

VidAMeda – Kompendium mit Lehr-Videos zur Auswertung von Messdaten

Antrag auf ein Fellowship für Innovationen in der digitalen Hochschullehre

5. Juli 2017

1. Persönliche Motivation und Erwartungen an das Programm

Seit Oktober 2003 bin ich Professorin für Experimentalphysik an der RWTH Aachen und verantworte dort seitdem unter anderem Physikpraktika für sog. Nebenfachstudierende, die zu den größten deutschlandweit gehören. Dies bedeutet konkret, dass in diesen Praktika pro Jahr aktuell ca. 2000 Studierende aus mehr als zehn Studiengängen von der Humanmedizin bis zum Maschinenbau in Kleingruppen von 8 bis 10 Studierenden physikalische Experimente durchführen und später in Versuchsberichten beschreiben, auswerten und interpretieren. Gerade die Arbeit an den Versuchsberichten kostet viele Studierende sehr viel Zeit, was bei mir zu dem Bewusstsein einer großen Verantwortung für eine in Summe erhebliche Lebenszeit der Praktikumssteilnehmer führt. Dass der objektiv erfasste Lernzuwachs bei manchem Nebenfachstudierenden in solchen Praktika zum Teil erschreckend gering ausfällt, verstärkt mein entsprechendes Verantwortungsbewusstsein.

Aus diesem Grund bemühe ich mich seit Beginn meiner Tätigkeit in Aachen um Lehrinnovationen im Physikpraktikum. Diese Innovationen zielten in unterschiedliche Richtungen, bedürfen dabei aber häufig aus drei Gründen einer technischen Unterstützung durch digitale Formate:

- Bei bis zu 70 studentischen Hilfskräften und Mitarbeitern, die pro Semester im Praktikum Studierende bei ihren Versuchen betreuen und die erstellten Versuchsberichte bewerten, gelingt naturgemäß keine engmaschige persönliche Supervision all dieser Betreuer, so dass digitale Hilfen als Instrument der Qualitätssicherung dienen können.
- Im typischen Praktikum findet aufgrund der etablierten Praktikumslogistik die Nachbereitung der Versuche einschließlich der Auswertung der Messdaten erst nach dem Präsenztermin im Praktikum und damit ohne Vor-Ort-Betreuung durch die Versuchsassistenten statt.
- Zudem stellt sich das Teilnehmerfeld in einem Physikpraktikum für Nebenfachstudierende als besonders heterogen dar, was sowohl die physikalischen und mathematischen Vorkenntnisse als auch das Interesse an Physik betrifft. Dies trifft nicht nur im Vergleich der Studiengänge, sondern auch innerhalb einzelner Studiengänge zu.

Ich bemühe mich dabei um Lehrinnovationen im Praktikum vor dem Hintergrund meines umfangreichen fachdidaktischen Wissens, über das ich (inzwischen) verfüge. Grund hierfür ist meine Entscheidung, angesichts der Größe der Aufgaben im seinerzeit dringend reformbedürftigen Praktikum nach 2003 auch meine Forschungsperspektive von der Festkörperphysik weg hin zu praktisch nutzbaren fachdidaktischen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Umfeld des Experimentierens im Allgemeinen und dabei auch häufig des Lehrens und Lernens in Physikpraktika im Speziellen zu verlagern.

Dass ich seit meinem Stellenantritt in Aachen zusätzlich maßgeblich für die Lehramtsausbildung im Fach Physik verantwortlich bin, war und ist mit sinnvollen Synergieeffekten verbunden.

Mein Engagement für Lehrinnovationen und Blended-Learning-Aktivitäten wird durch mittlerweile sechs erfolgreiche Projekte im RWTH-eigenen sogenannten *Exploratory Teaching Space* (ETS) belegt, in dem seit 2010 in jährlichen Ausschreibungen Hochschulmitglieder zur Beantragung innovativer Projekte zur Verbesserung der Hochschullehre aufgerufen werden. Zusätzlich ist es mir zunehmend wichtig geworden, auch Kollegen mit ihren guten Ideen für eine Verbesserung der Lehre bei deren Umsetzung zu unterstützen. Dies ist sicher einer der Gründe, warum ich seit drei Jahren auch als sog. *Blended Learning Koordinatorin* der Fachgruppe Physik fungiere. In dieser Position kann ich gleichzeitig selbst permanent Lehrinnovationen kennenlernen und meine Kenntnisse – sei es zu didaktischem (manchmal elementarem) Hintergrundwissen oder zu neuen medialen und technologischen Möglichkeiten - weitergeben. Ich freue mich, dass ich dadurch z.B. zur Verbreitung der an einem Nachbarinstitut entstandenen App phyphox (siehe phyphox.org) mit ihrem großen Potential für eine Verbesserung der Physiklehre auf Hochschul- und Schulebene hilfreich beitragen kann.

Zusammenfassend charakterisieren mich ein ausgeprägtes Verantwortungsbewusstsein für die Lehre, außergewöhnliche Gestaltungsmöglichkeiten in meinem Verantwortungsbereich in der Lehre, ein breiter Erfahrungsschatz bei Lehrinnovationen und eine stete Lernbereitschaft in diesem Feld gepaart mit der Bereitschaft, das Dazugelernte selbst einzusetzen und an Kollegen weiterzugeben.

