

Die „Insel der Phasen“

Umsetzung eines Game-Based-Learning-Szenarios in der Physikalischen Chemie zur Steigerung der Motivation der Studierenden

Zusammenfassung

Die Studierenden dahingehend zu motivieren, sich außerhalb des Präsenzunterrichts Studieninhalte durch Selbstlernen anzueignen, ist eine der wesentlichen Herausforderungen in der akademischen Ausbildung. Am Fachbereich Chemie & Biologie der Hochschule Fresenius wurde daher ab Sommersemester 2013 die Vorlesung „Physikalische Chemie 1“ auf ein „*Inverted Classroom*“-Szenario umgestellt. Das studentische Feedback hierzu ergab allerdings weiteren Verbesserungsbedarf hinsichtlich der angestrebten Motivationssteigerung der Studierenden. Daher wurde das „*Inverted Classroom*“-Szenario im Folgesemester durch ein *Game-Based-Learning*-Konzept abgelöst, bei dem ein interaktives und grafisch aufbereitetes Adventure-Spiel die Studierenden virtuell durch den Vorlesungsstoff der Physikalischen Chemie führt. Um die abstrakte und sehr trockene Thematik interessanter zu gestalten, wurden die Inhalte der Vorlesung in einzelne Lerneinheiten gepackt und in eine ansprechende dreidimensionale grafische Oberfläche – die „Insel der Phasen“ – eingebettet. Zusätzlich dazu sorgt eine Rahmengeschichte für eine stimmige Atmosphäre. Die Studierenden erkunden in kleinen Gruppen die Insel, entdecken nach und nach deren „Geheimnisse“ und werden auf diese Weise stärker zum eigenständigen Lernen der Physikalischen Chemie motiviert.

1 Ausgangslage und Problemstellung

Eine der wesentlichen Herausforderungen im Hochschulstudium ist die Motivation der Studierenden zum Selbstlernen außerhalb der Vorlesung. Verschiedene Studien zeigen, dass der akkreditierte Soll-Workload in vielen technischen Studiengängen meist nicht ausgeschöpft wird (Schulmeister, 2011, Krueger-Basener, 2011). Dabei wurde weiterhin festgestellt, dass der gefühlte Zeitaufwand für die Studierenden größer war als der tatsächlich gemessene. Diese Untersuchungen werden durch eigene Beobachtungen und durch Gespräche mit Studierenden der Studiengänge „Angewandte Chemie (B. Sc.)“ und „Wirtschaftschemie (B. Sc.)“ der Hochschule Fresenius gestützt.

Die Aktivierung dieser Reserven und die Motivation der Studierenden zu einer kontinuierlicheren Beschäftigung mit dem Vorlesungsstoff außerhalb der Vorlesung sehen wir daher als wesentliche Herausforderung in der Hochschullehre. Eine weitere Herausforderung stellt die Tatsache dar, dass die Hochschulen zunehmend mit einer Generation von Studienanfängern konfrontiert werden, die stark durch digitale Kommunikationstechnologien, intensive Nutzung insbesondere visueller und interaktiver Medien und durch die Beschäftigung mit digitalen Spielen geprägt ist (JIM 2012, 2012). Es ist davon auszugehen, dass dies auch einen nachhaltigen Einfluss auf die Art des Lernens dieser Generation und deren Motivation hierzu hat, und daher besteht auch an ein Studium eine mediale Erwartungshaltung, die die klassische Lehre alleine nicht bedienen kann (Prensky, 2005–2006).

Als Reaktion auf diese Entwicklung will der Fachbereich Chemie & Biologie der Hochschule Fresenius in Idstein zunehmend Lernszenarien schaffen, mit denen sich die Studierenden stärker identifizieren können und die sie besser motivieren. Hierfür setzten wir ab Sommersemester 2013 im Fach „Physikalische Chemie“ zunächst auf ein sogenanntes „*Flipped*“- bzw. „*Inverted Classroom*“-Szenario. Die theoretischen Lerninhalte der Vorlesung „Physikalische Chemie 1“, die zuvor während der Präsenzzeit vermittelt wurden, wurden nun vorab in Form mehrminütiger Video-Sequenzen aufgezeichnet und online angeboten, damit die Studierenden sich gezielt auf die Vorlesung vorbereiten konnten und die hierdurch für die Präsenzphase gewonnene Zeit für einen interaktiven Dialog genutzt werden konnte (Zenker, Gros & Daubenfeld, 2013).

