

Virtuelle Vortestate als Zugangsvoraussetzung zu physikalischen Grundlagenlaboren

Tobias Roth*, Johannes Permesang[†], Julia Appel*, Ulla Hein*, Christoph Hornberger[†]

*Hochschule Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld, Postfach 1380, 55761 Birkenfeld

[†]Hochschule Trier, Standort Schneidershof, Postfach 1826, 54208 Trier

t.roth@umwelt-campus.de, johannes.pe@web.de, j.appel@umwelt-campus.de,

u.hein@umwelt-campus.de, C.Hornberger@etech.hochschule-trier.de

Kurzfassung

Gerade in der Laborsituation werden dem Studierenden Fähigkeiten und Fertigkeiten abverlangt, die im üblichen Vorlesungsformat nicht im Vordergrund stehen. Im Zuge der eigenständigen Versuchsdurchführung ermöglicht ein Learning by Doing die Ausprägung von Handlungs- und Problemlösungskompetenz oder von Sozialkompetenz durch Teamarbeit. Damit dieses Kompetenzerleben stattfindet, ist eine sorgfältige Versuchsvorbereitung zwingende Voraussetzung. So bedarf es solider theoretischer Grundlagen, um die wissenschaftliche Fragestellung zielführend beantworten zu können. Daneben ist das Wissen über die Funktionsweise der verwendeten Messinstrumente und -techniken sowie die spezifische Realisierung des Aufbaus von praktischer Relevanz. Schließlich spielt der Sicherheitsaspekt eine nicht minder bedeutende Rolle. Wir stellen eine Organisationsform vor, die Vortestate zu Versuchen innerhalb eines physikalischen Grundlagenlabors virtuell abbildet. In diesem Zusammenhang berichten wir von unseren Erfahrungen und gleichen diese mit dem Ziel einer Sicherstellung der Qualität der Vorbereitung des Praktikumsteilnehmenden bei gleichzeitiger Verringerung des Betreuungsaufwandes ab.

1. Einleitung

Die bei physikalischen Experimentalpraktika anvisierten Lernziele sind ebenso vielschichtig wie komplex. In [1] werden die Lernziele im Fortgeschrittenenlabor nach folgenden vier Kategorien organisiert: experimentelles Design und Versuchsaufbau, technische Fertigkeiten im Labor, theoretische Modellbildung und Datenanalyse sowie kommunikative Fähigkeiten. Auf dieser Grundlage wurden von der ‚Arbeitsgruppe Physikalische Praktika‘ (AGPP) [2] der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) ein sogenannter Lernzielkatalog für physikalische Praktika ausgearbeitet [3]. In diesem wird in einer Vorbemerkung darauf hingewiesen, dass die Lernziele hochschul- und zielgruppenabhängig (u.a. von dem adressierten Studiengang und dem Studienfortschritt) sind und deshalb für jedes Praktikum eine individuelle Neubewertung der Ziele vorzunehmen sei. Demgemäß sind auch die von Zwickl *et al.* in [1] kategorisierten Lernziele nicht nur für physikalische Fortgeschrittenenlabore relevant, sondern besitzen ebenso für die Praktikumsausbildung in den Grundlagenlaboren Verbindlichkeit, da die vollständige Bearbeitung eines physikalischen Problems, laut genannter Vorbemerkung zum Lernzielkatalog der AGPP, immer alle Themenfelder betreffe und somit alle vier oben genannten Kategorien tangiere. Vielmehr stelle sich die Frage, in welcher Ausprägung die einzelnen Lernziele zu erreichen und wie sie den Studierenden zu vermitteln sind.

Abhängig von den genau definierten Lernzielen bedarf es einer sorgfältigen Versuchsvorbereitung seitens des am Praktikum Teilnehmenden, damit ein gelingendes Experimentieren stattfindet. Denn je besser diese Vorbereitung erfolgt, desto intensiver kann sich am Versuchstag auf das eigentliche Experimentieren und das Einüben der damit zusammenhängenden Kompetenzen und technischen Fertigkeiten konzentriert werden.

Neben den klassischen Materialien zur Versuchsvorbereitung wie Lehrbuch, Vorlesungsskript oder Versuchsanleitung investieren die Hochschulen zunehmend Anstrengungen in virtuelle Formate zur Vorbereitung der Labore [4], [5], [6]. Dabei beschränkt sich die virtuelle Versuchsvorbereitung nicht bloß auf die theoretischen Inhalte. Mithilfe dieser virtuellen Angebote kann beispielsweise schon im Vorfeld der Versuchsaufbau behandelt werden, und – im gewissen Maße – lassen sich sogar einzelne Schritte oder „Handgriffe“ der Versuchsdurchführung eintrainieren (prozedurales Wissen). Dabei soll bewusst nicht der reale Laborversuch vorweggenommen werden und es ist klar, dass die haptischen Erfahrungen nur an der realen Apparatur von jedem selbst zu machen sind.

