chemiker beispielhaft demonstriert wurde, wie sich durch gezielte Innovationen und eine gezielte Teilinvertierung klare Verbesserungen in der Lehre erreichen lassen [1], wurde mit der Produktion von Lehrvideos und Onlinevorsprachen für die Praktika der Physikalischen Chemie begonnen [2].

Mit den Modulverantwortlichen wurde besprochen, die Experimente der Thermodynamik aus dem Praktikum „Physikalische Chemie I“ zu verfilmen.

Es wurde schnell deutlich, dass die Erstellung der Onlinevorsprachen ein sehr zeitaufwändiger Prozess ist. Aber es wurde ebenfalls rasch klar, dass sich über diese Onlinevorsprachen, wenn sie erst einmal erstellt wurden, viel Zeit im Vorfeld der Experimente einsparen lässt. Lehrvideos sind in vielerlei Hinsicht besser als Text und Bild geeignet, den Teilnehmenden an einem Praktikumsversuch die relevanten Informationen inklusive Sicherheits- und Bedienhinweise zum Experiment zu kommunizieren. Auch eine Einführung in Programme, die zur Datenerfassung oder –auswertung eingesetzt werden, kann über eine Aufzeichnung des Computerbildschirms (Screencast) besonders effizient erfolgen, da Details der Computernutzung wie beispielsweise Verzeichnisstrukturen und damit verbundene Hyperlinks zu Programmen wie sie auf dem Messrechner vorliegen, ganz automatisch mit abgefilmt werden. Da sich die Hinweise zu vielen Experimenten über lange Zeit inhaltlich nicht verändern, können erstellte Videos über einen langen Zeitraum eingesetzt werden. So kann nach der einmaligen Produktion und Bereitstellung solcher Videos die verfügbare Betreuungszeit deutlich besser genutzt werden. In den Praktika der physikalischen Chemie (PC I und PC II), die vor Beginn des Projektes IGT-educationTUB bereits teilweise mit Onlinevorsprachen versehen waren, hatte sich der Aufwand zur Erläuterung studentischer Fragen während der Experimentalzeit auf die Hälfte reduziert, nachdem die Onlinevorsprachen verfügbar waren. Dieser Freiraum konnte genutzt werden, um weiterführende Fragen zu diskutieren oder neue Lehrmethoden auszuprobieren. Dadurch ist die Qualität der Veranstaltung insgesamt gestiegen.

Deshalb bestand die Übereinkunft, weitere Lehrvideos und Onlinevorsprachen für Experimente der physikalischen Chemie zu erzeugen und bereitzustellen. Die Implementierung in die ohnehin vorhandene Onlineplattform auf dem ISIS geschah dabei reibungslos. Die Struktur der Veranstaltung als solche hat sich nur insofern verändert, dass



das neue Modell der Onlinevorsprachen vor Beginn der Veranstaltung an die Studierenden kommuniziert wurde. Das Konzept wurde bei den ohnehin laufenden regelmäßigen Überarbeitungen der Modulbeschreibungen verschriftlicht und es bedarf keiner strukturellen Veränderung der Veranstaltung als solche.

Die gewonnenen Freiräume in den Praktika der Physikalischen Chemie konnten beispielsweise genutzt werden, um die Studierenden zu motivieren, sich als Experten in die Versuche einzuarbeiten, die sie jeweils in der ersten Woche zu bearbeiten hatten. Mit diesem Hintergrundwissen fungierten sie als Ansprechpartner bei Fragen oder Problemen ihrer Kommilitoninnen und Kommilitonen. Nach dem Konzept des „Peer Assessments“ sollten die Studierenden sich verstärkt bei der Bearbeitung der Praktikumsversuche gegenseitig unterstützen und nur bei Problemen, die sich auch in der Gruppe nicht lösen lassen, an Ihre Betreuerinnen und Betreuer herantreten. Auch diese Umsetzung ist im Praktikum für Physikalische Chemie I (PC I) gelungen, da in diesem Praktikum an jedem Experimentaltisch mit spezifischem übergeordneten Thema (zum Beispiel „Thermodynamik“) drei Gruppen rotierend jeweils drei Versuche absolvieren. Am zweiten Termin gibt es also zu jedem der durchgeführten Experimente bereits eine Studierendengruppe am Tisch, die jedes der angebotenen Experimente bereits einmal durchgeführt hatte und als Expertengruppe zu diesem Versuch fungieren konnte. Die Studierenden waren dabei Experten des jeweils als erstes von ihnen bearbeiteten Versuchs an jedem Tisch und standen in den nächsten beiden Folgeterminen für die anderen Gruppen jeweils als Experten für diesen Versuch zur Verfügung. Somit gab es in zwei von drei Experimentalterminen Expertengruppen, die mit dem jeweils in der ersten Woche durchgeführten Versuch besonders gut vertraut waren.

Diese Gruppen haben dann des Weiteren auch nach dem Konzept eines „Peer Marking“ die Protokolle Ihrer Kommilitoninnen und Kommilitonen in einem ersten Durchlauf einmalig korrigiert und ihre Studienkolleginnen und -kollegen auf fundamentale Fehler hingewiesen. Erst dann wurden die Protokolle an die Betreuerinnen und Betreuer weitergegeben. Somit sank die Interaktionszeit mit den Betreuerinnen und Betreuern deutlich und die Qualität der Protokolle ist in der Erstabgabe jeweils zum zweiten und dritten Termin an jedem Tisch deutlich angestiegen. Die Umsetzung in den Praktika der Physikalischen Chemie war so erfolgreich, dass sich auch die Veranstalter anderer Praktikumsveranstaltungen der Chemie als Kooperationspartner anboten.



So konnte während der Laufzeit von IGT-educationTUB zusätzlich zu den beantragten Projektzielen eine Übereinkunft mit den Verantwortlichen der Praktika der Organischen Chemie getroffen werden, das Konzept der Onlinevorsprachen auch dort einzuführen. In diesem Rahmen wurden auch in der Organischen Chemie Onlinevorsprachen zu 7 Versuchen produziert, die nun nachhaltig in der Lehre eingesetzt werden. Insgesamt konnten somit 12 neue Videos für die Praktika der Physikalischen Chemie I und II und 8 Videos für das Praktikum der Organischen Chemie I erstellt werden, deutlich mehr als die 8 Videos, die im ursprünglichen Antrag in Aussicht gestellt wurden [9], [10], [11]. Die Darstellung in einem gemeinsamen YouTube eduZEN Praktika Kanal wurde im März 2017 erstellt [7]. Die Videos sind auf unterschiedlichen Plattformen abgelegt und im Rahmen der Moodle Plattform ISIS eingebunden, so dass die Nutzerzahlen auf eduZEN Praktika die intensive lehrbezogene Nutzung der Videos noch nicht abbilden.

In der Mikroökonomie wurden während der Projektlaufzeit 9 Onlinevorsprachen mit Lehrvideos und Onlineaufgaben entwickelt [6]. In der Mikroökonomie wurde bei den Onlinevorsprachen besonders darauf geachtet, zur Vorlesung und Übung komplementäre Inhalte zu produzieren. Die Lehrvideos bildeten also gerade nicht den Stoff von Vorlesung oder Übung ab, sondern ergänzten den Lehrstoff und erklärten auf neuem Weg und mit anschaulichen Grafiken wichtige Lehrinhalte.

Die vorhandenen Übungsaufgaben wurden durch alternative Beispiele (als Video) unterstützt. Zusätzliche praktische Beispiele wurden entwickelt, um den Realitätsanspruch der Lehrinhalte zu verdeutlichen. Schwierige Inhalte konnten so per Video mit einem alternativen didaktischen Ansatz zugänglich gemacht werden. Das Ziel, LetsFeedback oder SMILE zur anonymisierten Beteiligung der Studierenden an der Vorlesung einzusetzen (indem diese Fragen posten können oder ihre aktive Präsenz und ihr Verständnis des Inhalts über eine App per Schieberegler bewerten), wurde innerhalb der Projektlaufzeit jedoch noch nicht umgesetzt. Die angebotenen Übungen konnten durch die entstandenen Freiräume interaktiver gestaltet werden und die Studierenden rechneten ihre Aufgaben selbst anstatt einen Frontalvortrag im Tutorium zu verfolgen, ähnlich wie es in der Mathematik für Chemikerinnen und Chemiker umgesetzt wurde [1], [2].

Die verfügbaren Lehrvideos bewirkten außerdem eine spürbare Entlastung der Sprechstunden, insbesondere vor den Klausuren, so dass die entlasteten Sprechstunden auf wesentlich höherem Niveau abgehalten werden konnten. Die Modulverantwortlichen haben



die entwickelten Onlinevorträge ebenfalls in den Aufbau ihrer Onlinekurse zur Mikroökonomie übernommen und die Veranstaltungen nachhaltig auf das Konzept der gezielten Teilinvertierung umgebaut.

Sämtliche Videos, die im Rahmen von IGT-educationTUB erzeugt wurden sind jetzt aktuell auf dem YouTube channel eduZEN Praktika eingestellt worden und können dort, sortiert nach Playlisten für die jeweiligen Veranstaltungen, eingesehen werden [13]. Das Projekt und die erstellten Lehrvideos sind darüber hinaus auch auf den Seiten der TU Berlin dargestellt [14]. Die Onlinevorträge der einzelnen Module sind jedoch nur über den geschlossenen Bereich der jeweiligen Lehrveranstaltungen auf der TU eigenen Onlineplattform ISIS zugänglich.

In der Veranstaltung Biotransformation und Synthetische Biologie wurde damit begonnen, Inhalte der Vorlesung als Lehrvideos aufzuzeichnen. Durch personellen Wechsel innerhalb der beteiligten Arbeitsgruppen wurde das Vorhaben der Invertierung der Biotransformation jedoch immer wieder verschoben, so dass die für die Veranstaltung Biotransformation vorgesehenen Inhalte nicht abgearbeitet werden konnten.

