

ZENTRUM FÜR HOCHSCHULDIDAKTIK

PHILOSOPHISCHE FAKULTÄT

UNIVERSITÄT FRIBOURG

**ONLINEHILFEN FÜR
STUDIENINTERESSIERTE UND
STUDIENANFÄNGER IM BEREICH DER
NATURWISSENSCHAFTEN**

YVES KAYSER

RUE DE LAUSANNE 41

CH-1700 FRIBOURG

YVES.KAYSER@UNIFR.CH

EINGEREICHT AM 4. FEBRUAR 2011

BETREUT VON PROF. BERNADETTE CHARLIER

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	4
2. Lehrkontext in den Physikvorlesungen des 1. Studienjahres	8
2.1. Grundvorlesung der Physik	9
2.2. Physikpraktika	10
2.3. Vorlesung mit den Physikaufgaben.....	11
3. Probleme die sich im Lehrkontext zeigen	15
3.1. Motivation der Studenten als Studienanfänger.....	15
3.2. Das Lösen von Physikaufgaben	16
3.3. Zwischentests und Examen	17
3.4. Heterogenität des Vorwissens	18
3.5. Mathematik in den Physikvorlesungen	21
4. Problematik der mathematischen Vorkenntnisse.....	23
5. Möglichkeiten der Onlinehilfen.....	28
5.1. Self-Assessments für Studieninteressierte.....	29
5.2. Mathematische Hilfen für Studienanfänger.....	35
6. Vorstellung von ausgewählten Onlinehilfen	38
6.1. Self-Assessments	38
6.2. Mathematik-Test im naturwissenschaftlichen Kontext.....	43
6.3. Mathematik-Plattformen	44
6.4. Weitere Onlineangebote	46
7. Zusammenfassung und Diskussion.....	48
8. Persönliche Reflexion.....	53

Bibliographie.....	56
Abbildungsverzeichnis.....	59
Anhangsverzeichnis.....	59

1. Einleitung

Diese Arbeit befasst sich mit verfügbaren Onlinehilfen für Studieninteressierte sowie Studenten des ersten Studienjahres im Bereich der naturwissenschaftlichen Studiengänge. Die Onlinehilfen sollen sich an Schüler¹ richten die vor der Wahl des Studienfaches stehen, an einem Studium in den Naturwissenschaften interessiert sind, und herausfinden möchten welche Anforderungen dieses Studium an die Studenten stellt und ob sie die notwendigen Eigenschaften für ein Studium, beispielsweise der Mathematik oder Physik, mit sich bringen. In dieser Arbeit soll auf die Schwierigkeiten und Hürden hingewiesen werden die beim Übergang von der Sekundarschule an die Universität auftreten. Online verfügbare Self-Assessments, eine relativ neue Form der Studienorientierung, erfassen unter anderem das eigene Kompetenzprofil und klären über die Studienanforderungen auf und könnten diesbezüglich, durch einen Vergleich dieser beiden Faktoren, einigen Schwierigkeiten eventuell vorbeugen.

Als Onlinehilfen betrachte ich im Folgenden *Self-Assessments*, die es den Studieninteressenten erlauben mehr Informationen über sich selbst und unterschiedliche Studiengänge, an denen Interesse besteht, zu sammeln, *diagnostische Tests*, die es den Studienanfängern ermöglichen ihre Probleme mit dem Vorlesungsstoff genauer zu definieren und *Plattformen*, die Lernmaterial zur Verfügung stellen um entweder die Studenten im Erwerb der notwendigen Kompetenzen zu unterstützen oder eine optimierte Vorbereitung auf Vorlesungen erlauben.

In diesem Hinblick werden auch Studienanfänger berücksichtigt, die bereits ein naturwissenschaftliches Studienfach belegen, aber insbesondere im mathematischen Bereich, nicht genügend Vorkenntnisse mitbringen, und deshalb beispielsweise ihr schulisches mathematisches Wissen auffrischen wollen. Als Vorkenntnis gilt jedes Wissen sowie jede Kompetenz welche den Einstieg in eine Vorlesung erleichtern und auf denen die Vorlesungsinhalte aufbauen. Von daher werden sie vom Dozenten als im Voraus erworben angenommen. Die Vorkenntnisse sollten in einem überschaubaren Zeitrahmen und mit vernünftigen Mitteln zu erlangen sein. Falls dies nicht gewährleistet werden kann, sollten die zu entwickelnden Kompetenzen in die Vorlesung eingegliedert werden. Die Kenntnis des geforderten Vorwissens erlaubt es

¹ Mit Schüler, respektive Studenten, Tutor oder Assistent sind sowohl männliche als auch weibliche Schüler oder Studenten gemeint, soweit dies nicht anders im Text spezifiziert wird.

den Studenten sich besser auf ihre Vorlesungsstunden vorzubereiten, bzw. sich den Anforderungen des gewählten Studienganges besser anzupassen. In der Tat sind grundlegende mathematische Kenntnisse, genauso wie Lesekompetenzen², sehr wichtig für ein erfolgreiches naturwissenschaftliches Studium. In dieser Arbeit soll vermittelt werden wie die Studenten mit Onlinehilfen herausfinden können welche mathematischen Vorkenntnisse im naturwissenschaftlichen Studium, insbesondere in den Physikvorlesungen des 1. Jahres, verlangt werden. Die Onlinehilfen sollen die Möglichkeit eröffnen den Studenten eine Unterstützung in der Aneignung dieser Vorkenntnisse ausserhalb der eigentlichen Vorlesungen in die Hand zu geben. Wie im Verlauf dieser Arbeit aufgezeigt werden wird, sind die mathematischen Vorkenntnisse in den naturwissenschaftlichen Studiengängen, aufgrund ihres Einflusses auf die späteren Erfolgchancen, besonders entscheidend.

Die *Fragestellungen*, die ich im Folgenden diskutieren will, sind:

- Welches sind die Auswirkungen und weit reichenden Konsequenzen des, sehr heterogen verteilten, mathematischen Vorwissens, das die Studienanfänger zu Beginn ihres Studiums in naturwissenschaftlichen Fächern mit sich bringen? Diese Frage wird insbesondere im Kontext der Physikvorlesungen des 1. Universitätsjahres an der Universität Fribourg diskutiert.
- Wie können online verfügbare Angebote zur Aufklärung von Studieninteressierten dienen und Studienanfängern bei Schwierigkeiten eine Hilfe sein?

In der Forschung wurde in den letzten Jahren vermehrt in diesem Bereich gearbeitet, um die notwendigen mathematischen Vorkenntnisse in naturwissenschaftlichen Studienfächern zu definieren und zu evaluieren, inwiefern diese Kompetenzen bei Studienanfängern vorhanden sind³. Online verfügbare Angebote ermöglichen Studienanfängern, welche in den ersten Wochen des Jahres auf ungewollte oder nicht von ihnen vorhergesehene Schwierigkeiten treffen, eine schnelle, effiziente und unkomplizierte Hilfe für elementare Probleme mit spezifischen Vorlesungsinhalten oder erlauben das Verständnis des Vorlesungsstoffes auf einfache Art und Weise zu überprüfen. In der Tat besteht insbesondere in den ersten Semestern eine gewisse Scheu seitens der Studenten gegenüber den Dozenten, die durch die neue, unbekannte Lernumgebung gegeben ist. Dies bedingt, dass die Studenten eventuell

² Josef Leisen – Basisartikel: Lesekompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht

³ Marc Romainville, Mireille Houart & Roland Schmetz – Promouvoir la réussite par l'identification des prérequis et la mesure de leur maîtrise auprès des étudiants – Presses universitaires de Namur

zögern oder sich nicht trauen die Dozenten um Hilfe, bezüglich gewisser Probleme, zu bitten. Eine Konsequenz könnte sein, dass Lehrpersonen sich dieser Schwierigkeiten bei der Planung ihrer Vorlesung nicht bewusst sind und somit ihre Vorlesungsgestaltung nicht dementsprechend anpassen können. Auch gegenüber Kommilitonen möchte vielleicht nicht jeder seine Schwierigkeiten und Schwächen offenlegen, da man sich zu Beginn des Studiums noch in einer Phase des gegenseitigen Kennenlernens befindet. Ein Studienanfang ist häufig mit einem Wechsel des Wohnortes und somit einem teilweisen Neuaufbau sozialer Kontakte verknüpft. Die Anonymität des Internets hingegen erleichtert es den Studienanfängern sich selbstständig Hilfe zu suchen. Sollten die Probleme sich allerdings nicht auf einzelne, spezifische Elemente der Vorlesung beschränken, sondern eine oder mehrere Vorlesungen im Allgemeinen betreffen, wäre eine Unterredung mit den Lehrpersonen oder einem Studienberater allerdings sinnvoller. In diesem Fall ist die unpersönliche Natur des Internets nicht hilfreich.

Webbasierte Beratungsangebote sollen nicht die bestehenden klassischen, direkten und auf persönlichem Kontakt beruhenden Beratungsangebote ablösen oder ersetzen, sondern eine sinnvolle Ergänzung dieser darstellen. Die Studienberater einer jeden Fakultät behalten ihre Daseinsberechtigung. Online verfügbare Angebote stellen eine Erweiterung dar, welche auf den modernen, interaktiven Kommunikationswegen ansetzt um diese somit besser ins Beratungsangebot einzubeziehen. Das Personal der Studienberaterzentralen könnte hierdurch in ihrer Arbeit teilweise entlastet werden. Bisher sind und waren für Studienanfänger die Studienberater und Dozenten Hauptansprechpartner. Onlinehilfsmittel werden an der Universität Fribourg eher selten angewendet. Für Studieninteressierte hingegen sind bislang per Internet hauptsächlich Informationen abrufbar, welche auch in gedruckter Form auf Beratungs- und Informationsveranstaltungen verteilt wurden. Ein weiterer Nutzen als eine bessere Erreichbarkeit, die Erreichbarkeit eines grösseren Personenkreises sowie eine dauerhafte Verfügbarkeit der Informationen, ergab sich nicht. Mit online verfügbaren Selbsttests, sogenannten Self-Assessments, für Studieninteressierte ist es jedoch möglich die Anforderungen des Studiums anhand von Erklärungen und Testfragen transparenter darzustellen, sowie Stärken und Schwächen des interessierten Schülers bezüglich eines bestimmten Studiums herauszufinden.

Diese Arbeit beschäftigt sich mit den oben erwähnten Problematiken und ist wie folgt strukturiert. In Kapitel 2 werden die unterschiedlichen Physikvorlesungen vorgestellt die von den Studenten besucht werden. Diese Gruppe wären potentielle Nutzer von Onlinehilfen zur Unterstützung des Wissensaufbaus ausserhalb ihrer Physikvorlesungen. Ich werde meine eigenen Lehrerfahrungen einbringen, um die

Probleme der Studenten nachvollziehbar darzustellen. Die Motivationen der Studenten und die Hauptschwierigkeiten im vorgestellten Lehrkontext werden in Kapitel 3 diskutiert. Kapitel 4 dient dazu die Wichtigkeit der mathematischen Vorkenntnisse, in den Naturwissenschaften im Allgemeinen und in der Physik im Spezifischen, hervorzuheben. Kapitel 5 zeigt zum einen inwiefern Onlinehilfen Studieninteressierten erlauben eine passende Wahl des Studienfaches zu treffen und sich gezielt auf ihr Studium vorzubereiten und zum anderen wie Studienanfänger ausserhalb der Vorlesungen, individuell und ohne weitere Beanspruchung der Dozenten, unterstützt werden können. Ausgewählte Hilfen werden in Kapitel 6 vorgestellt. Es folgt in Kapitel 7 eine Zusammenfassung der Resultate und eine Diskussion derselben. Persönliche Reflexionen werden in Kapitel 8 angefügt.

2. Lehrkontext in den Physikvorlesungen des 1. Studienjahres

Auf die Idee nach Hilfsangeboten ausserhalb der Institution der Universität Fribourg zu suchen kam ich durch meine Tätigkeit als Assistent. Während meiner Arbeit ging ich in einer wöchentlichen Vorlesungsstunde mit Studenten eine Reihe von Aufgaben durch um diese gemeinsam mit ihnen zu lösen. Diese Tätigkeit übte ich zuerst als Tutor⁴ aus, später nach Erlangen meines Physikdiploms, als diplomierter Assistent. Insgesamt bin ich momentan seit elf Semestern in diese Vorlesung eingebunden. Dabei stellte ich immer wieder aufs Neue fest, dass die mathematischen Vorkenntnisse, die die Studenten mitbringen, sehr unterschiedlich sind und nicht selten verbesserungs- und ausbaufähig (im Kontext eines naturwissenschaftlichen Studiums). Meine Einschätzung diesbezüglich wird auch von anderen Assistenten, dem Oberassistenten der insgesamt für die Vorlesungen mit den Physikaufgaben zuständig ist, sowie dem Professor der Grundvorlesung in der Physik für Studenten im 1. und 2. Semester geteilt.

Diesbezüglich wurde einmalig, vor drei Jahren, zu Beginn des Studienjahres ein kleiner Rechentest durchgeführt um einen Überblick für die rechnerischen und mathematischen Fertigkeiten der Studienanfänger zu bekommen. Ein Einblick in die Antwortformulare war ernüchternd: Gleichungen des 2. Grades und Ungleichungen konnten gar nicht oder nicht richtig gelöst werden; die Werte trigonometrischer Funktionen für wichtige Funktionswerte waren nicht bekannt und sogar unterschiedlich, abhängig davon ob die Funktionswerte in Grad oder Radianten ausgedrückt wurden; die Werte in vorgegebenen Punkten linearer und quadratischer Funktionen konnten nicht korrekt bestimmt werden, etc. Mit welcher Motivation und Ernsthaftigkeit die Studenten die Testaufgaben lösten, wurde nicht ermittelt. Die zu lösenden Aufgaben waren jedoch Bestandteil des Schulstoffs der Sekundarstufe und sollten somit von Studienanfängern beherrscht werden. Wie sich herausstellte war dies jedoch nicht der Fall. Nur die wenigsten Studenten bewiesen, dass sie die Kompetenzen verinnerlicht hatten die sie eigentlich nach Abschluss der Sekundarschule erworben haben sollten. Ausser dieser Feststellung hatte dieser

⁴ Als Tutor werden Lehrpersonen bezeichnet die ein Physikstudium absolvieren, sich im 3. bis 5. Studienjahr befinden und sich für Lehraufgaben bezüglich der Vorlesungen, die folgend diskutiert werden, erfolgreich beworben haben. Assistenten dahingegen haben ein abgeschlossenes Physikstudium vorzuzeigen, arbeiten an ihre Promotion und Lehraufgaben sind üblicherweise in ihrem Arbeitsvertrag festgehalten.

kleine Test keine Konsequenzen, abgesehen vom Hinweis an die Assistenten der wöchentlichen Vorlesungsstunde, dass die Studenten an ihren mathematischen Fertigkeiten zu arbeiten hätten um die Vorlesungen am Physikdepartement bestehen zu können und die Assistenten sie diesbezüglich unterstützen sollten.

2.1. Grundvorlesung der Physik

Der Aufbau der Physikvorlesungen, in die ich als Assistent eingebunden bin, ist wie folgt. Die Studenten besuchen in ihrem 1. Studienjahr während vier Vorlesungsstunden (zwei Doppelstunden) pro Woche die Grundvorlesung der Physik und, abhängig von ihrem gewählten Studienfach, eine bis zwei Vorlesungsstunden in denen Physikaufgaben diskutiert werden. Die Grundvorlesung wird von einem Physikprofessor betreut, der die Inhalte mit einem transmissiven Lehransatz, durch ein Weiterreichen des Wissens vom Professor an die Studenten, vermittelt. Ergänzend gibt es kleine experimentelle Vorführungen, die zur Einführung in neue Kapitel oder zur Veranschaulichung dienen und in die hin und wieder Studenten eingebunden werden. Der theoretische Hintergrund, sprich Ansätze, Gesetze, Modelle und Konzepte der Physik, wird also durch einen Frontalunterricht vermittelt und mit Hilfe von Beispielrechnungen und Anwendungsbeispielen verdeutlicht. Die Vorlesung dient der kontinuierlichen Erweiterung der physikalischen Begriffe und Gesetze und liefert folglich ein sich stetig erweiterndes Repertoire an physikalischen Modellen und Konzepten. Gewisse Konzepte, wie das 2. Theorem von Newton, tauchen das ganze Jahr kontinuierlich wieder auf. Insgesamt besuchen aktuell rund 200 Studenten aus verschiedenen naturwissenschaftlichen Fachrichtungen diese Vorlesung, die als obligatorische Vorlesung in ihrem Studiencurriculum festgeschrieben ist.

Inhaltlich werden in der Physikvorlesung im 1. Semester die *Mechanik und Dynamik von Punktkörpern und ausgedehnten Körpern*, die *Elastizität*, die *Akustik*, die *Hydrodynamik* und die *Wellentheorie* abgehandelt. Im 2. Semester wird den Studenten der *Elektromagnetismus*, die *Optik*, die *Thermodynamik* sowie *Teile der Atomtheorie* näher gebracht. Das Vorlesungsprogramm wurde von mehreren Physikprofessoren gemeinschaftlich ausgearbeitet, wobei allerdings auch aus den individuellen Fachbereichen Interessen berücksichtigt werden mussten. Dies erklärt das inhaltlich dichte Programm. In der Tat legt die Physikvorlesung des ersten Jahres die Grundlage für alle weiteren Vorlesungen, die die Studenten im Departement der Physik noch besuchen werden und teilweise auch ausserhalb dieses Departements in der naturwissenschaftlichen Fakultät. Es sind nicht ausschliesslich die Studenten die Physik im Haupt- oder Nebenfach gewählt haben, also nur ein kleiner Bruchteil der Studenten, die einen direkten Profit aus dieser Vorlesung ziehen. Die Konzepte aus

den einzelnen Teilen der Vorlesung lassen sich auch in anderen naturwissenschaftlichen Bereichen nutzen wie z.B. die *Hydrodynamik* wenn es um den Blutdruck geht, die *Mechanik* wenn es um die Erklärung der Gezeiten geht, der *Elektromagnetismus* bei Stimulation oder Reizung von Nerven und Muskeln, die *Energie-, Massen- und Ladungserhaltung* bei chemischen Reaktionen, usw.

Die Vorlesung wird ein Semester lang durchgängig von einem Professor auf Französisch, sowie ein Semester lang von einem anderen Professor auf Deutsch gehalten. Dies entspricht dem bilingualen Anspruch der Universität Fribourg. Inwieweit dies allerdings das Verständnis der Studenten, die nicht immer beide Sprachen gleich gut beherrschen oder deren Muttersprache eventuell eine dritte Sprache ist, beeinflusst, wurde bisher nicht untersucht. Zumindest das inhaltliche Vokabular sollte sich in beiden Sprachen angeeignet werden. Die Tatsache, dass momentan kein Vorlesungsskript verfügbar ist, ist in dieser Hinsicht sicherlich nicht hilfreich. Daher wird der Grossteil der Vorlesung auch schriftlich vom vorlesungsgebendem Professor an der Tafel festgehalten.

Begleitet wird diese Grundvorlesung von zwei weiteren, ebenfalls obligatorischen Vorlesungen:

- einer Vorlesung in der die Studenten in Zweiergruppen betreute, praktische Experimente, während jeweils eines Nachmittages pro Praktikum, durchführen und auswerten sollen sowie späterhin, nach dem experimentellen Teil, einen Laborbericht anzufertigen haben,
- und der erwähnten Vorlesung mit den Physikaufgaben, in der die Studenten interaktiv mit Assistenten die Lösungen der Aufgaben durcharbeiten.