Ergänzend zu diesen virtuellen Unterstützungsangeboten auf die reale Laborarbeit sollen im Folgenden sogenannte *virtuelle Vortests* [7] oder *Vortestate* thematisiert werden. Diese sind von den Studierenden als Zugangsvoraussetzung zu den Laboren zu

absolvieren, was gleichzeitig eine Maßnahme zur Gewährleistung der Vorbereitungsqualität darstellt.

2. Zum Inhalt

Der vorliegende Beitrag gliedert sich inhaltlich wie folgt: Zunächst wird die hochschulspezifische Ausgangslage charakterisiert, welche den Rahmen für die vorzustellenden virtuellen Vortestate vorgibt. Danach widmen wir uns den konkreten Umsetzungsdetails inklusive den spezifischen Modalitäten zur Einführung der virtuellen Vortestate in den regulären Praktikumsbetrieb vor Ort. Schließlich wird die Statistik zu den im Wintersemester 2014/15 durchgeführten virtuellen Vortestaten in den Blick genommen, um daran das Vorwissen wie Lernverhalten der Lerngruppe besser zu beleuchten. Ausgehend von den diskutierten Vor- und Nachteilen des virtuellen Formats für Vortestate fügen sich ein Fazit mit Ausblick sowie eine Zusammenfassung an.

3. Ausgangslage an der Hochschule

Die im Folgenden näher zu betrachtenden virtuellen Vortestate beziehen sich auf die Praktikumsveranstaltung ‚Grundlagenlabor Physik‘ an der Hochschule Trier, welche für Studierende der Studiengänge Elektrotechnik, Medizintechnik und Wirtschaftsingenieurwesen angeboten werden, wobei letztere nur den hier nicht thematisierten Teil der Praktikumsveranstaltung im Sommersemester belegen (siehe Abb. 1). Der im Wintersemester stattfindende Teil des Grundlagenlabors versammelt ausgewählte Versuche aus den Themengebieten Mechanik (hier: ‚Gravitationsdrehwaage‘ und ‚Maxwellsches Fallrad‘), mechanische Schwingungen (hier: ‚Pohlsches Rad‘) sowie elektrische und magnetische Felder (hier: ‚Fadenstrahlrohr‘). Gleichzeitig steht die moduleigenständige Laborveranstaltung in enger inhaltlicher Beziehung zu der Vorlesungsveranstaltung ‚Spezielle Themen der Physik‘ und deren flankierenden Tutorien. Ziel der Laborausbildung ist es, den Studierenden genannter Studiengänge ein solides Rüstzeug für die experimentelle Methode in den Naturwissenschaften (hier: der Physik) mit auf den Weg zu geben. Unter anderem rücken im Zuge des Experimentierens an der realen Versuchsapparatur verschiedene Kompetenzen wie Entscheidungs- und Handlungskompetenz, Teamfähigkeit, kommunikative Fähigkeiten oder Konfliktfähigkeit in den Vordergrund. Diese sowie weitere Aspekte werden in einer die Praktikumsgruppe begleitenden Evaluation, in Zusammenarbeit mit dem Zentrum für Qualitätssicherung und -entwicklung (ZQ) der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz, untersucht. Die Evaluationsergebnisse sollen an anderer Stelle Aufmerksamkeit verdienen.

Bei den Praktikumssteilnehmenden handelt es sich um eine heterogene Lerngruppe, was die persönlichen Bildungsbiographien als auch die Studienausrichtung angeht. Im Einzelnen lassen sich folgende Ausprägungen von Heterogenität feststellen:

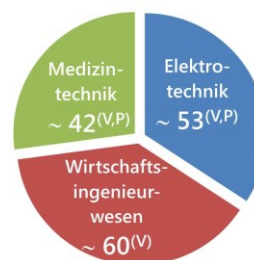


Abb. 1.: Teilnehmende an der Vorlesungsveranstaltung ‚Spezielle Themen der Physik‘ (V) bzw. an der Praktikumsveranstaltung ‚Grundlagenlabor Physik‘ (P) im Wintersemester 2014/15, nach Studiengängen aufgeteilt.

- Genderaspekte (geringer Anteil weiblicher Studierender: ca. 19%),
- Ausländische Studierende (mindestens ca. 9%),
- Art der Hochschulzugangsberechtigung (Allgemeine Hochschulreife: ca. 40%, Fachhochschulreife: ca. 40%, Ausländische Hochschulzugangsberechtigung: ca. 9%, Meisterbrief: ca. 7% und Ausbildung mit Berufserfahrung: ca. 4%),
- Diversität bezüglich der Studiengänge (Elektrotechnik: ca. 53/95, Medizintechnik: ca. 42/95, siehe Abb. 1).

Es sei angemerkt, dass die unter den Punkten a) bis c) angegebenen Prozentzahlen anhand einer Evaluation ($n = 52$) zu zwei Laborversuchen innerhalb des ‚Grundlagenlabors Physik‘ hochgerechnet wurden. Unter dessen geben Abb. 1 und Punkt d) die nach den Studiengängen abgeschätzte Teilnehmendenzahl an Vorlesungs- bzw. Praktikumsveranstaltung im betreffenden Wintersemester 2014/15 an.