Vor dem dargestellten Hintergrund bewerbe ich mich um ein Fellowship, weil mir das Programm als sinnvolles Umfeld erscheint, um selbst von Gleichgesinnten über deren Lehrinnovationen dazuzulernen, aber auch andere von meinen umfangreichen Erfahrungen profitieren zu lassen. Im Speziellen erhoffe ich mir für das hier vorgeschlagene Projekt eines Kompendiums mit Lehrvideos auch einen konkreten Input für eine nachfolgende mögliche Weiterentwicklung der Logistik des Angebots einer größeren Zahl von Videos, welche hilft, die individuellen Bedarfe der Nutzer optimal zu bedienen.

2. Problembeschreibung und Zielstellung

Physikalische Praktika sind nicht nur wesentlicher Teil der Hochschulausbildung von angehenden Physikern, sondern auch ein weitverbreiteter Bestandteil vieler anderer naturwissenschaftlicher, ingenieurwissenschaftlicher sowie medizinischer Studiengänge. Dabei wird in den Präsenzzeiten in den Praktika mit Unterstützung von Betreuern in Kleingruppen experimentiert. Wichtige Lernziele, die an der RWTH Aachen im Regelfall mit den Dozenten der Hauptfächer der Praktikanten abgestimmt werden, sind aber auch mit der Auswertung der Messdaten verbunden. Diese Auswertung erfolgt allerdings häufig im Rahmen der nachgelagerten Erstellung der Versuchsberichte in Selbststudienzeiten außerhalb des Praktikums und damit ohne direkte Betreuung.

Für das Beispiel der Physikpraktika für Nebenfachstudierende der RWTH Aachen bedeutet das, dass jährlich Hunderte Bachelor-Studierende verschiedener Fachrichtungen in den Vorlesungszeiten wöchentlich mehrere Stunden mit dem Erstellen von ausführlichen Versuchsberichten verbringen. Konkret betrifft dies jedes Jahr etwa 500 Studierende der Bachelorstudiengänge Biologie und Biotechnologie, Chemie, Informatik, Angewandte Geowissenschaften, Materialwissenschaften, Werkstoffingenieurwesen und Lehramt Physik, die je nach Studiengang außerhalb der Präsenzzeiten im Praktikum laut Evaluation der Lehrveranstaltungen im Durchschnitt wöchentlich zwischen 4 und 8 Stunden in die Versuchsberichte investieren. Die individuell benötigten Zeiten für die Erstellung der Versuchsberichte können im Einzelfall die angegebenen Durchschnittswerte noch deutlich übersteigen, was durch weit-

verbreitete Schwierigkeiten der Studierenden vor allem im Bereich der mathematisch-technischen Auswertekompetenzen begründet ist. Diesen Schwierigkeiten soll mit dem hier beschriebenen Projekt von Lehrvideos zur Unterstützung der Selbststudienzeiten entgegengewirkt werden. Damit sollen diese Selbststudienzeiten der Studierenden bei der Nachbereitung der Physikpraktikumsversuche deutlich effizienter und effektiver als bisher gestaltet werden. Aufgrund der erheblichen Zeitkontingente, die aktuell in die Versuchsnachbereitung investiert werden, darf man von dem Lehrvideo-Angebot auch positive Quereffekte für die Bewältigung der Anforderungen im jeweiligen Hauptfach der Studierenden erwarten. Diese Prognose ist auch durch den Umstand begründet, dass Physikpraktika in der Regel in den für einen Studienerfolg besonders kritischen ersten Semestern¹ der (Bachelor-)Studiengänge verankert sind.

In Abbildung 1 ist der typische Ablauf in einem Aachener Physikpraktikum während der Vorlesungszeit skizziert: Die Studierenden führen jede Woche an einem zumeist 3-stündigen Versuchstermin Experimente durch und nehmen die Messwerte auf. Hierbei experimentieren immer zwei Studierende gemeinsam an einem Versuchsaufbau, wobei in der Regel 8 Studierende von einem Betreuer (studentische Hilfskraft oder wissenschaftlicher Mitarbeiter) unterstützt werden.