Für beide Vorlesungen ist jeweils ein Oberassistent⁵ Hauptverantwortlicher, der für alles Organisatorische und Administrative zuständig ist und der die Lehrpflichten auf die ihm zugewiesenen Assistenten verteilt.

2.2. *Physikpraktika*

Für die Vorlesung welche die Praktika beinhaltet, bedeutet dies ein nicht unerheblicher organisatorischer Aufwand, da die Studentengruppen, sofern für den jeweiligen Nachmittag angemeldet, jeweils neu, unter Berücksichtigung der bereits

⁵ Oberassistenten sind Personen mit abgeschlossener Promotion und mehrjähriger Forschungserfahrung welche längerfristig an der Universität eingestellt sind und Lehraufgaben übernehmen müssen.

absolvierten Praktika, auf die verfügbaren Praktika verteilt werden müssen und die Assistenten ebenfalls eingeteilt werden müssen. Die Studenten haben die Wahl an welchem der zwei Nachmittage, die pro Woche angeboten werden, sie den experimentellen Teil ihres Praktikums durchführen wollen. In den Praktika wird ein konstruktivistischer Lehransatz verfolgt, da den Studenten eine Lernumgebung geboten wird in der sie sich aktiv mit einem bestimmten physikalischen Konzept auseinandersetzen können und somit ihr eigenes, spezifisches Verständnis entwickeln können. Die von den Studenten innerhalb einer Woche einzureichenden Laborberichte müssen von den Assistenten verbessert und gegebenenfalls mit der betroffenen Zweiergruppe besprochen werden. Für das Bestehen dieser Vorlesung müssen die Studenten eine Mindestanzahl, welche vom gewählten Studienfach abhängt, an Praktika erfolgreich absolvieren. Erfolgreich bedeutet, dass der Laborbericht des betroffenen Praktikums vom verbessernden Assistenten als mindestens „ausreichend“ bewertet wurde. Die Hauptkriterien bei der Verbesserung sind die Qualität der Messungen, die Vollständigkeit der Analyse der Resultate, ein kritischer Umgang mit den erhaltenen Daten inklusive einer Diskussion der Validität der Resultate und der Messfehler. Eine endgültige Ablehnung eines Laborberichtes erfolgt in Einvernehmen mit dem zuständigen Oberassistenten.

2.3. Vorlesung mit den Physikaufgaben

Die Vorlesung mit den Physikaufgaben ist eng mit der Grundvorlesung verknüpft, um nicht zu sagen inhaltlich komplementär zu ihr. Aus diesem Grund wird dem zuständigen Oberassistenten regelmässig vom Professor der Grundvorlesung der aktuelle Verlauf des Lehrplanes mitgeteilt, um die wöchentlichen Physikaufgaben darauf abzustimmen und eventuell mit dem Professor wieder abzusprechen. Die Aufgaben werden dann an die Assistenten weitergeleitet damit diese die Problemstellung der Aufgaben und die Lösungen eigenständig überprüfen und gegebenenfalls Rückmeldung erstatten können. Das beschriebene Vorgehen dient gleichzeitig der Vorbereitung auf die wöchentliche Vorlesungsstunde.

Ungefähr vier Tage vor der eigentlichen Vorlesung mit den Physikaufgaben wird die wöchentliche Aufgabenserie auf Moodle online gestellt. Den Studenten wird somit die Möglichkeit gegeben im Voraus die zu lösenden Aufgaben runter zu laden und sie können versuchen, eigenständig oder in Gruppen, die verschiedenen Physikaufgaben mit Hilfe des Wissens aus der Grundvorlesung zu lösen. Das Ziel ist eine zeitnahe, aktive Aufarbeitung und Auseinandersetzung mit der Materie der Grundvorlesung zu fördern um das Verständnis der in der Grundvorlesung behandelten physikalischen Konzepte zu verbessern und zu vertiefen. Während der Vorlesungsstunde soll dann für jede Aufgabe einer der Studenten seine Lösung oder

zumindest seinen Ansatz den anderen Studenten vorstellen. Eine variierte Aufgabenstellung soll hierbei eine Stereotypie bei der Vorgehensweise zum Lösen der Aufgaben, welche dem Verständnis der angewendeten physikalischen Konzepte abkömmlich wäre, vermeiden auch wenn dadurch der gefühlte Schwierigkeitsgrad der Vorlesung steigt.

Um die Interaktivität dieser Vorlesung zu fördern, werden die Studenten, abgesehen von den Studenten die Physik als Haupt- oder Nebenfach gewählt haben und die eine eigenständige Gruppe bilden, je nach bevorzugter Sprache (Deutsch oder Französisch) in Gruppen à 20 bis 25 Studenten aufgeteilt, welche jeweils von einem einzelnen Tutor oder Assistenten geleitet werden. Die Einteilung der Gruppen und Tutoren sowie Assistenten findet einmalig zum Jahresbeginn statt. Eine Evaluation, in Form einer Prüfung, der Studenten in dieser Vorlesung findet nicht statt, anstelle dessen besteht eine Anwesenheitspflicht während der wöchentlichen Vorlesungsstunde.

Der Ablauf der Vorlesungsstunde ist wie folgt vorgesehen: die jeweiligen Aufgaben sollen kurz dargestellt werden um den Rahmen des Problemgebietes abzustecken und Unklarheiten aus dem Weg zu räumen. Weiterhin sollen, falls notwendig und möglich, praktische Anwendungsgebiete des gestellten Problems vorgestellt werden um den Eindruck zu vermeiden, dass die Studenten nur akademische Aufgaben lösen müssen. Um den praktischen Aspekt und die Allgegenwart der Physik hervorzuheben, soll auf den Nutzen und die Anwendung im Alltag der verschiedenen vorgestellten Konzepte eingegangen werden. Anschliessend soll ein Student seinen, von ihm ausgearbeiteten, Lösungsweg im Plenum vorstellen.

In dieser Hinsicht arbeite ich jedoch anders als meine Kollegen. Während meine Kollegen wie vom Oberassistenten vorgeschlagen, die Studenten im Laufe der Vorlesungsstunde nach dem Zufallsprinzip an die Tafel rufen (falls sich niemand freiwillig meldet), gebe ich den Studenten einige Tage im Voraus Bescheid. Ich bitte den jeweiligen Studenten eine zugeteilte Aufgabe, für die ich noch keinen Freiwilligen habe, vorzubereiten und an der Tafel vorzustellen.

Zudem bespreche ich den Lösungsweg, der vom Studenten ausgearbeitet wurde, am Vortag der wöchentlichen Vorlesungsstunde mit ihm persönlich um sicherzugehen, dass die Aufgabe richtig verstanden wurde. Gegebenenfalls verbessern wir den vom Studenten vorgeschlagenen Lösungsweg gemeinschaftlich. Mit Hilfe dieser individuellen Besprechung kann ich das Verständnis der Physik überprüfen, Probleme diesbezüglich besser erfassen und falls notwendig die in der Physik angewendeten Methoden, sowie die Vor- und Herangehensweisen nochmals

erläutern. In der Tat sollen die Studenten später den Lösungsweg nicht einfach nur stumm an die Tafel kritzeln, sondern ihn erläutern und erklären, damit ihre Kommilitonen auch dann von der Vorlesungsstunde profitieren wenn sie nicht aktiv an der Tafel arbeiten müssen. Auch trauen sich schüchterne Studenten eher in einer Face-to-Face Situation Fragen zu stellen als im Plenum. Während der Vorlesungsstunde können sich die Studenten, die einen Lösungsweg zu einer Aufgabe vorstellen müssen, stärker auf die Arbeit an der Tafel konzentrieren, da sie wissen, dass die Präsentation inhaltlich korrekt ist. Dies gibt ihnen auch eine grössere Sicherheit während ihres Auftritts vor den Kommilitonen.

Diese individuellen Besprechungen haben aber auch für mich als Lehrperson Vorteile. So kann ich mich effizienter auf die Vorlesungsstunden vorbereiten. Durch den engeren Kontakt mit den Studenten erfahre ich konkreteres über ihre Schwierigkeiten mit dem Vorlesungsstoff. Dies erlaubt es mir meine eigenen Beiträge gezielter auf die Bedürfnisse der Studenten abzustimmen. Zudem kenne ich die in der Grundvorlesung verwendeten Notationen für die verschiedenen physikalischen Grössen. Ich will unterschiedliche Notationen vermeiden da dies einigen Studenten das Verständnis der Aufgaben erschwert. Diese Vorgehensweise hab ich vor zwei Semestern, unter den Eindrücken des Moduls „A3 – Interaktive und stimulierende Ausbildungsmethoden“ der Didaktikausbildung eingeführt um einen strukturierten Ablauf der Vorlesungsstunde zu gewährleisten. In der Tat unterbreche ich die Ausführungen des Studenten an der Tafel nun deutlich seltener und muss die studentischen Vorträge inhaltlich nicht verbessern, sondern höchstens teilweise ergänzen. Meinen Erfahrungen nach ist es für die Studenten nur verwirrend wenn das an der Tafel Vorgetragenen immer wieder verbessert wird. Mit dieser Umstellung der Vorlesungsgestaltung habe ich bisher sehr gute Erfahrungen gemacht, sowie von den Studenten positive Rückmeldungen erhalten.

Nachdem ein Student seinen Lösungsvorschlag bezüglich einer Aufgabe an der Tafel präsentiert hat, gilt es eventuell noch auf alternative Lösungsvorschläge und auf Rückmeldungen betreffend anderer Vorgehensweisen beim Ausarbeiten der Lösung einzugehen. Falls Fragen gestellt werden, gilt es diese zu moderieren oder bei Bedarf, wenn kein Student antworten möchte respektive die passende Erklärung kennt, selbst zu beantworten. Es muss sichergestellt werden, dass der Lösungsweg anschaulich an der Tafel dargestellt wird, Probleme mathematischer Natur sind gegebenenfalls zu erläutern und zu lösen. Abschliessend soll falls möglich mit den Studenten die Plausibilität der Lösung unter Einbezug der in der Aufgabe vorgekommenen Variablen diskutiert werden und auf mögliche Umformulierungen der Problemstellung im Rahmen der Aufgabe aufmerksam gemacht werden. Solche

Umformulierungen unterstreichen die Wichtigkeit einzelner Parameter, die in der Lösung wieder zu finden sind und erlauben eine differenziertere Sichtweise auf die Problemstellung. Schlussendlich kann sowohl die Aufgabe wie auch der Lösungsweg und die Lösung kurz und knapp zusammengefasst werden, so dass die Studierenden dieses Resümee „mitnehmen“ können. Es gilt sicherzustellen, dass das bei der Lösungsfindung angewandte Konzept sowie der Lösungsweg an sich und die Begründung der Vorgehensweise als kohärent und schlüssig empfunden werden. Für alle Aufgaben werden vollständige, von einem der Assistenten redigierte Lösungswege nach der Vorlesungsstunde auf Moodle zur Verfügung gestellt.

Die interaktive Gestaltung der Vorlesung mit den Physikaufgaben und der Physikpraktika bedingen, dass die Assistenten die Lehrpersonen sind, die am häufigsten in direktem Kontakt und Kommunikation zu den Studenten stehen und somit am besten über die Belange der Studenten Bescheid wissen sollten. In der Tat herrscht in der Grundvorlesung eine grössere Distanz zwischen Professor und Studenten, schon alleine aufgrund ihrer Anzahl und dem transmissiven Lehransatz der verfolgt wird. Allerdings fungieren die Assistenten in der universitären Organisation der Lehre hauptsächlich als Wissensvermittler. Es gibt keine regelmässigen Diskussionen, mit Ausnahme einer einmaligen Sitzung zu Semesterbeginn zur Einführung in die Lehraufgaben und der Organisation diesbezüglich, mit anderen Assistenten oder unterhalb der Lehrpersonen, die in die Lehre der Physik des 1. Studienjahres eingebunden sind. Es sind keine Treffen vorgesehen um die eventuell vorhandenen Probleme der Studenten zu identifizieren und beispielsweise zu diskutieren welche Massnahmen diesbezüglich ergriffen werden könnten.

3. Probleme die sich im Lehrkontext zeigen

Eine Analyse der Studenten, welche an den eben vorgestellten Vorlesungen teilnehmen, offenbart einige Schwierigkeiten die auch Einfluss auf den Lehrbetrieb nehmen.

So stammt ein Grossteil der Studenten, die in den Physikvorlesungen des 1. Studienjahres eingeschrieben sind, aus anderen Departements der naturwissenschaftlichen Fakultät als dem Physikdepartement: *Biologie, Biochemie, Chemie, Biomedizinische Wissenschaften, Geologie/Geowissenschaften, pharmazeutische Wissenschaften* sowie *Sport- und Bewegungswissenschaften*. Die Physikvorlesungen sind in ihrem Studienplan als Pflichtvorlesung vorgeschrieben. Die Studenten besuchen diese Vorlesungen also nicht freiwillig im Rahmen ihrer Studienwahl des Haupt- oder Nebenfaches, sondern weil sie als sogenannte propädeutische Fächer obligatorisch im 1. Studienjahr absolviert werden müssen.

3.1. Motivation der Studenten als Studienanfänger

Daraus resultieren unterschiedliche intrinsische Motivationen der Studenten. Während die Studenten, die Physik im Haupt- oder Nebenfach wählten, naturgemäss ein grösseres Interesse an Vorlesungen mit physikalischen Inhalten zeigen, besteht bei den übrigen Studenten die Gefahr, dass sie die Physikvorlesungen wegen ihres obligatorischen Charakters als Pflicht betrachten. Aufgrund dessen ist das Risiko gegeben, dass sie sich durch diese Vorlesungen weniger angesprochen fühlen. Ein möglicher Grund könnte sein, dass das gewählte Hauptfach nicht immer einen direkten oder für die Studenten, aufgrund ihrer Interessen und Erwartungen, offensichtlichen Bezug zur Physik hat. Die Konsequenz wäre, dass die Studenten das Modul der propädeutischen Fächer, welches auch mathematische Vorlesungen beinhaltet, mit nur geringem Aufwand bestehen möchten, wenn ihr Hauptanliegen die Gutschreibung der dazugehörigen ECTS⁶-Punkte in ihrem Curriculum ist.

Allerdings sind die Studenten, wie bereits erwähnt, Studienanfänger. Zu Beginn ihres Studiums, wenn die Universität erkundet wird, sind Studenten meist hochmotiviert und sehr wissbegierig, auch wenn die aus der Schule mitgebrachten Ressentiments

⁶ European Credit Transfer and Accumulation System – Dieses System soll die Studien an unterschiedlichen Universitäten vergleichbar machen um die gegenseitig Anerkennung der Studien zu erleichtern. Ein ECTS-Punkt entspricht einem Arbeitsaufwand von der von 80% der Studenten innerhalb einer Arbeitszeit von 30 Stunden absolviert werden kann. (Modul „A3 – Interaktive und stimulierende Ausbildungsmethoden“ der Didaktikausbildung)

einigen unpopulären Fächern, wie Mathematik, Physik und Chemie, gegenüber präsent sein mögen. Dennoch kann die anfängliche Begeisterung für das eben begonnene Studium aufgegriffen und auch teilweise auf die Vorlesungen in der Physik transferiert werden. Es sollte versucht werden, wenn möglich und trotz eventueller Negativerlebnisse in den Vorlesungen, das Interesse und die Motivation das ganze Jahr über aufrechtzuerhalten. Die Lehrperson sollte die anfangs bestehende hohe intrinsische Motivation von Studienanfängern nutzen. Da universitäre Vorlesungen meist, abgesehen von den Praktika, eher auf Wissensvermittlung im theoretischen Bereich setzen, gilt es die Verknüpfung von Theorie und Praxis besonders anschaulich darzustellen⁷, um die Studenten zumindest mit dem Gefühl, dass das Gelernte direkt anwendbar ist, zu motivieren sowie zu vermeiden, dass die Studenten sich allzu früh nur noch auf die Abschlussprüfung konzentrieren (teaching and learning to the test).

Eine physikalische Bildung ist wichtig, weil hier einerseits in den Praktika der *praktische Umgang mit Messapparaturen* gelehrt wird und andererseits die *Herangehensweise* und schlussendlich die *Denkweise beim Lösen von Problemen* mit Hilfe von bekannten Konzepten. Es gilt an diese anzuknüpfen, aber auch deren Grenzen zu erkennen. Dieses Wissen können die Studenten auf andere Fachrichtungen im naturwissenschaftlichen Bereich transferieren, allerdings wird ihnen dies oft erst im Laufe ihres Studiums bewusst. Deshalb benötigt es besonders im 1. Studienjahr motivierende und überzeugende Lehrpersonen., die dies vermitteln.

3.2. Das Lösen von Physikaufgaben

Der Übergang vom bisher gewohnten schulischen System hin zum universitären System erfordert eine grössere Selbstverantwortung seitens des Lehrsubjektes. Eine Vorbereitung und Begleitung der Studienanfänger in den ersten Wochen wäre überlegenswert. Während einer Diskussion mit Studenten erfuhr ich, dass die Aufgabenstellung in der Physik anders sei als sie es in der Schule gewöhnt waren. In der Schule werden meist alle Arbeitsschritte, die zum Lösen der in der Aufgabe vorgestellten Problemstellung erforderlich sind, explizit abgefragt, während in der Universität die Zwischenschritte die schlussendlich zur Lösung führen von den Studenten selbstständig herausgearbeitet werden müssen.

In dieser Hinsicht sind zu Beginn des akademischen Jahres besonders die Assistenten der Vorlesung mit den Physikaufgaben gefordert um die Studenten auf die

⁷ Hans Niederrerr – Recherche et développement en didactique de la physique à l’université – Résultats & Tendances

universitären Standards vorzubereiten. Das selbstständige und unabhängige Arbeiten, auch ausserhalb der Lehrstunden und unter Einbezug der Literatur, ist neu für Studienanfänger und erfordert auch eine gewisse Selbstdisziplin, ganz besonders dann, wenn Verständnisschwierigkeiten bezüglich des Vorlesungsstoffes auftreten. Die Studienanfänger müssen also ihre Lernstrategien an die neuen Anforderungen anpassen. Dass die Studenten während den Vorlesungen Notizen nehmen müssen, mag für die Studienanfänger neu sein und muss erst mal erlernt werden⁸. Das Verständnis und das Auffassungsvermögen kann während der Vorlesung diesbezüglich erschwert werden, insbesondere wenn kein Vorlesungsskript vorhanden und der Vorlesungsstoff komplex ist. Zudem müssen die Studenten in der Vorlesung mit den Physikaufgaben selbst lernen ihre Aufgaben zu korrigieren (Auto-Korrektur). Dies beinhaltet bereits die selbstständige Feststellung eines eigenen Fehlers. Es werden im Gegensatz zur Schule nur die Lösungswege explizit korrigiert, die auch an der Tafel besprochen werden. Zudem finden keine regelmässigen Prüfungen statt.

3.3. *Zwischentests und Examen*

Zur Eingrenzung dieser Problematik werden pro Semester in der Vorlesung mit den Physikaufgaben zwei Zwischentests angeboten. Diese beinhalten verschiedene Aufgaben, die teilweise in ähnlicher Form in der Vorlesung behandelt wurden. Eine einfache Wissensreproduktion soll dabei auf jeden Fall vermieden werden. Die Tests verfolgen vor allem diagnostische Ziele. Für die Lehrpersonen ist von Interesse ob das in der Grundvorlesung und der Vorlesung mit den Aufgaben vermittelte Wissen richtig verstanden und assimiliert wurde, sowie die studentischen Fortschritte bei der Problemlösung zu erkennen. Die Lehre kann hier punktuell für gewisse Kapitel des Vorlesungsstoffes überprüft werden. Die Studenten können ihre Vorbereitungsweise und die Nützlichkeit des erlaubten, und eigenständig für den jeweiligen Test anzufertigenden, Formelblattes überprüfen. In der Tat haben diese Tests einen recht ähnlichen Aufbau wie die Abschlussevaluation, welche die in der Grundvorlesung erworbenen Kompetenzen überprüfen soll. In dem zweistündigen Abschlussexamen gilt es, ebenfalls anhand der in der Grundvorlesung vorgestellten Gesetze, Modelle und Konzepte, physikalische Probleme zu lösen. Auch hier ist es erlaubt ein Formelblatt zu erstellen und mit in die Prüfung zu nehmen.