Die Um die Qualität der studentischen Vorbereitung auf die Laborversuche sicherzustellen, waren in der Vergangenheit schriftliche Eingangstests auf Papier zwingend. Es wurde geprüft, ob die/der am Praktikum Teilnehmende grundsätzlich über die notwendige Vorbereitung verfügt, um den Laborversuch sicher bedienen und zielführend durchführen zu können. Aufgrund des nicht geringen organisatorischen Aufwandes dieses schriftlichen Eingangstests erwuchs die Frage, ob sich das unverändert angestrebte Ziel nach der Sicherstellung der studentischen Vorbereitungsqualität nicht auch über virtuell zu absolvierende Tests – im Weiteren als *virtuelle Vortestate* bezeichnet – erreichen ließe. Dabei liegen die möglichen Vorteile auf der Hand.

4. Details zur Umsetzung und Modalitäten zum virtuellen Vortestat

Dieses Kapitel konkretisiert die Vorgehensweise bezüglich der Umsetzung und Einführung der virtuellen Vortestate in den regulären Praktikumsbetrieb. Auf diese Weise sollen Akteure auf dem Gebiet der Labordidaktik an Hochschulen adressiert und eine Empfehlung ausgesprochen werden. Derweil ist es

von den hochschul- wie fachspezifischen Gegebenheiten abhängig, ob virtuelle Vortestate eine realisierbare Option darstellen.

Bevor mit dem Anlegen eines Fragenpools für die virtuellen Vortestate begonnen wird, sollten die zu den jeweiligen Laborversuchen gehörigen Lerninhalte und Lernziele rekapituliert und identifiziert werden. Es empfiehlt sich eine Zusammenarbeit zwischen dem laborverantwortlichen Dozenten und den laborbetreuenden wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, um im aktiven Austausch sowohl die breiten Lehr- wie Betreuungserfahrungen in die Erstellung der virtuellen Vortestate einfließen zu lassen. Bei der Konzeption der in diesem Beitrag beschriebenen virtuellen Vortestate sind außerdem Mitarbeitende aus dem Projekt ‚Open MINT Labs‘ (OML) beteiligt. Bei OML handelt es sich um ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des ‚Qualitätspakts Lehre‘ getragenes Verbundprojekt zwischen den rheinland-pfälzischen Hochschulen Kaiserslautern, Koblenz und Trier. Das Kernziel von OML liegt in der virtuellen Abbildung von Grundlagenlaboren in einigen MINT-Fächern [8].

Insgesamt umfasst der Fragenpool rund 30 Single- oder Multiple-Choice-Fragen (SC, MC), die sich, in Anlehnung an die unter [1] genannten Kategorien, wie folgt einteilen lassen: Fragen zu Fachbegriffen, Fragen zur Theorie bzw. zu theoretischen Modellen, Fragen zur Anwendung der theoretischen Grundlagen sowie Fragen zum Versuchsaufbau oder zur experimentellen Durchführung. Dabei ist insbesondere auf eine eindeutige Formulierung der Aufgaben-/Fragestellung sowie auf eine sprachlich klare Darstellung der zur Auswahl stehenden Antwortmöglichkeiten zu achten. Die Sprache sollte klar und möglichst einfach gewählt sein, um für ausländische Studierende keine zusätzliche Barriere darzustellen (vgl. Kapitel 3, Punkt b)). Indes orientiert sich der Inhalt der virtuellen Vortestate an den zur Verfügung gestellten klassischen Versuchsanleitungen sowie an den ‚virtuellen Lerneinheiten‘, die vom Projekt OML für die Studierenden zur Vorbereitung auf die Laborversuche entwickelt werden. Der Fragenkatalog kann beliebig modifiziert und erweitert werden, sollten beispielsweise neue Versuche in das betreffende Grundlagenlabor Einzug halten.

Die Implementierung des Fragenkataloges erfolgt im Lernmanagementsystem (LMS) ‚OpenOLAT‘, weil somit – ohne zusätzlichen Programmieraufwand – direkt auf eine komfortable und zuverlässige Testumgebung zurückgegriffen werden kann (siehe Abb. 2). Das LMS ‚OpenOLAT‘ wird von der zentralen Einrichtung des Virtuellen Campus Rheinland-Pfalz (VCRP) [9] allen Hochschulangehörigen innerhalb des genannten Bundeslandes zur Nutzung bereitgestellt und findet daher eine flächendeckende Verbreitung.

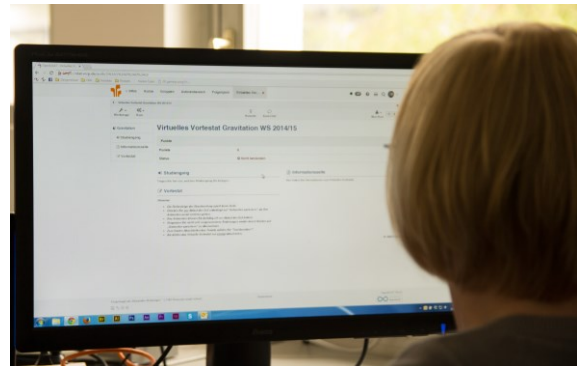


Abb. 2: Studierende beim Absolvieren des onlinebasierten virtuellen Vortestats zum Physikversuch ‚Gravitation‘. Zu sehen ist die mit typischen Funktionen ausgestattete Testumgebung im Lernmanagementsystem ‚OpenOLAT‘, worauf bei den hier vorzustellenden virtuellen Vortestaten zurückgegriffen wird.