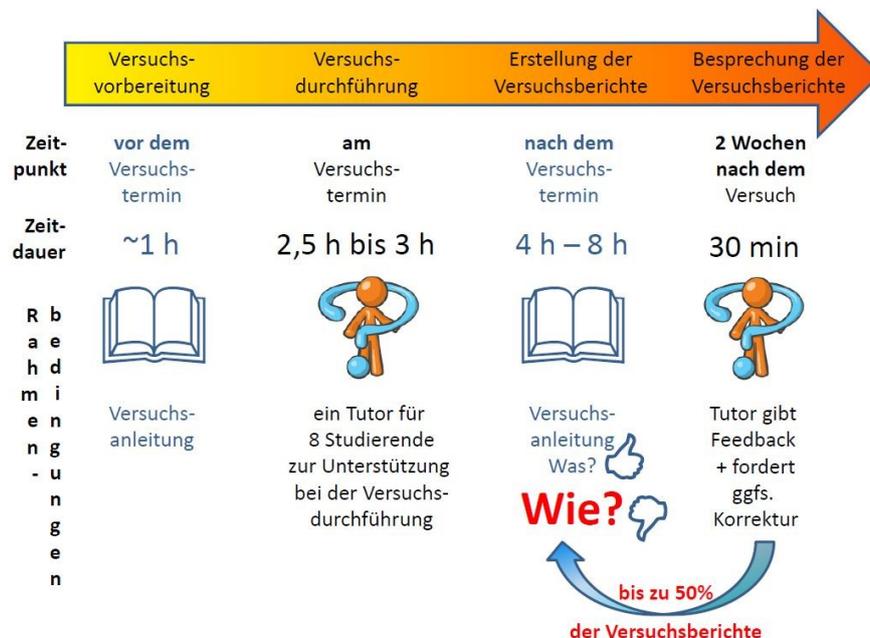


Abbildung 1: Typischer Ablauf im Physikpraktikum mit nachgelagerter Erstellung von Versuchsberichten. Die Selbststudienzeiten der Studierenden sind blau dargestellt. Im Regelfall erhält der Betreuer die Versuchsberichte der Studierenden eine Woche nach dem Versuchstermin und hat eine Woche Zeit für deren Korrektur, so dass sich ein Abstand von 2 Wochen zwischen dem Versuch und der Rückgabe der Versuchsberichte ergibt. Die Versuchsberichte werden je nach Studiengang zu zweit oder individuell erstellt.

Die Auswertung der Messdaten und deren Interpretation und Dokumentation in einem Versuchsbericht erfolgt in der Regel nach dem Versuchstermin und damit ohne direkte Unterstützung durch die Betreuer. Dafür werden typischerweise deutlich längere Zeiten als für die eigentliche Versuchsdurchführung benötigt (Durchschnittswerte/Woche laut Evaluierung der Lehrveranstaltungen mittels Evasys: Biologie ca. 8 h, Materialwissenschaften ca. 5 h, Chemie 4 h). Diese Berichte werden von den Betreuern korrigiert und den Studierenden in einer halbstündigen Nachbesprechung des Versuches mit Kommentaren zurückgegeben. Sollten die Versuchsberichte nicht einem Mindeststandard genügen,

¹ an der RWTH Aachen im ersten bis dritten Semester

so darf der Betreuer ihre Korrektur verlangen. Etwa die Hälfte aller Versuchsberichte durchlaufen zurzeit eine solche Verbesserungsschleife (siehe Abb. 1).

Kommentare der Studierenden in den Freitext-Feldern der Evaluationsbögen der Lehrveranstaltung lassen vermuten, dass viele Studierende zwar gerne experimentieren, aber die Auswertung der Messdaten und Erstellung der Versuchsberichte häufig als schwierig und zeitraubend erfahren wird. Das damit verbundene Frustrationspotential bei der Auswertung der Messdaten steht im Kontrast zur großen Bedeutung, die auch die Dozenten der Hauptfächer der Studierenden dem Erlernen und Üben der Auswertung von Messdaten als unverzichtbarem Hauptziel der Physikpraktika beimessen (belegt z.B. durch eigene deutschlandweite Umfragen unter 150 bzw. 190 Dozenten der Chemie und Biologie).

Zudem wurden am Beispiel der Studiengänge Werkstoffingenieurwesen sowie Biologie und Biotechnologie die Versuchsberichte von kompletten Studierendenkohorten eines Semesters analysiert (Lammertz 2012, Schwarz 2013). Dabei wurden die Studierenden auch zu den wahrgenommenen Schwierigkeiten bei der Erstellung von Versuchsberichten befragt. Die Ergebnisse bestätigen, dass die Auswertung der Messdaten als besonders problembehaftet bewertet wird. Die Analysen wurden für die Biologiestudierenden durch Tests der Lernzuwächse bei ausgewählten wichtigen Kompetenzen der Auswertung und Interpretation von Messdaten ergänzt (Schwarz 2013). Sie zeigen, dass diese Lernzuwächse zum Teil ernüchternd gering ausfallen. Zu diesem unbefriedigenden Status Quo trägt vermutlich neben den heterogenen physikalischen Vorkenntnissen der Studierenden auch wesentlich bei, dass die Studierenden in der Phase der Auswertung weitgehend auf sich allein gestellt und dabei teilweise mit eher oberflächlichen Problemen mangelnder Software-Kenntnisse überfordert sind, die den Blick auf die wesentlichen Lernziele verstellen. Die Versuchsanleitungen enthalten zwar Hinweise, was bei der Erstellung der Versuchsberichte erarbeitet werden soll, können naturgemäß aber keine detaillierten Tipps zu erfolgreichen Auswerteprozeduren geben (siehe Abb. 1). Ein für alle Studierenden verbindlicher Einführungsversuch am Beginn des Praktikums zu Grundlagen der Darstellung und Auswertung von Messdaten, den wir vor einigen Jahren in den meisten Praktika etablieren konnten, entfaltet offenbar nur beschränkte Wirksamkeit.

Die obigen Beschreibungen sind keine Besonderheit der Aachener Praktika, sondern werden deutschlandweit und auch international beobachtet (siehe z.B. (Heinicke 2012) und (Buffler 2001)). Somit werden essentielle Lernziele dieser wichtigen Lehrveranstaltungen, die zum unverzichtbaren Bestandteil vielfältiger Studiengänge gehören, in deren traditionellen Design nur bedingt erreicht. Zusätzlich führt aber der (sehr) hohe Zeitaufwand, den die Studierenden in die Praktika investieren müssen, auch zu nachteiligen Effekten in parallel durchgeführten Lehrveranstaltungen aus den Hauptthemengebieten der Studiengänge, wo dann die Zeit zur Aufarbeitung der Lehrinhalte zu kurz kommt.

