

Juniorfellowship *pheel@HoMe*

Physik ergründen und erläutern an der Hochschule Merseburg

Inhaltsverzeichnis

1	Motivation	1
1.1	Persönliche Motivation für das Projekt	1
1.2	Hoffnungen an das Fellowship	2
2	Probleme, Visionen und Ziele	2
2.1	Probleme und Studiengänge	2
2.2	Spezielle Probleme des Praktikums	3
2.3	Vision	3
2.4	Qualitative und quantitative Ziele und deren Messbarkeit	4
3	Das Projekt: Implementierung des <i>Skills Lab</i>	5
3.1	Neuer Aufbau der Physikmodule	5
3.2	Skills Lab.....	6
3.3	Die weiteren Säulen.....	7
4	Neuartigkeit des Projekts.....	7
5	Umsetzung	8
5.1	Meilensteine	8
5.2	Mögliche Probleme bei der Umsetzung und deren Lösungen.....	8
6	Fortgang nach Projektende	9
6.1	Verstetigung	9
6.2	Übertragung.....	9
6.3	Vernetzung	9
7	Unterstützer und Meinungen	10
8	Literaturverzeichnis	10

Man kann einen Menschen nichts lehren,
man kann ihm nur helfen,
es in sich selbst zu entdecken.
Galileo Galilei

1 Motivation

1.1 Persönliche Motivation für das Projekt

An der Hochschule Merseburg bin ich unbefristet und in Vollzeit als Lehrkraft für besondere Aufgaben in Physik (seit 04/2020) und Mathematik (seit 04/2019) angestellt. Ich leite das Physikalische Grundpraktikum (nach diesem Projekt *Skills Lab*) und bin stellvertretende Strahlenschutzbeauftragte der Hochschule.

Es bereitet mir **unheimliche Freude, zu lehren**. Zum ersten ist da die **Liebe zur Physik** und die **Neugier**, alle Naturphänomene und technischen Anwendungen vom Grundprinzip her erklären zu können. Studierenden möchte ich gern einen Teil dieser **Begeisterung weitergeben**. Ich möchte, dass sie die Physik **ergründen**, sich also ein tiefes Verständnis für die Inhalte aneignen und diese anwenden können. Ich möchte ihnen die Bedeutung der Physik im Alltag und in den Ingenieurwissenschaften aufzeigen. Damit möchte ich meinen Studierenden ein gutes Fundament für ihr Studium, ihren beruflichen Werdegang und nicht zuletzt ihre persönliche Entwicklung mitgeben.

Für mich gehört es zu den **schönsten Momenten** in der Lehre, **wenn Studierende aha-Momente erleben**. Um das zu ermöglichen, möchte ich sie aktiv einbinden in Vorlesungen, Übungen und praktische Tätigkeiten. Sie sollen kontinuierlich üben, ihre Gedankengänge verständlich zu **erläutern**, zu diskutieren und in größerem oder kleinerem Maßstab zu überprüfen. Damit möchte ich ihnen die Chance bieten, Fehlvorstellungen aufzulösen und eine wissenschaftliche Herangehensweise und Diskussionen zu erleben. Mir ist wichtig, dass sie Fehler wertschätzen und als einen wertvollen Beitrag für tieferes Verständnis und letztendlich Innovationen sehen.

Sehr große **Freude** habe ich **am Austausch und an intensiven Diskussionen** mit den Studierenden. Ich lerne immer wieder neue Probleme, Herangehensweisen, Lösungsmöglichkeiten, Beispiele und vieles mehr für eigentlich die gleichen physikalischen Sachverhalte kennen. Ich erhalte so auch Einblick in die unterschiedlichen Lebenswege der Studierenden und in Themen, die für sie von besonderem Interesse sind.

In Merseburg beginnt ein **bunter Mix an Studierenden** ihre Ausbildung. Da ich an einer Hochschule für angewandte Wissenschaften lehre, sehe ich für mich ganz besonders den Auftrag, vielen jungen Leuten unabhängig vom Hintergrund und Werdegang einen guten Einstieg in ihr **Studium zu ermöglichen**. Meiner Erfahrung nach haben vor allem Studierende mit „krummen Wegen“ eine sehr hohe Motivation für das Studium und auch die Fähigkeiten, ein Studium schaffen zu können, auch wenn die fachlichen Voraussetzungen nicht komplett gegeben sind. Was ich ihnen gern bieten möchte, sind **Unterstützung und Brücken** zum Übergang ins Studium.

Die Begleitung der Studierenden in ihren ersten beiden Semestern ist eine sehr **dankbare und schöne Aufgabe**. Seit sechs Jahren bin ich in der Lehre aktiv – in den Jahren vor meiner Anstellung auf Honorarbasis. Die vielen positiven Rückmeldungen zu meiner Lehre während, nach und zum Teil ein paar Jahre nach meinen Veranstaltungen zeigen mir, dass Studierende den Austausch, die vielen Nachfragen und ein offenes Lehrklima sehr schätzen, sich unterstützt und wertgeschätzt fühlen und dadurch große und anhaltende Fortschritte machen.