Es gelang jedoch mit Start zum 1.1.2017 das Projekt SynTUBio (Synthesis of Teaching of a Universal Bioscientists perspective) im Rahmen der Projektlinie WIMI<sup>plus</sup> in der TU Berlin einzuwerben. Dieses vom BMBF im Rahmen des QPL finanzierte Projekt ist auf 4 Jahre angelegt und dient der Entwicklung eines neuen Lehrkonzepts für die Grundlagenlehre in der physikalischen Chemie, organischen Chemie und biologischen Chemie mit Blick auf die Anwendung des Erlernten im späteren Berufsleben als Wissenschaftlerin oder Wissenschaftler. Begonnen wurde mit diesem Konzept im Praktikum Synthetische Biologie. Die Details zu diesem Projekt können Kapitel 6 entnommen werden.

#### 4. Kritische Betrachtung der mit der Lehrinnovation verfolgten Ziele und Evaluierungsergebnisse

Im Antrag für das Projekt IGT-educationTUB wurde konkret festgehalten welche neuen Lehrkonzepte umgesetzt und welche Lehrinhalte produziert werden sollen [8]. Dies kann nun direkt mit den produzierten Ergebnissen innerhalb der Projektlaufzeit abgeglichen werden:

## Praktika der Physikalischen Chemie:

Ausgangslage bei Antragstellung: Nach dem Konzept der „Online-Vorsprachen“ werden theoretische Inhalte aus den Praktika ausgelagert, um es den Studierenden zu ermöglichen, direkt zu Beginn des Experimentaltermins mit der Durchführung der Experimente zu beginnen und so mehr Zeit für exploratives Lernen zu erhalten.

Derzeit werden für vier Versuche im PC I und 2 Versuche im PC II Praktikum Online-Vorsprachen angeboten. Im Rahmen des Projekts werden

- 1) für die weiteren Experimente der Praktika der physikalischen Chemie Onlinevorsprachen entwickelt (8 weitere Experimente).
- 2) theorielastige Elemente auf dem Smartboard als screencast aufgezeichnet
- 3) Lehrvideos über die Durchführung der Experimente (mit Erklärung der Geräte) gedreht.
- 4) während des Experimentaltermins ausgewählte Fragen zum Experiment entwickelt, die von den Praktikumsgruppen nach Peer Instruction beantwortet werden.
- 5) das Peer Marking Prinzip zur Korrektur ausgewählter Protokolle von gestufter Qualität übernommen, um die Studierenden zu trainieren, typische Fehler in den Arbeiten anderer zu erkennen.
- 6) Umfragen und Evaluierungsfragen sowie ein kategorisierter „Kummerkasten“ auf der Lernplattform ISIS entwickelt.
- 7) laufend formativ evaluiert.

### 1)-3) Entwicklung von Lehrvideos und Onlinevorsprachen:

Während der Projektlaufzeit wurde eine Kooperation mit der organischen Chemie gegründet, so dass nicht nur für die physikalische Chemie sondern auch für die organische Chemie Onlinevorsprachen produziert werden konnten.

Dabei wurden insgesamt 10 neue Videos für die Praktika der Physikalischen Chemie II gedreht, so dass dort nun ein Pool von 12 Lehrvideos zur Verfügung steht [10].

In der Physikalischen Chemie I wurde der Satz an Lehrvideos ebenfalls komplettiert und es stehen nun 8 Lehrvideos zur Verfügung [9]. Des weiteren wurden 7 Lehrvideos für die Praktika der Organischen Chemie geschaffen [11]. Zu allen Lehrvideos wurden auch die zugehörigen Onlinevorsprachen auf dem ISIS entwickelt. Die im Antrag genannten Methoden wie



Screencasts und die direkte Darstellung der experimentellen Durchführung mit Erklärung der genutzten Geräte auf dem Lehrvideo kommen dabei zum Einsatz. Das Smartboard hat sich dabei jedoch als nicht hilfreich bei der Erstellung der Lehrvideos gezeigt, da es nicht mehr Funktionalität bietet als ein Laptop mit Tablet oder Touchscreen. Vielmehr ist die Handhabung und die Benutzerführung durch die vom Hersteller vorgegebene Software umständlich, während ein Laptop mit Touchscreenfunktion frei in der Nutzung der verfügbaren Software auf dem Markt ist und alle Funktionalitäten des Smartboards abdeckt.

Der Vorteil des Smartboards liegt mehr bei der Nutzung vor Publikum in Vorträgen oder Übungen oder direkt in der Vorlesung.

Im Rahmen der Onlinevorsprachen wurde zu jedem Experiment ein Satz Fragen entwickelt, mit denen sich die Studierenden intensiv auseinandersetzen müssen, die nach dem genannten Konzept die Expertengruppe für ihren ersten Praktikumsversuch werden. Sie erklären ihren Kommilitoninnen und Kommilitonen dabei die Experimente auf Basis dieser Fragen. Im Sinne von 4) konnte somit in der PC I ein Peer Instruction Verfahren etabliert werden, nach dem die jeweils erste Studierendengruppe, die an einem Thementisch Experimente durchführt, zu den Experten ihres Versuchs erklärt wird, für den sie dann als Ansprechpartner bei Fragen oder Problemen ihrer Kommilitoninnen und Kommilitonen zur Verfügung stehen. Im Sinne von 5) haben sie auch gemäß des „Peer Marking“ Konzepts, das hier auf Praktikumsprotokolle ausgedehnt wurde, die erste Korrektur der Protokolle ihrer Kommilitoninnen und Kommilitonen durchgeführt. Das Verfahren wurde in dieser Form im Wintersemester 2016/17 von Fabian Kruse, der das Projekt IGT-educationTUB als Wissenschaftlicher Mitarbeiter mit begleitet hat, durchgeführt.

Nach dem Konzept des „Peer Assessments“ sollten die Studierenden sich verstärkt bei der Bearbeitung der Praktikumsversuche gegenseitig unterstützen und nur bei Problemen, die sich auch in der Gruppe nicht lösen lassen, an Ihre Betreuerinnen und Betreuer herantreten. Dies ist ebenfalls gelungen, da sich nach Einführung des Peer Assessments die Fragen der Studierenden an die Betreuer reduziert haben, ohne dass die Qualität der Projektbearbeitung oder der Protokolle sank. Zusammen mit dem Peer Marking Verfahren der Protokolle sank dadurch der obligatorische Aufwand der Betreuenden bei der Erklärung der Grundkenntnisse des Experimentierens und die Zeit konnte intensiver und interaktiver genutzt werden, um



Aspekte zu bearbeiten und zu besprechen, die über den gesetzten Tellerrand des Experiments hinausgehen.

Die Qualität der Protokolle ist in der Erstabgabe bei den Betreuerinnen und Betreuern angestiegen.

Das Verfahren wurde im Sinne von 6) durch Umfragen evaluiert. Dabei gaben die Studierenden an, dass Sie die Lehrvideos auf einer Skala von 1-4 (nicht nützlich – weniger nützlich – nützlich – sehr nützlich) im Median mit 3,5 (nützlich bis sehr nützlich) bewerteten.

Sowohl das Peer Assessment als auch das Peer Marking Verfahren wurden als hilfreich bewertet. Die Studierenden haben dies nicht, wie von Kolleginnen und Kollegen befürchtet wurde, als zusätzlichen Aufwand im Rahmen ihrer Praktika betrachtet, sondern als Chance, untereinander Fehler zu klären, bevor die Betreuenden eingeschaltet werden. Die Arbeitsatmosphäre wurde demnach als besser als vor Einführung der Reform bewertet. Es kann deshalb klar empfohlen werden, das Verfahren von Onlinevorsprachen und begleitendem Peer Assessment sowie Peer Marking in Praktika einzuführen. Idealerweise geschieht dies im Rahmen des vorgestellten Konzepts der Praktika der Physikalischen Chemie I, nach dem die Studierenden rotierend die Versuche im Praktikumssaal bearbeiten. Im Idealfall sind dann die Versuche nur in der ersten Woche neu für alle Studierenden, ab der zweiten Praktikumswoche ist dann für jeden Versuch eine zugeordnete Expertengruppe anwesend.

Ein direkter Kummerkasten auf dem ISIS gemäß 6) wurde zwar eingerichtet, aber aufgrund seines Charakters als unpersönliche elektronische Beschwerdestelle nicht genutzt (es gab nur einen Kommentar dort im Wintersemester 2015/16). Vielmehr wurde die Arbeitsatmosphäre in den Praktika als angenehm (siehe Evaluierung) und auf Augenhöhe zwischen Dozierenden und Studierenden bewertet. Es wurde klar honoriert, dass es eine offene positiv gestimmte Kommunikationsmöglichkeit zwischen den Dozierenden und den Studierenden gibt und demnach bestand auch keine Notwendigkeit nach einem unpersönlichen Kummerkasten. Dies ist ein klarer Mehrwert einer offenen Kommunikation auf Augenhöhe. Probleme werden dann schneller und häufiger an die Verantwortlichen bzw. Dozierenden herangetragen und können schneller gelöst werden. Dies reduziert Fehler, erhöht die Qualität der Ergebnisse und damit den Wert und Anspruch der Veranstaltung und erhöht gleichzeitig die Sicherheit im Labor.



Das Verfahren der Kummerkästen wurde deshalb wieder eingestellt und die direkte Kommunikation mit den Studierenden gerade bei der Klärung individueller Probleme wurde gestärkt.

Bei der Akzeptanz der Lehrvideos und Onlinevorsprachen gab es Hürden bei der Bereitschaft der Kolleginnen und Kollegen, die digitalen Lehrmethoden zu nutzen. Erfreulicherweise zeigten sich aber besonders junge Promovierende, die als Wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter Experimente in den Praktika der Physikalischen Chemie betreuen, sehr offen bezüglich der Onlinevorsprachen und nutzten die angebotenen Vorsprachen und Onlinevideos deshalb ausgiebig mit ihren Studierenden, so dass die Lehrvideos, die auf dem ISIS der Praktika der Physikalischen Chemie dargestellt sind, inzwischen in die Regellehre eingebunden sind.