Deshalb entstand die Idee der Entwicklung von Hilfen, mit denen wesentliche Elemente der Auswertung und Darstellung von Messdaten durch die Studierenden kompakt immer wieder nachvollzogen werden können. Diese Hilfen sollen als Online-Versionen auf Smartphones, Tablets und PCs laufen und so für die Studierenden in allen Phasen der Auswertung während des Praktikumsversuches und danach jederzeit verfügbar sein. Lehrvideos, die in einem Kompendium zusammengefasst sind, erscheinen hierfür als geeignetes Medium. Daraus leitet sich die **Zielstellung des Projektes** ab:

Um die Effektivität und Effizienz der Auswertephasen in Physikalischen Praktika maßgeblich zu steigern, sollen online nutzbare Hilfestellungen zur Auswertung und korrekten Darstellung von Messdaten in Form eines Sets von ca. 30 maximal je sieben Minuten langen, aufeinander abgestimmten Lehrvideos entstehen und den Studierenden zur Unterstützung der Arbeitsphasen im Praktikum jenseits der

Präsenztermine über das Lernmanagementsystem (LMS) der RWTH Aachen angeboten werden. Die Nutzung und Untersuchung der Lernwirksamkeit dieser Online-Hilfen unter realistischen Einsatzbedingungen wird Potentiale zur Verbesserung der Lehrvideos offenlegen. Darauf aufbauend sollen die Lehrvideos bei Bedarf weiterentwickelt werden, bevor die Hilfen auch Dozenten anderer Lehrveranstaltungen an der RWTH Aachen bzw. Dozenten anderer Hochschulen zur Nutzung angeboten werden.

Bei der Umsetzung der formulierten Zielstellung kann bereits auf Vorarbeiten aufgebaut werden, die nachfolgend beschrieben werden.

3. Vorarbeiten zum Projekt

Die Wirksamkeit von Lehrvideos bei einer besseren Bewältigung typischer Aufgabenstellungen, wie sie im Rahmen der Auswertung und Interpretation von Messdaten (z.B. im Rahmen der Versuchsberichtserstellung in Physikpraktika) auftreten, wurde in meiner Arbeitsgruppe im Rahmen einer ersten Laborstudie überprüft (Effertz 2015). Hierzu wurden als Hilfestellungen zu Aufgaben unterschiedlicher Komplexitätsstufen drei erste, prototypische Lehrvideos zum Thema „Graphische Auswertung und Messdatenanalyse“ erstellt und mit 16 Studierenden der Biologie getestet. In einem Pre-Post-Test mit Kreuzdesign wurde untersucht, ob die Lehrvideos die Studierenden bei der Auswertung von Messdaten sinnvoll und zielgerichtet unterstützen. Zusätzlich wurden die Studierenden zum Einsatz der Lehrvideos befragt.

Exemplarische Ergebnisse der Evaluation in Abb. 2 zeigen eindeutig einen großen Effekt des Einsatzes der Lehrvideos. Bei einfachen Aufgaben konnte die Qualität der Studierendenleistung deutlich gesteigert werden. Bei komplexeren Aufgaben waren Studierende, die vorher die Testaufgabe nicht lösen konnten, mit Nutzung der Videos dazu (teilweise) in der Lage. Eine Befragung der Studierenden verdeutlichte auch, dass der subjektiv empfundene Schwierigkeitsgrad der Aufgaben signifikant reduziert werden konnte.

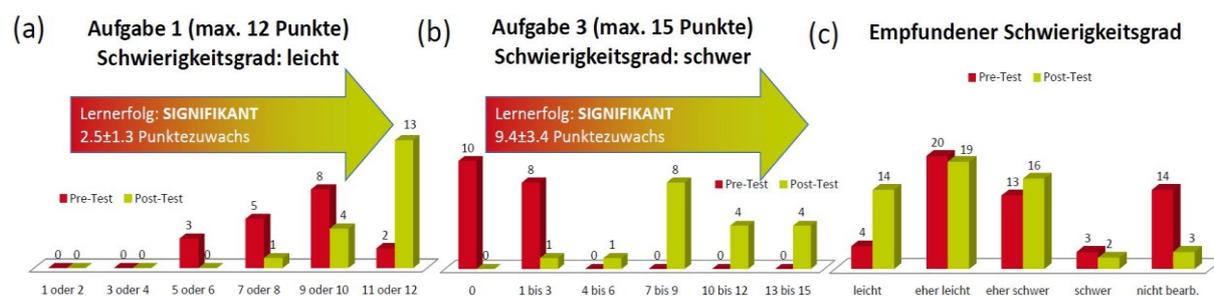


Abbildung 2: Ergebnisse der Evaluierung erster Prototypen von Lehrvideos zur Messdatenauswertung. Im linken und mittleren Bild sind die Verteilungen der Punkte dargestellt, welche die Studierenden in einem Test mit typischen Aufgaben zur Auswertung von Messdaten ohne (Pre-Test) und mit (Post-Test) optionaler Nutzung der Lehrvideos erzielt haben. Das rechte Bild zeigt den von den Studierenden empfundenen Schwierigkeitsgrad der bearbeiteten Aufgaben.

Außerdem äußerten sich die Studierenden durchweg positiv zu den Lehrvideos und gaben an,

- dass die Videos ihnen geholfen haben,
- dass sie das Angebot von Lehrvideos nutzen würden und
- dieses für sehr sinnvoll erachten.