1.2 Hoffnungen an das Fellowship

Der **persönliche Austausch mit anderen Lehrenden** macht mir große Freude. Ich finde es spannend, welche Voraussetzungen und Umstände es an anderen Hochschulen und Universitäten gibt, welche Motivation andere Lehrende für ihre meist sehr zeitaufwändigen Projekte mitbringen, welche Ideen sie haben und welche didaktischen Lösungen sie sich überlegen. Mich interessiert auch, wie sie mit (kurzfristigen) Krisen umgehen, wie zum Beispiel mit demotivierenden Phasen, fehlender Unterstützung und Rückschlägen, fehlender Zeit oder knappen finanziellen Mitteln. Sehr interessiert bin ich an den Erfahrungen, die die Fellows bisher schon gemacht haben mit neuen bzw. anderen Methoden, und **praktischen Tipps**. Durch den **Austausch zu meinen Ideen und Plänen** erhoffe ich mir individuelles und nützliches Feedback sowie weiterführende Ideen.

Ich erhoffe mir auch einen **langfristigen Motivationsschub**. Es tut mir persönlich gut, zu sehen, dass auch anderswo Dozentinnen und Dozenten so motiviert sind und ihre Lehre unter meist hohem persönlichem Einsatz verbessern. Ich wünsche mir den Aufbau eines Netzwerks, zum Beispiel zum Erfahrungsaustausch, vielleicht aber auch langfristig für gemeinsame **Lehr- oder didaktische Forschungsprojekte**.

Mit Hilfe der **finanziellen Unterstützung** des Fellowships möchte ich

- mehr Zeit für das Projekt erhalten (Gelder für Lehraufträge),
- Unterstützung bei der Durchführung betreuungsintensiver Lehrsituationen und bei der Einarbeitung elektronischer Lehrmaterialien erhalten (Gelder für studentische und wissenschaftliche Hilfskräfte) und
- Dienstreisen zu den Unterstützern des Projekts, anderen Lehrenden und zu nationalen und internationalen Konferenzen verwirklichen (Austausch mit Lehrenden).

2 Probleme, Visionen und Ziele

2.1 Probleme und Studiengänge

Ein guter Einstieg sowie eine solide physikalische Grundausbildung sind wichtiger Teil eines ingenieurwissenschaftlichen Studiums an der Hochschule Merseburg. In den letzten Jahren sind dabei aber **vermehrt Probleme** entstanden **durch** eine **in allen Bereichen zunehmend heterogenere Zusammensetzung der Studienanfänger**: Sie beginnen das Studium mit **sehr unterschiedlichem fachlichen Vorwissen** (von kein Physik und Mathematik seit vielen Jahren über Fachabitur bis hin zu Leistungskursniveau) und mit **sehr unterschiedlichen Erfahrungen** (manche beginnen direkt nach der Schule, andere haben sich ein oder mehrere Jahre ehrenamtlich betätigt, Berufsausbildungen gemacht, andere Studiengänge begonnen und abgebrochen, gedient oder gearbeitet). Zunehmend haben wir auch **ausländische Studierende** mit teils geringen Deutschkenntnissen oder Studierende, die in ihrem sozialen Umfeld und ihrer Familie die **ersten sind, die ein Studium aufnehmen**. Des Weiteren können sich Studierende an unserer Hochschule noch **lange nach Semesterbeginn einschreiben**.

Das bringt auf Seiten der Studierenden sehr unterschiedliche Motivation und Durchhaltevermögen für das Studium mit sich, verschiedene inhaltliche und handwerkliche Kompetenzen und Selbstkompetenzen. Daraus resultieren aber auch ganz **unterschiedliche fachliche, finanzielle, persönliche und organisatorische Probleme**. Da wir Lehrende es in den ersten beiden Semestern mit der herkömmlichen Lehre derzeit nur unzureichend schaffen, diesen Problemen entgegenzutreten, vermerken wir immer **schlechtere Leistungen und höhere Abbrecherquoten**. Letzteres führt einerseits zu weniger Absolventen und weniger Fachkräften in der Region. Ich persönlich finde aber die nachhaltige Schwächung des Selbstwertgefühls der dann ehemaligen Studierenden viel schlimmer, ihr gefühltes persönliches Versagen und die daraus resultierenden langfristigen Folgen.

Diese Probleme sind zentral für viele Ingenieurstudiengänge und Module in den ersten beiden Semestern an der Hochschule Merseburg. Inhaltlich bereitet Studierenden insbesondere das Modul Physik Schwierigkeiten, sodass dieses ein guter Ausgangspunkt für Veränderungen ist. Ich sehe hier sowohl die **Verantwortung, wie auch die Möglichkeiten, über das Modul Physik diesen Problemen entgegenzutreten.**

Die Lehrinnovation (*Skills Lab*) wird in den Modulen Physik I und II implementiert. Sie betrifft damit die Bachelorstudiengänge Maschinenbau, Mechatronik, Physiktechnik, Automatisierungstechnik / Informationstechnik, Angewandte Informatik, Angewandte Chemie, Chemie- und Umwelttechnik, Ingenieurpädagogik, Green Engineering, Wirtschaftsingenieurwesen und KOMPASS (Orientierungsstudium). Diese haben je entweder ein oder zwei Semester Physik im Curriculum. Physik I ist für alle genannten Studiengänge ein **Pflichtmodul**, die Hälfte der Studierenden hat auch Physik II als Pflichtmodul.