Die Videos der Organischen Chemie sind nicht nur auf dem ISIS zugänglich, wie bisher die Videos der Physikalischen Chemie, sondern sind erstmalig seit Beginn ihres Einsatzes im Sommersemester 2017 auf der YouTube Plattform educationZEN in Praktika öffentlich gehostet [11]. Dort erfolgten binnen 2 Monaten 100-500 Klicks pro Video mit einer durchschnittlichen Betrachtungszeit von 60 % der gesamten Videodauer. Es muss jedoch aufgrund der öffentlichen Darstellung der Videos davon ausgegangen werden, dass zahlreiche Nutzer nur zufällig auf diese Videos klicken und demnach die durchschnittliche Betrachtungszeit deutlich niedriger ist als die Mittlere Zeit, die die Studierenden aufwenden, um ein solches Video weitgehend vollständig anzusehen.

Inzwischen sind alle Videos, die im Rahmen von IGT-educationTUB erstellt wurden öffentlich [13]. Die öffentlich zum Abschluss dieses Projektes neu auf dem Kanal eduZEN in Praktika eingestellten Videos der Mikroökonomie und der Praktika der Physikalischen Chemie I und II repräsentieren auf diesem YouTube Kanal damit nicht die bisherigen Nutzerzahlen, da die Zugriffe der Studierenden an anderer Stelle erfolgen.

### **Biotransformation und Synthetische Biologie**

Für diese Veranstaltung wurde beantragt:

- 1) existierende Powerpointvorträge gänzlich als screencast aufzuzeichnen und online anzubieten.
- 2) interaktive screencasts zu entwickeln, in denen die Studierenden Multiple

choice Fragen beantworten.

3) zusätzliche kurze Onlinetests als Feedback und Voraussetzung für das Vorschreiten im Kurs zu erstellen.

4) durch Teilinvertierung Freiraum in der Vorlesung zu schaffen, der für Peer Instruction und andere interaktivere Lehrmethoden genutzt wird.

5) die involvierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auf das Tutorenkonzept hin zu schulen.

6) involvierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der Erstellung der Onlinevideos zu schulen (v.a. screencast, Smartboard, interaktive Lehrvideos).

7) Umfragen und Evaluierungsfragen sowie ein kategorisierter „Kummerkasten“ auf der Lernplattform ISIS zu entwickeln.

8) laufend formativ zu evaluieren.

Die Teilinvertierung der Veranstaltung Biotransformation gelang während der Projektlaufzeit nicht. Aufgrund personeller Wechsel sowohl in der Biotransformation als auch innerhalb des Projektes IGT-educationTUB und aufgrund der expandierenden Kooperationen innerhalb der Praktika der Physikalischen und der Organischen Chemie, wurde dieses Vorhaben verschoben. Es ist nun Bestandteil des Projektes IGT-educationTUB, das aus QPL Mitteln von der TU Berlin für einen Zeitraum von 4 Jahren bewilligt wurde und von Dr. Franz-Josef Schmitt geleitet wird. Im Rahmen von SynTuBio wird der Videokanal eduZEN Praktika [13] weitergeführt.

### **Mikroökonomie**

Für die Veranstaltung Mikroökonomie wurde beantragt:

1) Produktion komplementärer Inhalte für die Übungen, wobei diese gerade nicht die Powerpointvorträge der Vorlesung ersetzen sollen.

2) Unterstützung der Übungsaufgaben durch alternative Beispiele (als Video).

3) Entwicklung von Lehrvideos mit alternativen didaktischen Ansätzen für besonders schwierige Inhalte.

4) Produktion von Videos über Praktische Beispiele (z.B. eine fiktive Firmengründung oder eine Konsumentenkaufentscheidung), um den Realitätsanspruch der Lehrinhalte zu verdeutlichen.

- 5) Einsatz von LetsFeedback oder SMILE zur anonymisierten Beteiligung der Studierenden an der Vorlesung.
- 6) Angebot interaktiver Übungen aufgrund der entstehenden Freiräume
- 7) Entwicklung von Umfragen und Evaluierungsfragen sowie eines kategorisierten „Kummerkastens“ auf der Lernplattform ISIS.
- 8) laufende formative Evaluierung.

Zu den Punkten 1)-4) wurden insgesamt 17 Lehrvideos erstellt und 9 Onlinevorsprachen entwickelt [12].

Es wurde bereits frühzeitig erkannt, dass die Einführung weiterer unpersönlicher Evaluationswerkzeuge oder Feedbacksysteme wie ein Kummerkasten oder anonyme feedbacksysteme wie LetsFeedback wie unter 5) beantragt angesichts der ohnehin stark digitalisierten Struktur des Lehrkonzepts nicht zielführend sind. Stattdessen wurde Wert darauf gelegt, ein ganzheitliches digitales Vorbereitungskonzept auf der Lernplattform ISIS aufzubauen, während Probleme oder feedback weiterhin persönlich in den parallel zur Veranstaltung angebotenen Sprechstunden kommuniziert werden sollte. Die Tutorien wurden in der Mikroökonomie zu interaktiven Tutorien umgestaltet. Dadurch konnte ein Großteil der üblicherweise zu den Klausuren auftretenden Fragen bereits direkt in den Übungen beantwortet werden und es kam zu spürbaren Entlastungen der Sprechstunden gerade vor der Klausur. Im Rahmen des Projektes wurde in der Mikroökonomie ein neues ganzheitliches Lehrkonzept entwickelt.

Das ganzheitliche Lehrkonzept sah dabei folgendermaßen aus:

In der Mikroökonomie wurde das Video als Bindeglied zwischen den klassischen Veranstaltungen Vorlesungen und Tutorium definiert. Im Zuge von IGT-educationTUB wurde das Lehrkonzept der Mikroökonomie im Detail untersucht. Tutorien und Vorlesungen wurden zeitlich besser aufeinander abgestimmt und insgesamt wurden alle Lehrinhalte der Tutorien neu verteilt. Die Aufgaben der verschiedenen Lehrveranstaltungen bei der Vermittlung von Lehrinhalten wurden dabei ebenfalls neu definiert.

Während in der Vergangenheit die Tutorien durch ihre Ausrichtung als frontale Veranstaltungen meist den Charakter einer Vorlesung ähnlicher waren als einem Tutorium, wurde in der Neudefinition das Tutorium klar zum selbstständigen Bearbeiten von Übungsaufgaben herangezogen. Nur die Vorlesung dient der Vermittlung der Theorie. Die



zusätzlichen Zeiträume die durch die verfügbaren Lehrvideos entstanden sind, werden dazu genutzt, um die Themen besser durch die Studierenden direkt zu bearbeiten. Innerhalb der ISIS Kurse wurde ein zentraler Bereich gestaltet, der speziell der Klausurvorbereitung dient. Dort wurden die Videos zur Verfügung gestellt, die Onlineaufgaben wurden mit einem Zeitschema versehen und es wurde ein eigener Fragenpool ausgestaltet, der der speziellen Vorbereitung auf den mikroökonomischen Teil der Klausur dient. Die Studierenden erhalten außerdem aufgrund der von ihnen bearbeiteten Hausaufgaben eine Visualisierung, die ihren Vorbereitungsgrad darstellt. Es wurden Aufgaben ausgestaltet, die der Vertiefung der in der Vorlesung gestellten Aufgabentypen dienen. Dabei wurden Ergänzungen und alternative Ansätze zu Inhalten aus der Vorlesung angeboten.

Nutzung und Nutzungsverhalten der Studierenden wurde ausführlich analysiert. So konnten die Studierenden die Ansichten der Videos sehen und sie bekamen Feedback darüber, welchen Anteil aller Videos sie gesehen haben und wie viel Zeit Sie dafür aufgewendet haben. Die Trainer können einsehen, wie die Videos im Einzelnen genutzt wurden und welche Gerätetypen dabei herangezogen werden.

Für die Studierenden wurde ein interaktives Frageforum eingerichtet, das von den Moderatoren gepflegt wird und die Studierenden erfolgreich motiviert, sich wechselseitig bei der Beantwortung offener Fragen zu unterstützen. Gleichzeitig haben die Studierenden die Möglichkeit, alle Aufgaben, die zu den einzelnen Themenkomplexen angeboten werden individuell zu bewerten und geben den Lehrenden darüber ein direktes Feedback, ob sie die Aufgaben für die Vermittlung des Stoffs und seine Übertragung auf neue Problemstellungen für geeignet halten.

Insgesamt beinhaltet damit der Vorbereitungsteil für die Klausur das Vorlesungsskript, die Lehrvideos, die Onlineaufgaben, die Tutoriumsaufgaben, ein interaktives Frageforum bei dem sich Studierende gegenseitig helfen können, die individuelle Bewertung der Aufgaben durch die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sowie eine für die Trainer zur Verfügung stehende Auswertung und Statistik.

Die nun insgesamt auf dem ISIS angebotenen Lehrmaterialien umfassen:

- Zentrale Anlaufstelle für Lehrmaterialien, sowie Fragen zu den behandelten Inhalten
- Vorlesungsskript

- Lehrvideos
- Online-Aufgaben
- Tutoriumsaufgaben
- Interaktives Frageforum – Studierende helfen Studierenden

Als feedback System die Übersicht über den Leistungsfortschritt:

- Teilnehmerinnen und Teilnehmer: individuelle Bewertungen der Aufgaben
- Trainer: Auswertungen und Statistiken
- Kontrolle des individuellen Lernfortschritts durch umgehende Bewertung mit Lösungshinweisen
- Auswertungsstatistiken für Modulverantwortliche, die Überblick über Verständnis und Schwierigkeiten, sowie daraus resultierende notwendige Vertiefungen erlauben

Dabei wurden in der Lehrveranstaltung vor allem Fortschritte erzielt bei der Menge der durch die Studierenden erfolgreich bearbeiteten Hausaufgaben und es wurde das eigenständige Lösen der Tutoriumsaufgaben durch die Studierenden deutlich gestärkt.

Die Ergebnisse wurden bereits publiziert [1], [2] und liegen diesem Bericht als Publikationen im Anhang bei.