Zur Information auf die virtuellen Vortestate erhalten die Studierenden eine ausführliche Handreichung, worin, zusammen mit der Anleitung zum Aufrufen der virtuellen Vortestate in ‚OpenOLAT‘, die passwortgeschützten Kurzlinks angegeben sind. Weiterhin sind für eventuell auftretende Rückfragen die Kontaktdaten der entsprechenden Ansprechpersonen (i.d.R. die Laborbetreuenden) genannt. Schließlich macht die Handreichung die Bedienung, den Ablauf und die Auswertung des virtuellen Vortestates transparent. Zudem erweist es sich als ratsam, mit einem live vorgeführten virtuellen Vortestat (‚Dummy-Vortestat‘) die bestehenden Unsicherheiten seitens der Studierenden aus dem Weg zu räumen oder ihnen die Angst davor zu nehmen. Diese ‚Generalprobe‘ kann beispielsweise in einer dem Praktikum vorgelagerten Informationsveranstaltung oder im Rahmen einer sich auf das Labor beziehenden Vorlesungsveranstaltung geschehen. Außerdem ist – deckungsgleich zur ausgeteilten Handreichung – jedem virtuellen Vortestat eine Info-Seite sowie eine stichpunktartige Info-Box vorgeschaltet. Im Einzelnen gestaltet sich der Ablauf des virtuellen Vortestates nach diesen, vorab bekannt gegebenen, Modalitäten (siehe auch Abb. 3):

Den am virtuellen Vortestat Teilnehmenden steht ein einmaliger Durchlauf zur Verfügung, welcher innerhalb des angekündigten Freischaltzeitraums zu absolvieren ist (z.B. innerhalb von zwei Wochen). Vortestat-Wiederholungen werden nur in begründeten Ausnahmefällen (z.B. bei technischen Ausfällen) gewährt. Jeder Studierende bekommt einen persönlichen Fragebogen mit sechs Fragen zusammengestellt, der vom LMS automatisch durch eine zufällige Auswahl von ‚6 aus 30‘ Fragen aus dem Fragenkatalog generiert wird. Ebenso sind die je vier Antwortmöglichkeiten in zufälliger Reihenfolge aufgelistet. Für die Bearbeitung des gesamten virtuellen Vortestats sind in dem vorliegenden Fall sechs Mi-

nuten vorgesehen, wobei die aktuell verbleibende Zeit auf der Seite eingblendet wird. Die Bearbeitungsreihenfolge ist von den Studierenden beliebig wählbar und die angeklickten Antwortmöglichkeiten sind innerhalb der sechs Minuten beliebig oft korrigierbar.

Im Anschluss erhält die Kandidatin bzw. der Kandidat die prompte Vortestat-Auswertung auf dem Bildschirm angezeigt. Die Bewertung erfolgt entweder mit gleichmäßiger Gewichtung (d.h. 1 Punkt pro vollständig korrekt beantworteter SC- bzw. MC-Frage) oder mit $1/n$ Punkte für jeweils $n = 2, 3, 4$ korrekte Antwortmöglichkeiten pro Frage. Im letzteren Fall werden falsch angekreuzte Antwortmöglichkeiten abgezogen, wobei es – wie bei der gleichmäßigen Gewichtung – keine negativen Punkte gibt und minimal 0 Punkte pro Frage angerechnet werden. Bei den vorzustellenden virtuellen Vortestaten hat sich eine Schwelle zum Bestehen von 50% der maximal möglichen Gesamtpunkte bewährt. In anderen Worten: Mindestens 3 von 6 Gesamtpunkten oder mindestens drei vollständig richtig beantwortete Fragen sind zum Bestehen zu erzielen. Ist das virtuelle Vortestat erfolgreich abgelegt, steht die Tür zum dazugehörigen realen Laborversuch offen. Zeigen sich beim Studierenden nicht mehr vertretbare Defizite, kann ein ‚Zweitversuch‘ angefragt werden oder es erfolgt eine mündliche ‚Nachprüfung‘ beim laborverantwortlichen Dozenten respektive den Laborbetreuenden.

In dem vorliegenden Umsetzungsszenario dürfen die Studierenden entscheiden, ob sie die virtuellen Vortestate entweder zu Hause am onlinefähigen Endgerät oder am PC im Rechnerraum der Hochschule durchführen möchten. In dieser auf Vertrauensbasis beruhenden Lernkultur bleibt es dem Studierenden überlassen, die virtuellen Vortestate innerhalb des vorher definierten Freischaltzeitraums zu erledigen. Sind hingegen strengere Regelungen gefordert, kann man sich von den Studierenden schriftlich versichern lassen, dass sie die virtuellen Vortestate selbstständig und ohne fremde Hilfe beantwortet haben. Unter verschärften Testbedingungen ist die Durchführung der virtuellen Vortestate natürlich auch in einem hochschuleigenen Rechnerraum und unter Aufsicht denkbar, was allerdings wieder den organisatorischen Aufwand erhöht.