Die Evaluation des von uns etablierten Konzeptes zeigte einerseits, dass die Studierenden ihr eigenes Lerntempo besser steuern und unterschiedliche Lerntypen (auditiv, visuell, etc.) wesentlich besser und differenzierter angesprochen werden konnten als dies in der klassischen Präsenzlehre der Fall ist. Allerdings offenbarte die Evaluation auch einige Schwächen des Konzeptes, denn es verlangt von allen Beteiligten eine deutlich höhere Konzentration und Disziplin: der Dozent kann nicht mehr „vorhersagen“, welche konkreten Probleme in einer Vorlesung nachgefragt werden. Auch die Studierenden müssen sich nun konsequenter und zielgerichteter als in klassischen Lehr-Lern-Szenarien vorbereiten, um der Diskussion in der Vorlesung folgen zu können. In dieser müssen sie dann mit „weniger Struktur“ leben, da der Lernstoff nicht mehr in einer eindeutig vorstrukturierten Weise erarbeitet wird, sondern sie diesen im Nachgang an eine Lehrveranstaltung eigenständig in den Gesamtkontext des Faches einordnen müssen. Die Motivation der Studierenden zur Vorbereitung erwies sich dabei als die wesentliche Herausforderung: Viele Studierende berichteten von Problemen, sich dazu zu motivieren, die Video-Podcasts zu den theoretischen Inhalten anzuschauen und Tests dazu durchzuführen. Die selbständige Erarbeitung der Lerninhalte durch eine wissenschaftlich-explorative Herangehensweise wurde offenbar noch nicht ausreichend als Wert

seitens der Studierenden wahrgenommen. Auch die Bonuspunkte durch Tests erzielten diesbezüglich noch nicht die erwünschte Wirkung. Die Steigerung der Motivation der Studierenden zum Selbstlernen wurde daher im Folgesemester durch Umstellung auf ein spielbasiertes Konzept spezifisch adressiert.

2 Steigerung der Motivation der Studierenden durch *Game-Based Learning* und *Gamification*

Die Methode des „spielbasierten Lernens“ (*Game-Based Learning*) wird als eine weitere Möglichkeit angesehen, Studierende während des laufenden Semesters zu einer intensiveren und kontinuierlicheren Beschäftigung mit dem Studienfach zu motivieren. Oft wird dieser Begriff um den Zusatz „*Digital*“ ergänzt, um hervorzuheben, dass dabei computerbasierte digitale Spiele im Vordergrund stehen (Prensky, 2007; DeLeeuw, 2011; Knautz, Soubusta & Orszulok, 2013). Die Mechaniken und Dynamiken und das hierdurch bedingte Lern- und Motivationspotenzial von Spielen wird dabei gezielt genutzt, um Lerninhalte zu vermitteln. Dabei steht aber aus Sicht des/der Spielenden nicht das Lernen, sondern das Spiel im Vordergrund, was zur Motivationssteigerung führen soll. Zu den dabei eingesetzten Instrumenten gehören beispielsweise das Sammeln von Punkten im Spiel, die als Bonuspunkte für die Abschlussprüfung gewertet werden können, oder auch ein „Levelaufstieg“ im fortschreitenden Spielverlauf, der den schrittweisen Zugang zu immer komplexeren Lerneinheiten im Verlauf des Semesters ermöglicht.

Ein weiterer spielorientierter Ansatz, der insbesondere in den letzten Jahren durch die zunehmende Verbreitung von internetfähigen Mobilgeräten (Smartphones und Tablet-PCs) an Bedeutung gewinnt, ist das sog. „*Gamification*“. Hierunter versteht man die Verwendung von Spielelementen in einem nicht spielbasierten Kontext, d.h. nicht die Umsetzung eines Spiels steht hierbei im Vordergrund, sondern vielmehr die Ergänzung unterschiedlicher Applikationen mit spielerischen Elementen, um die Nutzer zu motivieren (Deterding et al., 2011, Groh, 2012).

Im anglo-amerikanischen Raum wurden bereits mehrfach spielbasierte Konzepte im naturwissenschaftlichen Bereich erfolgreich eingesetzt (Antunes, Pacheco & Giovanela, 2012; Stringfield & Kramer, 2014). In Deutschland liegen bislang noch wenige Erfahrungen mit spielbasierten Szenarien im akademischen Bereich vor: Bislang haben unter anderem die RWTH Aachen („Die Rettung der Zink & Co.“ (Liau, 2012)) und die Universität Düsseldorf („Die Legende von Zyren“¹, (Knautz et al., 2013; Fehrenbach, 2014)) erfolgreich mit spielbasierten Konzepten experimentiert.

1 <http://www.legende-von-zyren.de>

3 Umsetzung eines *Game-based-Learning*-Konzepts in der Physikalischen Chemie und dessen Elemente

An der Hochschule Fresenius wurde die Vorlesung „Physikalische Chemie 2“ erstmalig im Wintersemester 2013/14 in Form eines *Game-Based-Learning*-Szenarios durchgeführt. Die Lerninhalte wurden hierfür in einzelne thematisch voneinander abgegrenzte Lerneinheiten zusammengefasst und in eine dreidimensionale grafische Oberfläche eingebettet. Jede Lerneinheit stellt dabei einen einzelnen Ort innerhalb dieser Landschaft dar, und mehrere Lerneinheiten sind in übergeordnete Kapitel strukturiert, die durch einen durchgängigen (Lern-)Pfad innerhalb der Landschaft miteinander verbunden sind (siehe Abb. 1).