### **Evaluierungsergebnisse in der Mikroökonomie**

Bereits vor der Umsetzung in den Praktika der Physikalischen Chemie und in der Mikroökonomie gab es ausführliche Evaluierungen zur Wirkung des hier dargestellten Lehrkonzepts, die bereits veröffentlicht sind [1],[2]. Die Veranstaltungen selbst wurden an der TU Berlin mit EvalSys evaluiert.

In der Mikroökonomie wurde außerdem die Wirkung der neu konzipierten Lehrveranstaltung evaluiert.

Abbildung 1 zeigt dabei beispielhaft auf der linken Seite, wie sich in der Mikroökonomie die Ergebnisse der Klausur nach der Einführung des neuen Lehrkonzepts verbessert haben.

Auf der rechten Seite von Abbildung 1 wird der Zusammenhang zwischen den Klausurergebnissen in verschiedenen Themengebieten und den in diesen Gebieten korrekt beantworteten Übungsaufgaben gezeigt.

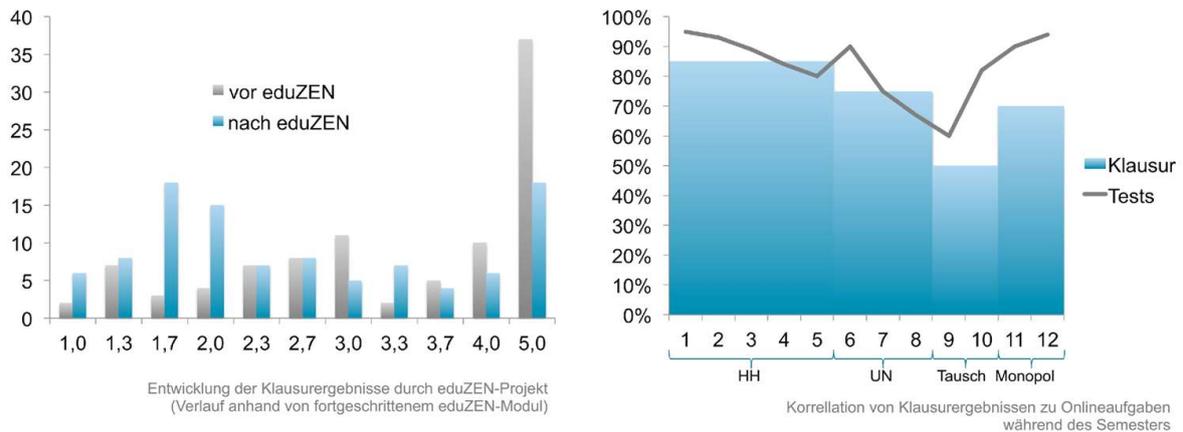


Abbildung 1 – Klausurnoten in der Mikroökonomie vor (graue Balken) und nach (blaue Balken) der Durchführung von IGT-educationTUB (eduZEN) (linke Seite) und Korrelation zwischen den korrekten Antworten in der Klausur und den Antworten in den entsprechenden Übungsaufgaben (rechte Seite)

## 5. „Lessons learnt“ – nicht intendierte positive/negative Effekte, unabdingbare Voraussetzungen, Ergebnisse von Befragungen

Das Projekt IGTE-educationTUB ist grundsätzlich als Kooperationsprojekt mit den Modulverantwortlichen der Praktika der Physikalischen Chemie, der Mikroökonomie und der Biotransformation konzipiert. Für eine Kooperation typisch ist dabei eine gewisse Abhängigkeit von der geplanten Stoßrichtung der Kooperationspartner, was in Forschungsprojekten durchaus üblich, in Lehrprojekten jedoch bisweilen etwas ungewohnt ist. Hier scheint auch die grundsätzliche Bereitschaft der Partnerinnen und Partner, sich auf wechselseitige Expertise zu verlassen etwas geringer ausgeprägt zu sein als dies üblicherweise in Forschungsprojekten der Fall ist.



Während der Arbeit im Projekt IGT-educationTUB hat sich herausgestellt, dass es sich schwierig steuern lässt, welche geplanten Veränderungen an den Lehrveranstaltungen am Schluss wirklich umgesetzt werden und welche Veränderungen im Verlauf des Projektes noch entwickelt wurden, obwohl sie gar nicht geplant waren. Erstellt man als Dozent selbst eine online gestützte Lehrveranstaltung, so wird man die Zeit, die man investieren möchte, um die erforderlichen Online-Inhalte zu entwickeln, einplanen und das Projekt realisieren. Anschließend wird dieses dann auch in der Lehre eingesetzt. In einer Kooperation über das eigene Fachgebiet hinaus wie hier in Biotransformation oder Mikroökonomie legt man die schlussendliche Umsetzung und Maßgebliche Mitgestaltung am Projekt in die Hände der Kooperationspartnerinnen und Kooperationspartner. Diese haben grundsätzlich ihre eigene Vorstellung, welche Lehrvideos eingesetzt werden sollten, was auf ihren Onlineplattformen schlussendlich dargestellt werden soll und welcher Aufwand zur Schaffung neuer Lehrinhalte insgesamt investiert wird. In der Mikroökonomie haben sich die beteiligten Tutorinnen und Tutoren sehr positiv auf das Projekt IGT-educationTUB eingelassen und mit großem Elan zahlreiche Videos erzeugt. Bei der Gestaltung der zugrundeliegenden Online-Plattform in Mikroökonomie auf dem ISIS hat sich jedoch herausgestellt, dass nicht alle Lehrvideos in dieser Form eingesetzt werden konnten und durch die Schnittstelle zu den verantwortlichen Dozenten wurde dann nur ein Teil der produzierten Lehrmaterialien wirklich verwendet.

Einige Videos wurden dabei erneut gedreht. Dennoch entstand hier schlussendlich eine wohlgefüllte Plattform mit interaktiven Werkzeugen auf dem ISIS im Internet, durch das die Studierenden von einer verbesserten Lehrqualität profitierten.

In der Biotransformation dagegen wurde von den Dozierenden gar keine einschränkenden Rahmenbedingungen gesetzt, in welcher Form die digitalen Inhalte entwickelt werden sollten, wie stark sie redundant zu den Inhalten der Vorlesung sein dürfen oder nicht oder welche mögliche Ergänzung im Einzelnen gewünscht wird. Die Dozierenden zeigten sich hier offen für jede digitale Erweiterung. Für die Umsetzung der doch sehr aufwendigen Lehrvideos standen jedoch dann schlussendlich die nötigen Ressourcen nicht mehr zur Verfügung.

In den Praktika der physikalischen Chemie sind die vorgegebenen Lehrvideos wie geplant umgesetzt worden. Um das gesamte Praktikum zu invertieren ist jedoch die Zusammenarbeit mit weiteren Lehrenden, am besten Tutorinnen und Tutoren oder Wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern nötig. Es müssen weitere aufwändige Videos und Onlinevorträge produziert werden. Dies läuft bisher ausschließlich auf freiwilliger Basis



und es bleibt dem Engagement einzelner überlassen, wann ein weiteres Video zum Pool hinzukommt. Befördert wird das Projekt jedoch jetzt noch einmal durch die Bewilligung des WIMI<sup>plus</sup> Projektes SynTUBio. Manche Lehrenden lehnen die Produktion und den Einsatz von Lehrvideos auch grundsätzlich ab, da sie darin eine Schwächung der Präsenzlehre sehen.

Die Zahl der Dozentinnen und Dozenten an der Universität, die wirklich digitale Elemente der Lehre oder eine Teilinvertierung ihrer Veranstaltung durchführen wollen, ist noch niedrig. Der hauptsächliche Grund dafür ist vermutlich, dass die Dozierenden die klassischen Lehrformate, unter denen sie selbst gelernt haben, für geeignet halten, um die Inhalte ihres Fachs in idealer Weise zu vermitteln. Dies geht aus einer im Rahmen von IGT-educationTUB durchgeführten Befragung unter den Dozentinnen und Dozenten der Chemie hervor, die dem Bericht als Anlage beiliegt (Anlage 1).

Damit sind nicht fehlende Kapazitäten, vermuteter Zusatzaufwand oder eine despektierliche Sicht auf die Lehre die Ursache für stagnierende Reformen, wie es teilweise von Kolleginnen und Kollegen geäußert wurde, sondern vielmehr die fehlende Überzeugung, dass Neuerungen in der Lehre, wie hier durchgeführt, den Wert der Veranstaltungen wirklich steigern. Dies begründet insbesondere die Notwendigkeit weiterer evidenzbasierter Begleitforschung.

## 6. Ansätze zur Verstetigung der Lehrinnovation und Perspektiven für künftige Weiterentwicklung

Die Verstetigung aller Elemente, die in IGT-educationTUB entwickelt wurden, fügt sich nahtlos in die Regellehre ein. Die bestehenden Onlinevorsprachen in den Praktika der Physikalischen Chemie, Praktika der Organischen Chemie und in den Tutorien zur Mikroökonomie können über Jahre genutzt werden, ohne dass es weiterer Investitionen bedarf.

Der Betreuungsaufwand in den Praktika ist nach der nun abgeschlossenen Produktion der Onlinevorsprachen merklich zurückgegangen, so dass sogar eine langfristige Entlastung des Lehrpersonals erreicht werden kann. Selbstverständlich ist es aber nicht das Ziel, die Kapazitäten, die zum Einsatz in der Lehre grundsätzlich zur Verfügung stehen, nachhaltig zu reduzieren, sondern vielmehr, Freiräume zu schaffen, die eine intensivere Betreuung bei weiterführenden Fragen ermöglichen, anstatt sich zu lange mit den absoluten Grundlagen des Versuchs aufhalten zu müssen.