Im Hinblick auf die Vorbereitung des Examens (Fragestellung und Situation) ist somit der Stellenwert der Vorlesung mit den Physikaufgaben zu unterstreichen: in

⁸ Marc Romainville, Mireille Houart & Roland Schmetz – Promouvoir la réussite par l'identification des prérequis et la mesure de leur maîtrise auprès des étudiants – Presses universitaires de Namur

einer strukturierten Lehrsequenz wird wiederholt das *Herangehen an, Vorgehen* bei und *Lösen* von physikalischen Problemstellungen anhand von zu verinnerlichenden Konzepten geübt. Die Studenten können somit während der wöchentlichen Vorlesung eine Routine im Bereich des Lösens von Problemstellungen erwerben und diese selbstständig jede Woche mit den Physikaufgaben und in den zwei während eines Semesters angebotenen Tests perfektionieren. Die Tests während des Semesters erlauben den Studenten somit sich ihrer Stärken und vor allem Schwächen bewusst zu werden. Leider nutzen nicht alle Studenten diese Chance und bereiten die Tests mit der notwendigen Ernsthaftigkeit vor. Zudem kann die Transparenz der Evaluationskriterien des Abschlussexamens sichergestellt werden, da die Kriterien die gleichen sind wie bei der Verbesserung der Tests.

3.4. Heterogenität des Vorwissens

Die Studienanfänger gruppieren sich aus Schülern die aus unterschiedlichen Kantonen der Schweiz stammen, aber auch aus dem Ausland. Genauso unterschiedlich wie die Herkunftsregionen der Studienanfänger sind auch die Schulsysteme und Lehrpläne der Schulen die sie besuchten und folglich die Abdeckung der verschiedenen Themen, die Vielfalt der erlernten Methoden sowie damit einhergehend die operationalen Fähigkeiten und der Erhalt derselben. Wenn die Fertigkeiten über längere Zeiträume nicht genutzt werden, können sie sozusagen „einschlafen“, aber auch durch eine aktive Auseinandersetzung wieder reaktiviert werden.

Das unterschiedliche Vorwissen der Studienanfänger bezieht sich hier nicht nur auf die physikalischen Inhalte der Vorlesungen in der Physik, sondern vor allem auf die mathematischen Inhalte. In der Tat liefert die Physik eine Umschreibung der Naturgesetze mit Hilfe der Mathematik. Mathematische Formeln und Modelle erlauben eine präzisere, prägnantere und kürzere Beschreibung der Naturgesetze als dies mit einer Umschreibung in Worten möglich wäre. Zudem kann eine textuelle Beschreibung, je nach kultureller Herkunft und Muttersprache, unterschiedlich verstanden werden. Dies würde Raum für verschiedene Auffassungen und Interpretationen lassen. Die Mathematik erlaubt den direkten Zusammenhang der physikalischen Grössen sowie ihre gegenseitige Abhängigkeit transparenter darzustellen. Die Übersetzungsarbeit zwischen konkreten Situationen einer Problemstellung und mathematischer Formulierungen spielt in der Physik eine zentrale Rolle, muss allerdings erst einmal vom Studenten erlernt und angeeignet werden. Dies beeinflusst natürlich auch den gefühlten Schwierigkeitsgrad der besuchten Physikvorlesungen.

Einige Studenten besitzen dank ihrer Ausbildung an der Sekundarschule viele der notwendigen mathematischen Kenntnisse, die Mehrzahl der Studenten muss sich die notwendigen mathematischen Konzepte und Techniken aber erst in parallel angebotenen Mathematikvorlesungen aneignen. Ein Hindernis hierbei ist, dass in der Mathematik das Wissen oftmals auf einer anderen Abstraktionsebene vermittelt wird, als es nachher in den konkreten Anwendungen vonnöten ist.

Im Rahmen der Physikvorlesungen, bleibt somit im 1. Semester das Problem, dass etliche Studenten zweifach belastet werden: es gilt die physikalischen Konzepte zu verstehen sowie den mathematischen Formalismus zu durchblicken und sich beim Lösen von Physikaufgaben zu Eigen zu machen. Im 2. Semester legt diese Problematik sich etwas, da die Studenten anfangen einen Nutzen aus der Mathematikvorlesung zu ziehen. Dennoch bleibt in dieser Hinsicht festzuhalten, dass die Studenten öfters schon die Arbeitslast und den notwendigen Zeitaufwand im Vergleich zu anderen Vorlesungen, die für die Studenten vielleicht studienrelevanter sind, als zu hoch empfanden. Online verfügbare Hilfen könnten bei konkreten Schwierigkeiten eine gute unterstützende Wirkung entfalten.

Es besteht zudem ein weiterer Zusammenhang zwischen Anfangserfolg und motivationalen Aspekten. Die Gefahr der Demotivation in den Vorlesungen steigt mit den (Start-) Schwierigkeiten im Studium, ganz besonders dann wenn Fächer betroffen sind die nicht direkt mit dem gewählten Hauptfach im Zusammenhang stehen. Dies unterstreicht nochmals wie wichtig es ist einen Bezug zu konkreten Anwendungen ausserhalb der Physik herzustellen und eine aktive Zusammenarbeit der Studierenden untereinander, beispielsweise durch Wortmeldungen in der Vorlesungsstunde mit den Aufgaben, sowie auch mit den Lehrpersonen zu fördern. Bei Wortmeldungen profitiert einerseits der Student selbst durch eine aktive Reformulierung seines Wissens und seines Verständnisses, sowie die zuhörenden Studenten durch Erklärungen mit einer anderen Wortwahl und Herangehensweise im Vergleich zu einer Lehrperson. Letzteres kann besonders für Studenten mit inhaltlichen Verständnisproblemen wertvoll sein. Allerdings könnte die Selbstwirksamkeitserwartung negativ beeinflusst werden, wenn Studienkollegen deutlich mehr Vorkenntnisse aufzeigen und der Rückstand für den Studenten uneinholbar scheint.

Des Weiteren muss festgehalten werden, dass die in der Vorlesung mit den Aufgaben angebotenen Problemstellungen für Studenten mit Schwierigkeiten nicht ausreichen um die als Ziel ausgegebenen Kompetenzen zu entwickeln: in der Vorlesung mit den Physikaufgaben steht nur eine Wochenstunde zur Verfügung, während die

Grundvorlesung vier Wochenstunden beinhaltet. Somit wird in letzterer Vorlesung ein vielfältigerer Themenbereich abgedeckt, als in ersterer aufgearbeitet werden kann. Dies unterstreicht die Wichtigkeit der Eigeninitiative und des eigenständigen Lernens, wobei die Assistenten jederzeit bei Verständnisproblemen um Rat gefragt werden können.

Hierbei scheint eher der in den Physikvorlesungen verwendete mathematische Formalismus Probleme zu bereiten, als die physikalischen Inhalte an sich. Auch in der Vorlesung mit den Aufgaben scheint eines der Hauptprobleme die Modellierung der Problemstellungen mit Hilfe mathematischer Werkzeuge zu sein. Dabei spielen die Modelle und der Umgang mit ihnen eine wichtige und zentrale Rolle im naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess. Modelle sind ein Hilfsmittel zur Veranschaulichung und Umschreibung von konkreten Sachverhalten und daher ein wichtiger Aspekt naturwissenschaftlichen Arbeitens und Denkens. Sie bilden den Rahmen für naturwissenschaftliche Fragestellungen und Argumentationen. Deshalb ist es wichtig, dass die Studenten die in der Grundvorlesung vorgestellten Modelle nutzen können um die Fragestellungen in den Aufgaben fachlich bearbeiten oder in einem begrenzten Rahmen sogar eigene Modelle erarbeiten zu können. Letzteres erlaubt es den Modellierungsprozess besser zu reflektieren und das eigene Wissen über allgemeine Eigenschaften und Funktionen von Modellen einzusetzen und somit zu entwickeln.

Diesbezüglich werden eigentlich schon in der Sekundarschule einige basische Grundlagen vermittelt. Aufgrund der Leistungsheterogenität verfügen aber einige Studenten teilweise über Kompetenzvorteile im 1. Studienjahr. Ein guter Schulabschluss, insbesondere in der Mathematik, korreliert mit weniger universitären Schwierigkeiten in naturwissenschaftlichen Fächern. Entsprechend haben diese Studenten auch im 1. Studienjahr weniger Probleme mit dem Vorlesungsstoff und schneiden tendenziell besser in den Abschlussprüfungen ab⁹. Kritisch bleibt hier anzumerken, dass an den Sekundarschulen beispielsweise eine inkonsistente Darstellung der Kinematik¹⁰ in mathematischer, und daher auch physikalischer, Sicht verbreitet wird indem problematische Reduktionsentscheidungen getroffen werden¹¹. So wird beispielsweise auf eine Vektordarstellung verzichtet, obwohl dies die akkurateste Vorgehensweise wäre.

⁹ Alexander Zimmerhofer, Verena M. Heukamp & Lutz F. Hornke – Ein Schritt zur fundierten Studienfachwahl – webbasierte Self-Assessments in der Praxis

¹⁰ Beschreibung der Bewegungen von (Punkt-) Körpern

¹¹ Universität Bremen – IDN – Abt. Physikdidaktik – Projekt: Bedeutung fachlicher Elementarisierung für das Verständnis der Physik

3.5. *Mathematik in den Physikvorlesungen*

Es gibt an den Universitäten im Vergleich zur Sekundarschule nicht nur inhaltliche, sondern auch methodische Unterschiede in der mathematischen Lehre. Diese inhärenten Schwierigkeiten der Mathematik treten insbesondere zutage wenn über das Schulwissen hinausgegangen und die Studienanfänger mit der universitären Fachkultur der Mathematik und ihrem axiomatisch-deduktiven Aufbau sowie der Verwendung abstrakter Begriffsbildung konfrontiert werden¹². Auf die Physik bezogen, in der die Mathematik allgegenwärtig ist, bedeutet dies, dass abstrakte, mathematische Konzepte im spezifischen Fall zu konkretisieren sind. Dies ist kein einfacher Schritt und setzt ein gutes Verständnis des mathematischen Modells und der Anwendungssituation voraus. Es besteht dann die Gefahr, dass die Studenten das in der Vorlesung eigentlich angegangene Problem aus den Augen verlieren und die Theorie nur noch als Selbstzweck sehen.

Auf diese Problematik weist beispielsweise die Universität Heidelberg, auf ihrer Internetseite zu den Mathematikvorlesungen des 1. Jahres, hin¹³. Der historische Kontext der Problemstellung kann helfen sich dessen Motivation bewusst zu bleiben. Allerdings kann auch die Universität Heidelberg kein Patentrezept nennen um die eben genannten Schwierigkeiten zu umgehen. Stattdessen wird empfohlen die Diskussion mit Kommilitonen und Lehrpersonen zu suchen sowie die Wichtigkeit der Vorlesungen mit Übungsaufgaben unterstrichen. Zudem seien die ersten beiden Studiensemester entscheidend für den Erwerb der inhaltlichen und methodischen Grundlagen sowie die Gewöhnung an die in den Vorlesungen verwendeten abstrakten Denkweise. Ansonsten wird Begabung, echtes Interesse und die Bereitschaft zu ausdauernder und konzentrierter Arbeit von den Studenten eingefordert. Dies mag als Hinweis für die Anforderungen eines Studiums der Mathematik, aber auch in anderen naturwissenschaftlichen Fächern, ausreichen, eine echte Hilfe oder eine Unterstützung für Studienanfänger bieten diese Tipps allerdings nicht.

Ein möglicher Problemlösevorschlagn wäre eine Intervention in den ersten Wochen. Seitens der Universität könnten spezielle Module zur Förderung mathematischer Denkweisen, in denen zudem angepasste Lernstrategien vermittelt werden, angeboten werden um den Übergang von den schulischen hin zu den universitären Anforderungen in der Mathematik zu gewährleisten. Es wäre für Studieninteressierte

¹² Florian Wisser – e-Learning Tools zur Auffrischung der Schulkenntnisse

¹³ Hinweise der Fakultät für Mathematik der Universität Heidelberg an Erstsemester: http://www.math.uni-heidelberg.de/fakultaet/2007/stud_WS07.html

zu vorbereitenden Zwecken ebenfalls sinnvoll sie nicht nur zu informieren, sondern ihnen die Möglichkeit des Ausprobierens zu geben ob sie diese Anforderungen erfüllen können und möchten. An dieser Stelle könnten online verfügbare Self-Assessments greifen.

Mathematisches Vorwissen ist notwendig für einen einfacheren Einstieg in ein naturwissenschaftliches Studium. Aufgrund einer sehr heterogenen Studiengemeinschaft ist die Organisation der Vorlesungsstunden nicht sehr einfach, da es unterschiedlichen Ansprüchen Rechnung zu tragen gilt. Die Vorlesung soll für alle Studenten anregend, interessant und spannend gestaltet werden, allerdings gibt es je nach Wissenstand der Studenten unterschiedlichen Erklärungsbedarf bezüglich eines gewissen Konzeptes, seiner Anwendung oder auch einfach nur den dahinterstehenden mathematischen Formalismus betreffend. So ist, mathematisch gesehen, der Übergang von der Durchschnittsgeschwindigkeit v zur Geschwindigkeit zu einem beliebigen Zeitpunkt $v(t)$ ein Wechsel von einem Wert $\Delta x/\Delta t$ (Weglänge geteilt durch benötigte Zeit) hin zu der Ableitung nach der Zeit dx/dt der Funktion $x(t)$ die die Position in Abhängigkeit der Zeit t beschreibt. Dieser Übergang wird damit veranschaulicht, dass infinitesimal kleine Weglängen und Zeitintervalle betrachtet werden und somit von Mittelwerten hin zu Geschwindigkeitswerten eines bestimmten Zeitpunkts gewechselt wird. Dieser Übergang wird aber nicht von allen Studenten gleich schnell und gleich gut gemeistert. Im Internet verfügbare Hilfen könnten dazu dienen, den Studenten mit mathematischen Schwierigkeiten ausserhalb der Universität eine unterstützende Hilfestellung zu geben: Visualisierungen können das Verständnis unterstützen, Beispielrechnungen und kleine Problemstellungen mitsamt Lösung können zur Motivation des Problems dienen und den Studenten fehlende Erklärungselemente liefern.

4. Problematik der mathematischen Vorkenntnisse

Mathematik ist eine Fachrichtung in der das mitgebrachte Vorwissen sehr wichtig ist und sich letztlich auch in den erzielten Resultaten bei den Abschlussprüfungen niederschlägt. Empirische Untersuchungen ergaben eine Korrelation bezüglich der, von der Sekundarstufe an die Universität, mitgebrachten mathematischen Kenntnisse zu Anfang des Studienjahres und Erfolg resp. Misserfolg am Ende des akademischen Jahres¹⁴. In dieser Studie ergab sich ein solcher Zusammenhang nicht nur in Vorlesungen in denen mathematische Begriffe explizit verwendet wurden, sondern teilweise auch in andere Vorlesungen die nicht direkt auf mathematische Kenntnisse zurückgriffen. Folglich spielt das studentische Vorwissen eine gewichtige Rolle bei den Startschwierigkeiten und den seitens der Studenten empfundenen Schwierigkeitsgraden der Vorlesungen. Es wird allerdings auch eine unzureichende Vorbereitung der Schüler auf die universitären Ansprüche beklagt sowie eine Verschlechterung der Eingangsvoraussetzungen der Studienanfänger in mathematischen und physikalischen Fächern festgestellt¹⁵. Die Wichtigkeit der mathematischen Vorkenntnisse auf den späteren Verlauf des Studiums in den Natur- und Ingenieurwissenschaften gilt es hervorzuheben¹⁶.

Die erwähnte Korrelation zwischen späterem erfolgreichem Bestehen und mathematischen Kenntnissen zu Beginn des 1. Studienjahres, welche in Tests ermittelt wurden, existiert in unterschiedlichen, nicht exklusiv naturwissenschaftlichen, Fächern wie Medizin, Biologie, Informatik, Ingenieurwissenschaften, Wirtschaft, Management, Chemie und Physik. In letzteren beiden Fällen wurde sogar festgestellt, dass die mathematischen Vorkenntnisse stärker über ein erfolgreiches Abschneiden entschieden, als die Vorkenntnisse zu Studienbeginn in Chemie oder Physik selbst, obwohl auch in der Physik eine solche Korrelation zwischen (nicht-)vorhandenem physikalischem Vorwissen und späterem (Miss-)Erfolg existiert¹⁷. Deshalb möchte ich mich hier auf die mathematischen Vorkenntnisse beschränken, auch im Hinblick auf die später diskutierten Onlinehilfen. Die Konsequenz des unterschiedlichen Vorwissens zu Studienbeginn

¹⁴ Marc Romainville, Mireille Houart & Roland Schmetz – Promouvoir la réussite par l'identification des prérequis et la mesure de leur maîtrise auprès des étudiants – Presses universitaires de Namur

¹⁵ Prof. Dr. Frank Nürnberg – Mathematik-Eingangswissenstest der Studienanfänger im Sommersemester 2009

¹⁶ Christa Polaczek & G. Henn – Vergleichende Auswertung des Mathematik-Eingangstests

¹⁷ Marc Romainville, Mireille Houart & Roland Schmetz – Promouvoir la réussite par l'identification des prérequis et la mesure de leur maîtrise auprès des étudiants – Presses universitaires de Namur

ist eine ungleiche Verteilung der Erfolgchancen. Man könnte die Frage aufwerfen ob eine mathematische Zertifizierung an den Sekundarschulen zu valorisieren ist, da mathematische Inhalte in zahlreichen Studienfächern eine Schlüsselrolle spielen.

Abhängig vom Kontext des Studienganges gilt es allerdings die spezifischen Anforderungen hinsichtlich der anzustrebenden mathematischen Kompetenzen und möglichen Wege zu deren Erreichen zu definieren¹⁸. Es fehlen allerdings, laut dem Kompetenzzentrum „Hochschuldidaktik Mathematik“ der Universitäten Kassel und Paderborn, bisher präzise Beschreibungen eben dieser Kompetenzen sowie empirische Methoden zu ihrer Evaluierung da die Studiencurricula der Naturwissenschaften eher „traditionellen“ Ursprungs sind und nicht kontextspezifisch entwickelt wurden. So sind Anwendungs- und Motivationsbeispiele oft nicht an die zu entwickelnden Kompetenzen angepasst.

An der Universität Namur wurden im Rahmen der oben erwähnten Studie, von den betroffenen Lehrpersonen für die unterschiedlichen Fachrichtungen, Obergruppen für das benötigte mathematische Vorwissen im 1. Jahr definiert und die Studienanfänger anschliessend daraufhin getestet. Demnach sollten in den Naturwissenschaften im Allgemeinen folgende mathematische Kenntnisse am Studienanfang schon als erworben gelten:

- elementares algebraisches (symbolisches) Rechnen,
- Trigonometrie,
- Funktionen sowie Funktionenanalyse,
- Polynome und Gleichungssysteme,
- Umfang-, Oberflächen- und Volumenrechnung mitsamt räumlichem Denken.