2.2 Spezielle Probleme des Praktikums

Aufgrund personeller und räumlicher Kapazitäten können Studierende nur sehr wenige Praktika pro Semester selbst durchführen. Auch in der Vorlesung ist kaum Zeit zur tiefergehenden Vermittlung von praktikumsrelevanten Themen oder guter wissenschaftlicher Praxis, sondern nur zur Nennung einzelner Inhalte (z.B. Fehlerrechnung). Dies führt dazu, dass grundlegende experimentelle Kompetenzen nicht vermittelt werden können und kaum Lernstoff durch eigene Experimente überprüft werden kann. Neugier, wissenschaftliches Vorgehen, Freiräume für eigene Ideen, eine positive Fehlerkultur sowie Möglichkeiten zur Reflexion können unter den derzeitigen Umständen nicht aktiv und in größerem Stil gefördert werden.

2.3 Vision

In den Physikmodulen möchte ich ein **offenes, aktives (Lern-)Klima** schaffen, eine **positive Fehlerkultur** leben, **Wissen „vermitteln“** in dem Sinne, dass die Inhalte von den Studierenden tatsächlich angewendet werden können, die **wissenschaftliche Herangehensweise** an Fragestellungen einüben, die Grundlagen **guter wissenschaftlicher Praxis** näherbringen und nicht zuletzt **Neugier und Begeisterung für Physik** und ihr ingenieurwissenschaftliches Studium wecken. Kurz gesagt - umfassende Lernziele in den Kompetenzbereichen **Wissen** („kennen“), **Fertigkeiten** („können“) und **Verständnis** („komplex verstehen und erweitert anwenden“) in aktiver und motivierender Weise erreichen.

Studierende sollen dabei **kontinuierlich Rückmeldung** zu ihrem Wissensstand und ihren Kompetenzen erhalten und sich **neue Kompetenzen aneignen**. Dazu gehören: Wissenslücken erkennen und selbst beheben können, experimentelle Kompetenzen (z.B. richtiges Vorbereiten und Schreiben eines Protokolls, handwerkliches Geschick, Bedienung von Geräten), organisatorische Kompetenzen (z.B. kontinuierliches Lernen), wissenschaftliche Kompetenzen (z.B. wissenschaftlich kommunizieren, Fragen stellen, der Umgang mit Fehlern), eine zutreffende Selbsteinschätzung sowie die Stärkung des Selbstwertgefühls.

Um diesen Visionen näher zu kommen, stelle ich die Module auf die **aktivierenden Methoden JiTT** und **PI** um (in den Grundzügen seit Sommersemester 2020; durch die online-Lehre allerdings nur eingeschränkt möglich) und möchte mit Hilfe des Fellowships das **Skills Lab** aufbauen. Im *Skills Lab* sollen Studierende ganz viel selbst ausprobieren, falsch machen und sich wundern dürfen sowie ihren eigenen Fragen nachgehen. Dazu möchte ich Praktikumsvorlesungen, Tutorials im Hörsaal und in eigens dafür umgestalteten Räumen, freiere Praktikumsversuche, die Nutzung von Simulationen und geeigneten online-Versuchen (z.B. in der Elektronik) implementieren.

Mit Hilfe dieser Methoden wird es möglich sein, die **Heterogenität** der Studierendenschaft **als große Bereicherung zu erleben** – für sich selbst, für die Studierenden untereinander und nicht zuletzt auch für mich.

Als langfristiges Ziel sollen einige Ideen auch **auf Praktika anderer Module übertragen** werden und eine bessere inhaltliche und didaktische Verzahnung der Module stattfinden. Hier muss dann im Einzelnen geschaut werden, was wie möglich und sinnvoll ist.

2.4 Qualitative und quantitative Ziele und deren Messbarkeit

Während und nach der Umstellung der Module möchte ich durch kontinuierliche Rückmeldungen und messbare Ergebnisse die Wirkung der didaktischen Methoden bewerten und überprüfen können. Es gibt eine Reihe an Zielen, die sich in unterschiedliche Bereiche aufteilen lassen. Diesen Zielen stehen mehr oder weniger schwerwiegende Probleme der Studierenden gegenüber, die sich in den letzten Jahren tendenziell eher verstärkt haben. Hier werden der Übersichtlichkeit halber nur die Ziele genannt, nicht aber die dazugehörigen Probleme.

Ziele zur **Beteiligung**.

Studierende:

- **beteiligen sich aktiv** in allen Lehrveranstaltungen und denken mit.
- **tauschen sich** mit- und untereinander aus.
- können ihre fachlichen Kenntnisse **selbst einschätzen** und nutzen Selbstkontrollmöglichkeiten.
- können den **Inhalten** das ganze Semester **folgen**.
- können fachlich diskutieren und Sachverhalte hinterfragen.
- können analytisch Denken und wissenschaftlich an Fragestellungen herangehen.
- erhalten mehr Zeit für eigenständiges Ausprobieren und Entwickeln im *Skills Lab*.
- **lernen kontinuierlich** im Semester, anstatt nur kurz vor der Prüfung.
- bilden **Verknüpfungen zu ihren Erfahrungen**.