Anders sieht es für zeitintensive konstruktivistische Lehrmethoden, z.B. in Projektlaboren, aus. Das Online Projektlabor „Chemie im Alltag“ wurde ja parallel zu dem hier durchgeführten Projekt IGT-educationTUB betreut und konnte somit von den Erkenntnissen dieses Projektes profitieren und umgekehrt. Es gelang dadurch auch, wechselseitige Blicke zwischen den von Lehrenden (IGT-educationTUB) und den von Studierenden (OPLChem) entwickelten digitalen Inhalten zu werfen. In Projektlaboren steht das begleitende Personal sicherlich unter hohen Belastungen, wenn Veranstaltungen verstetigt werden sollen aber interne oder externe Fördermittel auslaufen. Hier ist eine Weiterführung ohne unterstützende Personalmittel nicht möglich, bei digitalen Lehrinhalten sind die Ergebnisse dagegen als Produkt im Internet nachhaltig verfügbar.

Die Verstetigung des Projektes IGT-education TUB findet auf verschiedenen Ebenen statt. Einerseits existieren in den Praktika der Physikalischen Chemie nun die erstellten Lehrvideos und Onlinevorträge. Ebenso in den Praktika der Organischen Chemie und in der Mikroökonomie. Diese Lehrvideos und die dazu erstellten Onlineinhalte haben zu einer nachhaltigen Umgestaltung dieser drei Lehrveranstaltungen geführt, die auch in Zukunft nach dem Konzept der Teilinversion angeboten werden. Die Persistenz der Lehrinhalte, die im Internet angeboten werden, ist also eine automatische Verstetigung. Mit IGT-educationTUB wurde aber nicht nur die Verstetigung von Produkten erreicht, sondern auch Freiraum geschaffen und insbesondere ein Verfahren demonstriert, wie sich dieser Freiraum durch digitale Lehrinhalte innerhalb weniger Semester (durch Zusatzfinanzierung oder zeitweisen Mehraufwand) schaffen lässt. Die oft als aufwändig betrachtete Produktion von Onlineinhalten ist also geeignet, die Lehre in gewisser Weise auf lange Sicht effizienter und professioneller zu gestalten, als dies ohne digitale Inhalte der Fall war. Es wird also Raum für zukünftige Veränderungen und Projekte geschaffen. Ohne Anschubfinanzierung haben jedoch kaum Bereiche Interesse, die nötigen Online-Materialien zu produzieren. Um auch in der synthetischen Biologie und in den anderen Bereichen der Grundlagenlehre der Chemie die nötige Teilinversion voranzutreiben, hat die TU Berlin deshalb die Stelle von Herrn Dr. Franz-Josef Schmitt um weitere vier Jahre über das QPL (BMBF) Projekt SynTUBio in der Förderlinie WIMI<sup>plus</sup> verlängert.

An der Technischen Universität Berlin wird außerdem seit Wintersemester 2011/2012 der zweisemestrigen Orientierungsstudiengang MINT<sup>grün</sup> angeboten. In MINT<sup>grün</sup> wird die



Schaffung neuer Projektlabore mit teilinvertierten, studierendenzentrierten und konstruktivistischen Lehrmethoden besonders vorangetrieben [6],[7].

Zurzeit werden seitens des Präsidiums Anreize für die Erprobung und Implementierung neuer und verbesserter Lehr-/Lernangebote geschaffen. Dabei werden einerseits Mittel für Studierenden- und Studienreformprojekte bereitgestellt, aber es gibt auch gesonderte Ausschreibungen wie zum Beispiel Initiativen zu transdisziplinären Forschungs- und Lehrprojekten als „Jahresprojekt“. Hinzu kommen die Mittel aus HSP III, die einen herausragenden didaktischen Mehrwert für die Universitätslehre der TU Berlin geschaffen haben. Hier kann nur ausdrücklich an eine Verstärkung durch das Land Berlin und/oder eine Weiterführung der Förderung durch den Bund appelliert werden. 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<sup>grün</sup>, tu digit, tu tutor<sup>plus</sup>, tu study&buddy, tu projects, tu WIMI<sup>plus</sup>, tu inspire). Im Rahmen der internen Ausschreibungen werden interne Auswahlverfahren gesetzt, in denen sich diese Projekte kompetitiv durchsetzen. So gab es auch im Juni 2016 eine interne Ausschreibung zur Förderung von bis zu 10 neuen Projekten im Rahmen der WIMI<sup>plus</sup>-Projektlinie, innerhalb derer das Projekt SynTUBio in Zusammenarbeit mit Prof. Thomas Friedrich und Prof. Nediljko Budisa bewilligt wurde, das nun von Dr. Franz-Josef Schmitt bis zum 31.12.2020 bearbeitet wird. Im Projekt SynTUBio entsteht ein Satz von Lehrmaterialien für anspruchsvolle wissenschaftliche Schlüsselexperimente („Top Topics“), die das faszinierende Arbeiten einer Forscherin auf dem Gebiet der Synthetischen Biologie abbilden und direkte Bezüge zu veröffentlichten wissenschaftlichen Ergebnissen („Front End Research“) aufzeigen. Ebenso werden zu Forschungsgeräten und Experimenten in den Fachgebieten der Synthetischen Biologie, Organischen Chemie, Biologischen Chemie und Physikalischen Chemie Lehrvideos erzeugt, die die Nutzung in einem Praktikumsversuch mit dem entsprechenden Bezug zur späteren Forschung darstellen. Zur Produktion und Sichtbarmachung dieser weltweit neuen und einzigartigen studienfachlichen Ausrichtung besteht eine Kooperation mit dem „Journal of Visualized Experiments“ (JoVE), das sowohl zitierfähige Forschungsergebnisse als auch grundlegende Lehrmaterialien als Video produziert und publiziert und dadurch ein ständig wachsendes Repositorium hochwertiger Lehrmaterialien schafft, die weltweit für die universitäre Lehre verwendet werden können. Die Antragsteller sehen darin die Chance, erstmals universitäre Lehrinhalte der TU Berlin auf internationalem Niveau in einer sich gerade



rasant entwickelnden Fachdisziplin weltweit verfügbar zu machen und damit einen internationalen Standard für die Lehre zu setzen.

Von besonderer Bedeutung ist dabei der OpenAccess Zugang zu den bestehenden Lehrmaterialien [4].

Des weiteren wurde für den Zeitraum vom 1.4.2017 bis 31.3.2018 das Projekt lab:present als Einrichtung einer transdisziplinären Lehrveranstaltung in einer Ausschreibung des Präsidiums zur Förderung mit Personal- und Sachmitteln für ein Jahr bewilligt. Dieses Projekt lab:present gibt angehenden Wissenschaftlerinnen, Wissenschaftlern und Studierenden die Möglichkeit, die Ergebnisse ihrer Arbeit einem breiten inner- und außeruniversitären Publikum zu präsentieren und (interdisziplinäre) Netzwerke zu knüpfen. Die Ergebnisse der verschiedenen Praktika der TU Berlin (TUB) haben oft auch innovative Qualitäten und können in einem geeigneten Format auch der Wissenschaftskommunikation dienen. Gerade in Projektlaboren können die Ergebnisse sogar ein öffentliches Publikum begeistern. Lab:present wird genau dies möglich machen und bietet den Studierenden eine Lehrveranstaltung, um wissenschaftliche Ergebnisse an die Öffentlichkeit zu kommunizieren. Die Studierenden treten hier in den Austausch mit Nicht-Expertinnen und Nicht-Experten auf Events wie OpenTechSummit, State Festival, Science Hack Day, Citizen Science Workshop, Popup labs, Maker Faires, Physik für Flüchtlinge (DPG), Lange Nacht der Wissenschaften, Science Hack Day oder fast forward science des Stifterverbandes. Das lab:present-Team profitiert hierbei natürlich von dem durch die Förderung des Stifterverbands ermöglichte Vernetzung mit inner- und außeruniversitären Partnerinnen und Partnern.

## 7. 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.“ [4]. Dieser Darstellung von Prof. Thomas Friedrich in seinem Abschlussbericht ist wenig hinzuzufügen und kann an dieser Stelle nur unterstrichen werden. Dr. Franz-Josef Schmitt ist innerhalb der TU Berlin Mitglied der Ziethen-Arbeitsgruppe „Pilotprojekte“ und konnte das Projekt IGT-educationTUB schon oft den Kolleginnen und Kollegen an der TU Berlin vorstellen. Über die Kontakte zur Zentraleinrichtung Wissenschaftliche Weiterbildung und Kooperation (ZEWK) erfolgten ebenfalls zahlreiche Vorträge und Posterbeiträge im Rahmen der Hochschuldidaktischen Ringvorlesung der ZEWK oder im Rahmen des „Tags der Lehre“, der an der TU Berlin regelmäßig stattfindet. Insgesamt hat sich das Fellowship für Herrn Schmitt innerhalb der TU Berlin sehr positiv ausgewirkt, die Reforminitiativen werden durch LSK, SC und Präsidium sehr wohlwollend wahrgenommen.

Das Projekt IGT-educationTUB zeigte Präsenz in Form von Posterpräsentationen 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).

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

Im Rahmen von IGT-educationTUB wurden einige Kooperationen zu Lehrenden initiiert und intensiviert, die sehr positiv von der Projektidee der gezielten Teilinvertierung überzeugt waren. Die bewilligten fachübergreifenden Anträge SynTUBio und lab:present wurden in diesem Zusammenhang bereits erwähnt.

Auf komplette Studiengänge kann die Teilinversion nur angewendet werden, wenn die Dozierenden aller Module bereit sind, die entsprechenden Reformen wirklich durchzuführen. Es ist zu erwarten, dass dies nur funktioniert, wenn sich dieser Prozess aus sich selbst heraus entwickelt. Deshalb sollten Teilinversionen wie hier vorgeschlagen in Zusammenarbeit mit bereitwilligen Lehrenden durchgeführt werden und keinesfalls Top down an Hochschulen oder Universitäten durchgesetzt werden, was aufgrund der grundgesetzlichen Freiheit von Forschung und Lehre sowieso schwierig sein dürfte.

Unterstützung bei der Teilinversion und Kommunikation der Erfolge waren bei uns der Schlüssel zur Beteiligung weiterer Lehrender. Gerade die Beiträge auf dem Tag der Lehre, die Interaktion mit Kolleginnen und Kollegen auch anderer Universitäten auf den internationalen



Konferenzen sowie die Veröffentlichungen der Projektergebnisse haben Steine ins Rollen gebracht, das Lehrkonzept von IGT-educationTUB weiter auszudehnen.