Für angehende Mathematiker und Physiker wurden zudem Logik und die Mengenlehre sowie komplexe Zahlen als wichtig erachtet. In diesen beiden Gebieten schnitten die Studienanfänger in Mathematik und Physik allerdings nicht sonderlich erfolgreich ab. Im Allgemeinen absolvierten sie dennoch, trotz härterer Anforderungen, die Tests besser als ihre Kommilitonen in den übrigen naturwissenschaftlichen Fächern, die besonders in den Bereichen Trigonometrie sowie Polynome und Gleichungssysteme Schwächen zeigten.

¹⁸ Prof. Dr. Biehler & Prof. Dr. Hochmuth – Das Kompetenzzentrum „Hochschuldidaktik Mathematik“ der Universitäten Kassel & Paderborn

Mit Blick auf die Vorlesungen in der Physik ist dies besorgniserregend, da Kenntnisse in diesen beiden Themenbereichen während des ganzen Jahres und insbesondere zu Beginn des 1. Semesters erwartet und abgerufen werden. Um die Komponenten von Vektoren bezüglich eines Referenzsystems zu bestimmen, werden trigonometrische Funktionen gebraucht; und oftmals enthalten die Aufgaben mehrere unbekannte Parameter die mit (mindestens) ebenso vielen, unabhängigen Gleichungen zu bestimmen sind.

Um den naturwissenschaftlichen Kontext der Physikvorlesungen zu berücksichtigen, sind Fertigkeiten und Vorkenntnisse auf folgenden Gebieten hilfreich:

- physikalische Grössen und ihre Einheiten sowie kohärentes Arbeiten mit den Einheiten (sozusagen nicht Äpfel mit Birnen vergleichen),
- Interpretation von Graphen, welches eine komplexe Fertigkeit ist da mehrere Kompetenzen, wie z.B. zeichnen von Graphen und Informationen aus Graphen ziehen, kombiniert eingesetzt werden müssen,
- Skalen und Proportionalitätsregeln (wie z.B. der Dreisatz),
- Textverständnis zum Entschlüsseln von Textaufgaben.

Studienanfänger in Physik und Mathematik schnitten auch bei diesen Tests besser ab als Studenten aus anderen naturwissenschaftlichen Fachrichtungen. In Anbetracht der vorhandenen Korrelation mit einem erfolgreichen Abschluss des 1. Studienjahres ist dies im Rahmen der Physikvorlesungen durchaus kritisch zu bewerten, da alle Studenten die gleiche Grundvorlesung besuchen und somit für alle Studenten das gleiche mathematische Niveau vorausgesetzt wird. Aus der Grundvorlesung sollen die Studenten die Kenntnisse für die Vorlesung mit den Aufgaben ziehen. In dieser wird zwischen Studenten aus unterschiedlichen Fachrichtungen unterschieden (Physik als Haupt- resp. Nebenfach oder Physik als propädeutisches Fach) um den Schwierigkeitsgrad der Aufgaben an die Studenten anzupassen. Nicht-Mathematik und -Physik Studenten hatten Schwierigkeiten mit den Grössenordnungen und der kohärenten Arbeit mit den Einheiten. Dies ist bei Physikaufgaben allerdings kritisch.

Im Übrigen zeigte die Studie, dass die Ergebnisse bei den Testaufgaben zu den Proportionalitätsregeln davon abhingen ob diese Aufgabe rein numerisch oder aber algebraisch gelöst werden sollten und ob verschiedenen Grössenskalen eingesetzt wurden. Letztere Faktoren erschwerten den Studenten augenscheinlich die Aufgaben, wobei das Umrechnen zwischen verschiedenen Skalen einer Einheit, z.B. Liter auf Kubikmeter oder Meter auf Zentimeter, von vielen Studenten nicht ausreichend

beherrscht wurde. Ohne diese Hindernisse wurde der Dreisatz von fast ausnahmslos allen Studienanfängern beherrscht. Hinzuzufügen ist, dass in der Physik allerdings gefordert wird die Lösungen zuerst rein symbolisch zu errechnen sind bevor numerische Werte eingefügt werden dürfen.

Erstaunlich war desweiteren, dass angehende Chemiker Probleme mit den Massen- und Ladungserhaltungsgesetzen zeigten, welche elementar beim Aufstellen der Gleichungen von chemischen Reaktionen sind. Wie der französische Chemiker Antoine Lavoisier im 18. Jahrhundert sagte: „Rien ne se perd, rien ne se crée, ...“¹⁹.

Eine Gemeinsamkeit aller angehenden Studenten waren die Probleme im Bereich des Textverständnisses, was natürlich, bezogen auf die Universität Fribourg, die Eingangsvoraussetzungen in der Physikvorlesung mit den Aufgaben verschlechtern würde, da hier die Aufgaben immer in Textform vorgestellt werden und erst während der Vorlesungsstunde noch einmal detaillierter vom zuständigen Assistenten erläutert werden. Dies bedeutet, dass im Vorfeld der Vorlesung, zumindest ein Teil der Studenten zu Beginn des 1. Studienjahres nicht in der Lage ist die in der Aufgabenstellung (unter der Annahme einer korrekten Verfassung der Aufgabe) enthaltenen Informationen zu dechiffrieren und somit zu nutzen. Dadurch wird der Prozess des Modellierens, der den Studenten ohnehin schon nicht einfach fällt, weiter erschwert. Entgegenwirken könnte man indem die Grundvorlesung der Physik durch Elemente des Modellierens angereichert wird.

Im Modellierprozess sollen die Studenten nämlich nicht-mathematisch formulierte Sachverhalte in eine mathematische Form übersetzen, diese dann mit den zur Verfügung stehenden mathematischen Methoden bearbeiten um von der Anfangssituation zur, von der Fragestellung geforderten oder definierten, Zielsituation zu gelangen²⁰. In der Reflexionsphase, die einer jeden gelösten Aufgabe folgt, findet unter anderem die Rückübersetzung des Endresultates in den Kontext der Aufgabe statt um die richtigen Schlüsse ziehen zu können.

Um den eben besprochenen Schwierigkeiten auf der Ebene der Lehre entgegenzuwirken gilt es genauer zu analysieren welche Vorkenntnisse die Studenten an der Universität Fribourg mit in die Physikvorlesungen des 1. Jahres bringen. Anschliessend könnte die Vorlesungsgestaltung und, falls es sich als notwendig herausstellen sollte, der Lehrplan angepasst werden um den Bedürfnissen der

¹⁹ Dumas J.B., *Leçons sur la philosophie chimique*, 1836, éd. culture et civilisation, Bruxelles 1972

²⁰ Prof. Dr. Biehler & Prof. Dr. Hochmuth – Das Kompetenzzentrum „Hochschuldidaktik Mathematik“ der Universitäten Kassel & Paderborn

Studenten gerecht zu werden. Wegen des erwähnten heterogenen Vorwissens der Studenten (siehe Kapitel 3.4.), die die Vorlesungen besuchen, gestaltet sich eine Anpassung als eine delikate Angelegenheit. Onlinehilfen hingegen können den Studenten mit nicht-optimalen Eingangsvoraussetzungen die Gelegenheit einer zusätzlichen Unterstützung zu bieten ohne, dass eine detaillierte Analyse der Studenten notwendig wäre. Die bisherigen Erfahrungen in der Arbeit mit den Studenten sollten als Orientierung dienen. Das Problem der Heterogenität des Vorwissens ist spezifisch für das 1. Jahr. Die Studienanfänger haben die unterschiedlichsten Eingangsvoraussetzungen, später im Studium verringert sich diese Problematik aufgrund der von allen Studenten gemeinsam besuchten Vorlesungen.

Umgekehrt kann aber auch eine gewisse Anpassung der Studenten an die Anforderungen der Universität, die somit Mindeststandards zu definieren hat, verlangt werden. Hierzu müssen den Studienanfängern für jeden Studiengang die Anforderungen transparent dargestellt werden damit sie sich bewusst werden können was von ihnen später erwartet wird und worauf sie sich einlassen²¹. In dieser Hinsicht gibt es sicherlich bereits Beratungsangebote sowie Studienberater die als Ansprechpartner zur Verfügung stehen und Informationsrunden an Schulen und Universitäten anbieten. Da das Internet immer stärker von der Jugend genutzt wird²², bietet es sich an auch hier Beratungsangebote bereit zu stellen und mit interaktiven Inhalten zu bereichern. Unter Einbezug dieses Faktors wollte ich, im Rahmen der Physikvorlesungen, nicht nur Studienanfänger, sondern auch Studieninteressierte, bei der Suche nach Beratungen und Hilfen, berücksichtigen.

²¹ Für die Vorlesung mit den Physikaufgaben, habe ich im Rahmen des Moduls „A3 – Interaktive und stimulierende Ausbildungsmethoden“ die zu entwickelnden Kompetenzen definiert, welche ich auch nochmals in Anhang II angefügt habe.

²² Einer Befragung der Hochschul-Informationssystem (HIS) GmbH aus dem Jahr 2008 zufolge nutzen inzwischen 97 Prozent der angehenden Studenten das Internet zur Information über weitere Ausbildungs- und Studienwege:

<http://www.faz.net/s/Rub1A09F6EF89FE4FD19B3755342A3F509A/Doc~EF2FD94E45D1D4524858CC539814EC3EE~ATpl~Ecommon~Scontent.html>

5. Möglichkeiten der Onlinehilfen

Der Verweis auf webbasierte Angebote bietet, im Gegensatz zu Änderungen in der Lehre, die Möglichkeit die Studenten schnell, problemlos und mit überschaubarem Aufwand zu unterstützen. Um die Vorlesungsgestaltung und den Lehrplan auf die Studenten, ihre Bedürfnisse, ihre Motivationen und ihre Vorkenntnisse zurechtzuschneiden, bräuchte es zuerst eine profunde Analyse eben dieser Faktoren^{23,24}. Folgende Aspekte der Eingangsvoraussetzungen der Studenten, die teilweise bereits erwähnt wurden, sind zu berücksichtigen: (mathematisches) Vorwissen, unter Einbezug der Heterogenität der mitgebrachten Kenntnisse, erworbene Lernstrategien, Motive der Studienwahl, Motivation und Erwartungen bezüglich des Studiums im Allgemeinen und der einzelnen Vorlesungen im Spezifischen. Bei der Schaffung günstiger und effizienter Lehrsituationen im Bereich der Wissensvermittlung müssen die Erwartungen der Studenten berücksichtigt werden, aber auch die der Lehrpersonen, da nicht jede Art der Vorlesungsgestaltung der Persönlichkeit der Lehrperson entgegenkommt und entspricht.

Bei der Untersuchung des von den Studienanfängern erworbenen Wissens gilt es darauf zu achten, dass die bei der Vorlesungsplanung gemachten Annahmen über den Wissensstand korrekt und gerechtfertigt sind. Daher ist ein Bezug auf die aktuellen Lehrpläne in der Sekundarstufe vonnöten. Die Lehrpersonen, die die universitären Lehrveranstaltungen planen, sollten sich nicht nur auf die eigenen schulischen Erfahrungen verlassen. Dies würde unter Umständen zu einer überzogenen Erwartungshaltung führen und letztendlich zu einer Abweichung bezüglich des tatsächlichen Vorwissens. Wenn mathematische Methoden in der Vorlesung eingesetzt werden, soll dies nicht einfach unter der Annahme geschehen, dass die Studenten diese in der Schule oder früheren Vorlesungen erworben haben. Es muss sichergestellt sein, dass ein Grossteil der Studenten tatsächlich über das angenommene Vorwissen verfügt. Erst dann kann die Vorlesungsgestaltung wirksam an die Belange der Studenten angepasst werden. Für den Besuch einer Vorlesung werden bestimmte Vorkenntnisse erfordert, diesbezüglich bleibt das Problem des Vorwissens nicht selten auch im weiteren Verlauf des Studiums bestehen, allerdings in einem anderen Zusammenhang: das Gelehrte und das Gelernte sind nicht immer

²³ Marc Romainville, Mireille Houart & Roland Schmetz – Promouvoir la réussite par l'identification des prérequis et la mesure de leur maîtrise auprès des étudiants – Presses universitaires de Namur

²⁴ Didaktikformation: Module A – Enseignement & Apprentissages

kongruent²⁵. Dies sollte allerdings in den Abschlussevaluationen zu den einzelnen Vorlesungen festgestellt werden, da diese die erworbenen Fertigkeiten zertifizieren sollen. Es gilt allerdings auf eine korrekte Ausarbeitung und Korrektur der Evaluation zu achten, da hier sehr viele Problemquellen lauern, wie beispielsweise der Halo-Effekt, Stereotypie, Relativierungen, Milde-Härte-Fälle²⁶. Zudem muss der Heterogenität Rechnung getragen werden. Auf Studienanfänger bezogen könnte es verlockend erscheinen, die geographische Herkunftsverteilung der einzelnen Studenten mit in Betracht zu ziehen, da die Lehrpläne allein schon innerhalb der Schweiz von Kanton zu Kanton variieren solange keine Vereinheitlichung stattfindet²⁷. Dies würde jedoch zu einer unnötigen Vorverurteilung (eventuell sogar Verstärkung von Stigmatisierungen) beitragen, dem einzelnen Studenten nicht gerecht werden und die lokalen Unterschiede (unterschiedliche Sekundarschulen) nicht berücksichtigen.

Im Kontrast zu einem Änderungsansatz in der Lehre selbst, bieten Onlinehilfen die Möglichkeit der schnellen und unkomplizierten Unterstützung der Studienanfänger. Es gilt allerdings nicht die Verantwortung der Universität mit Hinweis auf die Onlinehilfen auf die Studenten abzuschieben. Die im Internet verfügbaren Hilfen sollen nur als Komplement zu der in den Vorlesungen anzubietenden, auf direktem persönlichem Kontakt beruhenden, Unterstützungen dienen. Auch im Hinblick auf die Beratung von Studieninteressierten, sind Onlineberatungen nur als komplementär zur existierenden Studienberatung anzusehen. Es gilt die modernen Kommunikationsmittel mit in die Beratung von Studieninteressierten (Stichwort Self-Assessment; siehe Kapitel 5.1.) und Unterstützung von Studienanfängern einzubeziehen. Die verbreiteten Informationen sind in dieser Hinsicht eventuell daraufhin zu überprüfen ob sie von Studieninteressierten so aufgefasst werden wie es von den verfassenden Lehrpersonen beabsichtigt war.

5.1. Self-Assessments für Studieninteressierte

Self-Assessments oder Selbsttests informieren nicht nur über Inhalte, Vorlesungs- und Lehrpläne sowie den Verlauf von Studiengängen, wie es die traditionelle Studienberatung in erster Linie macht, sondern liefern zudem Hinweise auf das im konkreten Fall zu leistende und ob diese Leistung vom Studieninteressierten erbracht

²⁵ Hans Niederrer – Recherche et développement en didactique de la physique à l’université – Résultats & Tendances

²⁶ Didaktikformation: Modules „B – Evaluation et Apprentissages“, „B1 - Évaluation des compétences“ und „B6 – Le processus d’évaluation – perception, description, jugement“

²⁷ HarmoS-Konkordat: http://edudoc.ch/record/24711/files/HarmoS_d.pdf

werden kann. Da es sich um ein weiterführendes Beratungsangebot handelt darf ein Nichtnutzen dieses Angebotes keine negativen Konsequenzen nach sich ziehen, ausser dem Wegfall des Nutzens. Es sind keine Assessments wie sie von Arbeitgebern zur Einstellung neuer Mitarbeiter verwendet werden. Das Ziel ist über das Zusammenspiel von Anforderungen eines Studienganges, welche von den Lehrpersonen der jeweiligen Studienfächer klar zu definieren sind, einerseits und dem persönlichen Eignungs- und Neigungsprofil andererseits aufzuklären und somit letztendlich über die Passung zum Studienfach an dem Interesse besteht²⁸. Die Kenntnis der eigenen Neigung soll vorbereitend wirken, während die Nennung der in einem spezifischen Studienfach zu erbringenden Leistungen, einen aufklärenden und nicht einen abschreckenden Charakter einnehmen sollen. Ein Abgleich der Studieninteressen und der Studierfähigkeiten mit den Anforderungen im Studium sollen eine geeignete Studienwahl erlauben²⁹. Es zeigt sich oftmals, dass das einem Fach subjektiv, entgegengebrachte Interesse als entscheidend für die Wahl eines Studienfaches ist. Die eigenen Neigungen und Fähigkeiten treten bei dieser Entscheidung nicht selten in den Hintergrund. Mangelnde Kenntnisse, Fehleinschätzungen sowie falsche Vorstellungen führen zu Erwartungen die nicht mit den tatsächlichen Studieninhalten und Anforderungen übereinstimmen.

Die von den Universitäten diesbezüglich, kurz vor oder zu Semesterbeginn, angebotenen Vorlesungen können diesen Zweck nicht oder nur teilweise erfüllen, da die (angehenden) Studenten sich im Wesentlichen bereits für ein Studium entschieden haben. Die Universität Wien bietet deshalb eine Kombination aus Onlinetests und vorbereitenden Kursen an. In den verschiedenen mathematischen Themenbereichen werden über das Internet kleine Testfragenbögen angeboten und nach Beantwortung ausgewertet um, falls es notwendig erscheint, auf die stattfindenden vorbereitenden Kurse hinzuweisen³⁰. Für Studienanfänger der Universität Wien gibt es zudem ein Self-Assessment-Test Mathematik an der Fakultät für Physik³¹.

In den Self-Assessments wird üblicherweise ein Studiengang inhaltlich vorgestellt. Es wird aufgezeigt welche Faktoren und Kompetenzbereiche für ein erfolgreiches

²⁸ Alexander Zimmerhofer – Webbasierte Self-Assessments zur Studienberatung – Möglichkeiten & Grenzen

²⁹ Ashraf Abu Baker & Alexander Tillmann – Ein generisches Konzept zur Realisierung von Self-Assessments zur Studienwahl und Selbsteinschätzung der Studierfähigkeit

³⁰ Universität Wien – Fakultät für Mathematik – Die Brücke von der Schule zur Universität: <http://plone.mat.univie.ac.at/elearning/brueckenstoff/>

³¹ Universität Wien – Fakultät für Physik – Self-Assessment-Test Mathematik an der Fakultät für Physik: <http://www.univie.ac.at/sam-physik/>

Studium von Bedeutung sind. Im eigentlichen Test wird dann abgeklärt in welchen Bereichen die Stärken der Testperson liegen, respektive welche Bereiche als problematisch anzusehen sind und welches die zu erwartenden Konsequenzen sind. Dieser Teil des Self-Assessments enthält, für naturwissenschaftliche Fachrichtungen, Aufgaben zur *Logik*, zum *Grundlagenwissen*, zum *algorithmischen Denken*, zum *Textverständnis* und zum *schlussfolgernden Denken* (induktiv und deduktiv). Letztere Kategorie lässt sich mit figuralen Matrizenaufgaben auf sprachfreiem Niveau untersuchen, ansonsten werden offene Fragen, Single/Multiple-Choice-Fragen, Lückentexte und unterschiedliche, auch fachspezifische, Aufgaben verwendet. Potenzielle Problemstellen lassen sich auf diese Art identifizieren und geben den Studieninteressenten die Möglichkeit sich gezielt auf das gewählte Studium vorzubereiten. Es soll aber kein Druck auf die Studieninteressierten aufgebaut werden, alle Entscheidungen sollen ihnen selbst überlassen werden.