Die Studenten nehmen auf freiwilliger Basis vorlesungsbegleitend in Gruppen an diesem Online-Spiel teil, in dem sie entlang des Lernpfades die virtuelle Landschaft durchschreiten und an mehreren Stationen Aufgaben lösen. Medien wie Video-Podcasts und Präsentationen sorgen in Verbindung mit regelmäßigen Leistungskontrollen für den Lernerfolg. An bestimmten Kontrollpunkten, die in Abb. 1 in Form roter Rauten dargestellt sind, war ein Weiterkommen nur nach Eingabe eines Passworts möglich. Dieses erhielt die Gruppe nach einem erfolgreich bestandenen Kurzkolloquium beim Dozenten. Auf diese Weise wurde sichergestellt, dass die Leistungskontrolle unter realen Prüfungsbedingungen ablief.

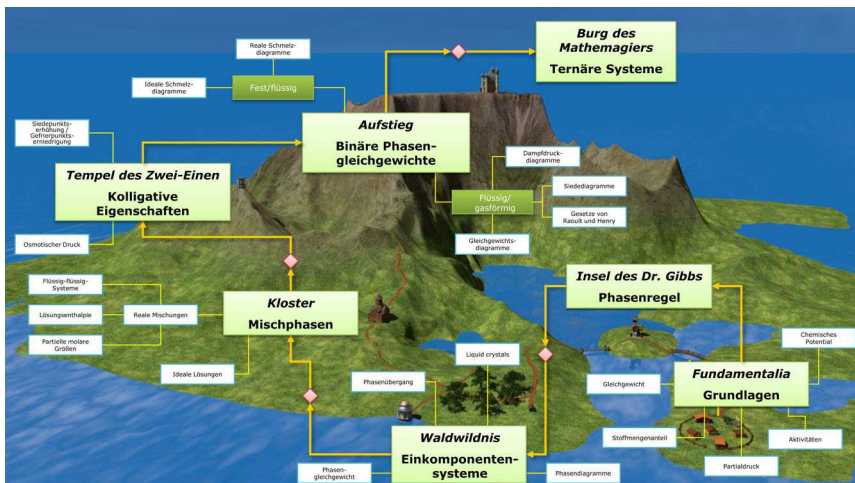


Abb. 1: Darstellung der „Insel der Phasen“ mit dem Haupt-Lernpfad (dicke gelbe Linie) und den einzelnen Orten (grüne und weiße Boxen). Jede weiße Box stellt dabei eine einzelne Lerneinheit dar. Die roten Rauten repräsentieren Kontrollpunkte, an denen zum Weiterkommen ein Passwort eingegeben werden muss.

Das Konzept setzt sich aus fünf Elementen zusammen, die im Folgenden näher beschrieben werden.

Gruppenbasiertes Lernen

Ein wesentlicher Bestandteil des Lernkonzeptes sind leistungsmäßig heterogene Gruppen. In jeder Gruppe arbeiten leistungsstarke und -schwächere Studierende gemeinsam zusammen, die Zuteilung erfolgt basierend auf den im bisherigen Studienverlauf erzielten Noten. Die Idee hierbei ist, dass die Studierenden sich gegenseitig beim Lernen unterstützen – und die starken Studierenden die weniger starken „mitziehen“.

Ansprechende Oberfläche in Form einer 3D-Landschaft

Die einzelnen Lerninhalte der Vorlesung „Physikalische Chemie 2“, die in Form vertonter Screencasts (Video-Podcast) vorliegen, werden zusammen mit dem Skript zur Vorlesung, weiterführenden Literaturangaben und Weblinks zu einer einzelnen Lerneinheit zusammengefasst. Jedem Video-Podcast ist zudem jeweils ein Online-Test zur Selbstüberprüfung zugeordnet, mit dem die Studierenden ihren individuellen Lernerfolg kontrollieren können. Die einzelnen Lerneinheiten werden so inhaltlich aufeinander aufbauend angeordnet, dass sich ein „Lernpfad“ für die Studierenden ergibt. Zur Visualisierung dieses Lernpfades werden die einzelnen Lerneinheiten in eine dreidimensionale Landschaft eingebettet, welche durch zusätzliche grafische Elemente (z.B. Häuser, Bäume) ausgestaltet ist. Zusätzlich sorgt eine Rahmengeschichte, die zu jedem Ort (Lerneinheit) eine passende Beschreibung liefert, für eine zusätzliche Motivation (siehe Abb. 2).

Eine derartige Benutzeroberfläche soll als zusätzliches motivierendes Element für die Studierenden dienen, da sie näher an der medialen Erfahrungswelt der jüngeren Generation liegt als traditionelle Lehrformen.