In Zusammenarbeit mit der Verantwortlichen Mitarbeiterin für das OC Praktikum wurden bereits die nötigen Lehrvideos gedreht. Seit dem Wintersemester 2016/17 sind hier die online Vorträge und Lehrvideos nun im Einsatz und haben einerseits den Aufwand für Betreuung der Lehrveranstaltung deutlich reduziert, andererseits aber dazu geführt, dass die Studierenden deutlich besser auf die Praktikumsversuche vorbereitet sind.

Neben der angesprochenen Kooperation mit der organischen Chemie, den neu bewilligten Projekten SynTUBio und lab:present und einer engen Zusammenarbeit mit der Zentraleinrichtung für Wissenschaftliche Weiterbildung und Kooperation (ZEWK) an der TU Berlin ist eine starke Dissemination durch die Labore des Orientierungsstudiengangs MINT<sup>grün</sup> zu erwarten, die bereits großes Interesse an diesem Konzept angemeldet hatten.

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

Die Netzwerke, die durch das Fellowship des Stifterverbands ermöglicht werden sind herausragend. Die Konferenzen des Stifterverbands wurden als exzellent wahrgenommen und haben sowohl den Verlauf des eigenen Projektes als auch die Ideen zu neuen Projektanträgen befördert. Speziell die Lehr-/Lernkonferenzen und das Treffen mit den anderen Fellows haben die gegenseitige Inspiration vorangetrieben. Dies reichte weit über die Fragen der didaktischen Konzeption der eigenen Lehrveranstaltung hinaus und berührte politische, gesellschaftliche und sogar künstlerische (musikalische) Themen in gleicher Weise.

Wie schon Prof. Thomas Friedrich in seinem Bericht dargestellt hat [4] wird durch den Mittelgeber hier ein Umfeld generiert, das die erfolgreiche Umsetzung der zuvor bewilligten Projekte sicherstellt und befördert. Dies entspricht nicht nur dem Gedanken der Qualitätssicherung sondern darüber hinaus der proaktiven Verbesserung bereits ausgewiesener Qualität.

Durch das konkret geförderte Konzept IGT-educationTUB und die Begleitforschung im Projekt wurde die Idee, das eigene Lehrkonzept zum Forschungsprojekt zu erheben geboren und befördert, so dass es bereits gelang, wissenschaftliche Beiträge über das Projekt IGT-educationTUB und das Online Projektlabor Chemie im Alltag zu publizieren [1],[2],[7],[8].



Diese Publikationen hätten ohne die Auflagen zur Begleitforschung und den Austausch auf den Lehr-/Lernkonferenzen gar nicht stattfinden können.

## 10. Kurzzusammenfassung der positiven Projektergebnisse

Die positiven Effekte der Teil Inversion in praktischen Lehrveranstaltungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Die Studierenden können sich schneller und besser und vor allem konkreter auf die einzusetzenden Geräte und die Durchführung des Praktikums vorbereiten. Die Anzahl der Fragen, welcher Studierende an die Dozierenden während des Projekt Versuches gerichtet haben, ist deutlich zurückgegangen. Die Studierenden kennen Gefahrstoffhinweise und den Umgang mit den erforderlichen Chemikalien besser. die Qualität der Protokolle ist angestiegen. Der Aufwand zur Betreuung der Praktiker ist insgesamt gesunken, Freiräume für interaktive und damit betreuungsintensive Lehrelemente wurden geschaffen. So hat sich in den Praktika der physikalischen Chemie der Aufwand zur Produktion der Lehrinhalte bereits nach 4 Semestern amortisiert.

Ähnliche Beobachtungen wurden auch in der Veranstaltung Mikroökonomie gemacht. Hier konnten sich die Studierenden besser auf die Inhalte der Vorlesung vorbereiten und hatten gleichzeitig weniger Fragen zum Stoff. Das hat sich besonders positiv in der Zeit vor der Klausur bemerkbar gemacht, indem die dort angebotenen Sprechstunden nicht, wie es früher der Fall war, überlaufen waren und nur unter großem Stress von den Tutorinnen und Tutoren absolviert werden konnten, sondern vielmehr die Nachfrage in diesen Sprechstunden deutlich zurückgegangen ist.

Deswegen wird mit dem Konzept der teilinvertierten Lehrveranstaltung eine ausschließlich positive Erfahrung kommuniziert. Dies ist jedoch deutlich abzugrenzen vom Angebot kompletter online Veranstaltungen wie massive open online courses (MOOCs), die im Rahmen dieses Projektes nicht durchgeführt wurden. Auch wurden andere Kritikpunkte wie die Gefahr einer Ablenkung im Unterricht durch digitale Tools bis hin zur sogenannten „Digitalen Demenz“ nicht im Rahmen dieser Studie untersucht und mögen in bestimmten Bereichen ihre Berechtigung haben.



In IGT-educationTUB hatten die Lehrverantwortlichen immer die vollständige Kontrolle über die letztendlich entwickelten und öffentlich angebotenen Inhalte. In Zusammenarbeit mit den Studierenden wurden nur die Inhalte verstetigt, die von den Studierenden als Vorteil akzeptiert wurden und als hilfreiche Elemente in Evaluierungen benannt wurden. Ein Nachteil der sich negativ auf die Gestaltung der Lehre ausgewirkt hätte, wurde demnach nicht beobachtet. Es muss jedoch festgestellt werden, dass somit auch Inhalte produziert wurden, die dann nicht den Nutzen entwickelt haben, den sich die Lehrenden zunächst von diesen Inhalten versprochen hatten und deshalb nun nicht im Einsatz sind. Die Teilinvertierung der Lehre hat also sehr hohe Reibungsverluste beim Einsatz der Online-Lehrmaterialien und dies birgt die Gefahr, dass die Dozierenden beim Einsatz und bei der Entwicklung der Online Lehrmaterialien stark belastet werden. Eine negative Auswirkung auf die Qualität der durchgeführten Lehre kann dagegen nicht beobachtet werden.

Ein sehr positives Element der Teilinvertierung der Lehre ist durch die automatische Verstetigung der Projektergebnisse gegeben, da die produzierten Inhalte als Produkt, also wie eine Veröffentlichung, öffentlich zur Verfügung stehen.

Die Lehre und die Arbeiten der Studierenden werden dadurch an die Öffentlichkeit kommuniziert und die Veranstaltung somit zu mindest teilweise auch für Teilnehmende außerhalb der Universität geöffnet. Dies stellt wiederum Lobbyarbeit für die Universität dar.

Dies ist besonders dann der Fall, wenn es sich trotz der "Teil"- Invertierung um eigenständige Lehrelemente handelt (zum Beispiel Darstellungen der Durchführung von Praktikumsversuchen, die auch als Ergebnis eines solchen Versuchs eigenständig im Internet als Video dargestellt werden können).

## Referenzen

[1] F.-J. Schmitt, T. Schönemann, F. Kruse, F. Egbers, S. Delitzscher, J. Weissenborn, A. Aljanazrah, T. Friedrich, Targeted Inversion of the Tutorials in "Mathematics for Chemists", A Case Study, *Association for the Advancement of Computing in Education (AACE)*, 2015/4, 191-200 (2015)

[2] F.-J. Schmitt, F. Kruse, F. Egbers, S. Delitzscher, T. Schönemann, B. Theis, S. Wilkening, M. Moldenhauer, R. Wiehe, M. Willoweit, C. Keuer, A. Aljanazrah, T. Friedrich, Effectiveness

of Using Interactive Targeted Inverted (IGT)–Education on Students’ Learning at the Technische Universität Berlin, *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, 2146-2153 (2017)

[3] [Website der TU Berlin zum Online Projektlabor Chemie](#)

[4] [Thomas Friedrich, Bericht zum Online Projektlabor Chemie](#)

[5] [Übersicht der von den Studierenden im Online Projektlabor Chemie erstellten Blogs](#)

[6] F.-J. Schmitt, C. Schröder, Z.Y. Campbell, M. Moldenhauer, T. Friedrich, Student Centred Teaching in Laboratories Supported by Online Components in the Orientation Program MINT<sup>gruen</sup>, *Proceedings of the 19<sup>th</sup>. Annual International Conference on Education*, 15-18 May 2017, Athens, Greece, in press.

[7] F.-J. Schmitt, C. Schröder, Z.Y. Campbell, S. Wilkening, M. Moldenhauer, T. Friedrich, Self-dependent students in transdisciplinary projects tend to higher interest in sustainability research, *Education Excellence for Sustainable Development*, Annual Conference 2017, 18-21 September 2017, Organised by the ISEP (Porto), Azores Islands, accepted for publication”.