Während das Vorwissen, die Fähigkeiten und Fertigkeiten mit kognitiven Fragen ergründet werden, lassen sich die *Neigungen*, *Interessen* und *Motivationen* der Studieninteressierten hingegen mit nicht kognitiven Aufgaben erforschen³². Die zweite Kategorie beinhaltet somit Fragen zur *Entscheidungsfähigkeit und Zielgerichtetheit*, *Erfolgsorientierung und Leistungsdenken*, *Anspruchsniveau*, *Arbeitshaltung und Lernbereitschaft* sowie den *Lerntechniken*. Mit diesen Fragen lässt sich die persönliche Eignung für ein Studium überprüfen und z.B. mit der von der Universität in unterschiedlichen Bereichen geforderten Leistungsbereitschaft vergleichen.

Diese Kombination aus Information über Studiengang und -gestaltung und Test (welche die persönlichen Neigungen und Eignung zu einem Studiengang eruieren), könnte eine Möglichkeit sein die Quote der Studienabbrecher in naturwissenschaftlichen Fächern zu senken³³. So könnten zusätzliche Informationen über die Anforderungen in einem gewissen Studiengang und über die eigenen Persönlichkeiten zu realistischeren Erwartungen über das Studium an sich führen. Insbesondere die Wichtigkeit der Mathematik in den unterschiedlichen Fächern der Natur- und Wirtschaftswissenschaften ist nicht allen Studieninteressierten hinreichend bekannt. Die genauen Ursachen für die hohen Abbruchquoten in den Naturwissenschaften sind bislang unerforscht. Es gilt herauszuarbeiten welche

³² Ashraf Abu Baker & Alexander Tillmann – Ein generisches Konzept zur Realisierung von Self-Assessments zur Studienwahl und Selbsteinschätzung der Studierfähigkeit

³³ Alexander Zimmerhofer – Webbasierte Self-Assessments zur Studienberatung – Möglichkeiten & Grenzen

Merkmale relevant für Erfolg oder Misserfolge sind und sie mit den studentischen Eingangs-voraussetzungen, den universitären Rahmenbedingungen sowie der Motivation und der Lernstrategien in Verbindung zu bringen. Besonders die letzten beiden Faktoren dürften herausstechen. Durch ein nicht an das gewählte Studium angepasstes Lernverhalten ist das Risiko durch auftretende Schwierigkeiten entmutigt zu werden grösser, da ein Mehraufwand nicht immer zum Erfolg führt. Folglich steigt die wahrgenommene Belastung und die Motivation sinkt. Eine schlussendlich geringe Motivation weiter zu studieren, führt dann zum Abbruch des Studiums. Eine sinkende Motivation der Studenten kann aber auch auf Mängel in der Lehre (falsches Verständnis der vermittelten Konzepte) oder falsche Vorstellungen im Studium schliessen lassen. Zudem kann man sich die Frage stellen welchen Einfluss eine geringe studentische Lernmotivation auf das Verhalten der Lehrpersonen hat? Wird eventuell eine Abwärtsspirale in Gang gesetzt? Aber auch die Eingangsvoraussetzungen beeinflussen deutlich die von Seiten des Studenten wahrgenommene Belastung sowie den gefühlten Schwierigkeitsgrad der einzelnen Vorlesungen. Dieser Aspekt fand schon im Rahmen der mathematischen Vorkenntnisse in den Physikvorlesungen Erwähnung (siehe Kapitel 4). Auf jeden Fall lässt eine sinkende Zahl an Studenten ein Fach unattraktiv erscheinen, was auch Studieninteressierte abschrecken kann und somit die Zahl der Interessenten sinken lässt.

Hier können webbasierte Self-Assessments, die eine eigenständige Durchführung erlauben und Auswertung leisten, eventuell helfen. Mit ihrer Hilfe lässt sich ein breiteres Spektrum an Studieninteressierten ansprechen und die Studienberatung verbessern. Die Studiengänge lassen sich folglich besser bewerben. Da die Tests anonym durchgeführt werden sollten, um eine ehrliche Auseinandersetzung mit den Testfragen zu begünstigen und somit eine unbefangene Durchführung der Tests zu gewährleisten und letztendlich die Validität des Outputs nicht zu gefährden, lassen sich Unentschlossene und Neugierige eher auf einen Selbsttest bezüglich eines bestimmten Studiengangs ein. Diese Personen erhalten somit, in einer geschützten Umgebung, Informationen über ihre eigene Passung zu diesem Studiengang.

Zur Verbesserung der eigenen Einschätzung können in der Rückmeldung auch die durchschnittlich erzielten Resultate der anderen Interessenten in den einzelnen Testbereichen zu den fachlichen Fähigkeiten angegeben werden, damit die an einem bestimmten Studium interessierte Person sich mit Anderen vergleichen kann. Es soll aber keine Bewertung der Testperson stattfinden, sondern die Möglichkeit zur Selbsteinschätzung geliefert werden.

Dies ist eine der Stärken von Self-Assessments. Die Kenntnis der eigenen Schwächen und Stärken im Rahmen eines Studienganges und der Vergleich mit anderen Interessenten erlauben den Studieninteressierten mehr Informationen über die eigene Eignung zu sammeln und sich persönlich weiter zu entwickeln³⁴. Im Test werden nicht nur Studieninhalte vorgestellt, sondern auch Studienanforderungen erfahrbar. Letzteres erlaubt die Informationen zu einem Studium effizienter zu vermitteln als durch eine verbale Beschreibung. Erwartungen und Vorstellungen können rektifiziert und an die Realität angepasst werden. Weiter haben Studieninteressierte die Möglichkeit eine wohlüberlegte und fundierte Entscheidung bezüglich der Zukunft zu treffen. Diese Unterstützung in der willentlichen Entscheidung für oder gegen das Studium eines Faches, aufgrund der Erkundung der eigenen Fähigkeit die Anforderungen dieses Faches zu erfüllen, lässt auf einen höheren Anteil an geeigneten Studienanfängern, das heisst solche mit einer guten Passung zwischen der persönlichen Eignung und Neigung und den Anforderungen des Studiengangs, hoffen. Die Entscheidung für oder gegen die Aufnahme eines Studiums muss aber immer der Person selbst überlassen werden. Die Self-Assessments sollen über Studieninteressen und -fähigkeiten informieren und bezüglich der unterschiedlichen Studiengänge sowie der späteren Berufsmöglichkeiten beraten, aber keine Selektion der Interessenten treffen.

Die Zufriedenheit der Studienanfänger sollte diesbezüglich auch steigen, da die Studenten nach Abschluss des Tests wissen was von ihnen erwartet wird und sie aufgrund der Kenntnis der eigenen Schwächen die Möglichkeit haben besser vorbereitet ins Studium zu starten. Folglich sollte auch die Abbrecherquote sinken, da die Studenten bei ihrer Wahl nicht nur die persönlichen Interessen berücksichtigen können, sondern auch ihre eigenen Kompetenzen. Die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen ist unter diesen Aspekten, dazu übergegangen, für gewisse Studiengänge die Teilnahme an den von ihr angebotenen Self-Assessments verpflichtend zu machen³⁵. Im deutschen Bundesland Baden-Württemberg wird die Teilnahme an einem Orientierungsverfahren, wie z.B. einem Online-Self-Assessment ab 2011 Pflicht³⁶. Die Einschreibung in einem Studienfach ist nicht vom erhaltenen Feedback abhängig, es soll nur eine formelle Teilnahmebescheinigung vorgezeigt werden. Ein Selbsttest, der ein Teil des Beratungsangebotes ist, soll kein Eingangs- oder Auswahltest zum Studium sein.

³⁴ Alexander Zimmerhofer, Verena M. Heukamp & Lutz F. Hornke – Ein Schritt zur fundierten Studienfachwahl – webbasierte Self-Assessments in der Praxis

³⁵ Studienangebote der RWTH Aachen: <http://www.rwth-aachen.de/go/id/las/>

³⁶ Informationen zum Orientierungstest: <http://www.was-studiere-ich.de/hintergrund/hintergrund.htm>

Die eben erwähnte Rückmeldung mit den darin enthaltenen Auswertungen und Empfehlungen ist ein integraler Bestandteil eines Self-Assessments und soll auch nur der den Test absolvierenden Person zugänglich sein. Ein Einblick in die am häufigsten gegebenen Antworten wäre allerdings insofern für das Lehrpersonal interessant um ein Gefühl für studentische Motivationen zu bekommen und im kognitiven Teil eventuell allgemeine, methodische Fehler zu erkennen um diesen dann in der Lehre entgegenzuwirken. Die Rückmeldung an sich soll den Teilnehmern eine Erklärung zum Aufbau des Tests und eine Motivation zu den unterschiedlichen verwendeten Testfragen liefern. Die Anzahl der richtigen Antworten, eine Bewertung der erzielten Resultate und eventuell ein Vergleich mit dem durchschnittlichen Abschneiden der Testteilnehmer ist auch Teil der Rückmeldung. Eine graphische Aufbereitung der Rückmeldung kann hilfreich wirken. Ein Vorteil der in diesen Tests automatisierten Korrektur ist, dass diese nicht unter unterschiedliche Faktoren wie Stereotypie, Erwartungshaltungen den einzelnen Studenten gegenüber, oder der Reihenfolge in welcher die studentischen Antworten verbessert werden, zu leiden hat. Zudem treten keine Aufmerksamkeits- oder Empathieprobleme auf und somit sollte die Korrektur valide sein. Dies ist wichtig für die Rückmeldung, die die Studenten erhalten. Ein Problem könnte hier aber die fehlende Sensibilität sein.

Die Rückmeldung soll über Problembereiche aufklären, auf zu erwartende Schwierigkeiten aufmerksam machen und Rat für die Zukunft geben sowie motivierend wirken. Da, wie bereits erwähnt, eines der erklärten Ziele der Self-Assessments eine Aufklärung über die eigenen fachlichen Fähigkeiten und den im Studium geforderten Vorkenntnissen ist, können Wissenslücken aufgedeckt sowie grundlegende Denkweisen und Methoden näher gebracht werden. Diese Rückmeldung erlaubt falsche Vorstellungen richtig zu stellen und lässt sich zu einer gezielten Vorbereitung nutzen. Dieser Aspekt könnte einen homogenen Wissenstand der Studienanfänger zur Folge haben. Die Lehre könnte vereinfacht und somit verbessert werden, da während den Vorlesungen weniger Zeit aufgewendet werden müsste um Wissenslücken bei einem Teil der Studenten zu füllen. Das zweite erklärte Ziel ist die Aufklärung über die persönlichen Neigungen und Interessen und der Übereinstimmung dieser mit der im Studium behandelten Materien und den verwendeten, fachspezifischen und didaktischen Methoden.

Um diese Möglichkeiten auszuschöpfen müssten von den einzelnen Studiengängen zu denen ein Self-Assessment geschaffen werden soll eine, durch das vom betroffenen Departement zu entwickelnde, Anforderungsanalyse (studienrelevante Interessen und mitzubringende Kompetenzen) für Studienanfänger durchgeführt

werden um anschliessend das Self-Assessment daraufhin zu konstruieren und zu optimieren. Es sollen nur die Fähigkeiten und Fertigkeiten getestet werden die auch später im Studium wirklich erforderlich sind und von vorneherein verlangt werden. Unklare oder nicht definierte Voraussetzungen oder Anforderungen wären konträr zum Vorsatz geeignete Studienanfänger anzusprechen und die Abbrecherquote zu senken.

5.2. *Mathematische Hilfen für Studienanfänger*

Ein weiterer Ansatz um die Abbrecherquote in den naturwissenschaftlichen Studiengängen zu senken besteht darin den Studienanfängern mit Schwierigkeiten im mathematischen Bereich, webbasierte Hilfen aufzuzeigen. Hierbei gibt es sicherlich viele Hilfen im Internet in denen Beispielaufgaben vorgerechnet werden oder einzelne, wichtige mathematische Bereiche vorgestellt werden. Da dies auf einer konkreteren Ebene geschieht als es im Mathematikstudium der Fall ist, sind diese Hilfen eher für Nicht-Mathematikstudenten von Bedeutung. Ausserdem muss die Person, die Schwierigkeiten hat, vorab wissen in welchem Bereich sie eine Unterstützung benötigt. Allgemeine Beratungstests, in denen die verschiedenen Bereiche der im Studium erforderlichen Mathematikkenntnisse abgefragt werden um eine Analyse der Fertigkeiten einer Person durchzuführen, sind eher selten³⁷.

Ein Onlinetraining bezüglich mathematischer Kompetenzen und Rechenfertigkeiten ist beispielsweise das MathX³ (siehe Kapitel 6.2.). Hier werden den Testpersonen Aufgaben vorgestellt, die unterschiedliche mathematische Fertigkeiten erfordern, um später festzustellen welches die Problembereiche sind: *lineare und quadratische Funktionen, Exponential- und Logarithmusfunktion, Trigonometrie und Dreiecksrechnungen, Bruchrechnen, Gleichungssysteme* usw. Zu den verschiedenen Aufgaben werden, nach Absolvieren des Tests, die Lösungswege vorgestellt. Die Visualisierung der Lerninhalte lässt sich besonders gut mit webbasierten Angeboten realisieren, Verknüpfungen mit interaktivem Lernmaterial sind möglich. Mit klassischen, auf Büchern basierten Lernhilfen, ist dies so nicht umsetzbar. Auch in den Vorlesungen können solche Hilfen eingesetzt werden um abstrakte Inhalte zu veranschaulichen und die Studenten dazu anzuregen sich den Internetauftritt zu Hause nochmals anzuschauen. Dies könnte ein Beitrag zum vertieften Lernen sein.

Tests mit diagnostischen Funktionen eignen sich besonders gut zur Unterstützung des individuellen Lernens falls keine individualisierte Unterstützung seitens der

³⁷ Dipl.-Päd. Katja Derr & Prof. Dr. Reinhold Hübl – Durchführung und Analyse von Online Tests unter Verwendung einer E-learning Plattform: Technische und Methodische Aspekte

Universität angeboten wird. Zudem ermöglichen sie eventuell einen Ausgleich der Unterschiede bezüglich der mathematischen Rechenfertigkeiten wenn diese Hilfen vor oder zu Studienbeginn zu Rate gezogen werden. Die Chancengleichheit der Studienanfänger würde durch eine Homogenisierung der Vorkenntnisse erhöht. Eine komplette Nivellierung der Heterogenität lässt sich wahrscheinlich nicht erreichen. Für ehrgeizige Studenten kann es aber auch ein Ansporn sein ihren Wissensrückstand gegenüber ihren Kommilitonen aufzuholen. Eine interaktive Veranschaulichung in der Kombination mit Aufgabensammlungen mitsamt Musterlösungen soll den Studienanfängern erlauben auch in den Vorlesungen, in denen mathematische Fertigkeiten gebraucht werden, schnelle, erste Erfolgserlebnisse zu erleben. Eine gesteigerte Motivation und eine aktivere Teilnahme an den betroffenen Vorlesungen sollten idealerweise die Folge sein.

Anhand der in den Vorlesungen angetroffenen Schwierigkeiten und mit Unterstützung der Lehrpersonen, die die Erfahrungen der Vorjahre berücksichtigen um Schwierigkeiten zu erkennen, können Hilfsangebote gezielt angesteuert werden. Wenn die Problembereiche bekannt sind können spezifische Angebote in Bereichen, wie Trigonometrie, Vektorrechnungen oder das Lösen von Gleichungssystemen, genutzt werden. Weiterhin erlauben die Onlineangebote die Überprüfung des Verständnisses der in der Vorlesung verwendeten Rechentechniken, das Verstehen eigener Fehler und somit das zukünftige Vermeiden dieser sowie das Anlernen und Perfektionieren derselben. Auch zur Lernkontrolle lassen sich die Angebote verwenden, da die erzielten Fortschritte sofort in Resultaten sichtbar werden. Dies hilft, trotz eventueller Startschwierigkeiten, die studentische Motivation aufrecht zu erhalten.

Online verfügbare Angebote erlauben den Studienanfängern in einer individuellen, angepassten Geschwindigkeit, Lernfortschritte zu erzielen. Den Lehrpersonen ermöglichen sie hingegen alternative Lernmittel aufzuzeigen die komplementär zum Vorlesungsskript und der Literatur sind. Dies kann insbesondere hilfreich sein wenn während der Vorlesung keine individuelle Betreuung möglich ist. Auf diese Weise werden die Studenten auch ausserhalb der Vorlesungsstunden nicht sich selbst überlassen. Sie haben jederzeit aufgrund der aufgezeigten Mittel, deren Vorhandensein sie sich nun bewusst sind, die Möglichkeit sich autonom zu helfen. Schlussendlich haben die Studenten die Wahl der Mittel, das Nutzen oder Nichtnutzen dieser Mittel obliegt aber weiterhin ihrer Verantwortung (Stichwort Selbst- oder Eigenverantwortung). Ein Vorteil ist, dass sie die Mittel zeit- und ortsunabhängig einsetzen können wann ihnen danach ist.

Die Studenten können dank der im Internet verfügbaren Sammlungen ihre Herangehens- und Lösungsweise von mathematischen Problemstellungen überprüfen und gegebenenfalls verbessern oder perfektionieren. Die Herangehensweise ist deshalb wichtig, weil die ersten Schritte oftmals am schwersten fallen aber gleichzeitig auch die wichtigsten sind, da alle Folgeschritte darauf aufbauen. So kann zu einer Entwicklung adäquater, fachspezifischer Strategien beigetragen und das Lernverhalten angepasst werden.

Eventuell reicht schon eine Konfrontation mit den Schlüsselbegriffen vor oder zu Beginn des Studiums um vorhandenes Wissen zu reaktivieren und eingeschlafene Kompetenzen zu wecken. Eventuelles Nichtwissen kann den Studenten mit Hilfe der Tests vor Augen geführt werden um zum Lernen anzuregen und somit Wissenslücken aufzufüllen bevor an der Abschlussprüfung am Ende des Jahres teilgenommen wird. Somit kann zu einer realistischen Selbsteinschätzung der Studenten beigetragen werden. Die in den Onlinetests abgefragten Kenntnisse müssen hierzu mit den Eingangsanforderungen des entsprechenden Studienganges überein stimmen. Hiermit kann ein Beitrag zur Selbstregulation und Orientierung der Studenten geleistet werden.

Auch der Prüfungsangst könnte mithilfe der Bereitstellung einer Vielfalt von Aufgaben mitsamt Lösungen entgegengewirkt werden, da die Studenten die Möglichkeit hätten sich ausführlich vorzubereiten. Bisher wurde in diesem Kontext immer auf Sachbücher verwiesen die Textaufgaben enthalten. Die Aufgaben sollten ähnlich der in den Prüfungen gestellten Aufgaben sein und teilweise intern an der Universität gemeinsam bearbeitet werden (Vorlesung mit den Physikaufgaben). Die Annahme, dass der online verfügbare Aufgabenpool zur Prüfungsvorbereitung reiche, wäre allerdings ein Trugschluss.

6. Vorstellung von ausgewählten Onlinehilfen

Trotz der Möglichkeiten die Onlinehilfen bieten, sollte man dennoch nicht in einen Testwahn verfallen. Die Hilfen können sich zu Nutze gemacht werden um beispielsweise Lernfortschritte zu überwachen und die eigene Lernorganisation anzupassen. Zur alleinigen Vorbereitung auf Vorlesungen oder gar zur Abschlussprüfung sind die hier angegebenen Hilfen wegen ihres generellen Charakters nicht geeignet und nicht vorgesehen. Als Zielgruppe gelten allgemein Studieninteressenten und Studienanfänger, spezifische Charakteristiken von Universitäten oder einzelnen Vorlesungen fließen nicht ein. Es kann angenommen werden, dass die Anforderungen an Studienanfänger in den Naturwissenschaften, aufgrund vergleichbarer Lehrpläne im 1. Studienjahr, nicht sonderlich von einer Universität zu einer anderen variieren. Von daher können die aufgezeigten Onlinehilfen auch für Studenten der Universität Fribourg hilfreich sein.

