

Dokumentation und Auswertung der
Modulumgestaltung im Rahmen des
Projektes *konstruktiv*

Beispiel:
**Modellierung turbulenter
Strömungen und Mikro- und
Magnetofluidodynamik**

Reduzierung von Präsenzzeiten durch begleitende Übungen im Stil
eines Inverted classroom

Autoren: Till Frieler,
Jürgen Erritt

Förderkennzeichen: 16OH21063



1. Das Modul / Die Lehrveranstaltung im Überblick

Der Masterstudiengang „Produktionstechnik – Maschinenbau & Verfahrenstechnik“ bildet angehende Ingenieurinnen und Ingenieure mit dem Ziel aus, Fertigkeiten und Fähigkeiten des früheren Diplom-Studiums unter modernsten Gesichtspunkten zu vermitteln. Je nach dem Grad der Vorbildung der Studierenden wird ein Studium im Umfang von drei Semestern (90 CP) oder vier Semestern (120 CP) angeboten. Während des Studiums wird eine Reihe von Modulen absolviert, welche sich wiederum aus mindestens zwei Lehrveranstaltungen zusammensetzen. Um weiterbildenden Studierenden das Studium zu erleichtern und das konsekutiv geprägte grundständige Studium für die Weiterbildung zu öffnen, wurden einige Lehrveranstaltung unter raum-zeitlichen Gesichtspunkten flexibilisiert sowie die bestehende Lehr-Lern-Organisation überarbeitet. Die betreffenden Lehrveranstaltungen sind hierbei in den zwei Modulen VT4 (= Vertiefungsmodul 4: Mechanik und Steuerung) und VTrWP (= Vertiefungsrichtungsbezogener Wahlpflichtbereich) der Studiengang-Vertiefungsrichtung „Produktionstechnik in der Luft- und Raumfahrt“ (LuR) angesiedelt, welche perspektivisch ab Sommersemester 2018 in die Vertiefungsrichtung „Luftfahrttechnik“ überführt wird. Im Weiteren finden die Lehrveranstaltungen auch in einigen anderen Vertiefungsrichtungen des Studiengangs – innerhalb anderer Module – Verwendung. Konkret wurden folgende Lehrveranstaltungen umgestaltet:

- | | |
|---|--------------------------|
| ▪ (1) Thermo- und Fluidodynamik | [04-326-LuR-003 – VT4] |
| ▪ (2) Modellierung turbulenter Strömungen | [04-326-LuR-007 – VTrWP] |
| ▪ (3) Numerische Strömungsmechanik | [04-326-LuR-008 – VTrWP] |
| ▪ (4) Mikro- und Magnetofluidodynamik | [04-326-LuR-023 – VTrWP] |

Von den aufgelisteten Lehrveranstaltungen werden jeweils (1) und (3) im Wintersemester und (2) und (4) im Sommersemester angeboten. Zusammen umfassen sie ein breites Spektrum strömungsmechanischer und thermodynamischer Themen:

- Die Lehrveranstaltung „Thermo- und Fluidodynamik“ (2 SWS / 3 ECTS-Punkte) befasst sich mit der Thermodynamik kompressibler Medien. Die Studierenden erwerben hierbei Kernkompetenzen bei der Beschreibung kompressibler Strömungen. Sie erwerben ein tieferes Verständnis des Expansions- und Kompressionsverhaltens realer Gase und können das Verhalten mathematisch beschreiben und vorhersagen.
- Die Lehrveranstaltung „Modellierung turbulenter Strömungen“ (4 SWS / 6 ECTS-Punkte) behandelt Turbulenz und turbulente Effekte. Die verschiedenen Ansätze zur Beschreibung und Modellierung dieser Effekte werden behandelt vom k - ϵ -Modell / k - ω -Modell bis

hin zu Ansätzen wie der Large-Eddy-Simulation. Die Studierenden erlangen hierbei ein fundiertes Wissen über die mathematischen Ansätze zur Turbulenzmodellierung und können anhand der Modelle turbulente Effekte berechnen und deren Wirkverhalten analysieren.