Erwerb von Bonuspunkten als Anreiz für die Teilnahme am Lernspiel

Ein wichtiger Anreiz zur Teilnahme am „Lernspiel“ ist der Erwerb von Bonuspunkten, die auf die Klausur am Ende des Semesters angerechnet werden. Diese werden durch das Bestehen von Kolloquien erworben. Die Anzahl der möglichen Punkte steigt im Laufe des Spiels schrittweise an. Damit wird dem zunehmenden Schwierigkeitsgrad der Kolloquien Rechnung getragen. Gleichzeitig ändert sich auch die Prüfungsform: Während zu Beginn eine mündliche Prüfung angewendet wird (vergleichsweise einfach), werden später schriftliche Prüfungen (stellvertretend für den in der Abschlussklausur verwendeten Prüfungsmodus) und ein „Duell“ (Wettrechnen) in Echtzeit gegen den Dozenten (diese Prüfungsform trainiert den sicheren Einsatz des Taschenrechners in Stresssituationen, vergleichbar der Situation in der Klausur) eingesetzt.

Der Tempel auf dem Gipfel Aktionen ▾

Inhalt **Info**


Die letzten Schritte auf dem kleinen Gipfel kriecht ihr eher hoch, als dass ihr wirklich geht. Die Luft ist hier so dünn, dass jeder Atemzug wie Feuer in eurer Lunge zu nimmern scheint. Und dasjenige Gestirn unter euch scheint euch bei jedem eurer Schritte höhnisch anzugrinsen und sich an eurer Pein zu ergötzen. Aber dennoch stagt ihr mutig weiter...





Dabei müsst ihr immer wieder aufpassen, dass ihr nicht von dem schmalen Feinsgrat abrutscht und in die Tiefe abstürzt. Ihr müchtet euch lieber nicht auszuatmen, was von euch übrig bleiben würde, wenn ihr aus dieser Höhe herunterfallt. Vorsichtig geht ihr also Acht darauf, dass euch kein Feuer unterläuft. Der kleinste Fehltritt in diesen Höhenlagen könnte zu eurem letzten Trill werden...

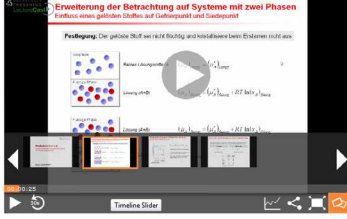
Schließlich schafft ihr es aber sicher, den Tempel zu erreichen. Magisch tritt er auf dem äußersten Ausläufer eines schmalen Felsgrates weit überhalb der Insel. Wenigstens ist weit unten über der Zirkulation des Meereswassers die Luft wieder über euch zu schweben scheint. Unerreichbar weit, Endlos entfernt. So weit, dass es sich nicht zu lohnen scheint, sich fortum weiter zu verfloß.

NEIN! Umwisch schüttelt ihr den Kopf, saugt die dünne Luft tief in euch ein und blickt trotz nach vorne. Die Gedanken verschwinden aus eurem Geist und euer Weg liegt wieder klar vor euch. Ihr wollt - nein müsst - den Meeresgipfel steigen. Kostet es, was es wolle. Das Insel muss endlich wieder Frieden finden, nach all den grauenhaften Jahren unter der menschenzerstörerischen Kugel. Und so schreiet ihr die letzten Meter zum Eingang des Tempels.

Dort angekommen seht ihr, dass das Gebäude völlig leer ist. Nur der Wind, der durch das Gebäude zieht, scheint dem Gemauer ein wenig Leben einzuhauchen. Auf einigen Reliefs im Gebäude könnt ihr seltsame Zeichen erkennen, die irgend jemand hier in den Stein geritzt hat. Als ihr mit eurer Hand diese Zeichen berührt, erscheint inmitten des Tempels - wie von Geisteshand gerührt - eine formlose Gestalt, die mit ausstrahlender Stimme zu sprechen beginnt...





Erweiterung der Betrachtung auf Systeme mit zwei Phasen
 (Leitfaden eines geländeten Gitters auf Gittermodell und Simulation)

Parabelung: Der geländete Stoff wird in die Richtung und hochfahren beim Erhitzen nicht...