Im Folgenden werden vor allem Onlinehilfen für Studenten aufgezeigt, die die in Kapitel 2 beschriebenen Lehrveranstaltungen besuchen. Die mathematischen Hilfen sind von daher für Mathematikstudenten, wegen des abstrakteren Charakters der Lehrveranstaltungen in diesem Studienfach, nur teilweise geeignet. Die vorgestellten Onlinehilfen wurden von den betroffenen Universitäten, die sich neben dem Beratungs- auch einen Marketingeffekt erhoffen, unter teilweise erheblichem finanziellem Aufwand entwickelt. Allerdings erfolgt die Entwicklung an jeder Universität in Eigenregie, für die angebotenen Hilfen wie dem folgenden Self-Assessment gibt es keine festen Standards.

6.1. Self-Assessments

Das am weitesten verbreitete Self-Assessment wurde von der RWTH Aachen für den Verbund Norddeutscher Universitäten entwickelt und ist erreichbar über:

<http://www.global-assess.rwth-aachen.de/nrddt/testmaker/>

oder: *<http://www.selfassessment.uni-nordverbund.de/>*

Von der RWTH werden auch die Self-Assessments der führenden Technischen Universitäten in Deutschland bereit gestellt. Zum absolvieren der Tests muss sich der Interessent zuerst anmelden indem er sich ein Konto auf der Internetseite anlegt. Self-Assessments werden für *Geistes- und Sozialwissenschaften, Rechtswissenschaften, Wirtschaftswissenschaften, Sprach- und Geisteswissenschaften* sowie *Naturwissenschaften* angeboten. Die einzurechnende Zeit zur

Durchführung eines Tests beträgt bis zu zwei Stunden. Folgend wird der Selbsttest in den *Naturwissenschaften* vorgestellt.

Der Test selbst beginnt mit einer Einführung in die Ziele und Möglichkeiten von Self-Assessments. Die verschiedenen Themenbereiche werden aufgezählt. Vor dem eigentlichen Start des Tests werden noch einige demographische Daten erhoben: Alter, Geschlecht, Herkunft, wie man auf das Angebot aufmerksam wurde und Informationen über die schulische Karriere werden erfragt. Es soll zusätzlich angegeben werden wie sicher man sich bei der Wahl seines (zukünftigen) Studienfaches ist.

Im anschliessenden ersten Themenbereich werden *Interessen und Vorlieben* abgefragt. Auf einer fünfstufigen Skala, soll angegeben werden wie gerne man unterschiedliche Tätigkeiten ausführt. Die Antwortmöglichkeiten sind folgende: „Würde ich sehr ungern tun“, „Würde ich ungern tun“, „Würde ich weder gern noch ungern tun“, „Würde ich gerne tun“ oder „Würde ich sehr gerne tun“. Die vorgestellten Tätigkeiten sind z.B. wissenschaftliche Untersuchungen, technische Anlagen steuern, andere Menschen bei Problemen beraten, Einhalten von Regeln und Vorschriften dokumentieren, Theorien und Hypothesen entwickeln, Tabellen und Übersichten erstellen, regelmässige Anfragen oder Anträge bearbeiten. Hierbei sollen die Neigungen der Testperson erfasst werden.

Nachdem ein Themenbereich abgeschlossen wurde soll jeweils auf einer dreistufigen Skala angegeben werden wie ernsthaft die Fragen beantwortet wurden.

Im nächsten Themenabschnitt geht es um *Lesetexte*, spezifisch um die schnelle, exakte Erfassung von wissenschaftlichen Texten. Die dahinterstehende Motivation ist die, dass im Studium vieles selbstständig erlesen werden muss. Das Gelesene soll verstanden und nachvollzogen werden, persönliche Überlegungen sind von den Textinhalten zu unterscheiden. Daher wird das logisch, deduktive Denken getestet. Um sicherzustellen, dass der Ablauf und das Ziel der Aufgaben richtig erfasst wurden, gibt es zuerst zwei Beispielaufgaben, eine mit Musterlösung und eine ohne. Im letzteren Fall wird die Auswertung der Antwort vorgestellt, mitsamt dem richtigen Lösungsweg. Anschliessend gilt es einen Text innerhalb von 230 Sekunden durchzulesen und anschliessend fünf unterschiedliche Aussagen bezüglich des Textes innerhalb von jeweils 45 Sekunden zu bejahen oder zu verneinen (siehe Abbildung 1). Es werden insgesamt vier Texte vorgestellt.

Der folgende Themenbereich heisst *Figuren ergänzen*. Im naturwissenschaftlichen Studium wird oftmals der Umgang mit komplexen Aufgaben und Problemen, die

abstrakte Denkweisen von den Studenten abverlangen, erfordert. Um das abstrakte Denken zu testen werden Puzzles vorgestellt deren Systematik es zu erkennen und die es zu vervollständigen gilt (siehe Abbildung 2). Pro Aufgabe stehen 170 Sekunden zur Verfügung, vor dem Antworten müssen 10 Sekunden abgewartet werden.



Abbildung 1: Beispiel einer Aussage bezüglich eines Textes zur Organisation eines Ameisenbaues

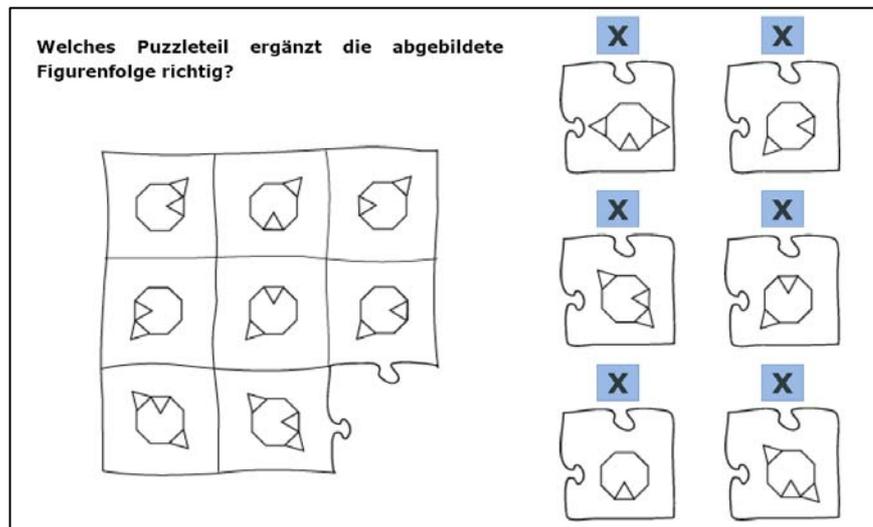


Abbildung 2: Beispiel einer Puzzleaufgabe

Der anschließende Themenbereich erfasst die *Motivation* der Testperson. Es gilt zu beantworten inwiefern unterschiedliche Aussagen wie „Ein erfolgreicher Studienabschluss ist mir viel Anstrengung wert.“, „Im Studium möchte ich mich mit Denkweisen auseinandersetzen, die mir neu sind.“ oder „Für ein gut bezahltes Jobangebot würde ich mein Studium aufgeben.“ auf sich selbst zutreffen. Die Antwortmöglichkeiten sind „Trifft überhaupt nicht zu“, „Trifft überwiegend nicht zu“, „Trifft eher nicht zu“, „Trifft eher zu“, „Trifft überwiegend zu“, „Trifft voll und ganz zu“. Es geht um eine tiefgehende Auseinandersetzung mit sich selbst und den eigenen Zielen im Studium sowie eine Selbsteinschätzung.

Das Testen von Fertigkeiten steht in den nächsten Bereichen wieder im Mittelpunkt. Es müssen zunächst *Textaufgaben* in einem Zeitraum von jeweils 120 Sekunden

gelöst werden. Getestet wird das mathematische Grundverständnis. In kurzen Aufgaben wird eine Situation vorgestellt (siehe Abbildung 3). Das Beantworten der darin enthaltenen Fragestellung erfordert das Aufstellen und Lösen von kleinen Gleichungen, vier Antwortmöglichkeiten werden vorgegeben. Die Gleichungen sind mathematische Modelle, die die in der Aufgabe beschriebene Situation wiedergeben sollen.

Ein Abiturient stöbert in einem Buch zum Thema Zellbiologie. Er braucht 25 Minuten für 20 Seiten
Wie viele Seiten kann er bei gleichbleibender Lesegeschwindigkeit in einer Stunde lesen?

X
48
X
54
X
75
X
60

Abbildung 3: Beispiel einer Textaufgabe

Der Bereich *Zahlen- und Buchstabenreihen* beinhaltet das logische Vervollständigen von Zahlenreihen und Buchstabenreihen innerhalb von 120, respektive 90 Sekunden. In den Zahlenreihen muss mit Hilfe der vier mathematischen Grundoperationen (Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division) die Logik oder Systematik hinter einer Zahlenreihe von sieben Zahlen entdeckt werden um die achte Zahl in die Reihe einzufügen (siehe Abbildung 4). Bei den Buchstabenreihen muss durch Vor- und Zurückrücken im Alphabet der fehlende Buchstabe entdeckt werden. Antwortmöglichkeiten werden hier nicht vorgegeben. Bei diesen Aufgaben gilt es durch Beobachtung, Regeln und Zusammenhänge zu entdecken und zu erschliessen.

Trage die gesuchte Zahl in das Textfeld ein
(gültige Schreibweisen für Brüche: 1/3 oder 0,33)

4 8 13 19 26 34 43

Abbildung 4: Beispiel einer zu vervollständigenden Zahlenreihe

Zuletzt geht es nochmals um die *Interessen* der Testperson. Hierzu gilt es im Kontext einer spezifischen Situation anzugeben, welche von zwei vorgeschlagenen Aktivitäten von der Testperson tendenziell auf einer vierstufigen Skala bevorzugt wird. Das Ziel ist herauszufinden wie die Testperson in unterschiedlichen Situationen reagieren würde, da ein Studium auch stressige, anstrengende oder belastende Phasen beinhaltet in welchen es sich aufs Neue zu motivieren gilt.

In der sofort verfügbaren, automatisierten Rückmeldung nach Abschluss des Tests wird die Wichtigkeit der einzelnen Themenbereiche und die dahinterstehende Motivation nochmals erklärt. Zu den Bereichen in denen kognitive Fertigkeiten

getestet wurden, wird die Anzahl richtiger Antworten angegeben und eine grobe Einschätzung der persönlichen, fachlichen Eignung. Zur besseren Einordnung und Situierung gibt es einen Vergleich zu den Testergebnissen der anderen Testteilnehmer in den einzelnen Bereichen. Bezüglich der nicht-kognitiven Bereiche werden im Motivationsbereich die Aspekte *Selbstvertrauen hinsichtlich der Studierfähigkeit, Zielstrebigkeit im Studium, Orientierung an Leistungszielen, Streben nach Wissen und Verständnis* und *Streben nach besseren Leistungen im Vergleich zu anderen* bewertet. Diese Kategorien sollen angeben wie sehr jemand davon überzeugt ist mit Hilfe der eigenen Fähigkeiten die Anforderungen eines Studiums bewältigen zu können; wie sehr jemand bereit ist Anstrengungen in Kauf zu nehmen um ein Studium zu Ende zu führen und für wie wichtig es jemand erachtet sich umfassende Kenntnisse und Fertigkeiten anzueignen um zu den besten Studenten zu gehören. Zu jedem dieser Faktoren wird zuerst dessen Wichtigkeit im Studium unterstrichen bevor eine Aussage, begleitet von Ratschlägen, über die Persönlichkeit des Testkandidaten getätigt wird. Auch hier wird ein Vergleich mit den anderen Testteilnehmern vollzogen. Im Interessenbereich werden folgende Merkmale festgehalten und erklärt: *Untersuchend-forschend, Ordnend-verwaltend, Praktisch-technisch, Sozial, Führend-Verkaufend* und *Künstlerisch-sprachlich*. Anschliessend wird angegeben welche Merkmale am relevantesten für die unterschiedlichen Studienfächer im naturwissenschaftlichen Bereich sind. Mit Hilfe der Einschätzung der eigenen Hauptmerkmale wird in der Auswertung des Self-Assessments vorgeschlagen welche Studienfächer den eigenen Hauptinteressen entsprechen.

Nachdem die Auswertung der Tests auch in graphischer Form dargestellt wurde, soll man noch ein kurzes Feedback zum Test selbst abgeben und angeben ob man sich in seiner Studienwahl bestätigt fühlt und einen Nutzen bezüglich der Selbsteinschätzung aus dem Test ziehen kann. Die Testergebnisse werden am Ende relativiert und die Nutzung von weiteren universitären Informationsquellen und fächerspezifischen Beratungsangeboten wird empfohlen. Von den teilnehmenden Universitäten werden die Kontaktdaten der jeweiligen Beratungszentren angegeben.

Self-Assessments, ausserhalb der Naturwissenschaften oder allgemeiner Natur, sind unter folgenden Adressen verfügbar. In den allgemeinen Tests werden Interessen abgefragt und Lese- und Rechenfertigkeiten getestet.

<http://www.was-studiere-ich.de/>

<http://www.selbsttest.uni-bonn.de/testmaker/>

<http://www.borakel.de/>

6.2. *Mathematik-Test im naturwissenschaftlichen Kontext*

Ein Onlinetraining mit Hilfe konkreter, mathematischer Aufgaben in unterschiedlichen Bereichen der Natur- und Wirtschaftswissenschaften bietet das MathX³ der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Mannheim an. Diagnostische Funktionen sind nicht enthalten, dennoch soll den Teilnehmern eine Selbsteinschätzung erlaubt werden. Deshalb ist ein Vergleich der eigenen Leistung (Punktzahl und Bearbeitungszeit) mit einer Referenzgruppe im Statistikzentrum möglich. Das Statistikzentrum kann von Lehrern und Dozenten abgefragt werden um Anhaltspunkte über das Niveau der Zielgruppe zu erhalten. Es ist auch möglich das Angebot als Übungsinstrument zu nutzen. Erreichbar ist das Programm unter:

<http://www.mathx3.de>

Auf die Gestaltung und Zugänglichkeit der Plattform wurde besonders Wert gelegt, um den Fokus auf die Aufgabenbearbeitung zu legen. Drei unterschiedliche Schwierigkeitsniveaus stehen zur Auswahl. Dies basiert auf dem Ansatz sowohl Sekundarschüler als auch Studienanfänger anzusprechen. Auf jedem Niveau werden zehn Aufgaben aus den Bereichen *Bruch-, Prozent-, Elementares Rechnen, Potenzen, Termumformungen und Bruchgleichungen, Lineare Funktionen, lineare Gleichungen, Lineare Gleichungssysteme, Exponential- und Logarithmusfunktionen, Quadratische Funktionen und Gleichungen, Kreis-, Dreiecks, Winkelberechnungen, Pythagoras, Trigonometrie, Winkelfunktionen und Wahrscheinlichkeit und Statistik* gestellt. Aus jedem dieser Bereiche gilt es eine Aufgabe zu lösen um den Teilnehmern eine selbstständige Bestandsaufnahme der eigenen Kenntnisse zu ermöglichen. Die Aufgaben werden aus einem Aufgabenpool nach dem Zufallsprinzip ausgesucht, sowie teilweise mit vorgegebenen Antwortmöglichkeiten und teilweise ohne angeboten. Da die Aufgaben nach dem Zufallsprinzip aus dem Pool gezogen werden, musste darauf geachtet werden, dass alle Aufgaben eines Bereiches auf einer vergleichbaren Schwierigkeitsstufe innerhalb eines jeden Niveaus liegen. Jede Aufgabe enthält zudem eine Animation zur besseren Visualisierung und zur Unterstützung der Verständlichkeit der Aufgabenstellung. Stichwortartig wird angegeben welcher mathematische Aufgabenbereich gerade abgehandelt wird. Um der kurzen Aufmerksamkeitsspanne bei der Nutzung von Onlineangeboten Rechnung zu tragen sollte die durchschnittlich benötigte Zeit beim Absolvieren einer Testeinheit bei zehn Minuten liegen.

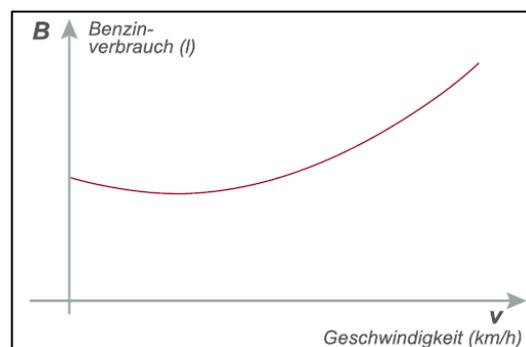
Nach Beantworten der zehn Aufgaben werden zur statistischen Erhebung kurz persönliche Angaben (Alter, aktuelle Ausbildung, Herkunft) erhoben. Anschliessend

wird der Testteilnehmer zur Evaluation der abgegebenen Antworten weitergeleitet. Zu jeder Aufgabe werden auch die Musterlösungen zur Verfügung gestellt.

Zur Vollständigkeit stelle ich zu jedem Niveau eine Beispielaufgabe vor. Eine Zeitbegrenzung beim Lösen der Aufgaben gibt es nicht.

Niveau 1: Eine Kerze der Höhe 35 cm brennt mit einer Geschwindigkeit von 3 cm pro Stunde ab. Eine zweite Kerze ist 10 cm kürzer und brennt mit einer Geschwindigkeit von 2 cm pro Stunde ab. Beide Kerzen werden gleichzeitig angezündet. Wie hoch sind beide Kerzen, wenn sie die gleiche Höhe erreicht haben?

Niveau 2: Der Benzinverbrauch B (in l / 100km) lässt sich mit folgender Formel berechnen: $B = 0.0006 v^2 - 0.048 v + 8$. Die Geschwindigkeit v ist in km/h angegeben. Wie hoch ist der geringste Benzinverbrauch?



Niveau 3: Eine Windkraftanlage kann etwa 60% der im Wind enthaltenen kinetischen Energie aufnehmen (siehe Zusatzinformation). Durch Reibungswiderstände und Übertragungsverluste werden aber bei den meisten Anlagen nur 50% dieser theoretisch möglichen Energie tatsächlich in Strom umgewandelt. Welche Stromleistung kann ein Windrad mit einer Rotorfläche von 1000m² liefern, wenn auf eine Fläche von 100m² eine Windleistung von 30kW trifft? Hinweis: Die vom Windrad nutzbare Leistung des Windes ist proportional zur Rotorfläche.

6.3. Mathematik-Plattformen

Etwas weiter als das reine Anbieten von Tests geht das folgende, seit 1998 stetig weiterentwickelte, Angebot bezüglich mathematischer Inhalte in den Sekundarschulen und zu Studienanfang:

<http://www.mathe-online.at>

Auf dieser Webseite geht es nicht nur um die bereits existierenden mathematischen Fertigkeiten, sondern auch um die Unterstützung der (Weiter-) Entwicklung der Fähigkeiten. Bei der Entwicklung wurde darauf geachtet die technischen Möglichkeiten, welche die elektronische Kommunikation beim Lernen bietet, mit einzubeziehen und die Inhalte nach didaktischen Prinzipien aufzubereiten. In dieser Hinsicht werden multimediale Lernhilfen zu unterschiedlichen mathematischen Themen, ein Lexikon mit Kurzbeschreibungen mathematischer Begriffe und ein Bereich mit den theoretischen Hintergründen angeboten. Letzterer bietet eine zusammenhängende Darstellung der wichtigsten Teilbereiche des Mathematikstoffes, mit Beweisführung falls erwünscht. Erklärtes Ziel ist eine Heranführung an die Argumentationsmethoden und Techniken, welche in der Mathematik verwendet werden. In den theoretischen Bereichen werden die erforderlichen Vorkenntnisse so gering wie möglich gehalten um den jeweiligen Einstieg zu erleichtern. Von daher eignet sich diese Plattform auch zum eigenständigen Lernen, insbesondere wegen der vielen Verlinkungen zwischen Theoriebereich, Lernhilfen und Lexikon. Diese Verflechtung soll langwieriges Suchen vermeiden.