[8] [Franz-Josef Schmitt, Antrag zum Projekt IGT-educationTUB](#)

[9] [Videos der Physikalischen Chemie I](#)

[10] [Videos der Physikalischen Chemie II](#)

[11] [Videos der Organischen Chemie I](#)

[12] [Lehrvideos der Mikroökonomie](#)

[13] [Videokanal eduZEN Praktika](#)

[14] [Website der TU Berlin zu eduZEN Praktika](#)

Anlage 1 – Umfrage unter den Lehrend im Fachbereich Chemie der TU Berlin zur Nutzung der neuen Medien in der Lehre:

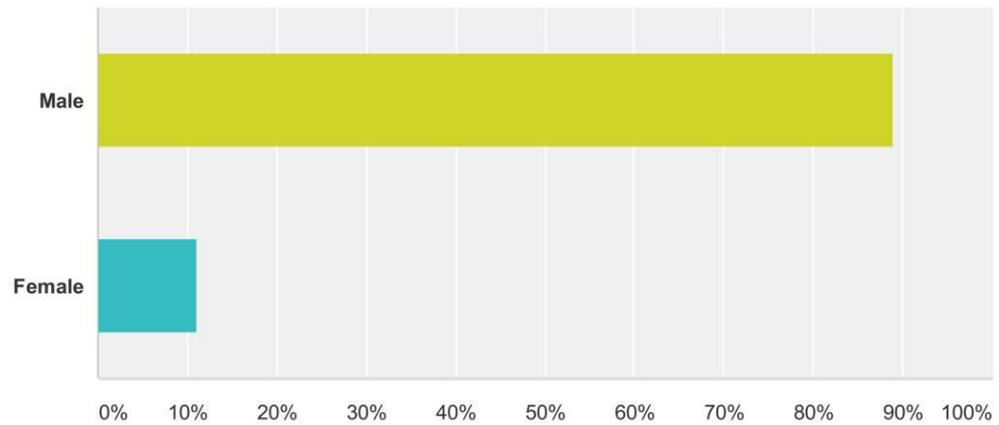
Q1

Customize

Export

### What is your gender?

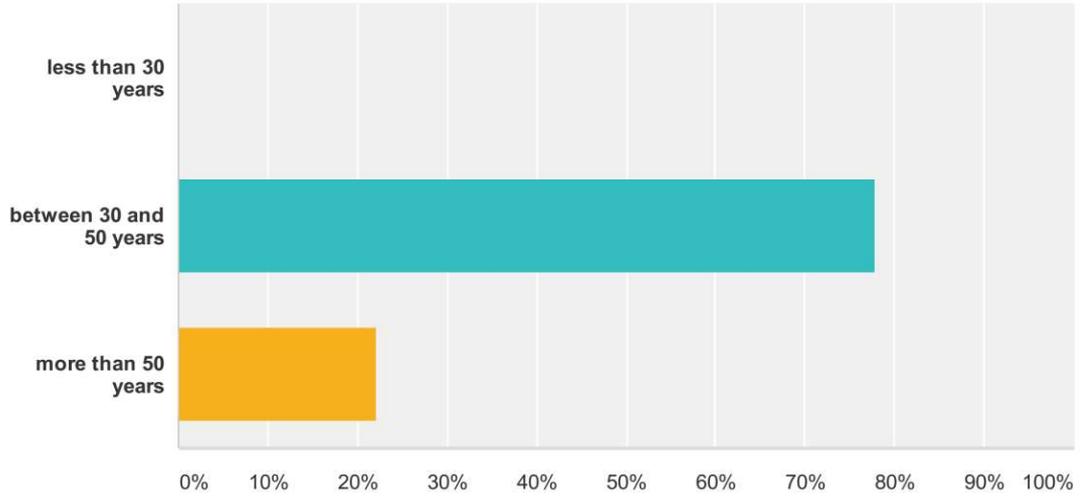
Answered: 9 Skipped: 0



Answer Choices	Responses
▼ Male	88.89% 8
▼ Female	11.11% 1
Total	9

### What is your age?

Answered: 9 Skipped: 0



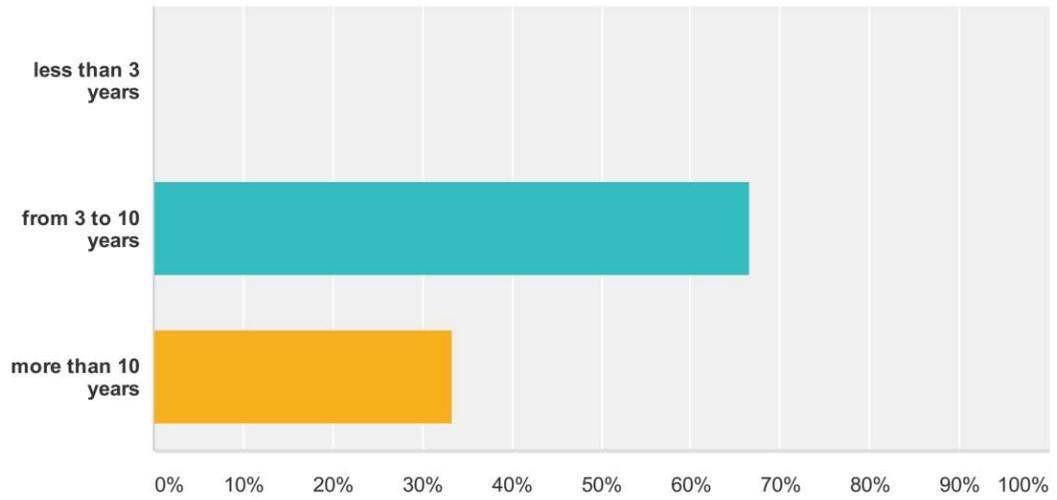
Answer Choices	Responses
less than 30 years	0.00% 0
between 30 and 50 years	77.78% 7
more than 50 years	22.22% 2
Total	9

Q3

Customize Export

### How many years have you taught chemistry at the university level?

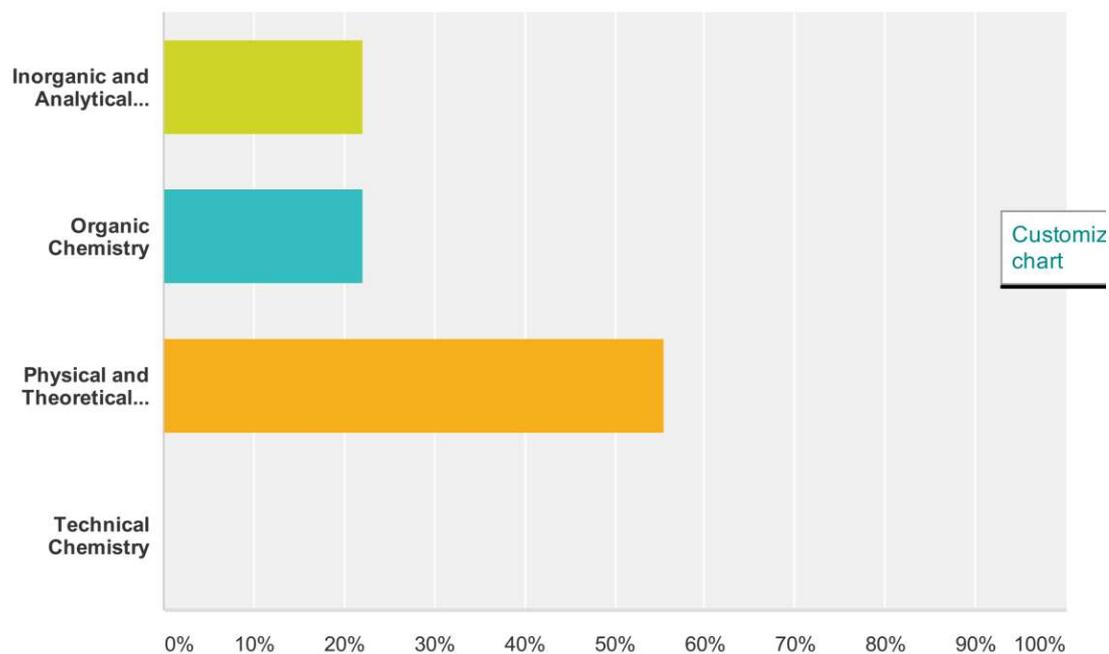
Answered: 9 Skipped: 0



Answer Choices	Responses
less than 3 years	0.00% 0
from 3 to 10 years	66.67% 6
more than 10 years	33.33% 3
Total	9

## What is your main field of specialization?

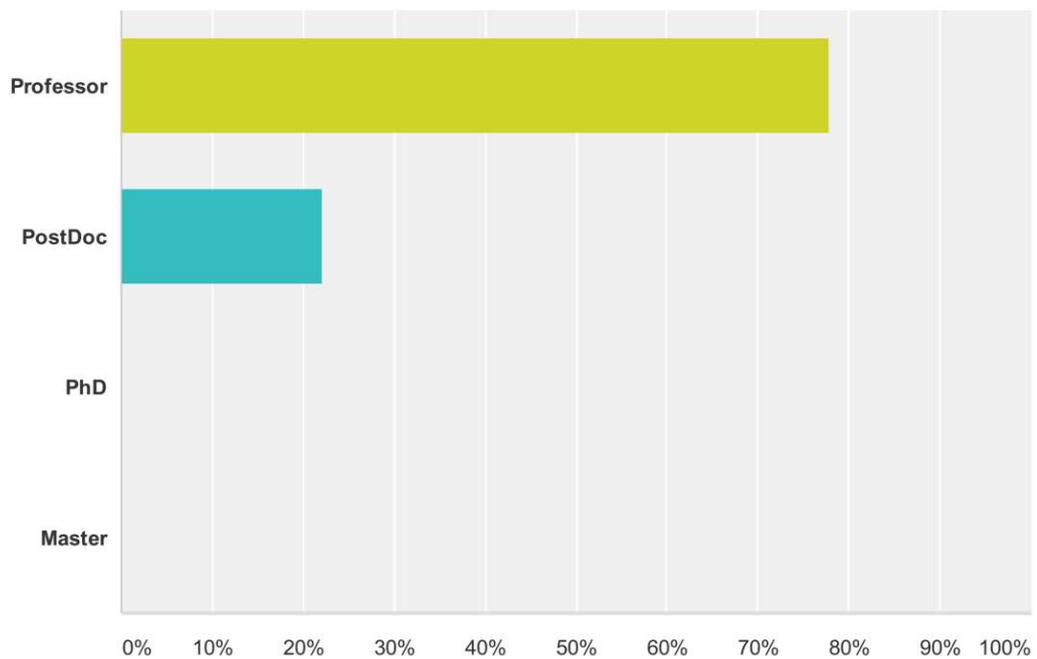
Answered: 9 Skipped: 0



Answer Choices	Responses
▼ Inorganic and Analytical Chemistry	22.22% 2
▼ Organic Chemistry	22.22% 2
▼ Physical and Theoretical Chemistry	55.56% 5
▼ Technical Chemistry	0.00% 0
Total	9

## What is your faculty rank/ position?

Answered: 9 Skipped: 0



Answer Choices	Responses
▼ Professor	77.78% 7
▼ PostDoc	22.22% 2
▼ PhD	0.00% 0
▼ Master	0.00% 0
Total	9