Nach diesem ersten vielversprechenden probeweisen Einsatz von Lehrvideos haben wir uns einer Überarbeitung der Prototypen-Videos und der Erstellung weiterer Videos gewidmet. Allerdings mussten wir

anschließend in einer Laborstudie zu deren Einsatz ernüchtert feststellen, dass die Videos auch Risiken mit sich bringen (Hamacher 2016). Gerade beim Umgang mit Messunsicherheiten wird oft konstatiert, dass Studierende trotz aufwändiger Lehrveranstaltungen und vielfacher Lehrgelegenheiten am Ende allein ein rezeptartiges Abarbeiten von Rechenvorschriften leisten, ohne zu einem tieferen Verständnis der (elementaren) Grundlagen der Abschätzung und Bewertung der Quellen und Größen von Messunsicherheiten vorzudringen (Allie 2003, Buffler 2001). Nach unserer Beobachtung bargen die ersten produzierten Lehrvideos der zweiten Generation die Gefahr, dass solche Arbeitsweisen verfestigt werden.

Aus diesem Grund bestand für uns der nächste Schritt nicht in der massenhaften Produktion der restlichen der ca. 30 geplanten Videos. Stattdessen haben wir uns entschieden, in umfangreichen Analysen zunächst noch genauer die Arbeitsweise und die Probleme der Studierenden bei der Auswertung der Messdaten unter realistischen Bedingungen detaillierter zu untersuchen (Hamacher 2016a, Nikodemus 2017), um aufbauend auf diesen Untersuchungen passgenaue Unterstützungsangebote konzipieren und realisieren zu können.

Im Physikpraktikum für Studierende der Biologie und Biotechnologie wurden deshalb ausgewählte freiwillige Paare von Studierenden bei drei aufeinanderfolgenden Versuchen und damit vier Praktikumswochen lang beim Experimentieren und bei der Versuchsauswertung (über mit einer Screen-Capturing Software präparierte Notebooks und den zusätzlichen Einsatz von Smartpens) im Detail begleitet (Hamacher 2016a). Parallel dazu wurden nochmals ca. 50% aller Versuchsberichte des gesamten Praktikums vollständig digital erfasst und wesentliche Merkmale aller Versuchsberichte über einen kurzen Bewertungsbogen der Betreuer gesammelt. Die Analyse dieser Daten, obgleich noch keineswegs vollständig abgeschlossen, ergab bereits wichtige Erkenntnisse, die in das Konzept der Lehrvideos (hier konkret zur Erstellung und Auswertung von Diagrammen) einfließen. Insbesondere muss nicht nur die Heterogenität der Studierenden bezüglich ihrer physikalischen und mathematischen Vorkenntnisse, sondern auch bezüglich ihrer Fähigkeit zum adäquaten Einsatz geeigneter Software zur Darstellung und Auswertung der Messdaten stärkere Berücksichtigung finden. Außerdem wird im Gegensatz zur Konzeption der Lehrvideos der ersten und zweiten Generation nunmehr auf das Angebot von unterstützenden Videos für die händische zeichnerische Erstellung von Diagrammen verzichtet, weil auch die 15% der Studierenden, die im Praktikum zunächst solche Diagramme erarbeiten, die Lehrveranstaltung offenbar bewusst als Chance wahrnehmen, bei diesen methodischen Grundfertigkeiten dazuzulernen.

4. Kurzbeschreibung des Vorhabens

Lehrvideos zu ausgewählten typischen Aufgabenstellungen bei der Auswertung von Messdaten werden aufbauend auf den bereits vorliegenden Erfahrungen erstellt, den Studierenden zur Verfügung gestellt und bezüglich ihrer Nutzbarkeit und Lernwirksamkeit evaluiert. Die Lehrvideos mit einer maximalen Länge von 7 min sollen auf allen mobilen Endgeräten genutzt werden und dabei Fragestellungen der geeigneten Darstellung von Messdaten, ihrer rechnerischen Auswertung, der Ermittlung von Messunsicherheiten und der korrekten Angabe von Messergebnissen unter Berücksichtigung ihrer Messunsicherheiten sowie ihrer Interpretation behandeln. In die Erstellung der Drehbücher der Videos fließen die in Vorarbeiten meiner Arbeitsgruppe erworbenen umfassenden Einblicke in die Herangehensweise und typischen Probleme der Studierenden bei der Erstellung von Versuchsberichten ein. Durch das Angebot von Lehrvideos, die Herausforderungen bei der Auswertung von Messdaten auf

sehr unterschiedlichem Niveau behandeln, sollen die sehr heterogenen Vorkenntnisstände der Studierenden berücksichtigt werden. Einen Überblick über einige wichtige Themen der geplanten Lehrvideos zeigt die Abb. 3.

In der Abbildung wird sichtbar, dass in dem zu erstellenden Compendium von Lehrvideos einerseits Videos vertreten sein sollen, die handwerkliche Fähigkeiten bei der adäquaten Umsetzung der Darstellung und weitergehenden Auswertung von Messdaten vermitteln sollen. Andererseits werden Videos entstehen, die auf ein Grundverständnis des Umgangs mit Messdaten und Messunsicherheiten abzielen. Nach unseren Erfahrungen müssen gerade bei diesen grün markierten Themen attraktive Wege der Vermittlung besprochen werden, damit die Inhalte von den Studierenden wahrgenommen und im besten Fall auch erlernt werden.