Es wird sich jedoch nicht auf die reine Wissensvermittlung beschränkt. Mit Hilfe von Tests soll das eigene Wissen überprüft und Schwächen oder typische Fehler herausgefunden werden. Die Tests sollen eine Selbstkontrolle und Vertiefung des Verständnisses durch aktives Arbeiten erlauben und werden in folgenden Bereichen angeboten: *Exaktheit und Logik, Mengen, Zahlen, Zeichenebene und Koordinatensystem, Variable, Terme, Formeln und Identitäten, Gleichungen, Ungleichungen, Vektoren, Gleichungssysteme, Analytische Geometrie, Funktionen, Potenzen, Winkelfunktionen, Exponentialfunktion und Logarithmus, Trigonometrie, Grenzprozesse, Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik, Stetigkeit von Funktionen, Differenzieren, Anwendungen der Differentialrechnung, Potenzreihen, Komplexe Zahlen und Integrieren*. Verlinkungen von den verschiedenen Testbereichen zu den jeweilig passenden Theoriebereichen stehen natürlich auch zur Verfügung. Unterschiedliche Aufgabenformen werden genutzt: *Single/Multiple Choice Test, Puzzle, Zuordnung von Oberbegriffen, Wo liegt der Fehler?* und weitere *interaktive Tests*. Unterstützend wird jeweils eine, falls möglich interaktive, graphische Darstellung der mathematischen Problemstellung mit in die Aufgabe eingebunden. Diagramme mit interaktiven Teilen erlauben hervorzuheben welche Elemente im aktuellen Fall wichtig sind. Die Nutzer sollen durch diese Veranschaulichung zu einem Verständnisziel hingeführt werden.

Weiterführend wird von den Anbietern eine Ressourcensammlung mit Links zu anderen Lernhilfen und Seiten mit mathematischen Inhalten zur Verfügung gestellt.

Auf mathematische Werkzeuge, wie Rechner, Plotter und Formelsammlungen, wird zusätzlich eingegangen.

Ein ähnliches Angebot der Universitäten Stuttgart und Ulm findet sich unter folgender Adresse:

<http://mo.mathematik.uni-stuttgart.de/>

Diese Plattform ist allerdings auf die Mathematikvorlesungen der beiden Universitäten zurecht geschnitten. Dennoch sind auch hier ein Lexikon, ein Aufgabenpool, eine Prüfungssammlung sowie einige Kursunterlagen vorzufinden.

Beide Angebote sind auf die Mathematik, mit dem einhergehenden abstrakteren Formalismus, fokussiert. Dennoch eignen sie sich auch für andere naturwissenschaftliche Vorlesungen, insbesondere die der Physik, in denen die vorgestellten Konzepte ihre Anwendung finden. Mit ihrer Hilfe können die mathematischen Konzepte nachvollzogen, Wissenslücken aufgefüllt, das eigene Verständnis überprüft oder bereits assimiliertes Wissen reaktiviert werden.

6.4. Weitere Onlineangebote

Online-Lernmaterial für mathematische Inhalte in der Physik stehen auch unter folgenden Adressen zur Verfügung

<http://www.thphys.uni-heidelberg.de/~hefft/vk1/>

Hier wird ein mathematischer Online-Vorkurs zum Studium in der Physik angeboten der zur Vorbereitung auf die physikalischen Vorlesungen des 1. Jahres genutzt werden kann und in dem der praktische Aspekt besonders betont wird. Das Ziel ist den Übergang von der Schule zum Studium zu erleichtern. Zudem soll ein Beitrag zur Verringerung der Heterogenität der Vorkenntnisse geleistet werden. Als Ersatz zu mathematischen Vorlesungen ist dieser Vorkurs nicht gedacht. Im Gegensatz zu Textbüchern handelt es sich hier um eine kompakte Zusammenstellung der notwendigen mathematischen Kenntnisse die zum Schulprogramm gehören. Zur Förderung des vertiefenden Lernens werden Übungsaufgaben angeboten. Die enthaltenen Kapitel sind *Messen, Zeichen und Zahlen, Folgen und Reihen, Funktionen, Differentiation, Taylor-Entwicklung, Integration, Komplexe Zahlen und Vektoren*.

<http://ne.lo-net2.de/selbstlernmaterial/>

Auf dieser Seite wird eine umfangreiche Sammlung von Links zu unterschiedlichen Kapiteln der Mathematik und der Physik angeboten. Die Links führen zu

veranschaulichenden Simulationen und Werkzeugen, die auch von Lehrpersonen genutzt werden können. Ziel ist jedoch das selbstständige Lernen zu unterstützen. Da das Zielpublikum allerdings Schüler der Abschlussklassen sind, ist diese Seite für Studienanfänger eher zum Beseitigen von Wissenslücken geeignet.

<http://webapps.fundp.ac.be/PhysQCM/>

Die Didaktikabteilung des Physikdepartements der Universität Namur bietet fünf unterschiedliche Tests zur Selbstkontrolle für Studienanfänger an. Die verschiedenen Bereiche sind *Calcul élémentaire*, *Courants alternatifs*, *Mesure et Présentation des résultats*, *Mécanique* und *Rayons X*. Die Aufgaben werden als Multiple-Choice Fragen gestellt. Zur Überprüfung von Lernfortschritten eignet sich diese Seite weniger. Sie dient eher als einmaliger Wissenstest, da die angebotenen Aufgaben nicht variiert werden. Bei der Auswertung werden die richtigen Antworten zu den Aufgaben angegeben und der abgegebenen Antwort gegenübergestellt.

<http://www.fundp.ac.be/sciences/physique/udp/multimedia.html>

Ebenfalls vom Physikdepartement der Universität Namur werden multimediale Simulationen in unterschiedlichen Kapiteln der Physik angeboten. Das Ziel ist die Veranschaulichung physikalischer Vorgänge.

<http://www.virtualuniversity.ch/mathematik/0.html>

Auch auf dieser Seite werden Visualisierungen unterschiedlicher physikalischer Vorgänge angeboten.

7. Zusammenfassung und Diskussion

Self-Assessments und weitere Onlinehilfen lassen sich unterschiedlich einsetzen. Sie können Beratungszwecke erfüllen um Studieninteressierte in der Wahl ihres Studienfaches zu begleiten oder zur Lernkontrolle im Studium, zur Überprüfung des eigenen Lernstandes und Aufdecken von Wissenslücken eingesetzt werden. Letztere lassen sich mit den in verschiedenen Bereichen online verfügbaren Aufgaben und den dazugehörigen Musterlösungen auffüllen. Im Hinblick auf die Aufgaben sollte sich zuerst selbstständig an der Problemstellung versucht werden, bevor die Musterlösung angeschaut wird, um Lernfortschritte zu erzielen (learning by doing). Die bestehenden Beratungsstrukturen können durch diese Angebote ergänzt werden.

Vorteile ergeben sich aber nicht nur für die Testteilnehmer, sondern auch für die (anbietenden) Universitäten. Durch eine Vervielfältigung des Beratungs- und Lehrangebotes und die Präsenz im Internet, können mehr Interessenten adressiert und die Qualität in der Ausbildung der Studenten angehoben werden. Beide Faktoren sind wichtig für die Fortentwicklung des jeweiligen wissenschaftlichen Standortes und eben auch für den Wirtschaftsstandort essentiell³⁸. Zudem lässt sich die Attraktivität unpopulärer Fächer durch aufklärende Informationen bezüglich des Inhaltes und der Anforderungen (auch im Hinblick auf das mathematische Vorwissen) steigern um somit Vorurteile abzubauen. Der Informationsaspekt muss vor dem Werbeaspekt stehen, trotz der wirtschaftlichen Vorteile die eine hohe Anzahl an Studenteneinschreibungen mit sich bringt. Folglich könnte durch die aufklärende Wirkung die Anzahl an geeigneten Studienanfängern steigen da Self-Assessments über die Stärken und Schwächen der Interessenten und deren Passung zum Studiengang aufklären. Ein Erfolg zeigte sich bereits in einer Umfrage an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften (HAW) Hamburg, die die Steigerung der Sicherheit bei der Studienwahl untersuchte³⁹. Die Studienanfänger sollten von daher ihr Studium mit weniger Zweifeln beginnen. In der gleichen Untersuchung wurde das angebotene Beratungsspektrum als nützlich und hilfreich bewertet.

Unter Einbezug der Hilfen für Studienanfänger, die eine Qualitätsverbesserung der Lehre im 1. Studienjahr darstellen könnten, liesse sich die Abbrecherquote senken. Diese wirkt oftmals abschreckend auf Schüler die vor der Entscheidung für oder

³⁸ Siehe auch die Universitas Ausgabe der Universität Fribourg-vom Dezember 2010

³⁹ Studie zur Studienwahlsicherheit: <http://blog.recruitment.de/2009/07/29/aktuelle-evaluation-der-haw-navigatoren-bestatigt-virtuelle-studienberatung-steigert-studienwahlsicherheit-deutlich/>

gegen eine bestimmte universitäre Laufbahn stehen. Um effektive Hilfen anzubieten bedarf es eines spezifischen Wissens über die Lernschwierigkeiten der Studienanfänger.

Als pädagogische Konsequenz ist bei den Beratungsangeboten eine Analyse des mitzubringenden Vorwissens, insbesondere der mathematischen Fertigkeiten in den naturwissenschaftlichen Fächern, erforderlich um einen erfolgreichen Start in das Studium zu gewährleisten. Die mathematischen Kompetenzen sind hervorzuheben, weil diese den stärksten Einfluss auf die späteren Erfolgschancen haben. Es muss sichergestellt werden, dass die zugrundeliegenden Kompetenzen in den Schulen der Sekundarstufe erworben werden können, ansonsten müssen sie ins Studium integriert werden. Eventuell gilt es in diesem Bereich die Kommunikation zwischen den Lehrkörpern der Schulen und den Universitäten zu verbessern. Das HarmoS-Konkordat könnte, falls es in der ganzen Schweiz eingeführt wird, in dieser Hinsicht eine Chance bieten um Mindeststandards zu definieren. In den Naturwissenschaften bestünde auch die Chance diese Mindeststandards zu vereinheitlichen, insbesondere in Bezug auf die mathematische Vorbildung. Die universitäre Lehre könnte dann die Vorlesungen des 1. Semesters daraufhin aufbauen. Um einen sanfteren Übergang in das Studium zu garantieren gilt es die Anforderungen, die an Schüler der Abschlussklassen und an Erstsemesterstudenten gestellt werden, einander anzugleichen und aufeinander abzustimmen.

Die während des Studiums zu entwickelnden Kompetenzen sollten definiert und bezüglich ihrer Wichtigkeit bewertet werden um eine detaillierte Vorstellung der unterschiedlichen Studienfächer zu gewährleisten. Diese Informationen fliessen in die Self-Assessments mit ein, die Tests werden hinsichtlich dieser konstruiert. Sie sind wichtig für die Aussagekraft des nicht-kognitiven Teils der Selbsttests, in dem die Neigungen und Interessen der Testperson erfragt werden. Im Studium selbst sind sie bedeutsam für die Wahl der anzubietenden Hilfsmittel, die es einzelnen Studenten erlauben sollten kritische Mankos zu beheben. Der kognitive Teil des Selbsttests wird anhand der, seitens der Universität geforderten, Mindeststandards entwickelt (zu testende Kompetenzen und Aufgabentypen). Die Kombination kognitiver und nicht-kognitiver Aspekte des Self-Assessments leistet einen wichtigen Beitrag zur Transparenz in der Beratung Studieninteressierter und erlauben unterschiedliche Studienfächer besser miteinander zu vergleichen.

Die Dozenten der Universität sollten sich mit den Self-Assessments und ganz besonders den angebotenen Onlinehilfen kritisch auseinandersetzen um sich von ihrer Güte zu überzeugen und eventuell, bei passender Gelegenheit, in der Vorlesung

auf sie hinzuweisen. Falls diese Hilfsmittel von der Universität selbst entwickelt werden, sollte eine Koordinierung mit den Lehrpersonen des 1. Universitätsjahres stattfinden um die Konzeption und Strukturierung der verschiedenen Themenbereiche an die Lehrveranstaltungen anzupassen (und umgekehrt). Desweiteren könnten die Dozenten Qualitätsprüfung beitragen.

Im Bereich der Testkonstruktion gibt es kritische Stimmen der „Zentrale Frauenbeauftragte und Zentrale Kommission für Frauenfragen“ (ZKFF) der Universität Bremen⁴⁰. Die ZKFF bemängelt die Nichtberücksichtigung der Geschlechterunterschiede in der Aufgabe (Formulierung und Kontext), sowie den Aspekt, dass zu Beginn der Tests das eigene Geschlecht angegeben werden muss. Letzteres ruft im Unterbewusstsein der Personen, die den Test absolvieren wollen, geschlechterspezifische Vorurteile hervor. Diese beeinflussen das Selbstwertgefühl und somit letztendlich die mathematischen Leistungen, da Frauen nachgesagt wird schlechtere Leistungen in Mathematik zu erbringen als Männer. Hierdurch würden weibliche Personen bei den Self-Assessments in den Naturwissenschaften benachteiligt. Dass nur Leistungs- und Konkurrenzbewusstsein und keine emotionalen und sozialen Kompetenzen abgefragt würden ist laut dem ZKFF ein weiterer Aspekt der kritisch zu betrachten ist.

Der Zugriff auf die anonymisierten Testantworten von Studienanfängern, beziehungsweise deren Verteilung, wäre dennoch für die Lehrpersonen von Interesse. Einerseits könnte eine Analyse des mitgebrachten Vorwissens getätigt werden um später die Lehrveranstaltungen der ersten Semester an die Studentengruppe anzupassen. Die Gestaltung der Lehre kann auch nivellierend auf Ungleichheiten bezüglich des Vorwissens wirken. Andererseits eröffnet eine Kenntnis der studentischen Motivationen und Erwartungen die Möglichkeit einer anregenden, interessanten Vorlesungsgestaltung, welche das studentische Lernen fördert und die Studenten weder unter- noch überfordert. Dies ist natürlich nur möglich wenn die Interessen der Studenten nicht zu weit von den fachspezifischen Interessen entfernt sind. Bei den Onlinehilfen könnte die Kenntnis der abgegebenen (anonymisierten) Antworten hingegen auf methodische Fehler der betreuten Studentengruppe schliessen lassen und somit auf Mängel in der Lehre, die es zu regulieren gilt. Eine andere Ursache könnten falsche oder nicht angepasste Lernstrategien sein. Diese sollten dann mit den Studenten diskutiert werden. Die Entwicklung (mathematischer) Kompetenzen der Studentengruppe könnte analysiert

⁴⁰ Projekt: Kritik des Online-Selfassessments für Studieninteressierte: <http://www.zentrale-frauenbeauftragte1.uni-bremen.de/index.php?module=Content&func=view&pid=11>

und nachvollzogen werden sowie der Einfluss auf Heterogenität des Wissens. Die Effektivität der Lehrveranstaltung bezüglich dieser beiden Faktoren liesse sich so überprüfen. Unter Effektivität oder Effizienz einer Lehrveranstaltung ist nicht nur die Quantität des vermittelten Wissens zu verstehen, sondern auch die Anzahl der Studenten die das vermittelte Wissen in einem vernünftigen Zeitraum assimiliert haben. Verschiedene Typen von Lehrveranstaltungen könnten miteinander verglichen werden oder es lässt sich herausfinden welche Lehrsituationen günstig für Studenten sind. Die online verfügbaren Lernhilfen könnten eine diagnostische Funktion der studentischen Schwierigkeiten, die bisher nur erahnt oder während Diskussionen in Erfahrung gebracht wurden, übernehmen. Zur Realisierung dieser Möglichkeiten müssten die Tests mit den Vorlesungen gekoppelt werden und die Teilnehmer der Vorlesung müssten sich als solche zu erkennen geben.

Andererseits könnten die Studenten dank dieser Hilfen ihren eigenen Wissensstand, die eigene Lernstrategie und die verwendeten Lerntechniken überprüfen. Dies könnte einer falschen Selbsteinschätzung entgegenwirken. In dieser Hinsicht sind bei Tests mit einer diagnostischen Funktion auch die Rückmeldungen wichtig. Während die automatisierte Korrektur der gelösten Aufgaben valide sein sollte, könnte eine fehlende Sensibilität der automatischen Rückmeldung problematisch sein. Wegen der Standardisierung der Tests wird individuellen Aspekten eventuell nicht genügend Rechnung getragen. Bei Verständnisproblemen hinsichtlich der in der Rückmeldung erhaltenen Informationen, sollte den Testteilnehmern ein möglicher Diskussionspartner in der Beratungszentrale zur Verfügung gestellt werden.

Die Rückmeldung an sich sollte auf (zu erwartende) Probleme aufmerksam machen und nochmals über die Erwartung seitens der Universität in den spezifischen Fachbereichen aufklären. Sie können daher einen Anreiz zur (vorbereitenden) Arbeit geben um die Anforderungen des Studiums (später) zu erfüllen und Wissenslücken auszugleichen.

Diese Steuerungsfunktion von, eventuell als unpersönlichen empfundenen, Onlinetests bleibt aber noch zu überprüfen. Die Kenntnis des eigenen Kompetenzprofils sollte den Studieninteressierten in Verbindung mit den Fächerinformationen erlauben den passenden Studiengang zu finden. Die Studieninteressierten sind in ihrer Wahl frei, da die Beratungsangebote nur Ratschläge erteilen und keine Selektion betreiben dürfen. Ob diese Ratschläge genutzt werden oder ihnen Glauben geschenkt wird ist hingegen nicht klar. Daher könnte der Nutzen den Teilnehmer aus den Beratungsangeboten durch eine Befragung, sofort nach der Teilnahme oder rückblickend, noch weiter ergründet

werden. Um zukünftig die Ratschläge zu untermauern muss die Validität der Auswahlverfahren bezüglich der Vorhersage von Studienleistungen noch bestätigt werden. Für die Abschlussnote der Sekundarschule und die mathematischen Vorkenntnisse wurde eine positive Korrelation mit dem Abschneiden in den Abschlussprüfungen des 1. Studienjahres festgestellt⁴¹. Der Einfluss auf die Abbrecherquote ist noch nicht erfasst.

Das Plus an Informationen das Studieninteressierte und Studienanfänger durch Onlinetests und -hilfen bezüglich ihrer kognitiven Fähigkeiten und Schwächen, aber eventuell auch über die verschiedenen Studiengänge, erhalten, geben diesen Angeboten dennoch ihre Daseinsberechtigung. Die in den Rückmeldungen der Tests enthaltenen Informationen können zur Vorbereitung auf das Studium und zur Verbesserung der eigenen Fähigkeiten, durch Online-Trainings beispielsweise, genutzt werden. Der langfristige Effekt solcher Trainings ist noch unerforscht ebenso wie der Einfluss der Lernumgebung. Die multimediale Arbeit, am Computer beispielsweise, birgt ein höheres Ablenkungspotenzial als die Arbeit mit Stift und Papier. Zudem gilt die Einschränkung, dass allgemein verfügbare Onlinetests nur für Studienanfänger sinnvoll sind da sich hier die Anforderungen an Studenten nicht sonderlich von einer Universität zu einer anderen unterscheiden. Später im Studium sollten, wegen der spezifischen Anforderungen der einzelnen Vorlesungen und Universitäten, die Tests an die Lehrveranstaltungen angepasst werden.