Reines Sublimationsdiagramm: $p_{\text{Sublimation}}(T) = p_{\text{Sublimation}}^0 \cdot \exp\left(-\frac{U_{\text{Sublimation}}}{RT}\right)$

Reines Schmelzdiagramm: $p_{\text{Schmelzung}}(T) = p_{\text{Schmelzung}}^0 \cdot \exp\left(-\frac{U_{\text{Schmelzung}}}{RT}\right)$

Reines Siedediagramm: $p_{\text{Siedepunkt}}(T) = p_{\text{Siedepunkt}}^0 \cdot \exp\left(-\frac{U_{\text{Siedepunkt}}}{RT}\right)$

Weitere Informationen

- P. W. Atkins, Physikalische Chemie, 4. Aufl., Wiley VCH, 2006, Kapitel 5.2.2 "Kolligative Eigenschaften", S. 162-166
- [Chemopedia: Siedepunktsenkung / Erhöhung](#)
- [Chemopedia: Siedepunkterhöhung und Gefrierpunktsenkung](#)

Inhalt Aktionen ▾

Kolligative Eigenschaften I - Skript
 Siedepunkterhöhung und Gefrierpunktsenkung
 pdf - 241,3 KB - 20. Aug 2013, 13:13

Test - Siedepunkt und Gefrierpunkt Aktionen ▾

Link zu dieser Seite: <https://www.bu-bremen.de/lehre/phys/temple.html> Speichern als Bookmark

Abb. 2: Beispiel einer Lerneinheit und deren Struktur. Jede Lerneinheit besteht aus einer Beschreibung der Szene als Teil der Rahmenhandlung (A), einer grafischen Darstellung des aktuell besuchten Ortes (B), einem Video-Podcast zur Vermittlung der Grundlagen der entsprechenden Vorlesungseinheit (C), sowie einem zugehörigem Test zur Lernerfolgskontrolle und weiterem Lernmaterial wie Skripte, Weblinks etc. (D).

In den Kolloquien wird zusätzlich mit eigens dafür konzipierten und angefertigten Handouts und „Lernspielen“ gearbeitet, um den Studierenden auch in der Prüfung eine motivierende Atmosphäre zu vermitteln (siehe Abb. 3).

Kolloquien als Prüfung

Im unmittelbaren Vorfeld eines Kolloquiums wird ein(e) Studierende(r) aus der Gruppe zufällig ausgewählt, der/die stellvertretend für die gesamte Gruppe im Kolloquium antritt. Besteht er/sie das Kolloquium, kommt die Gruppe weiter, andernfalls muss das Kolloquium wiederholt werden. Durch die zufällige Auswahl soll sichergestellt werden, dass alle Gruppenmitglieder im Vorfeld eines Kolloquiums einen vergleichbaren Wissens- und Leistungsstand haben,

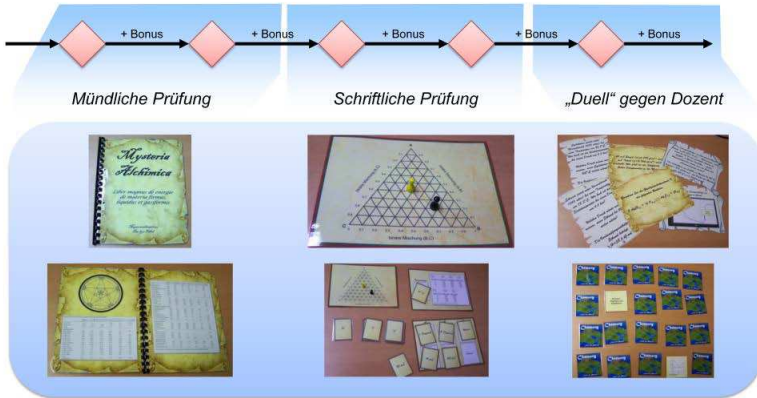


Abb. 3: Exemplarische Darstellung des Ablaufs der verschiedenen Kolloquien und Beispiele darin verwendeter Handouts und Lernspiele.

um die Gesamtchancen der Gruppe auf ein erfolgreiches Kolloquium zu wahren. Dadurch werden kooperative Spielelemente innerhalb der einzelnen Gruppe aktiviert und die Zusammenarbeit der Studierenden gefördert.

Wettbewerb und Kooperation zwischen den Gruppen

Um die Studierenden von Beginn an zu einem intensiven Einsatz im Spiel zu animieren, werden zusätzliche Bonuspunkte für diejenige Gruppe ausgelobt, die als erstes alle Kolloquien besteht. Dadurch wird der Wettbewerb zwischen den einzelnen Gruppen stimuliert. Um andererseits der Gefahr vorzubeugen, dass sich „abgeschlagene Gruppen“ nicht mehr ausreichend am Spiel beteiligen, finden abhängig von bestimmten Spielfortschritten aller Gruppen sogenannte „Turniere“ statt, bei denen die einzelnen Gruppen um weitere Bonuspunkte spielen. Um diese Punkte zu erreichen, müssen alle Gruppen die jeweils ersten beiden bzw. die ersten vier Kolloquien bestanden haben. Auch eine „führende Gruppe“ hat daher zwecks Maximierung ihrer Gesamtpunktzahl ein Interesse daran, dass die übrigen Gruppen diese Punkte im Spiel erreichen. Dadurch wird eine Kooperation zwischen den Gruppen gefördert.