5. Statistik zu den virtuellen Vortestaten

Die Testumgebung im LMS ‚OpenOLAT‘ hält eine detaillierte Statistik bereit, die von den Laborbetreuenden zur Analyse des studentischen Vorwissens und Lernverhaltens oder zur weiteren Beurteilung der Vorbereitung auf den Laborversuch herangezogen werden kann.

Im Großen und Ganzen werden die virtuellen Vortestate unter den beschriebenen Modalitäten zufriedenstellend absolviert. Die Bearbeitungszeit von sechs Minuten wird selten voll ausgeschöpft. Dennoch sei im Folgenden eine Auswahl an Fragen aus

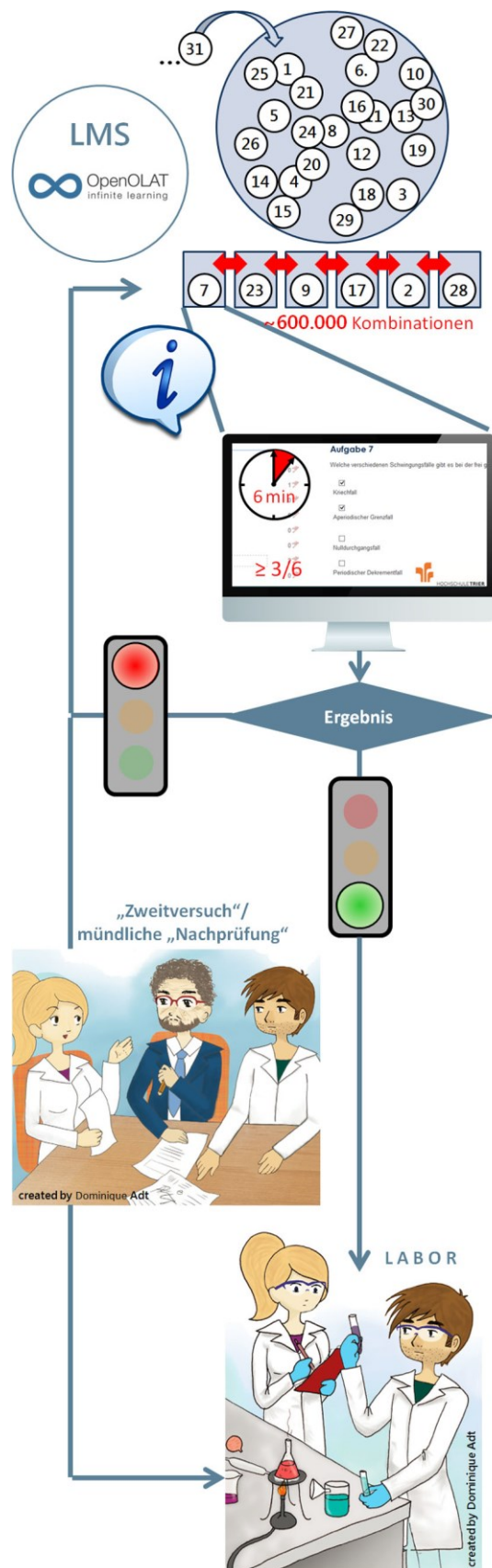


Abb. 3: Schema zum Ablauf des virtuellen Vortestes. Die Details zu den einzelnen Schritten sind im Haupttext beschrieben.

den virtuellen Vortestaten ‚Fadenstrahlrohr‘ und ‚Gravitation‘ gesondert in den Blick genommen, die gewisse Auffälligkeiten bezüglich des studentischen Vorwissens und Lernverhaltens preisgeben.

Demnach lässt sich bei einem Teil der Studierenden ein unzureichendes Grundverständnis der mikroskopischen Welt diagnostizieren. Das verdeutlichen gewählte Antwortmöglichkeiten, die sich Vorstellungen und Beschreibungsgrößen aus der Alltagswelt bedienen und fälschlicherweise auf den Mikrokosmos übertragen werden. Dies lässt sich etwa aus den angekreuzten Antworten (siehe Abb. 4, Frage 1, a) bis d)) zur folgenden Frage im virtuellen Vortestat zum ‚Fadenstrahlrohr‘ ableiten:

Frage 1. „Warum werden die Elektronen sichtbar?“

- Aufgrund der Wechselwirkung mit dem Magnetfeld
- Aufgrund einer chemischen Reaktion mit dem Füllgas im Glaskolben
- Aufgrund der hohen Startgeschwindigkeit der Elektronen („Reibungsleuchten“)
- Aufgrund der elektronischen Abregung des Gasmoleküls in ein niedrigeres Energieniveau.“