Messbarkeit:

- **Höhere Teilnehmerquote an den ersten Modulprüfungen** (Berechnung nach Prüfung)
- **Mehr Teilnehmer in Vorlesungen und Übungen** (Protokollierung anhand verwendeter Clicker bei Fragen)
- Mehr Studierende rechnen die Übungen (Protokollierung durch Übungsleiter)
- Studierende arbeiten kontinuierlich im Semester (Kontrolle über Selbsttests bei ILIAS)
- Mehr **Input von Studierenden** während des Semesters (Einschätzung Dozenten)
- **Einüben fachlicher Diskussionen** und des Hinterfragens von Sachverhalten (Einschätzung Dozenten, ggfs. Selbsteinschätzung in Evaluation)

Fachliche Ziele.

Studierende:

- verstehen „richtig“ und wenden richtig an: Fachbegriffe, Formeln, Zusammenhänge und physikalische Grundkonzepte.
- können ihre Fehlvorstellungen auflösen.
- üben und erweitern ihre Fähigkeiten zu eigenständigem und komplexem Denken.
- wenden das Wissen im Aktuellen und in späteren Modulen an, können abstrahieren und das Wissen übergreifend kombinieren.
- erlangen Grundwissen und -fähigkeiten zum Experimentieren und können diese auf andere Module übertragen.
- erlangen ein Bewusstsein über die Relevanz der Physik für Ingenieure.
- haben Freude an der Physik.

Messbarkeit:

- bessere Noten bei gleichen fachlichen Anforderungen (gemittelt über alle Prüfungen und Nachprüfungen)
- bessere Ergebnisse in Tests zum Konzeptverständnis (z.B. Force Concept Inventory (Hestenes et al. 1992) zum Testen des Konzeptverständnisses bzgl. Kräfte; wenn möglich Vergleich zu Vorjahren, ansonsten zu anderen Hochschulen und Literaturwerten)
- evtl. Lernfortschritte bei Vor- und Nachtests zu Tutorials

Organisatorische Ziele.

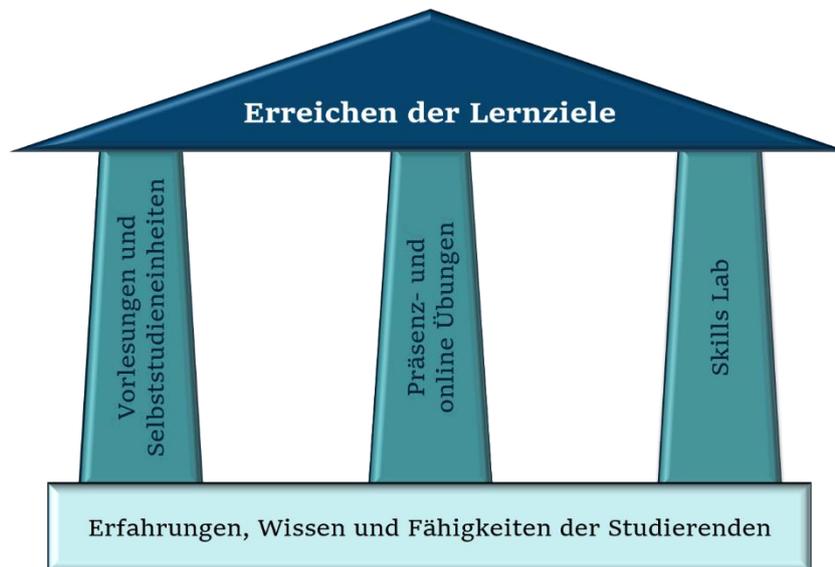
- Der Einstieg ins Studium wird den Studierenden erleichtert. Sie werden abgeholt, wo sie (fachlich) stehen. Ihr Wissen und unterschiedliche Erfahrungen sind für die Veranstaltung von Wert und werden genutzt.
- Es werden Zusatzmaterialien angeboten (z.B. Lernmodule in ILIAS), um die unterschiedlichen Voraussetzungen zu berücksichtigen.
- Die Prüfung wird lernzielorientiert gestaltet (u.a. mehr Verständnis abprüfen) und nicht zu rechenlastig.

Messbarkeit:

- geringere Durchfallquote in Prüfungen (Vergleich mit Vorjahren)
- aussagekräftigeres, konkreteres und konstruktives Feedback (Einschätzung der Evaluationsbögen durch Dozenten)
- weniger Studienabbrecherinnen und -abrecher (Vergleich mit Vorjahren und anderen Hochschulen und Trends)
- höhere Teilnahmequote an ersten Prüfungen, weniger „Schieben“ von Prüfungen (Vergleich mit Vorjahren)

3 Das Projekt: Implementierung des *Skills Lab*

3.1 Neuer Aufbau der Physikmodule



Hauptleitmotiv ist für mich die **Interaktion mit und Aktivierung von Studierenden** und die durchgehende Lernzielorientierung. Der bisherige Modulaufbau mit Frontalvorlesungen, vergleichenden Übungen freiwillig selbst durchgerechneter Aufgaben und das Abarbeiten von detaillierten Aufgabenstellungen im Grundpraktikum soll in den Präsenz- und Selbststudienphasen tiefgreifend umgestaltet werden: Auf die Methoden **Just-in-Time-Teaching (JiTT)** und **Peer Instruction (PI)** (in Vorlesungen und Übungen) stelle ich seit dem Sommersemester 2020 im Rahmen der Möglichkeiten der online-Lehre um. Bisher ist das Feedback der Studierenden dazu überwältigend. Das Praktikum würde ich gern durch das *Skills Lab* ersetzen. Dafür reichen aber weder meine zeitlichen noch finanziellen Ressourcen aus, sodass ich auf das Fellowship angewiesen bin.