4 Methodik

Die vertonten Screencasts wurden in Form 10–15-minütigen Sequenzen mit Hilfe der Software Camtasia® aufgezeichnet, auf einen Medienserver hochgeladen und mittels des webbasierten Video-Management-Systems „OpenCast

Matterhorn² weiterverarbeitet. Über eine integrierte Szenenerkennung werden die Aufzeichnungen automatisch in Einzelszenen aufgeteilt und diese mit Vorschaubildern versehen, was das Navigieren beim Anschauen deutlich erleichtert (siehe Abb. 2). Der Medien-Player des Systems basiert auf HTML5 und benötigt keine zusätzlichen Browser-Plugins, so dass die Screencasts auf modernen Mobilgeräten (Smartphones und Tablet-PCs) abspielbar sind. Die fertig aufbereiteten Aufzeichnungen werden anschließend per „Framing“³ in die Lernplattform ILIAS integriert, wo sie von den Studierenden online abgerufen werden können.

Die jedem Video-Podcast zugeordneten Tests wurden mit Hilfe der Test& Assessment-Funktionalität der Lernplattform ILIAS umgesetzt und beinhalten jeweils mehrere Fragen in unterschiedlichen Formaten. Hierbei wurden hauptsächlich numerische Fragen, in denen ein bestimmter Zahlenwert berechnet und eingegeben werden muss, aber auch Multiple-Choice- oder Anordnungs-/ Zuordnungsfragen eingesetzt. Die Tests konnten beliebig oft wiederholt werden, wobei der jeweils beste Testdurchlauf bewertet wurde.

Die grafische Umsetzung der 3D-Landschaft sowie der einzelnen Orte darin erfolgte mit Hilfe der 3D-Konstruktions- und -Animationssoftware Maxon Cinema 4D⁴.

Die oben beschriebenen Inhaltselemente wurden in der Lernplattform ILIAS in Form von Ordnern/Unterordnern innerhalb eines Kursobjekts strukturiert und zusammengefasst (siehe Abb. 2). Die Navigation entlang des vorgegebenen Lernpfades wurde durch einen passwortgeschützten Zugriff auf zentrale Ordner sichergestellt.

5 Ergebnisse und Diskussion

Alle 31 Studierenden der beiden Studiengänge „Angewandte Chemie (B. Sc.)“ sowie „Wirtschaftschemie (B. Sc.)“ beteiligten sich auf freiwilliger Basis an dem Spiel. Am Ende des Semesters hatten 25 Studierende (81%) das Spiel abgeschlossen. Die Studierenden, die das Spiel vorzeitig abgebrochen hatten, was durchgängig innerhalb der ersten fünf Wochen passierte, nannten Zeitmangel als Grund für den Abbruch.

Gegen Semesterende hatten die teilnehmenden Studierenden im Rahmen einer anonymen schriftlichen Umfrage die Gelegenheit, das spielbasierte Veranstaltungskonzept sowie dessen einzelne Elemente zu beurteilen. Weiterhin sollten sie abschätzen, wie viel Selbstlernzeit sie für das Lernmaterial in der

2 <http://www.opencast.org/matterhorn>.

3 Einbindung per IFrame-Embed-Code in eine Seite eines ILIAS-Kurses oder Lernmoduls.

4 MAXON Computer GmbH (www.maxon.net/de).

Woche investiert hatten. Zudem sollten sie diesen geschätzten wöchentlichen Zeitaufwand mit anderen traditionell durchgeführten Vorlesungen des gleichen Semesters sowie mit der im „*Inverted Classroom*“-Modus durchgeführten Vorlesung der Physikalischen Chemie im vorherigen Semester in Beziehung setzen. Insgesamt wurden 26 vollständig ausgefüllte Fragebögen ausgewertet, von denen 11 von weiblichen und 15 von männlichen Teilnehmern stammten.

Die studentische Selbsteinschätzung des Workloads zeigt eine deutliche Steigerung der im spielbasierten Szenario der Vorlesung geleisteten Selbstlernzeit im Vergleich zum traditionellen Vorlesungsformat (siehe Tab. 1). Die Teilnehmer des spielbasierten Ansatzes berichteten, dass sie im Schnitt $4,6 \pm 3,4$ Stunden für das Selbstlernen aufbrachten. Dies stellt mehr als das Dreifache dessen dar, was für andere Vorlesungen des gleichen Semesters investiert wurde. Auch im Vergleich zu der im „*Inverted Classroom*“-Modus durchgeführten Vorlesung „Physikalische Chemie 1“ des vorigen Semesters, welches einen vergleichbaren Soll-Workload gemäß Modulhandbuch besitzt, wendeten die Studierenden nach eigener Einschätzung fast dreimal mehr Zeit auf.