Eine damit verwandte Fragestellung liefert ein ähnliches Antwortbild (siehe Abb. 4, Frage 2, a) bis d)):

Frage 2. „Warum ist der Druck im Glaskolben wichtig?“

- Der richtige Druck im Glaskolben entscheidet über den Luftwiderstand der Elektronen auf ihrer Bahn.
- Der richtige Druck ist wichtig, damit sich die Gasmoleküle beim Stoß mit den Elektronen entzünden können.
- Der richtige Druck entscheidet über die mittlere freie Weglänge, die größer als der Umfang des kugelförmigen Glaskolbens sein muss.
- Der Druck hängt mit der Lorentzkraft zusammen, da Druck gleich Kraft pro Fläche.“

Diese Vermutung stützend, lässt sich auch bei dem virtuellen Vortestat zur ‚Gravitation‘ eine vergleichbare Tendenz feststellen (siehe Abb. 4, Frage 3, a) bis d)). Die entsprechende, in dieselbe Grobrichtung abzielende, Frage lautet:

Frage 3: „Die Gravitation ist dafür verantwortlich, dass ...“

- ... ein Apfel vom Baum fällt.
- ... es Ebbe und Flut gibt.
- ... die Elektronen um den Atomkern gebunden bleiben.
- ... zwei in gleicher Richtung stromdurchflossene Leiter sich gegenseitig anziehen.“

Daneben offenbart sich hinsichtlich der studentischen Laborvorbereitung ein weiteres Defizit:

Gerade die Untersuchung der Abhängigkeit einer Messgröße von anderen unabhängigen und einstell-

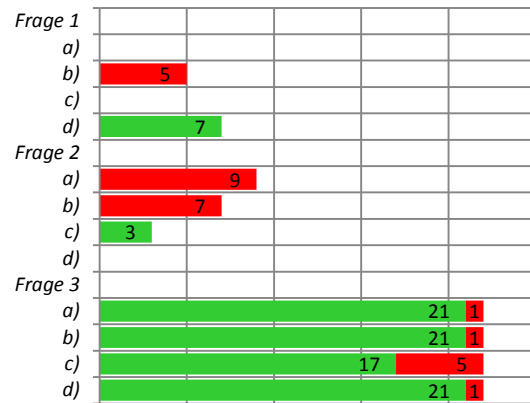


Abb. 4: Statistik zum virtuellen Vortestat ‚Fadenstrahlrohr‘ mit Frage 1: „Warum werden die Elektronen sichtbar?“, Frage 2: „Warum ist der Druck im Glaskolben wichtig?“ und zum virtuellen Vortestat ‚Gravitation‘ mit Frage 3: „Die Gravitation ist dafür verantwortlich, dass ...“. Zu den jeweils auswählbaren Antwortmöglichkeiten a) bis d) vergleiche den Haupttext. Es bedeuten grün (korrekt) und rot (falsch) angekreuzte Antwortmöglichkeiten.

baren Größen bzw. Parametern wird im Experiment durchgeführt und praktisch eingeübt. Jedoch bereitet es einigen Studierenden Schwierigkeiten, diese ‚Je-Desto-Beziehungen‘ im virtuellen Vortestat zu antizipieren. Diese Beobachtung gibt einen Hinweis darauf, dass einige Studierende zu dem abgefragten Sachverhalt womöglich noch über kein zuverlässig arbeitendes mentales Modell verfügen, das die Vorhersage der physikalischen Zusammenhänge erlaubt. Dies tritt bei der folgenden Frage zum Vorschein (siehe Abb. 5, Frage 4, a) bis d)):

Frage 4: „Je höher die Beschleunigungsspannung, desto ...“

- ... kleiner der Radius der Elektronenbahn.
- ... größer der Radius der Elektronenbahn.
- ... größer die Geschwindigkeit der Elektronen beim Verlassen der Elektronenkanone.
- ... mehr wächst die spezifische Elektronenladung an.“

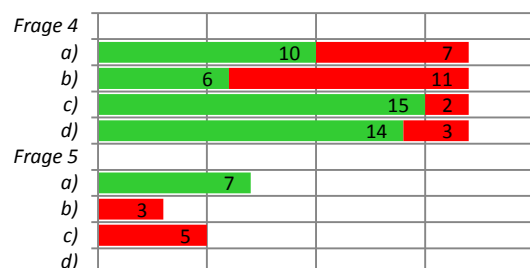


Abb. 5: Statistik zum virtuellen Vortestat ‚Fadenstrahlrohr‘ mit Frage 4: „Je höher die Beschleunigungsspannung, desto ...“ und Frage 5: „Markieren Sie die richtige Antwortmöglichkeit.“. Zu den Antwortmöglichkeiten siehe den Haupttext. Bedeutung der Farben wie in Abb. 4.