Die Säulen zum Erreichen der Lernziele bauen auf unterschiedlichem Vorwissen und verschiedenen Erfahrungen der Studierenden auf. Sie bestehen aus

- theoretischem Input in **Vorlesungen und dazugehörigen Selbststudieneinheiten**
- praktischen Erfahrungen im **Skills Lab**
- sowie aus **Online- und Präsenzübungen**, in denen Wissen angewandt und vertieft wird.

Dieser Aufbau fördert ein tiefes Verständnis und deckt die für die MINT-Fächer passenden Lernzieltaxonomiestufen nach Mandl ab (Wissen („kennen“), Fertigkeiten („können“), Verständnis („komplex verstehen und erweitert anwenden“)).

Im Folgenden werden die Säulen beschrieben, wie sie nach dem Projekt aussehen sollen. Die Vorlesungs- und Übungssäulen werden hier kurz beschrieben, um das Gesamtkonzept darzustellen und zu zeigen, dass sich das Skills Lab in dieses nicht nur logisch einfügt, sondern ihm einen deutlichen Mehrwert hinzufügt.

3.2 Skills Lab

Das Ziel des Skills Lab ist es, dass sich Studierende aktiv experimentelle Fertigkeiten und Fachwissen aneignen und vertiefen. Dazu gehören Themen wie

- Erleben **guter wissenschaftlicher Praxis** und „richtiges“ Experimentieren
- **Hypothesenaufstellung** und **Planung von Experimenten**
- Durchführung von Experimenten und **Bedienung von Geräten**
- Finden von, Einschätzen und Berechnung von **Messunsicherheiten**
- richtige **Protokollführung**
- schriftliche und mündliche Interpretation und **Diskussion von Daten**
- **Datenauswertung** mit Excel oder einem Programm nach Wahl
- **Selbstreflexion** über eigene experimentelle Fähigkeiten, fachliche Kenntnisse und Wissenslücken
- **Festigung und Aneignung von Fachwissen** mittels interaktiven Praktikumsvorlesungen, Durchführung eigener Experimente, Tutorials und Simulationen

Im Großteil des ersten Semesters wird in den **Praktikumsvorlesungen** Grundwissen rund um das Experimentieren mit oder durch Studierende in sehr aktivierender Weise erarbeitet bzw. gefestigt. Zur Vorbereitung dienen Lernmodule im ILIAS (ebenfalls JiTT). Sie ermöglichen den Studierenden, sich das Wissen im eigenen Tempo zu erarbeiten. Dies ist günstig, da viele mathematische Grundlagen notwendig sind, z.B. partielle Ableitungen bei der Fehlerrechnung, und es Studierenden erfahrungsgemäß hilft, diese erst einmal selbst nachzuvollziehen und nachzurechnen. In der Vorlesung wird gemeinsam das „richtige“ wissenschaftliche Vorgehen anhand von historischen Experimenten, aktuellen Themen (z.B. Wirksamkeit von Homöopathie, VW-Skandal) oder mit, mit dem Smartphone live messbaren, Fragestellungen aufgezeigt und begründet. Um dies geeignet umzusetzen, ist eine Unterstützung durch Hilfskräfte notwendig.

Im restlichen ersten und gesamten zweiten Semester werden vor allem sogenannte **Tutorials** (McDermott und Shaffer 2011) in Kleingruppen durchgeführt sowie **Simulationen** am Computer. Dies findet teilweise im Hörsaal statt, teils in extra dafür eingerichteten Räumen. (Die Raumkapazitäten können durch Umgestalten des bisherigen Praktikums geschaffen werden.) Zur Betreuung der Tutorials und Simulationen ist in der Projektlaufzeit ebenfalls die Unterstützung durch Hilfskräfte notwendig. Tutorials und Simulationen sollen das Verständnis und die Anwendung der grundlegenden Begriffe sowie die Fähigkeit zum wissenschaftlichen Denken fördern. Erreicht wird das durch kleinschrittiges Durcharbeiten spezieller Arbeitsblätter und die Durchführung kleinerer (Gedanken-) Experimente (Tutorials) bzw. durch Ausprobieren zur Beantwortung spezieller Fragen (Simulationen).

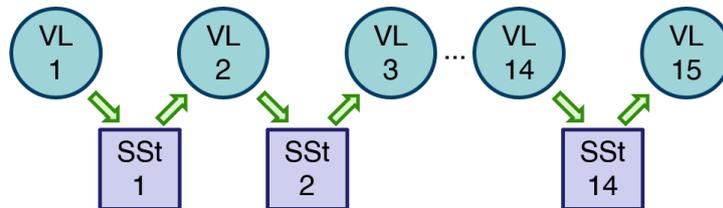
Durch die online-Lehre im Sommersemester 2020 bin ich auf remote Experimente gestoßen (LabsLand), von denen wir einen Teil aktiv ausprobiert haben. Ich würde gern versuchen, diese (ungefährliche) Möglichkeit ebenfalls im Sinne der Tutorials dauerhaft mit in die Lehre einfließen zu lassen. Besonders im Bereich der Elektrizitätslehre bietet sich das an.