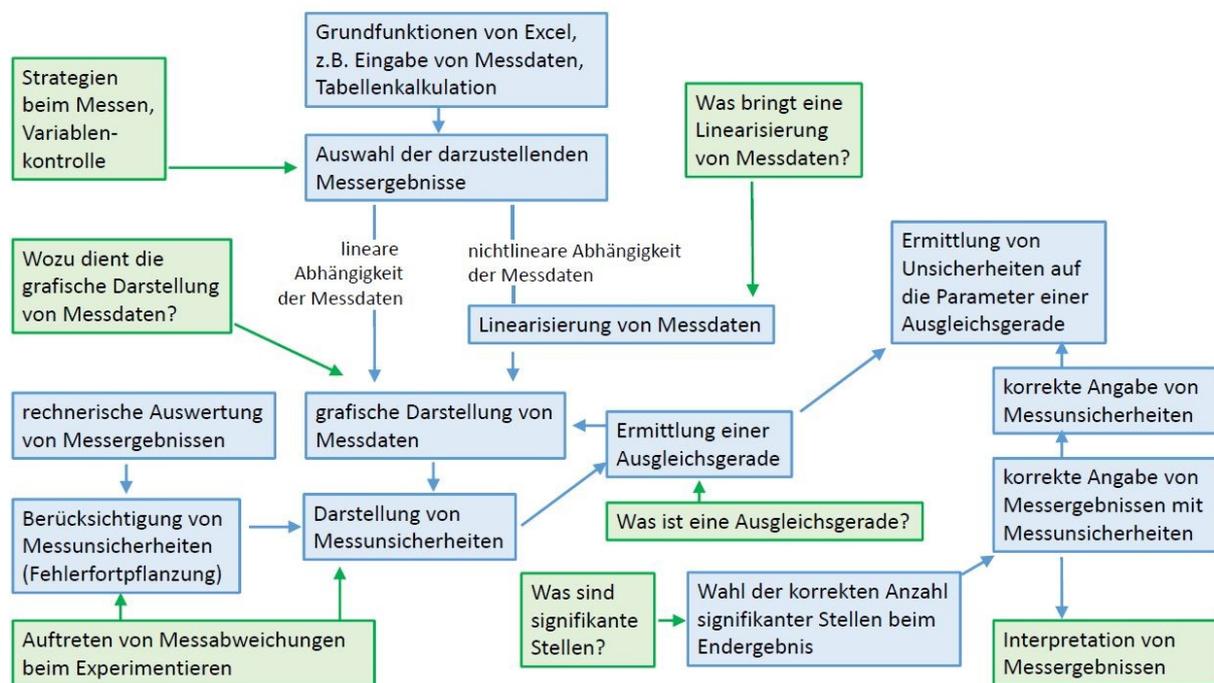


Abbildung 3: Überblick über ausgewählte Themen der geplanten Lehrvideos zur Auswertung von Messdaten. Blaue Kästen betreffen Videos, die schwerpunktmäßig Anleitungen zur technischen Umsetzung geben. In den grünen Kästen finden sich Themen von Videos, die auf ein Grundverständnis im Umgang mit Messdaten und Messunsicherheiten abzielen.

Die Abbildung zeigt im zentralen oberen Bereich ebenfalls, dass auch Videos zu sehr elementaren Aspekten der Datenauswertung entstehen sollen. Dieser Umstand ist unserem Einblick in die Aufzeichnungen realer Erstellungsprozesse von Versuchsberichten geschuldet, bei denen überraschende Beobachtungen getätigt wurden², die viel Potential für eine Optimierung der Prozesse und eine damit verbundene deutliche Zeitersparnis bei der Auswertung der Messdaten durch die Studierenden offenbart haben. Die Auswahl von Excel als Basissoftware für die Datenauswertung wurde aufgrund einer Befragung von Studierenden der Biologie und Biotechnologie getroffen.

Die Lehrvideos sollen dabei nicht nur die Studierenden in den Selbststudienzeiten unterstützen, sondern gleichzeitig den Praktikumsbetreuern als Orientierung für die Lernziele im Praktikum dienen. Dies

² Beispiele hierfür sind Studierende, die in einem Textverarbeitungssystem Tabellen erzeugt und dann in Excel übertragen haben, oder Studierende, die mit Daten aus Tabellenspalten in Excel per Taschenrechner neue Daten generiert und dann in Excel eingetragen haben.

wird insbesondere in unseren sehr großen Praktika der Qualitätssicherung der Lehre und der Sicherstellung einer Gleichbehandlung der Praktikanten zugutekommen.

Die Lehrvideos sollen zunächst im LMS der Hochschule angeboten werden. Bei der Auswahl passender Lehrvideos für ihre individuellen Bedürfnisse werden die Studierenden nicht nur durch Hinweise in den Versuchsanleitungen, sondern auch durch die Betreuer in den Präsenzveranstaltungen der Praktika systematisch unterstützt. Aus heutiger Sicht erwarten wir wiederum auf der Basis unserer eigenen Vorarbeiten, dass auf diese Weise ein effizienter Einsatz von Lehrvideos initiiert werden kann. Dies muss aber naturgemäß später im Betrieb evaluiert und ggfs. durch geeignete technische Lösungen unterstützt werden. In diesem Punkt hoffe ich auch, von einem regen Austausch im Fellowship-Programm profitieren zu können.