Die Ergebnisse zeigen außerdem, dass hierbei offenbar geschlechtsspezifische Unterschiede existieren, da die weiblichen Spielteilnehmer deutlich mehr Zeit investierten als die männlichen. Dies betrifft sowohl die absolute Lernzeit pro Woche als auch die relative Lernzeit in Bezug zu den anderen Veranstaltungen des gleichen Semesters sowie zur Vorlesung der Physikalischen Chemie im vorherigen Semester. Allerdings sollten diese Ergebnisse aufgrund der auf Schätzung beruhenden Erhebungsmethode, der hohen Schwankungsbreite sowie der vergleichsweise geringen Grundgesamtheit mit Vorsicht betrachtet werden, so dass in den Folgesemestern weitere Untersuchungen durchgeführt werden müssen.

Tab. 1: Einschätzung der Studierenden bzgl. des geleisteten Selbstlernaufwands in Stunden pro Woche im Rahmen des spielbasierten Szenarios der Physikalischen Chemie (P.C.) sowie in Relation zu anderen Veranstaltungen.

	Weiblich (n=11)	Männlich (n=15)	Gesamt (n=26)
Wie viele Stunden pro Woche haben Sie geschätzt zum Lernen der Inhalte der P.C. aufgewendet?	$6,5 \pm 4,1$	$3,1 \pm 1,4$	$4,6 \pm 3,4$
Um welchen Faktor unterscheidet sich Ihre für die P.C. aufgewendete Selbstlernzeit von der anderer Vorlesungen des Semesters?	$4,3 \pm 1,2$	$2,7 \pm 0,8$	$3,3 \pm 1,3$
Um welchen Faktor unterscheidet sich Ihre für die P.C. aufgewendete Selbstlernzeit von der als „ <i>Inverted Classroom</i> “ durchgeführten VL des vorherigen Semesters?	$3,3 \pm 1,4$	$2,5 \pm 0,9$	$2,9 \pm 1,2$
Wie oft haben Sie sich die Video-Podcasts der Vorlesung im Schnitt angeschaut?	$2,1 \pm 0,5$	$2,1 \pm 0,8$	$2,1 \pm 0,6$

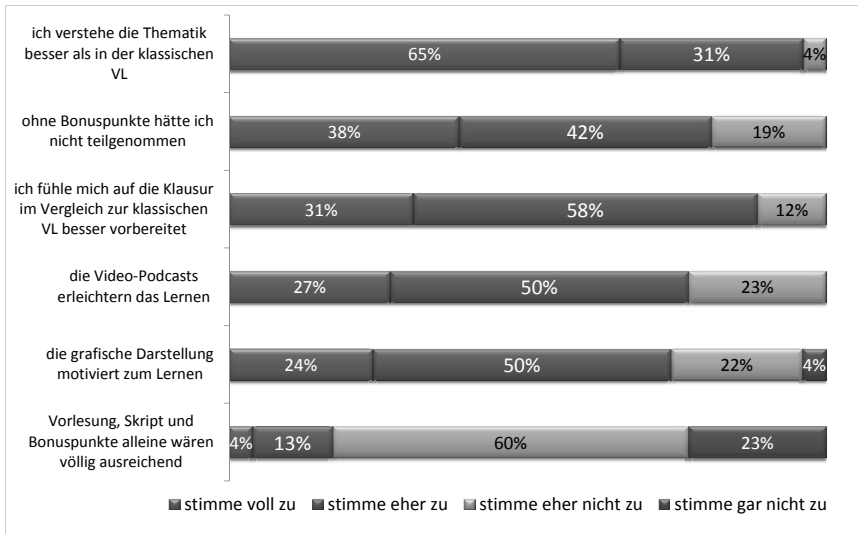


Abb. 4: Bewertung verschiedener Aspekte des *Game-Based-Learning*-Ansatzes ($n=26$).

Die Evaluation des *Game-Based-Learning*-Ansatzes zeigte weiterhin, dass sich die Studierenden mittels des spielbasierten Modus besser auf die Prüfung vorbereitet fühlten, und sie konnten auch ein besseres Verständnis des abstrakten Lehrstoffes entwickeln als bei der traditionellen Veranstaltungsform (siehe Abb. 4). Insbesondere die Bonuspunkte stellten dabei einen wichtigen motivationalen Aspekt dar, demgegenüber die grafische Ausgestaltung eine nicht ganz so große Rolle zu spielen schien. Allerdings stimmten lediglich 17% der Teilnehmer voll oder eher der Aussage zu, dass die klassische Präsenzveranstaltung alleine (traditionelle Vorlesung, Skript und zusätzliche Bonuspunkte), also ohne die spiel-spezifischen Elemente wie Grafik und Rahmenhandlung, ausgereicht hätte.