Q7

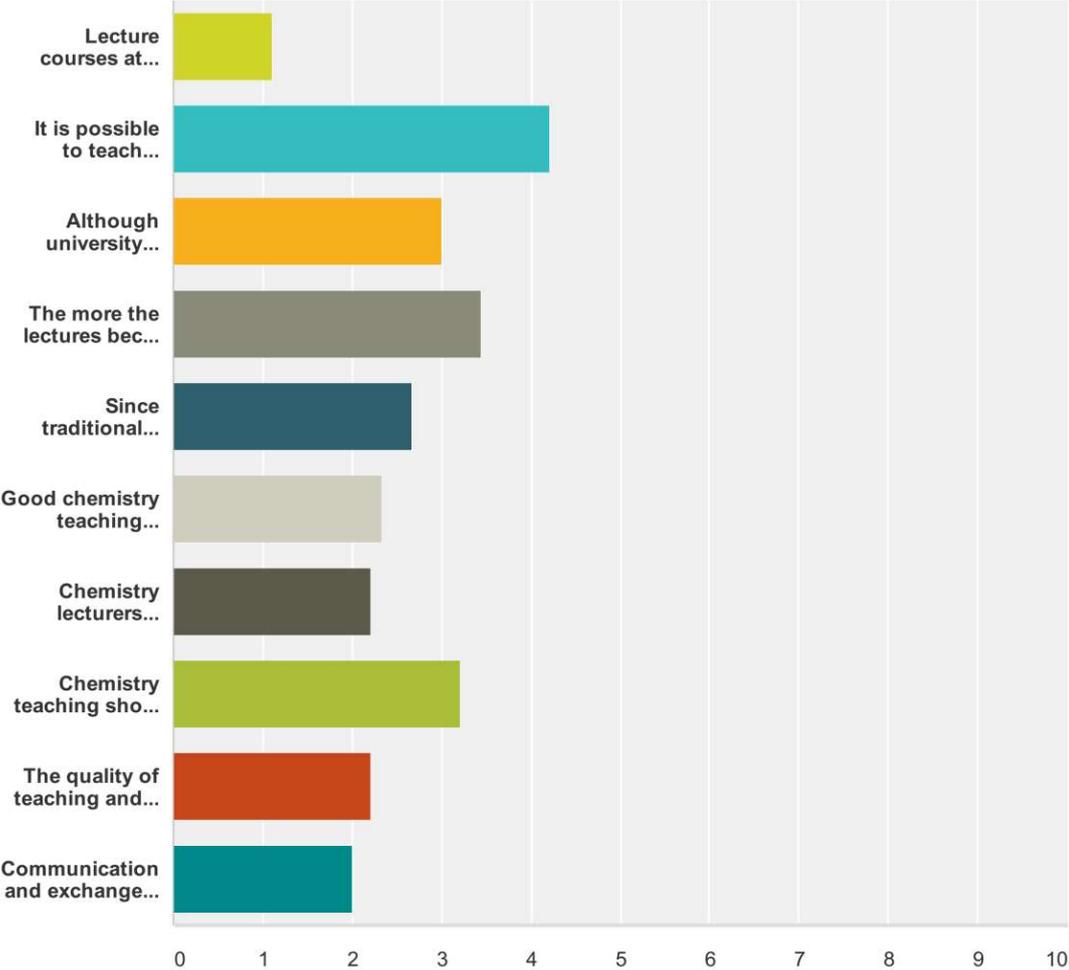
Customize

Export

Please rate the following ideas on teaching and learning chemistry in higher education on a 1 to 5 scale, 1 is "strongly agree" and 5

is "strongly disagree".

Answered: 9 Skipped: 0

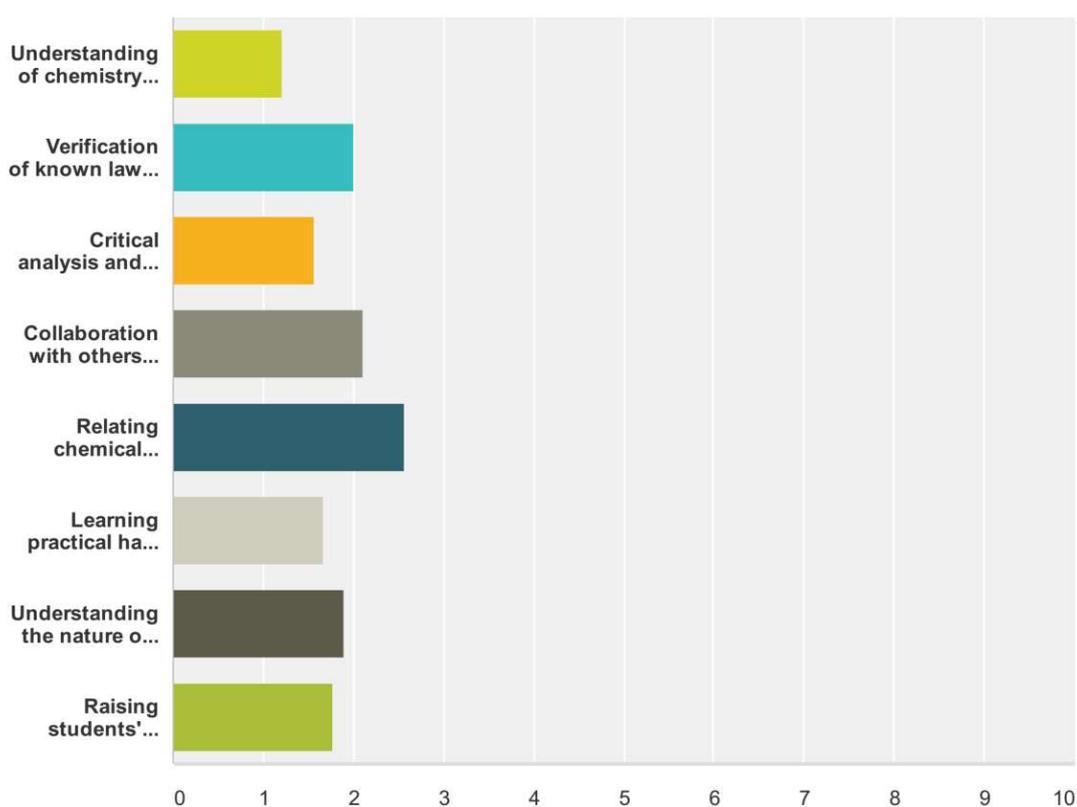


	strongly agree	agree	neutral	disagree	strongly disagree	Total	Weighted Average
<p>▼ Lecture courses at universities aim at transmitting chemistry knowledge from lecturers to students.</p>	88.89% 8	11.11% 1	0.00% 0	0.00% 0	0.00% 0	9	1.11
<p>▼ It is possible to teach chemistry and teach it well without having the students learn.</p>	0.00% 0	0.00% 0	11.11% 1	55.56% 5	33.33% 3	9	4.22
<p>▼ Although university chemistry teaching has improved significantly over the past twenty years, students' learning did not improve over this period as well.</p>	0.00% 0	12.50% 1	75.00% 6	12.50% 1	0.00% 0	8	3.00
<p>▼ The more the lectures become easy and comfortable to the students, the better they learn chemistry.</p>	0.00% 0	11.11% 1	33.33% 3	55.56% 5	0.00% 0	9	3.44
<p>▼ Since traditional lectures worked for us as we were chemistry students, they can be used also to teach future chemists.</p>	0.00% 0	66.67% 6	0.00% 0	33.33% 3	0.00% 0	9	2.67
<p>▼ Good chemistry teaching requires lecturers to understand how students learn.</p>	0.00% 0	77.78% 7	11.11% 1	11.11% 1	0.00% 0	9	2.33
<p>▼ Chemistry lecturers should be chosen not only based on their subject specific knowledge but also their</p>	11.11% 1	66.67% 6	11.11% 1	11.11% 1	0.00% 0	9	2.22

teaching skills.								
▼	Chemistry teaching should be based on chemical content to be delivered to students according to the course plan and not on what the students already know or can.	0.00% 0	11.11% 1	55.56% 5	33.33% 3	0.00% 0	9	3.22
▼	The quality of teaching and learning chemistry can be improved by providing chemistry lecturers with adequate training on pedagogy (teaching methods)	22.22% 2	55.56% 5	0.00% 0	22.22% 2	0.00% 0	9	2.22
▼	Communication and exchange of educational experiences among faculty members is important for improving university chemistry education.	22.22% 2	55.56% 5	22.22% 2	0.00% 0	0.00% 0	9	2.00

**"Chemistry is an experimental science and practical work is an essential component of the study of chemistry". The following are objectives of laboratory work/ course in chemistry education. Please rate the importance of each objective on a 1 to 5 scale, 1 is "very important" and 5 is "not important at all".**

Answered: 9 Skipped: 0



	very important	important	neutral	not important	not important at all	Total	Weighted Average
Understanding of chemistry concepts	77.78% 7	22.22% 2	0.00% 0	0.00% 0	0.00% 0	9	1.22
Verification of known laws and relationships	22.22% 2	66.67% 6	0.00% 0	11.11% 1	0.00% 0	9	2.00

presented in the lecture							
▼ Critical analysis and problem solving skills	44.44% 4	55.56% 5	0.00% 0	0.00% 0	0.00% 0	9	1.5
▼ Collaboration with others (teamwork)	11.11% 1	66.67% 6	22.22% 2	0.00% 0	0.00% 0	9	2.1
▼ Relating chemical experience to the real world	0.00% 0	55.56% 5	33.33% 3	11.11% 1	0.00% 0	9	2.5
▼ Learning practical hand skills (lab techniques)	33.33% 3	66.67% 6	0.00% 0	0.00% 0	0.00% 0	9	1.6
▼ Understanding the nature of science	44.44% 4	22.22% 2	33.33% 3	0.00% 0	0.00% 0	9	1.8
▼ Raising students' interest and motivation toward chemistry	44.44% 4	33.33% 3	22.22% 2	0.00% 0	0.00% 0	9	1.7