5. Implementation und Verstetigung der Lehrinnovation

Die Lehrinnovation soll in grundständige Lehrveranstaltungen in diversen Bachelorstudiengängen der Naturwissenschaften, Ingenieurwissenschaften und in den Studiengängen Humanmedizin bzw. Zahnmedizin implementiert werden. Bei diesen Lehrveranstaltungen handelt es sich jeweils um Pflichtveranstaltungen in Form von physikalischen Praktika. Der naheliegendste Adressatenkreis der zu erstellenden Lehrvideos sind jene Nebenfachstudierende, die in Physikpraktika an der RWTH Aachen in den Vorlesungszeiten wöchentlich mehrere Stunden mit dem Erstellen ihrer Versuchsberichte zubringen. Demnach kann die Maßnahme an der RWTH Aachen bei positiver Evaluation mittelfristig in den Regelbetrieb der Physikpraktika für Bachelor-Studierende der Biologie und Biotechnologie ($N \approx 140$), der Chemie und Informatik ($N \approx 140$), des Werkstoffingenieurwesens ($N \approx 100$), der Angewandten Geowissenschaften ($N \approx 40$), der Materialwissenschaften ($N \approx 40$) und des Lehramts Physik ($N \approx 30$) übernommen werden (in Klammern sind die aktuellen typischen Teilnehmerzahlen dieser Praktika angegeben). Nutzen versprechen die Lehrvideos auch für die Studierenden der Human- und Zahnmedizin ($N \approx 280 + 60$), wobei die 280 Humanmedizin-Studierenden jeweils im 1. und 6. Semester des Modellstudiengangs Versuche im Physikpraktikum durchführen und dabei ebenso – in abgewandelter Form – Auswertungsaufgaben im Selbststudium bearbeiten. Die Lehrvideos können darüber hinaus auch Studierenden des Maschinenbaus im Rahmen der Physikversuche des Messtechnischen Labors (MTL, typisch mehr als 1000 Teilnehmer) nützliche Dienste erweisen und hierfür z.B. in interaktive digitale Versuchsanleitungen eingebunden werden, die aktuell erstellt werden. Damit liegt die Gesamtzahl der potentiellen Nutzer der Lehrvideos allein im Physikalischen Praktikum der RWTH Aachen bei ca. 2000 (Bachelor-)Studierenden/Jahr.

Zusätzlich zu dieser angestrebten Kerngruppe der zukünftigen Nutzer, die in den Physikpraktika der RWTH Aachen angesiedelt ist, soll die Zahl der Nutzer in zwei Richtungen erweitert werden: Einerseits gibt es bereits Interessenten für einen potentiellen Einsatz der Lehrvideos als ergänzendes Material in weiteren Veranstaltungen von natur- und ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen an der RWTH Aachen (z.B. Veranstaltung „Thermodynamik“ im Studiengang Maschinenbau). Andererseits sind die Leiter von Physikalischen Praktika an Hochschulen im deutschsprachigen Raum durch eine Arbeitsgruppe Physikalische Praktika in der Deutschen Physikalischen Gesellschaft mit halbjährlichen Tagungen bzw. Workshops sehr gut vernetzt, was eine Distribution der angestrebten Lehrvideos auch über diesen Weg nahelegt. Die durchgängige modulare Konzeption der Lehrvideos wird die Einsatzmöglichkeiten der Lehrvideos erweitern und damit ihre Verbreitung nach unseren Erwartungen erleichtern.

Bei der Verstetigung der Lehrinnovationen sind zwei Aspekte zu unterscheiden: der organisatorische und der Aspekt der inhaltlichen Aktualisierung der Inhalte. Der nötige Aufwand für die Gewährleistung der Distribution von existierenden Videos kann nach derzeitiger Einschätzung über die Infrastruktur des Instituts und das LMS der Hochschule sichergestellt werden. Der Inhalt der zu erstellenden Videos betrifft elementare Grundlagen der Datenauswertung einerseits und die technische Umsetzung mit aktueller Beispiel-Software andererseits. Der erste Aspekt ist damit langfristig gültig, so dass eine längere Nutzbarkeit dieser entsprechenden Video-Module prognostiziert werden kann. Die Lehrvideos zu konkreten Software-Anwendungen müssen regelmäßig (im Abstand mehrerer Jahre) aktualisiert werden, was entweder über studentische Hilfskräfte mit Finanzierung aus Mitteln, die der Qualitätsverbesserung der Lehre dienen, oder über Service-Einrichtungen der Hochschule geschehen kann. Eine interessante Alternative wäre die Einbindung notwendiger Aktualisierungen als Übungsanlass für die Erzeugung von Lehrmedien in die Lehramtsausbildung.

6. Geplante Evaluation und Risiken

Die Evaluation des Einsatzes der Lehrvideos wird einerseits im Rahmen der Standardprozesse zur Lehrevaluation an der RWTH Aachen erfolgen. Hierzu werden in den sog. Evasys-Fragebögen zu den Praktika spezifische Fragen zu den Lehrvideos ergänzt. Zum anderen werden im LMS der RWTH aktuell erste Optionen einfacher Learning Analytics Tools implementiert, die nach Maßgabe der Möglichkeiten auch für die Beurteilung des Effekts der Lehrvideos zum Einsatz kommen sollen. Dabei interessieren Zugriffszahlen auf die einzelnen Lehrvideos ebenso wie beispielsweise Reihenfolgen beim Zugriff. Zusätzlich sind für eine detailliertere Bewertung der Lernwirksamkeit und der Risiken des Einsatzes der Lehrvideos mittelfristig Untersuchungen im Rahmen von Abschlussarbeiten (Bachelor/Master) von Lehramtsstudierenden geplant.

