

Physikalische Chemie visuell und interaktiv

Projektverantwortliche / Projektverantwortlicher Dr. Ilya Pobelov, Prof. Matthias Arenz

Institut Departement für Chemie und Biochemie

Projektlaufzeit HS17/FS18

Abstract

Das traditionelle Lehrscenario für die Einführung der Studenten in die Physikalische Chemie ist stark auf mathematische Grundlagen und quantitative Rechnungen fokussiert. Ziel ist es, die entsprechenden Naturgesetze und Physikalisch-Chemischen Grundlagen für die Studierenden in formaler Struktur zu erläutern und verständlich zu machen. Dies erfordert gute mathematische Kenntnisse und ist nicht für alle Studierenden gleichermaßen verständlich.

Das neue Lehrkonzept sieht den Unterricht auf zwei Niveaus vor:

- 1) ein qualitatives Verständnis und eine bildliche Vorstellung des Lehrstoffes;
- 2) die formale, mathematische Beschreibung des Lehrstoffes und quantitative Rechnungen.

Das Lehrkonzept soll den Studierenden helfen, ein gutes Verständnis der betrachteten Naturgesetze zu entwickeln, bevor sie die formale mathematische Beschreibung erlernen. Somit wird den Studierenden die Möglichkeit gegeben, in der Lehrveranstaltung ein fundiertes, qualitatives Verständnis zu erwerben, und gleichzeitig kann das generelle Niveau hochgehalten werden. Dafür werden folgende innovative, IT-basierte Lehrinstrumente eingesetzt:

1) **Interaktive und animierte Modelle.** Statische Skizzen und Abbildungen, die betrachtete Zusammenhänge illustrieren, werden durch dynamische Modelle ergänzt, die das Verhalten von komplexen Systemen sichtbar machen. Interaktive Modelle zeigen, wie sich z.B. der Verlauf einer Kurve, die einer Gleichung entspricht, bei der Variation einzelner Parameter ändert. Animierte Modelle zeigen, wie sich z.B. eine Messgrösse in Abhängigkeit verschiedener Parameter (z. B. Zeit, Temperatur, Reaktionsfortschritt) ändert.

2) **Rechnen-Tools.** Von den Dozenten vorprogrammierte Rechner, welche gemäss einer bestimmten Gleichung einen Wert aus gegebenen Parametern ausrechnen, werden zur Kontrolle der eigenen Berechnungen für Studierende bereitgestellt.

Zusätzlich werden gewisse Themen, die während einer einzelnen Vorlesung schwer nachvollziehbar sind (z. B. mathematische Herleitungen), als zusätzliche Module konzipiert. LiveVoting zu Beginn der Vorlesungen soll ein schnelles Feedback über die Verständlichkeit der letzten Lehrveranstaltungen geben. Das wöchentliche Quiz zu aktuellen (Lehr-) Themen, die sich auf qualitative Fragen und einfache „Rechnungen ohne Rechner“ konzentrieren, werden zur Selbstkontrolle der Studenten und für die Prüfungsvorbereitung angeboten.