Ob nach dem Projekt und den hier gemachten Erfahrungen langfristig ein (geringer) finanzieller Mehraufwand zur Beschäftigung studentischer und wissenschaftlicher Hilfskräfte besteht, wird sich zeigen müssen. Bei positivem Outcome kann dieser oder ein Teil davon aber von der Hochschule übernommen werden.

3.3 Die weiteren Säulen

Vorlesungen und Selbststudieneinheiten

In diesem Modulteil erlangen Studierende theoretisches Fachwissen. Sie eignen sich Kompetenzen zur eigenständigen Erarbeitung von Wissen und zur besseren Selbsteinschätzung an.



Abwechslung von Vorlesungen (VL) und Selbststudieneinheiten (SSt).

Die Vorlesungen werden **eng verzahnt** mit verpflichtend durchzuführenden Selbststudieneinheiten. Der Aufbau basiert auf den wissenschaftlich gut untersuchten und **didaktisch interaktiven und sehr wirkungsvollen Methoden**

- **Just-in-Time-Teaching** (JiTT) (Novak 1999; Schäfle et al. 2017)
- und **Peer Instruction** (PI). (Mazur und Somers 1999)

Da die Umstellung im Sommersemester 2020 erfolgte, findet PI derzeit innerhalb von aufwendig gestalteten Lernmodulen statt. In diese sind Videos, die oben angesprochenen Simulationen und vor allem viele Fragen mit Rückmeldungen zu richtigen und falschen Lösungen eingearbeitet. Es bleibt abzuwarten, wann ich in Präsenzveranstaltungen *Peer Instruction* einführen darf. Da die Methoden bekannt und ausführlich in der eingängigen Literatur beschrieben und erprobt sind, führe ich sie hier nicht weiter aus.

In den Präsenz- und online Übungen **wenden** Studierende das erworbene **Wissen quantitativ an und lösen eigenständig Probleme**.

4 Neuartigkeit des Projekts

Das Grundkonzept der Lernzielorientierung und die Nutzung von *Just in Time Teaching* und *Peer Instruction* sind wissenschaftlich schon sehr gut untersucht, ebenso Kompetenztests wie der *Force Concept Inventory*. Dieser prüft das Konzeptverständnis zu Kräften ab. Deshalb war es für mich selbstverständlich und auch eine schöne und dankbare Herausforderung, meine eigene Physiklehre seit Beginn (Sommersemester 2020) mit diesen Methoden durchzuführen.

Allerdings werden alleinig mit JiTT und PI die Besonderheiten des Praktikums sowie dessen spezielle Möglichkeiten, „Arbeitsaufträge“ und Randbedingungen an Hochschulen für angewandte Wissenschaften nicht bedacht. Es scheint gemeinhin angenommen zu werden, das Praktikum sei intrinsisch motivierend, fördere automatisch das Verständnis, die Neugier und die Bindung zum Studium. Dem ist im Allgemeinen aber nicht so, da Praktikumsaufgaben oft so gestaltet sind, dass sie einfach abgearbeitet werden können und sollen, weil keine Zeit für eigene Experimente ist und Angst besteht, Fehler oder etwas kaputt zu machen. Zudem werden an unserer Hochschule durch die personelle Knappheit nur sehr wenig Praktikumsversuche von Studierenden bearbeitet und es ist keine Zeit für ausgiebige und weiterführende Diskussionen.

Mir ist **kein** solches **Konzept für ein Skills Lab bekannt**, dass diese beiden Methoden so umfassend und systematisch um die experimentelle Komponente ergänzt und erweitert. (Näheres zum *Skills Lab* wird im Abschnitt 3.2 beschrieben.)

5 Umsetzung

In den Modulen Physik I und Physik II werden Vorlesungen und Übungen hin zu aktivierender Lehre mit *Just-in-Time-Teaching* (JiTT) und *Peer Instruction* (PI) umgestaltet. Dies geschieht intensiv (noch online über asynchrone Lernmodule) seit dem Sommersemester 2020. Mit Hilfe des Fellowships könnte ich ab 2021 auch das bisherige Physikpraktikum didaktisch komplett umgestalten, hin zu einem *Skills Lab*. Da die Vorbereitung eine gewisse Zeit braucht und das *Skills Lab* beide Physikmodule (also ein gesamtes Studienjahr) betrifft, ist das Projekt auf zwei Jahre angelegt.

5.1 Meilensteine

1. Meilenstein 09/2021

Es wurde ein **umfassendes Konzept** für das Skills Lab für Physik I und Physik II erarbeitet, welches eng abgestimmt ist auf die Inhalte und den Ablauf der Module. **Erste Erfahrungen** mit ausgewählten Praktikumsvorlesungen, Tutorials, Simulationen und offener gestalteten Praktikumsanleitungen wurden gemacht.

2. Meilenstein 03/2022

Im Wintersemester 2021/22 wurde das **Skills Lab in Physik I durchgeführt** und der **Mehrwert wissenschaftlich gemessen** (z.B. über ausführliche Rückmeldungen von Studierenden, Force Concept Inventory). Anhand der gemachten Erfahrungen wurde das *Skills Lab* für Physik II im Sommersemester 2022 angepasst.

3. Meilenstein 09/2022

Die **Module Physik I und II** wurden in hier beschriebener Form **gehalten** - mit JiTT, PI und *Skills Lab*. Es wurden kontinuierlich **Erfahrungen dokumentiert** und Daten zur Evaluation des Projekts gesammelt, die in der letzten Phase ausgewertet und mit anderen diskutiert werden können. Die Erfahrungen wurden genutzt, um das *Skills Lab* in Physik I zu überarbeiten.