Die Selbsterkundung, die online verfügbare Self-Assessments ermöglichen, erlaubt hingegen auch die Selbsteinschätzung, welche aufgrund der subjektiven Eigenwahrnehmung verfälscht sein könnte, mit einer Fremdeinschätzung zu vergleichen⁴². Diese Rückmeldung kann im Falle von Selbstüberschätzung augenöffnend wirken und die Person zur Arbeit veranlassen. Im gegenteiligen Fall der Selbstunterschätzung kann sie eine Aufmunterung sein und das nötige Selbstvertrauen geben sich in einen naturwissenschaftlichen Studiengang einzuschreiben. Da die hohen Abbrecherquoten abschreckend wirken, könnten Self-Assessments folglich die eventuell hohe Hemmschwelle gegenüber naturwissenschaftlichen Studiengängen senken.

⁴¹ Dipl.-Päd. Katja Derr & Prof. Dr. Reinhold Hübl – Durchführung und Analyse von Online Tests unter Verwendung einer E-learning Plattform: Technische und Methodische Aspekte

⁴² Marc Romainville, Mireille Houart & Roland Schmetz – Promouvoir la réussite par l'identification des prérequis et la mesure de leur maîtrise auprès des étudiants – Presses universitaires de Namur

8. Persönliche Reflexion

In dieser Arbeit konnte ich die Gestaltung der Physikvorlesungen und die Verknüpfung mit der ausschlaggebenden Mathematikvorlesung für Studenten die diese Fächer als propädeutische Fächer belegen Revue passieren lassen. Insbesondere der Fakt, dass die in der Mathematikvorlesung vermittelten Inhalte parallel schon in den Physikvorlesungen genutzt wurden, mag für manche Studenten unglücklich sein. Dies unterstreicht nochmals die Wichtigkeit des mathematischen Vorwissens, denn es ist schwer vorstellbar wie eine Studienplanung aussehen könnte in der diese Vorlesungen nicht simultan, sondern aufeinander aufbauend stattfinden könnten. Die Vorlesungen würden sich wahrscheinlich über den doppelten Zeitraum erstrecken, welches natürlich wieder einen Einfluss auf andere Vorlesungen des Haupt- oder Nebenfaches hätte.

Als Assistent denkt man eher an die Ziele der Vorlesung und die Interessen der Universitäten. In der Diskussion mit Studenten und dem Verfassen dieser Arbeit konnte ich die Motivationen bei der Studienwahl und die Belange von Studienanfängern erfassen. Von den Studenten wird oftmals eher verlangt sich an die universitären Anforderungen anzupassen. Auch Klagen über schlechte Eingangsvoraussetzungen der Studienanfänger sind zu hören und werden in Studien bestätigt⁴³. Die vorgestellten Onlinehilfen könnten eine vorbereitende Unterstützung auf diese Anforderungen bieten. Allerdings bedeutet dies nicht, dass ein *status quo* der Vorlesungsgestaltung in Ordnung wäre. In der Tat könnte mehr Wert auf motivationale Aspekte gelegt werden indem vermehrt aufgezeigt wird wo die Vorlesungsinhalte in der Biologie, Chemie, Biomedizin, usw. angewendet werden und weniger akademische Beispiele in der Vorlesung verwendet werden. Um diese Anwendungsbereiche zu erfassen müsste eventuell enger auf dem Niveau der naturwissenschaftlichen Fakultät zusammen gearbeitet werden. Zudem könnte vermehrt auf die Sekundarschulen zugegangen werden. Hier werden Schüler, unter anderem, aber nicht nur, auf das Studium vorbereitet und ihre Eingangsvoraussetzungen, insbesondere in mathematischer Hinsicht, für das Studium festgelegt. Mit Blick auf den Einfluss der Vorkenntnisse bezüglich der späteren Erfolgchancen, könnte ein verstärkter Dialog auf der Ebene der Abschlussklassen und der Dozenten des 1. Universitätsjahres hilfreich sein.

⁴³ Prof. Dr. Biehler & Prof. Dr. Hochmuth – Das Kompetenzzentrum „Hochschuldidaktik Mathematik“ der Universitäten Kassel & Paderborn

Des Weiteren sind bei der Wahl des Studienfaches mehr Faktoren zu berücksichtigen als mir bewusst waren, wie z.B. die späteren Berufsaussichten (auch unter Berücksichtigung der Altersstruktur der Erwerbstätigen), der soziale Status unterschiedlicher Berufe, die aktuelle Lage auf dem Arbeitsmarkt, etc. All diese Faktoren beeinflussen natürlich auch die Eingangsmotivationen der Studenten.

Bezüglich der Eingangsvoraussetzungen reicht die Verteilung von Informationen nicht aus, es gilt diese transparent dazustellen. Hierzu zählt auch, dass Studieninteressierte die Gelegenheit gegeben wird sich konkret an den Eingangsanforderungen zu versuchen. So können sie überprüfen ob ihr Kompetenzprofil zum Studienfach, an dem Interesse besteht, passt. In dieser Hinsicht sollte Studieninteressierten bewusst gemacht werden, dass das subjektive Interesse für ein Fach nicht der alleinige Faktor bei der Wahl des Hauptfaches sein sollte. Insbesondere in der Mathematik überrascht die abstrakte Wissensvermittlung im Vergleich zur Sekundarschule, wie ich selbst feststellen durfte. Ein Vergleich des persönlichen Kompetenzprofils und der eigenen Interessen mit den Anforderungen, auch bezüglich des Vorwissens, erlaubt es zu vermeiden, dass die Studienanfänger später nochmals ihre Studienwahl überdenken oder sogar die Studienrichtung wechseln. Im letzteren Fall bedeutet dies ein Zeitverlust für den Studenten, aber auch einiges an Zeitaufwand auf der Ebene der Lehre mag umsonst gewesen sein.

Mit Blick auf die Konstruktion von (diagnostischen) Tests habe ich durch diese Arbeit einiges gelernt. Zuerst sollten die Ziele definiert werden. Folgende Fragen sind zu beantworten: Welche Kompetenzen sind im Studium gefordert? Wie kann ich diese Kompetenzen testen? Dies beeinflusst die Wahl des Aufgabentyps. Bei den Aufgaben selbst gilt es darauf zu achten, dass keine weiteren Kompetenzen implizit bei der Aufgabenlösung erforderlich sind. Eine Verfälschung der Resultate wäre die Konsequenz, mit entsprechenden Auswirkungen auf die Rückmeldung und die Studenten. Falls Aufgaben innerhalb eines Aufgabentyps nach dem Zufallsmuster ausgewählt werden, um beispielsweise zu vermeiden, dass bei einer Wiederholung des Testes die Antworten im Voraus bekannt sind, gilt es auf den Schwierigkeitsgrad der Aufgaben zu achten. Dieser muss nicht nur ausgewogen, sondern in diesem Falle unverändert von einer Aufgabe zu einer andern sein, ohne die gleiche Aufgabe zu stellen. Ansonsten wäre die Wiederholbarkeit des Testes nicht gewährt. Dies ist insbesondere wichtig wenn die Fortschritte beim ausgleichen von Schwächen, z.B. in einem Teilbereich der Mathematik wie Trigonometrie, überwacht werden wollen.

Um den Studienanfängern, die mangelnde mathematische Vorkenntnisse mit in die Physikvorlesungen bringen, eine Unterstützung zu bieten, können die hier

vorgestellten Hilfen beispielsweise über Moodle zur Verfügung gestellt werden oder in den Vorlesungen besprochen werden. Die Self-Assessments könnten aufgrund der kognitiven Komponenten in den ersten Vorlesungswochen hilfreich sein um eventuelle Schwächen aufzudecken und aufzuzeigen in welchem Bereich die Studienanfänger sich verbessern könnten. In dieser Zeit ist es noch nicht zu spät Wissensrückstände aufzuholen.

Eine weitere Frage stellte sich allerdings bezüglich der Akzeptanz. Wie werden die Onlinehilfen von Studieninteressierten aufgenommen und werden sie genutzt? Welche Auffassung haben die unterschiedlichen Lehrpersonen diesbezüglich? Es genügt nicht nur auf Onlinehilfen hinzuweisen. Die Lehrpersonen sollten schon von ihrem Nutzen überzeugt sein. Ebenso soll nicht der Eindruck vermittelt werden, dass die Mathematik in den Vorlesungen nur dem Selbstzweck dient.

Bibliographie

Ashraf Abu Baker & Alexander Tillmann – Ein generisches Konzept zur Realisierung von Self-Assessments zur Studienwahl und Selbsteinschätzung der Studierfähigkeit

<http://subs.emis.de/LNI/Proceedings/Proceedings111/gi-proc-111-007.pdf>

Prof. Dr. Biehler & Prof. Dr. Hochmuth – Das Kompetenzzentrum „Hochschuldidaktik Mathematik“ der Universitäten Kassel & Paderborn

http://www.khdm.de/fileadmin/Mathematik/KHDM/Diverse_Dateien/KHDM_Kurzfassung_Biehler_Hochmuth.pdf

Dipl.-Päd. Katja Derr & Prof. Dr. Reinhold Hübl – Durchführung und Analyse von Online Tests unter Verwendung einer E-learning Plattform: Technische und Methodische Aspekte

http://www.dhbw-mannheim.de/fileadmin/dhbw/forschung/technik/dhbw_mannheim_derr_huebl_zeMath.pdf

Dumas J.B., Leçons sur la philosophie chimique, 1836, éd. culture et civilisation, Bruxelles 1972, p. 110

Josef Leisen – Basisartikel: Lesekompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht

<http://www.uni-koblenz.de/~odsleis/lesekompetenz/1%20Basisartikel%20-%20Lesekompetenz%20im%20naturwissenschaftlichen%20Unterricht.pdf>

Hans Niederrer – Recherche et développement en didactique de la physique à l'université – Résultats & Tendances

http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/23870/DIDASKALIA_1999_14_95.pdf?sequence=1

Prof. Dr. Frank Nürnberg – Mathematik-Eingangswissenstest der Studienanfänger im Sommersemester 2009

ftp://ftp.physik.hs-mannheim.de/nuernberg/Sonstiges/Mathematik_Eingangswissen_HSMA_SS09.pdf

P Christa Polaczek & G. Henn – Vergleichende Auswertung des Mathematik-Eingangstests

http://www.fh-aachen.de/uploads/media/Eingangstest_WS_07_08.pdf

Marc Romainville, Mireille Houart & Roland Schmetz – Promouvoir la réussite par l'identification des prérequis et la mesure de leur maîtrise auprès des étudiants – Presses universitaires de Namur

<http://tice.det.fundp.ac.be/spip/IMG/doc/article-CIUF.doc>

Florian Wisser – e-Learning Tools zur Auffrischung der Schulkenntnisse

http://www.oemg.ac.at/FH/Graz2009/eLearning_zur_auffrischung_der_schulkenntnisse.pdf

Alexander Zimmerhofer – Webbasierte Self-Assessments zur Studienberatung – Möglichkeiten & Grenzen

http://www.hochschulkurs.de/sf5_2005_zimmerhofer.ppt

Alexander Zimmerhofer, Verena M. Heukamp & Lutz F. Hornke – Ein Schritt zur fundierten Studienfachwahl – webbasierte Self-Assessments in der Praxis

http://psydok.sulb.uni-saarland.de/frontdoor.php?source_opus=580&la=de

Didaktikformation :Modul „A3 – Interaktive und stimulierende Ausbildungsmethoden“

Didaktikformation: Module „B – Evaluation et Apprentissages“

Didaktikformation: „B1 - Évaluation des compétences“

Didaktikformation: Module „B6 – Le processus d'évaluation – perception, description, jugement“

Hinweise der Fakultät für Mathematik der Universität Heidelberg an Erstsemester

http://www.math.uni-heidelberg.de/fakultaet/2007/stud_WS07.html

HarmoS-Konkordat

http://edudoc.ch/record/24711/files/HarmoS_d.pdf

Informationen zum Orientierungstest

<http://www.was-studiere-ich.de/hintergrund/hintergrund.htm>

Projekt der ZKFF der Universität Bremen – Kritik des Online-Selfassessments für Studieninteressierte

<http://www.zentrale-frauenbeauftragte1.uni-bremen.de/index.php?module=Content&func=view&pid=11>

Studie zur Studienwahlsicherheit nach einem Self-Assessment

<http://blog.recruitment.de/2009/07/29/aktuelle-evaluation-der-haw-navigatoren-bestatigt-virtuelle-studienberatung-steigert-studienwahlsicherheit-deutlich/>

Studienangebote der RWTH Aachen

<http://www.rwth-aachen.de/go/id/las/>

Studienberatung zum Durchklicken

<http://www.faz.net/s/Rub1A09F6EF89FE4FD19B3755342A3F509A/Doc~EF2FD94E45D1D4524858CC539814EC3EE~ATpl~Ecommon~Scontent.html>

Universitas Ausgabe der Universität Fribourg-vom Dezember 2010

Universität Wien – Fakultät für Mathematik – Die Brücke von der Schule zur Universität

<http://plone.mat.univie.ac.at/elearning/brueckenstoff/>

Universität Wien – Fakultät für Physik –Self-Assessment-Test Mathematik an der Fakultät für Physik

<http://www.univie.ac.at/sam-physik/>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispiel einer Aussage bezüglich eines Textes zur Organisation eines Ameisenbaues	60
Abbildung 2: Beispiel einer Puzzleaufgabe	610
Abbildung 3: Beispiel einer Textaufgabe	601
Abbildung 4: Beispiel einer zu vervollständigenden Zahlenreihe	61

Anhangsverzeichnis

Anhang I: Verfügbare Onlinehilfen	60
Anhang II: Zu entwickelnde Kompetenzen	61

Anhang I: Verfügbare Onlinehilfen

Eine ständig aktualisierte Übersicht von Self-Assessments im Allgemeinen sowie im Rahmen der universitären Lehre, auch ausserhalb der Naturwissenschaften, ist unter <http://blog.recruitment.de/> aufzufinden. Die folgende Auflistung der verfügbaren Onlinehilfen ist nicht vollständig und enthält nur die in der Arbeit berücksichtigten Angebote.

➤ Self-Assessments

<http://www.global-assess.rwth-aachen.de/nrddt/testmaker/>

<http://www.selfassessment.uni-nordverbund.de/>

<http://www.selbsttest.uni-bonn.de/testmaker/>

<http://www.was-studiere-ich.de/>

<http://www.borakel.de/>

➤ Online Angebote mit Möglichkeiten zum Selbsttest

<http://www.mathx3.de>

<http://www.mathe-online.at>

<http://mo.mathematik.uni-stuttgart.de/>

<http://plone.mat.univie.ac.at/elearning/brueckenstoff/>

<http://webapps.fundp.ac.be/PhysQCM/>

➤ Weitere Onlineangebote mit veranschaulichenden Inhalten

<http://www.thphys.uni-heidelberg.de/~hefft/vk1/>

<http://ne.lo-net2.de/selbstlernmaterial/>

<http://www.fundp.ac.be/sciences/physique/udp/multimedia.html>

<http://www.virtualuniversity.ch/mathematik/0.html>

Anhang II: Zu entwickelnde Kompetenzen

Die Kompetenzen die während der Physikvorlesung mit den Aufgaben entwickelt werden sind folgende:

- das Beschreiben von physikalischen Situationen und Vorgängen mit Hilfe der Mathematik (Modellierung), so dass die Lösung auf das erarbeitete Modell aufbauen kann
- in einer Auftragsstellung alle Informationen erkennen und die relevanten von den nicht relevanten trennen, sowie die Problemstellung erörtern um die Fragestellung herauszuarbeiten (analytisches Denken)
- Auswahl mit Begründung eines physikalischen Konzeptes um das erkannte Problem zu lösen (analytisches und kreatives Denken)
- Ausarbeiten des Lösungsweges und Resultate auf Plausibilität überprüfen um systematische Fehler auszuschliessen (kritisches Denken)

Eine strukturierte Vorgehensweise beim Bearbeiten der Aufgaben, alleine oder in der Gruppe, erlaubt effizienter zu arbeiten und erleichtert den Erwerb der oben definierten Kompetenzen:

- Informationen aus der Aufgabenstellung stichwortartig notieren, bekannte und unbekannte Grössen oder Variablen aus der Aufgabenstellung rausfiltern und gruppieren um sich einen Überblick zu verschaffen
- Aufgabensituation in eigene Worte fassen, graphisch darstellen und mathematisch beschreiben (Modellierung) um später einen Lösungsansatz darauf aufbauen zu können
- Problemstellung der Aufgabe erkennen und mathematisch formulieren um zielgerichtet arbeiten zu können. Eine gute Aufarbeitung der Problemstellung wird die folgenden Schritte erheblich vereinfachen.
- Konzepte aus der Vorlesung Physik I und II auf Brauchbarkeit bezüglich der gestellten Problemsituation abklopfen um herauszufinden welches dieser Konzepte bei der Lösungsfindung hilfreich sein kann
- Auswahl eines Konzeptes, welches erfolgsversprechend scheint, und Begründung der Auswahl um einen Lösungsansatz zu erarbeiten und somit einen Lösungsplan vorzubereiten

- Abwägen ob zusätzliche Informationen benötigt werden oder Variablen berechnet werden müssen um die Aufgabe zu lösen und falls dies der Fall ist dies als neue Problemstellung behandeln
- Anwendung und Umformulierung des ausgewählten Konzeptes auf die modellierte Situation oder Problemstellung um den Lösungsweg auszuarbeiten
- Umsetzen des Lösungsweges mit Hilfe mathematischer Mittel und ausrechnen der Lösung
- Die Lösung auf Plausibilität und Sinnhaftigkeit überprüfen um systematische oder konzeptuelle Fehler auszuschliessen
- Abschliessend sich der Hauptschwierigkeit oder des „Knackpunktes“ bei der Lösungsfindung bewusst werden. Diese kurze Reflexion wird sich bei späteren Aufgaben als hilfreich erweisen.

Anmerkung: Die Aktivitäten die zu den erwähnten Kompetenzen führen sollen kohärent und aufeinander aufbauend sein. Sie sind einerseits wahrnehmungsleitend (Konzepte und Theorien der Physik sind zu verstehen und auf Nützlichkeit und Anwendbarkeit bezüglich des vorgestellten Problems zu überprüfen) und andererseits handlungsleitend (das aus dem Repertoire der vorhandenen Konzepte ausgewählte auf das gestellte Problem anwenden und die Lösung herzuleiten). Ausgehend von einer konkreten Fragestellung können die Studenten die Problemsituation mit Hilfe von bekannten und unbekannt Variablen beschreiben (empirisches Moment). Daraufhin folgt eine Analyse der Problemsituation sowie der Fragestellung um gewisse Zusammenhänge der Auftragsstellung zu erkennen (logisches Moment) und eine Evaluation, welche physikalische Konzepte in einen Lösungsansatz einbezogen werden können (heuristisches Moment). Schlussendlich soll ein Transfer von der Wahrnehmungsebene auf die Handlungsebene stattfinden, wenn das oder die hilfreichen Konzepte, die bezüglich der Lösungsfindung ausgewählt und angewendet wurden, um die ausgearbeitete Lösungsstrategie umzusetzen. Bei Problemen muss wieder zurück auf die Wahrnehmungsebene gewechselt werden um festzustellen ob die Schwierigkeiten bei der Analyse der Problemsituation, dem Modellieren des Problems oder dem Verständnis eines physikalischen Konzeptes liegen. Schlussendlich soll noch eine Reflexion stattfinden ob die gefundene Lösung sinnvoll und logisch ist.