Fazit

In Rahmen des FIL-Projekts „Physikalische Chemie visuell und interaktiv“, das im Departement für Chemie und Biochemie der Universität Bern in HS2017 und FS2018 durchgeführt wurde, haben wir eine Reihe von innovativen, visuellen und interaktiven Lehrinstrumenten zur Unterstützung der Lehre in Physikalische Chemie entwickelt. Die Lehrveranstaltungen Physikalische Chemie I (Thermodynamik) und II (Kinetik) werden vom Departement für Chemie und Biochemie jeweils im Herbst- und Frühlingsemester angeboten und zeichnen sich durch eine grossere und inhomogene Zuhörerschaft aus. In der Physikalischen Chemie werden Naturgesetze mit Hilfe eines fortgeschrittenen mathematischen Instrumentariums ausgedrückt, somit ist das traditionellen Lehrszenario stark mathematisiert und unterscheidet sich stark z.B. von den Zweigen Anorganische und Organische Chemie. Da die mathematischen Vorkenntnisse der Studierenden in unseren Lehrveranstaltungen sehr stark variieren, sind sie für viele Studierende schwer bzw. sehr schwer verständlich und somit auch weniger interessant. Dies spiegelt sich auch in den erreichten Noten und den Evaluationsergebnissen wieder. Unser neues Lehrkonzept sieht den Unterricht auf zwei Niveaus vor: 1) es soll ein qualitatives Verständnis und eine bildliche Vorstellung des Lehrstoffes entwickelt werden; 2) die formal mathematische Beschreibung des Lehrstoffes und die Fähigkeit zu quantitativen Rechnungen soll entwickelt werden. Das Lehrkonzept soll den Studierenden helfen, ein gutes Verständnis der betrachteten Naturgesetze zu entwickeln, bevor sie die formale mathematische Beschreibung erlernen. Somit wird Studierenden mit mathematischen Defiziten die Möglichkeit gegeben, in der Lehrveranstaltung ein fundiertes, qualitatives Verständnis zu erwerben. Gleichzeitig kann das Niveau für die fortgeschrittenen Studierenden hochgehalten werden.

Mit der Bereitstellung der visuellen und interaktiven Lehrinstrumenten, die Naturgesetze in einer visuellen statt in einer mathematischen Form vorstellen, wollten wir die Verständlichkeit und Attraktivität des Lehrstoffes für die Studierenden verbessern. Zudem haben wir zur Kontrolle und Steuerung des Lernfortschritts den Studierenden wöchentlich Tests angeboten, deren Ergebnisse wöchentlich ausgewertet wurden. Alle entwickelten digitalen Lehrinstrumente sind für die Studierenden auf der Lernplattform der Universität Bern ILIAS zur Verfügung gestellt und grundsätzlich 24/7, natürlich auch für die Prüfungsvorbereitung, zugänglich. Als Hauptinstrument der visuellen Hilfsmittel haben sich Interaktive Plots, die im Kurs betrachtete Naturgesetze illustrieren und durch die Anpassung der Parameter abgeändert werden können, durchgesetzt. Solche Plots wurden mit dem „Online Graphing Calculator“ der Firma Desmos (<https://www.desmos.com/>) programmiert, sie erlauben Studierenden den Einfluss einzelner physikalischen Werte auf ein Prozess/Zustand/usw. aufwandlos zu untersuchen. Zur Kontrolle eigener quantitativen Rechnungen haben wir Studierenden Rechnen-Tools zur Verfügung gestellt. Solche Rechner sind mit JavaScript programmierte Webseiten, auf denen man gemäss einer bestimmten Gleichung einen Wert aus gegebenen Parametern ausrechnen kann. Die wöchentlichen Tests, mit ILIAS implementiert, haben sich ebenfalls als ein wichtiges Lehrinstrument ausgewiesen. Im Sinne des Lehrkonzepts wurden sie mit viel Graphik und qualitativen Fragen ausgestattet. Zusätzlich zu den wöchentlichen Tests, wurden alle Testfragen in thematische Tests mit einer unbeschränkten Durchführung gruppiert. Diese Tests wurden von den Studierenden intensiv zur Prüfungsvorbereitung verwendet.

Im Vergleich mit dem Vorjahr, haben sich in den Projekt-Semestern die Noten der Studierenden deutlich verbessert. Ergebnisse der Studentenumfragen zeigen, dass die Studierenden den Lehrstoff als weniger schwierig und verständlicher als im Vorjahr empfanden. Die Studierenden fanden auch, dass sie mehr im Kurs gelernt haben. Diese Ergebnisse bewerten wir als direkte Folgen des FIL-Projekts. Zusätzlich zeigt die Nutzungsstatistik der entwickelten Lehrinstrumente, dass sie intensiv von den Studierenden benutzt werden. Da diese Lehrinstrumente auch in Zukunft in PCI/PCII Kursen eingesetzt werden, weist Bereitschaft der Studierenden sie zu nutzen, auf eine nachhaltige Nützlichkeit des Projekts hin.