Die oben gemachte Feststellung lässt sich an einer weiteren Fragestellung ablesen (siehe Abb. 5, Frage 5, a) bis d)):

Frage 5: „Markieren Sie die richtige Antwortmöglichkeit.“

- a) Die Geschwindigkeit der Elektronen ist unabhängig von der Ganghöhe oder dem Hub.
- b) Je stärker das Magnetfeld ist, desto langsamer fliegen die Elektronen.
- c) Je größer die Beschleunigungsspannung, desto größer die spezifische Elektronenladung.
- d) Der Winkel, um den der Glaskolben verdreht wurde, ist für die Ausarbeitung unwichtig, da dieser unter 5° liegt.“

Die Ergebnisse zum studentischen Vorwissen sind noch vorläufig und sollen bei der Auswertung zukünftiger virtueller Vortestate weiter verfolgt und fortwährend über die Jahre verglichen werden.

Unabhängig davon geben sie bereits jetzt einen guten Hinweis darauf, wo bei den Studierenden typische Schwierigkeiten oder Lernbarrieren liegen. Sind diese identifiziert, kann dank der Statistik zum virtuellen Vortestat noch während des laufenden Semesters – etwa in der Laborveranstaltung oder in der damit inhaltlich in enger Beziehung stehenden Vorlesungsveranstaltung – seitens der Lernbegleitenden darauf reagiert werden.

6. Pros und Kontras Virtuelle Vortestate

Bevor das Fazit gezogen wird, seien die Vor- und Nachteile der virtuellen Labore einander gegenübergestellt.

Auf der einen Seite gehören zu den Vorteilen:

- a) Reduzierung des organisatorischen Aufwandes, Zeit für reine Betreuung
- b) nachhaltige Qualitätssicherung der Vorbereitung
- c) Transparenz für die Studierenden durch prompte Vortestat-Auswertung
- d) Statistik zur Vorwissens-Analyse (vgl. Kapitel 5)
- e) zeitgemäßes Testat-Format, Einbettung in Blended-Learning-Lab-Konzept

Die pro Versuchsgruppe (bestehend aus zwei bis drei Teammitgliedern) und pro Laborversuch (insgesamt gibt es vier Laborversuche) eingesparte Zeit beträgt ungefähr 10-15 Minuten. Gemäß dem Vorteil aus a) kann diese Zeit in die direkte Betreuung an der Versuchsapparatur investiert werden.

Mit den virtuellen Vortestaten kann eine fortwährende und vergleichende Beurteilung der studentischen Vorbereitungsqualität ermöglicht werden. Dabei gewinnt Punkt b) insbesondere in Verbindung mit der unter Punkt d) angesprochenen Statistik an Gewicht.

Infolge der Korrektur der schriftlichen Eingangstests auf Papier kommt es naturgemäß zu zeitlichen Verzögerungen, die im ungünstigen Fall ein rückwirkendes Untersagen zur Teilnahme an einem Laborversuch nach sich ziehen. Eine prompte Vortestat-Auswertung, wie unter c) aufgelistet, vermeidet derartige unangenehme Situationen.

Ebenso verlangt der unter e) genannte Vorteil eine Erläuterung. Im Sinne eines angelegten Blended-Learning-Lab-Konzeptes lassen sich ausgewählte Fragen aus dem virtuellen Vortestat in die oben erwähnten ‚virtuellen Lerneinheiten‘ aus dem Projekt OML einstreuen und können so zu einem didaktischen Formschluss beitragen.

Auf der anderen Seite lassen sich zu den Nachteilen der virtuellen Vortestate folgende Punkte aufzählen:

- f) kein fragenaufgeschlüsseltes Ergebnis
- g) zeitliche Diskrepanz zwischen Absolvieren virtueller Vortestate und Durchführen der realen Laborversuche
- h) Fehlen einer Zwischenspeichern-Funktion

Einige Studierende wünschen sich, anstatt der Angabe der erreichten Gesamtpunktzahl, eine Vortestat-Auswertung mit einem fragenaufgeschlüsselten Ergebnis (vgl. Punkt f)). Dies wäre zwar technisch möglich, würde aber die Gefahr mit sich bringen, dass unter der Studierendenschaft die Lösungen zu den Fragen im virtuellen Vortestat zu schnell kursieren.

Die zeitliche Diskrepanz unter g) rührt daher, dass anfänglich die virtuellen Vortestate innerhalb eines großzügig angesetzten Freischaltzeitraums von mehreren Wochen abgelegt werden konnten. Es ist daher empfehlenswert, diesen auf ungefähr zwei Wochen zu beschränken und ggf. mit einem zeitlichen Mindestabstand von etwa 24 Stunden bis zum Versuchstag zu versehen.

Mittlerweile ist der Nachteil einer fehlenden Zwischenspeichern-Funktion, wie unter h) bemängelt, behoben. Sonst werden bisher keine technischen Probleme berichtet.

7. Fazit und Ausblick

Schließlich seien die im Zusammenhang mit den virtuellen Vortestaten gewonnenen Erfahrungswerte resümiert und die daraus resultierende zukünftige Vorgehensweise projiziert.