5.2 Mögliche Probleme bei der Umsetzung und deren Lösungen

Problem	Gefahr	Vorkehrung oder Lösung
Aufwand deutlich höher als erwartet	groß	Manche Vorhaben in das nächste Semester verschieben, steter Austausch mit Unterstützern, gute Zeitplanung
Drang, zu viele Inhalte in Praktikumsvorlesungen besprechen zu wollen	hoch	Gute Planung, Absprachen und Rücksprache mit anderen Lehrenden, Probelauf einzelner Praktikumsvorlesungen
Es finden sich nicht ausreichend Hilfskräfte	mittel bis hoch	Zeitiges Suchen und Ansprechen von Studierenden, gute Betreuung und Motivation, individuelle Förderung
Untaugliche Prüfungsaufgaben zu Themen des Skills Lab	mittel	Frühzeitiges beschäftigen mit guten Prüfungsfragen, Lernzielorientierung
Gesteigerte Ansprüche der Studierenden in höheren Semestern und dadurch Probleme mit Kollegen	mittel	(ähnliche Erfahrungen an der HS Rosenheim) Vorstellung des Konzepts im Fachbereichsrat, als Ansprechpartner für Lehrende in höheren Semestern fungieren
Workload für Studierende wird zu hoch	niedrig	Gute Planung, Einholen von Rückmeldungen anderer Lehrender und von Studierenden
Zu neu für Studierende	niedrig	Transparenz herstellen, gutes Framing
Kommt schlecht bei Studierenden an	sehr niedrig	keine solche Erfahrungen in anderen Institutionen, Transparenz, regelmäßiges Feedback, Studierende wählen extra Hochschule wegen hohem Praxisanteil

6 Fortgang nach Projektende

6.1 Verstetigung

Die **Umstellung** der Module soll **dauerhaft beibehalten** werden. Die Bereitschaft zur Umsetzung dieses Lehrkonzepts ist bei allen Physikdozenten gegeben. Die Rahmenvoraussetzungen wurden bereits im Modulhandbuch gelegt (inklusive Berechnung des neuen Workloads und des erhöhten Anteils der Präsenzlehre) und sollen Eingang in die Studien- und Prüfungsordnungen finden. Für das Praktikum sind ggfs. kleinere bauliche Änderungen notwendig. Diese wurden im Groben abgeklärt. Die Module sollen auch nach der Lehrinnovation dauerhaft weiterentwickelt werden. Dazu möchte ich in engem Austausch zu Dozentinnen und Dozenten anderer Hochschulen bleiben und ggfs. weitere didaktische Projekte durchführen.

6.2 Übertragung

Zur besseren inhaltlichen Abstimmung im Studiengang stehe ich derzeit schon im Austausch mit dem Dozenten der Technischen Mechanik. Des Weiteren sollen auch die Lernziele und Inhalte mit den Dozenten der Mathematik, Thermodynamik und Strömungslehre abgestimmt werden.

Die Methoden der Veranstaltungen lassen sich auch auf andere **Grundlagenfächer** anwenden, wie zum Beispiel Technische Mechanik oder Mathematik. Prinzipiell spricht nichts gegen die Anwendung aktivierender Lehre in allen Fächern, in denen es vorrangig um Verständnis geht.

Insbesondere die hier erprobte Art der Verknüpfung von inhaltlichen Themen und Praktikum im *Skills Lab* sowie der neuartigen, eher ganzheitlichen Ausgestaltung des Praktikums könnte **Vorbildfunktion für andere Grundlagenpraktika** haben.

6.3 Vernetzung

Von mir kamen im Sommer 2019 die ersten Ideen und das erste Grundkonzept zur Umgestaltung der Physiklehre. Mit meinen Kollegen aus der Physik entwickelte ich es gemeinsam weiter. Ich stellte es an der Hochschule bereits im Dekanat und im Prorektorat Studium und Lehre vor. Es wurde sehr positiv aufgenommen. Aus einem anderen Topf konnten wir im März 2020 bereits Gelder für 150 Clicker (Kostenpunkt knapp 7.000 €) erhalten.

Die Methoden (PI, JiTT, remote labs) finden **schon jetzt Interesse bei** verschiedenen fachnahen, wie auch fachferneren **Kolleginnen und Kollegen**. Es ist davon auszugehen, dass die Umsetzung eine gewisse Strahlwirkung hat - nach Berichten von Prof. Elmar Junker nicht auch zuletzt durch Studierende, die in höheren Semestern aktivierendere Lehre und Lernzielorientierung einfordern könnten.

Die Hochschule hat noch kein **Didaktikzentrum** oder Ähnliches. Der Aufbau eines solchen ist aber langfristig angedacht und schon jetzt arbeite ich eng mit den derzeitigen Projektmitarbeitern des HET-LSA¹ zusammen. Dieses soll perspektivisch in ein Didaktikzentrum übergehen und die Erfahrungen aus meinem Projekt sollen mit einfließen.