- Die Lehrveranstaltung „Numerische Strömungsmechanik“ (2 SWS / 3 ECTS-Punkte) behandelt die numerische Modellierung technischer Strömungen. Ausgehend von den strömungsmechanischen Transportgleichungen werden Methoden der Diskretisierung behandelt. Verschiedene iterative Lösungsverfahren werden vorgestellt und die numerische Modellierung stationärer und kompressibler Strömungen behandelt. Die Studierenden erlernen hierbei den Umgang mit numerischen Berechnungswerkzeugen und können die verschiedenen numerischen Verfahren auf strömungsmechanische Problemstellungen anwenden.
- Die Lehrveranstaltung „Mikro- und Magnetofluidynamik“ (4 SWS / 6 ECTS-Punkte) behandelt die Dynamik, Kompressibilität und Viskosität verdünnter Gase auf molekularer Ebene. Spezielle Effekte verdünnter Gase werden an Strömungsmechanischen Beispielen beschrieben. Das Verhalten elektrisch geladener Teilchen wird beschrieben sowie Ionisationsprozesse und die Methoden zur Modellierung von Plasmen behandelt. Über die Molekulare Gasdynamik können die Studierenden strömungsmechanische Effekte auf molekularer Ebene erklären und Effekte verdünnter Gase analysieren. Effekte der Elektro- und Plasmadynamik können erklärt und interpretiert werden.

Die Prüfungsleistungen sind in Form von mündlichen Prüfungsgesprächen gestaltet. Je nach Anzahl der Teilnehmer/-innen werden Einzel- oder Gruppenprüfungen abgehalten. In den Prüfungen werden die Fragestellungen gezielt so formuliert, dass eine Überprüfung der für die jeweilige Lehrveranstaltung formulierten Kompetenzen und Lernergebnisse (Learning Outcome) erfolgen kann.

2. Vorbereitung und Umgestaltung

Die aufgelisteten Lehrveranstaltungen wurden vor der Umgestaltung als klassische Vorlesungen unter Verwendung moderner Hilfsmittel gehalten. Die Vorlesungen wurden anhand der über den Beamer präsentierten Folien als Vortrag gehalten, wobei bei Bedarf für die Beantwortung von Rückfragen auf ein Whiteboard zur visuellen Unterstützung und dem rechnerischen Nachvollzug von mathematischen Funktionsgleichungen zurückgegriffen wurde. Die Vorbereitung der Vorlesung erfolgte durch die Studierenden anhand der online zur Verfügung gestellten Folien und dem Verweis auf Sekundärliteratur.

Die raum-zeitliche Flexibilisierung wurde in zwei Stufen durch die Konzeption und Durchführung einer begleitenden Übung für die beiden Lehrveranstaltungen „Modellierung turbulenter Strömungen / modeling turbulent flow“ und „Mikro- und Magnetofluidynamik / micro- and magneto-fluid dynamics“ erreicht. Für die anderen beiden Lehrveranstaltungen wurden zunächst keine Übungen erstellt, es ist aber durchaus denkbar, dass beispielsweise für die Veranstaltung „Numerische Strömungsmechanik“ zukünftig eine rechnergestützte Übung mit angeboten wird.

Im ersten Schritt wurde im Vorlauf zum Sommersemester 2016 jeweils eine begleitende Übung für die beiden Veranstaltungen erstellt, welche in klassischer Form auf wöchentlicher Basis durchgeführt wurden. Durch die Bearbeitung der Übungsaufgaben wird der prozentuale Anteil der Präsenzzeiten reduziert und der Anteil an selbstgesteuerten Lernen erhöht. Es wurden im Sommersemester 2016 wöchentlich Übungsaufgaben über Stud.IP zur Verfügung gestellt, welche bis zum nächsten Übungstermin bearbeitet werden mussten.

In der zweiten Umgestaltungsphase ein Jahr später im Sommersemester 2017 wurden die Übungen im Stil eines „inverted classroom“ umgestaltet. In der neuen Durchführungsrunde wurde die Aufgabenstellung der Übungsaufgaben schon in der dazugehörigen Vorlesungsveranstaltung besprochen und erste evtl. auftretende Fragen in einer Diskussionsrunde am Veranstaltungsende geklärt. Das Übungsmaterial wurde weiterhin online zur Verfügung gestellt. Die Übung fand ebenfalls im wöchentlichen Turnus statt. Am Übungstermin trat der Dozent in den Hintergrund und agierte nur noch als koordinierender Mentor. Die Studierenden waren aufgefordert, selbstständig ihre Ergebnisse vorzustellen und mit ihren Kommilitonen im Diskurs die Aufgaben vorzurechnen bzw. ihre Lösung zu erklären.