Im Vergleich zu den schriftlichen Eingangstests auf Papier bringen die virtuellen Vortestate den Hauptvorteil einer effizienteren Abwicklung mit sich. Die auf diese Weise für Organisation und Durchführung der Vortestate eingesparte Zeit steht somit der individuellen Betreuung an der Versuchsapparatur zur Verfügung. Eine grobe Abschätzung ergibt für die hiesigen Gegebenheiten eine Zeitersparnis von ca. 10-15 Minuten pro Praktikumsgruppe und pro Laborversuch.

Alles in allem berichten der laborverantwortliche Dozent sowie die Betreuenden von gut vorbereiteten Praktikumsteilnehmern. Diese subjektive Wahrnehmung zur Qualität der Versuchsvorbereitung lässt sich anhand der im Allgemeinen zufriedenstellend beantworteten virtuellen Vortestate nachvollziehen.

Aufgrund der gemachten positiven Erfahrungen werden auch für die physikalischen Grundlagenlaboren im Sommersemester 2015 virtuelle Vortestate eingeführt. Diese werden darüber hinaus auf den zweiten Hochschulstandort, den Umwelt-Campus Birkenfeld, für die Veranstaltung ‚Labor/Seminar Physik und Werkstofftechnik‘ angepasst und übertragen.

8. Zusammenfassung

Der Beitrag zeigt, wie der Problematik studentischer Laborvorbereitung mit sogenannten virtuellen Vortestaten begegnet werden kann. Diese stellt neben dem schriftlichen Eingangstest auf Papier bzw. dem verbreiteten mündlichen Vortestat eine optionale Organisationsform zur Gewährleistung der studentischen Vorbereitungsqualität dar, sofern dazu die institutionellen und infrastrukturellen Voraussetzungen gegeben sind. Dabei darf der personelle Ressourceneinsatz zur einmaligen Etablierung einer solchen Maßnahme keineswegs unterschätzt werden. Im Speziellen sei auf den damit verbundenen programmiertechnischen Aufwand hingewiesen, weshalb es ratsam ist, auf bereits vorhandene Software-Lösungen zurückzugreifen. Die im Beitrag beschriebenen virtuellen Vortestate nutzen die Testumgebung innerhalb des Lernmanagementsystems ‚OpenOLAT‘, welche zudem dank der mitgelieferten Statistik hilfreiche Möglichkeiten zur Analyse des Vorwissensstands der Lern- oder Praktikumsgruppe bietet. Die unterm Strich überwiegenden Vorteile, insbesondere in punkto Zeitersparnis, und die in der Mehrzahl gemachten positiven Erfahrungen ermutigen die Autoren dazu, virtuelle Vortestate – unter Berücksichtigung der (fach-)spezifischen Vor-Ort-Bedingungen – weiterzuempfehlen.

9. Danksagung

Dominique Adt, von der Hochschule Kaiserslautern am Standort Zweibrücken, sei für die freundliche Bereitstellung der Grafiken zu Abb. 3 gedankt.

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen

01PL12056C gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

10. Literatur

- [1] Zwickl, Benjamin M.; Finkelstein, Noah and Lewandowski, H. J. (2013): The process of transforming an advanced lab course: Goals, curriculum, and assessments. *American Journal of Physics* 81, 63-70
- [2] Webseite der ‚AG Physikalische Praktika (AGPP)‘: <http://www.physikalische-praktika.de> [29.05.2015]
- [3] Die Materialien zum Lernzielkatalog sind verfügbar unter: <http://www.physikalische-praktika.de/dpgschule/2014/Materialien/index.html> [29.05.2015]
- [4] Roth, Tobias; Schwingel, Alexander; Greß, Carola; Hein, Ulla; Kirsch, Roman; Appel, Julia (2014): Vorstellung eines Blended-Learning-Lab-Konzeptes für die Grundlagenlabore in MINT-Fächern. In: *PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*, Frankfurt am Main
- [5] Fleuren, Daniela; Karapanos, Marios; Roth, Tobias; Berg, Helena (2014): Open MINT Labs – Ein virtuelles Lehr-Lern-Instrument für virtuelle Grundlagenlabore in MINT-Studiengängen. In: *Grundfragen Multimedialen Lehrens und Lernens. Tagungsband GML² 2014*, Berlin, Waxmann Verlag, Münster, S. 236-249
- [6] Gutzler, Tobias; Rehfeldt, Daniel; Nordmeier, Volkhard (2014): Technology SUPPORTED Labs (TSL) – multimedial ergänztes Lernen im Praktikum. In: *Grundfragen Multimedialen Lehrens und Lernens. Tagungsband GML² 2014*, Berlin, Waxmann Verlag, Münster, S. 223-235
- [7] Kreiten, Marga (2012): Chancen und Potenziale web-basierter Aufgaben im physikalischen Praktikum. PhD thesis, Universität zu Köln. Siehe: <http://kups.ub.uni-koeln.de/4719/>
- [8] Webseite des BMBF-Verbundprojekts ‚Open MINT Labs‘ (OML): www.openmintlabs.de [29.05.2015]
- [9] Webseite des Virtuellen Campus Rheinland-Pfalz (VCRP): <http://www.vcrp.de> [29.05.2015]