Insgesamt bewerteten die Studierenden das Lernkonzept mit einer Schulnote von $1,77 \pm 0,59$. Auch hier zeigte sich ein geschlechtsspezifischer Unterschied, da die Bewertung der männlichen Teilnehmer etwas besser ausfiel als die der weiblichen ($1,6 \pm 0,5$ vs. $2,0 \pm 0,6$). Bei den Einzelelementen (Screencasts, Tests etc.) wurden insbesondere die Screencasts mit einer Schulnote von 1,7 sehr positiv bewertet. Die von den Studierenden in den Freitextfragen am häufigsten genannten positiven Aspekte des Konzeptes waren die Bonuspunkte (13 Nennungen) sowie die Gruppenarbeit (10 Nennungen).

6 Fazit und Ausblick

Als Fazit lässt sich festhalten, dass das Ziel, die Studierenden zum selbstgesteuerten Lernen außerhalb der eigentlichen Präsenzzeit der Vorlesung und zu einer kontinuierlicheren Auseinandersetzung mit den Lerninhalten zu motivieren, mit dem beschriebenen *Game-Based-Learning*-Ansatz deutlich erreicht wurde. Welcher der hierbei eingesetzten Einzelelemente den entscheidenden Beitrag lieferte, oder ob diese nur in ihrer Gesamtheit zu dem beobachteten Ergebnis führen, ist bei solch einem komplexen Szenario naturgemäß schwer zu identifizieren und bedarf weiterführender Untersuchungen. Daher beabsichtigen wir in den folgenden Semestern eine Ausweitung des Konzepts auf andere Vorlesungen der Physikalischen Chemie und verwandter Fachdisziplinen (z.B. Physik und Mathematik).

Danksagung

Die Autoren danken dem Bundesministerium für Bildung und Forschung für die Förderung des beschriebenen Vorhabens im Rahmen der BMBF-Initiative „ANKOM – Übergänge von der beruflichen in die hochschulische Bildung“⁵.

Literatur

- Antunes, M., Pacheco, M. & Giovanela, M. (2012). Design and Implementation of an Educational Game for Teaching Chemistry in Higher Education. *Journal of Chemical Education*, 89, 517–521.
- DeLeeuw, K. M. (2011). Cognitive Consequences of Making Computer-Based Learning Activities More Game-Like. *Computers in Human Behavior*, 27, 2011–2016.
- Deterding, S., Khaled, R., Nacke, L. E. & Dixon, D. (2011). Gamification: Toward a Definition. *CHI 2011 Gamification Workshop Proceedings* (S. 1–4). Vancouver: ACM.
- Fehrenbach, A. (2014). *Telepolis*. Abgerufen am 26. März 2014 von <http://www.heise.de/tp/artikel/40/40838/1.html>.
- Groh, F. (2012). Gamification: State of the Art Definition and Utilization. In N. Asaj, B. Könings, M. Poguntke, F. Schaub & B. W. Weber (Hrsg.), *Proceedings of the 4th seminar on Research Trends in Media Informatics* (S. 39–46). Ulm: Eigenverlag.
- JIM 2012. (2012). *Jugend, Information, (Multi-)Media – Basisstudie zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger in Deutschland*. Stuttgart: Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest, c/o Landesanstalt für Kommunikation Baden-Württemberg (LFK).

5 ANKOM-Projekthomepage: <http://ankom.his.de>.

- Knautz, K., Soubusta, S. & Orszulok, L. (2013). Game-based Learning for Digital Natives: Knowledge is Just a Click Away. In D. Tan (Hrsg.), *Proceedings of the 2013 International Conference on Advanced ICT and Education* (S. 74–78). Atlantis Press.
- Krueger-Basener, M. (2011). Zeitaufwand von Bachelorstudierenden technischer Studiengänge in den ersten Semestern. *Die Neue Hochschule*, 6, S. 244–249.
- Liauw, M. (2012). *WBV-Fachtagung*. Abgerufen am 26. März 2014 von http://www.wbv-fachtagung.de/fileadmin/user_upload/2012/Unterlagen/aktuell_Forum%203_Liauw_Game%20Based%20Learning.pdf.
- Prensky, M. (2005–2006). Learning in the Digital Age – Listen to the Natives. (hrsg. von ASCD) *Educational Leadership*, 63(4), S. 8–13.
- Prensky, M. (2007). *Digital Game-Based Learning*. St. Paul, Minnesota, U.S.A.: Paragon House.
- Schulmeister, R. & Metzger, C. (Hrsg.) (2011). *Die Workload im Bachelor: Zeitbudget und Studierverhalten – Eine empirische Studie*. Münster: Waxmann.
- Stringfield, T. & Kramer, E. (2014). Benefits of a Game-Based Review Module in Chemistry Courses for Nonmajors. *Journal of Chemical Education*, 91, 56–58.
- Zenker, D., Gros, L. & Daubenfeld, T. (2013). Virtuelle Vorlesung Physikalische Chemie – Umsetzung eines Inverted-Classroom-Szenarios mit Hilfe von Video-Podcasts. In C. Bremer & D. Krömker (Hrsg.), *E-Learning zwischen Vision und Alltag* (S. 173–180). Münster: Waxmann.