Als weiteres didaktisches Umgestaltungsmittel wurde der Einsatz von Clickern und Lückentexten an geeigneten Stellen in der Veranstaltung für alle vier genannten Lehrveranstaltungen beschlossen. Hierzu wurde im Vorfeld zum Sommersemester 2016 die Teilnahme an

den TEAL-Treffen¹ (TEAL = Technical Engineering for Active Learners) angeregt, aus denen letztendlich auch die Ideen zur didaktischen Aufwertung der Lehrinhalte gewonnen wurden. Im Lauf des Sommersemester 2016 wurde der Einsatz von Clickern für die Lehrveranstaltungen „Modellierung turbulenter Strömungen“ und „Mikro- und Magnetofluidodynamik“ erprobt und für die folgenden Semester Wintersemester 2016/2017 für „Numerische Strömungsmechanik“ und „Thermo- und Fluidodynamik“, sowie für das Sommersemester 2017 für „Modellierung turbulenter Strömungen“ und „Mikro- und Magnetofluidodynamik“ festgelegt. Ab Wintersemester 2016/2017 wurde zusätzlich die Nutzung von Lückentexten in allen vier Lehrveranstaltungen beschlossen.

3. Didaktische Begründung und Hintergrund für die Umgestaltung

Die Durchführung einer begleitenden Lehrveranstaltung wurde angestrebt, um den Anteil der Präsenzzeiten zu reduzieren. Gleichzeitig war es Ziel der Übung, dass sich die Studierenden intensiver mit dem Lehrstoff befassen und die „Konsum“-Haltung einer reinen Vorlesungsveranstaltung durchbrochen wird. Kognitiv betrachtet kommt es bei der Bearbeitung von Übungsaufgaben zu einem Thema zu einer tieferen Auseinandersetzung mit dem Lehrstoff, die weiterreichende(re) Verknüpfungen zwischen den zumeist nur als vordergründig abstrakt verstandenen mathematischen Zusammenhängen schafft.

Durch die Überarbeitung der Übungen und die Umgestaltung im Stil eines „Inverted Classroom“ wird der Diskurs in den Präsenzzeiten der Übung gestärkt, da die Studierenden ihre Ergebnisse selber vorstellen und erklären sollen. Gleichzeitig werden Hemmnisse zum Stellen von Fragen abgebaut, da nicht mehr der Dozent als „höhere Instanz“ die Aufgaben präsentiert. Das Vorstellen der Aufgaben in der Übung nimmt hierbei Züge einer gemeinsamer Gruppenarbeit an. Das Durchgehen der gestellten Übungsaufgaben am Ende jeder Vorlesung fördert den Diskurs ebenfalls.

Die Umgestaltung der Übung hat zu einem messbar tieferen Verständnis des Lehrstoffs geführt. Dies lässt sich deutlich an den Noten der Prüfungen ablesen, wo eine aktive Teilnahme an den Übungen im Schnitt auch zu einer besseren Prüfungsleistung führt und die Durchführung der Übung nach dem neuen Konzept sich somit bewährt hat.

¹ Die TEAL-Treffen wurden von Mitarbeiterinnen des Projekts konstruktiv entwickelt, um Lehrende für innovative Lehr-Lern-Methoden zu sensibilisieren. Es handelt sich um 2-4 Stündige Workshop-Angebote, in denen wichtige Themen der Hochschuldidaktik speziell für die Bedarfe von Ingenieurwissenschaftlicher Lehre bearbeitet wurden. Die Projektmitarbeiterinnen entwickelten die Workshops in Zusammenarbeit mit der Arbeitsstelle für Hochschuldidaktik an der Universität Bremen und wurden bei der Umsetzung von externen DozentInnen der Hochschuldidaktik unterstützt.

4. Vorteile / Nutzen und Konsequenzen

- Allgemein:

Die Durchführung der Übung führt zu der angestrebten Reduzierung des Anteils der Präsenzzeiten und der Anteil an angeleiteten und selbstgesteuerten wird in einem Umfang von ca. 3 CP erhöht.

- Für Lehrende:

Die Durchführung der Übung führt zu einem besseren Verständnis des Lehrstoffs. Durch den Stil der Übung wird der Diskurs gestärkt und Hemmnisse, Fragen zu stellen, abgebaut, welches die Kommunikation mit den Studierenden erleichtert und es somit dem Dozenten erleichtert, Stellen im Skript zu identifizieren, bei denen die Studierenden noch verstärkt Verständnisprobleme haben. (Hier sind auch Effekte der oben beschriebenen weiteren Umgestaltungsmittel Clicker und Lückentext von Bedeutung.)

- Für Studierende:

Die intensivere Auseinandersetzung mit dem Lehrstoff schlägt sich in der erbrachten Prüfungsleistung nieder, wobei im Schnitt höhere Leistungen / bessere Noten erzielt werden. Durch die Reduzierung des Präsenzanteils können die Studierenden sich den Workload flexibler einteilen. Das Reflexionsvermögen der Studierenden wird beim gegenseitigen Vorstellen der Übungsaufgaben gestärkt. (Wer eine Aufgabe und Lösung erklären kann, hat den zugrunde liegenden Lehrstoff meist gut verstanden.)