Speziell an den Erfahrungen des *Skills Lab* sind **Dozierende anderer Hochschulen** sehr interessiert. Zum Beispiel Kollegen im Fachdidaktikarbeitskreis Mathematik / Physik (**FDAK**) oder des Fachbereichstages Physik bzw. der AG Fachhochschulen (**AGFH**) in der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG). Es ist

¹ Im Verbundprojekt HET LSA („Heterogenität als Qualitätsherausforderung für Studium und Lehre“) arbeiten sieben Hochschulen und das Institut für Hochschulforschung Halle-Wittenberg (HoF) gemeinsam daran, die Studienbedingungen für eine heterogene Studierendenschaft zu optimieren.

davon auszugehen, dass auch die Mitglieder der AG Physikalische Praktika (**AGPP**; ebenfalls DPG, Mitglieder sind vor allem Praktikumsleiter von Universitäten und Hochschulen) starkes Interesse an den Erfahrungen haben werden. Über deren Verteiler sowie die jährlich stattfindende Praktikumsleitertagung kann ich die gemachten Erfahrungen teilen.

7 Unterstützer und Meinungen

Prof. Dr. Elmar Junker

(Technische Hochschule Rosenheim, Preisträger des Ars Legendi-Fakultätenpreis des Stifterverbandes für Physik 2017 zusammen mit seinen Kolleginnen Prof. Dr. Claudia Schäfle und Prof. Dr. Silke Stanzel)

*„Ich unterstütze das geplante Projekt der Umstellung der Lehre. **Ich habe mit Frau Fuhrmann eine extrem engagierte Kollegin kennengelernt, die alles für die Lehre Vielversprechende – wie von mir nie gesehen – aufsaugt, umsetzt und experimentiert, und ihre Lehrveranstaltung als didaktisches Labor sieht. Chapeau. Eine Bereicherung für die Lehre. Das Projekt hat verdient, gefördert zu werden.**“*

Prof. Dr. Christian Kautz

(Technische Universität Hamburg, Preisträger des Hamburger Lehrpreises 2009, Professor für Fachdidaktik der Ingenieurwissenschaften)

*„Das hier vorgeschlagene Projekt zur Umgestaltung der Physiklehre an der Hochschule Merseburg enthält neue Elemente und didaktische Methoden. Es bietet damit die **Chance, die Physiklehre sowohl an dieser Hochschule zu verbessern, als auch ganz allgemein voranzubringen. Ich würde mich freuen, das Projekt in den kommenden Jahren zu begleiten.**“*

Des Weiteren unterstützt **Dr. Mathias Stölzer** von der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Leiter des Physikalischen Grundpraktikums für alle Studiengänge, u.a. Physik, Medizinische Physik, Medizin, Physiologie und Chemie, die Einführung Skills Labs.

Und natürlich meine Kollegen vor Ort: Professor Dr. Klaus-V. Jenderka, Professor Dr. Georg Hillrichs und Frau Beatrix Mattiebe (Physiklaborantin im Grundpraktikum) als direkte Kollegen und ebenfalls an der Physik Lehre beteiligte Personen; ebenso das Dekanat des Fachbereichs INW und unser Prorektor für Studium und Lehre, Professor Dr. Ulf Schubert.

8 Literaturverzeichnis

- Duncan, Douglas K.; Hoekstra, Angel R.; Wilcox, Bethany R. (2012): Digital Devices, Distraction, and Student Performance. Does In-Class Cell Phone Use Reduce Learning? In: *Astronomy Education Review* 11 (1). DOI: 10.3847/AER2012011.
- Freeman, Scott; Eddy, Sarah L.; McDonough, Miles; Smith, Michelle K.; Okoroafor, Nnadozie; Jordt, Hannah; Wenderoth, Mary Pat (2014): Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111 (23), S. 8410–8415. DOI: 10.1073/pnas.1319030111.
- Hake, Richard R. (1998): Interactive-engagement versus traditional methods. A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. In: *American Journal of Physics* 66 (1), S. 64–74. DOI: 10.1119/1.18809.
- Hestenes, David; Wells, Malcolm; Swackhamer, Gregg (1992): Force concept inventory. In: *The Physics Teacher* 30 (3), S. 141–158. DOI: 10.1119/1.2343497.
- Mazur, Eric; Somers, Mark D. (1999): Peer Instruction. A User's Manual. In: *American Journal of Physics* 67 (4), S. 359–360. DOI: 10.1119/1.19265.
- McDermott, Lillian C.; Shaffer, Peter S. (2011): Tutorien zur Physik. Unter Mitarbeit von Christian H. Kautz, Daniel Gloss und Oliver Liebenberg. München: Pearson Studium (ph - Physik). Online verfügbar unter <http://lib.myilibrary.com/detail.asp?id=505997>.
- Novak, Gregor M. (1999): Just-in-time teaching. Blending active learning with web technology. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall (Prentice Hall series in educational innovation).
- Schäfle, C.; Stanzel, S.; Junker, E.; Zimmermann, M. (2017): Aktivierende und konzeptorientierte Lehrmethoden. Wie werden Just-in-Time-Teaching (JiT), Peer Instruction (PI) und spezielle Tutorials in Lehrveranstaltungen der Physik an der Hochschule Rosenheim umgesetzt und wie nehmen die Studierenden dieses Lehrkonzept wahr? In: Zentrum für Hochschuldidaktik (DiZ) (Hg.): *Didaktik-Nachrichten*. 06/2017. Ingolstadt, S. 5–12.