Als Risiko des Angebots der Lehrvideos ist insbesondere einzuschätzen, dass sich Strategien von Studierenden, die beim Lösen von diversen Aufgaben nur auf das Abarbeiten kochbuchartiger Rezepte orientieren, verfestigen. Das angestrebte Grundverständnis der Herangehensweise bei der Betrachtung, Berechnung und Darstellung von Messunsicherheiten könnte dabei nicht erreicht werden. Allerdings ist letzteres auch ein überaus anspruchsvolles Ziel, so dass man ggfs. überprüfen muss, ob der Anspruch der Vermittlung eines solchen Grundverständnisses durch Lehrvideos angemessen ist, weil dieses möglicherweise nur durch Formate der Präsenzlehre in direkter Interaktion mit den Studierenden zugänglich wird.

7. Möglichkeiten des Transfers der Projektergebnisse & eigene Vernetzung

Die Auswertung von Messdaten und die fundierte Beurteilung der Güte experimenteller Ergebnisse ist eine Kernkompetenz nicht nur für Naturwissenschaftler aller Fächer, sondern auch für Ingenieure. Aus diesem Grund werden sich bereits innerhalb der RWTH weitere Einsatzmöglichkeiten der Lehrvideos ergeben. Für die Verbreitung der Lehrvideos soll bei entsprechendem Projektfortschritt die RWTH-Veranstaltung *Talk Lehre* genutzt werden, die inzwischen als jährlich stattfindendes Austauschforum für Lehrinnovationen an der RWTH Aachen fest etabliert ist. Weitere Interessenten werden sich auch über das Netzwerk der *Blended Learning Koordinatoren* der verschiedenen Fächer an der RWTH Aachen finden, in dem ich die Fachgruppe Physik vertrete.

Eine weitere interessante Möglichkeit des Transfers der Projektergebnisse ergibt sich über die gut vernetzte Gemeinschaft der Leiter Physikalischer Praktika an Hochschulen im deutschsprachigen

Raum. Die sog. Arbeitsgruppe Physikalische Praktika (AGPP) in der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) trifft sich zweimal jährlich zum Erfahrungsaustausch. Diese Treffen sollen genutzt werden, um die Lehrvideos vorzustellen und ihre Verbreitung auch an anderen Hochschulstandorten zu initiieren. Die AGPP kann zudem als Expertengremium bei der Qualitätssicherung bei den erstellten Videos sinnvoll mitwirken.

Literatur

Allie, Saalih; Buffler, Andy; Campbell, Bob; Lubben, Fred; Evangelinos, Dimitris; Psillos, Dimitris; Valassiades, Odysseas (2003): Teaching Measurement in the Introductory Physics Laboratory. In: The Physics Teacher. 41, 23-20

Buffler, Andy; Allie, Saalih; Lubben, Fred (2001): The development of first year physics students' ideas about measurement in terms of point and set paradigms. In: International Journal of Science Education, 23, 11, 1137-1156

Effertz, C., Schwarz, I., Lammertz, I., Erkelenz, J., Heinke, H. (2015). *Lernvideos im Physikpraktikum für Biologen - Entwicklung und Evaluation*. In: S. Bernholt (Hrsg.), Heterogenität und Diversität - Vielfalt der Voraussetzungen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Bremen 2014 (S. 423-425). Kiel: IPN. Online-Quelle: <http://www.gdcp.de/index.php/tagungsbaende/tagungsband-uebersicht/161-tagungsbaende/2015/10099-2015-4367> (7/2017).

Hamacher, J., Erkelenz, J., Heinke, H. (2016). *Using Videos to Develop an Understanding of Measurement Uncertainties*, In: Thoms, L.-J.; Girwidz, R. (Eds.): Proceedings of the 20th International Conference on Multimedia in Physics Teaching and Learning (pp. 151-159). European Physical Society, Online-Quelle: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:19-epub-29030-9> (7/2017).

Hamacher, John; Heinke, Heidrun (2016a): Analyse studentischer Lernprozesse zu Messunsicherheiten im Physikpraktikum. In: PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung in Hannover. Online-Quelle: <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/719/846> (7/2017)

Heinicke, Susanne (2012): Aus Fehlern wird man klug. Berlin: Logos

Lammertz, I. (2012). *Analyse der Protokolle im Physikpraktikum für Studierende des Werkstoffingenieurwesens*, Staatsexamensarbeit RWTH Aachen.

Nikodemus, Lena; Hamacher, John; Heinke, Heidrun (2017): Prozessorientierte Analyse der Erstellung von Diagrammen mit Fehlerbalken. In: PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung in Dresden, im Druck.

Schwarz, I., Effertz, C., Heinke, H. (2013). *Entwicklung eines Physikpraktikums für Biologiestudierende - der Umgang mit Messunsicherheiten*, In: V. Nordmeier & H. Grötzebach (Hrsg.), PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung Jena. Online-Quelle: <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/479/619> (7/2017).