

Lehrportfolio

Prof. Dr.-Ing. Frank Rögner

Wer immer tut, was er schon kann, bleibt immer das, was er schon ist

Henry Ford

Inhalt

1. Inhaltliche Spezifizierung.....	2
2. Lehrkonzept.....	8
3. Lehransatz und Methoden	11
4. Rückmeldung auf meine Lehre.....	20
5. Engagement und Perspektive.....	26
6. Anhang.....	29

1. Inhaltliche Spezifizierung

Dieses Lehrportfolio bezieht sich auf das Grundlagenmodul „Technische Thermodynamik“, das ich seit dem WS 14/15 semesterweise für Bachelorstudierende (Empfehlung: 2. Semester) in den Studiengängen Maschinenbau, Verfahrenstechnik, Erneuerbare Energien (verschiedene Studienordnungen) anbiete. Vorher wurde das Modul von Professor Braun geleitet.

Dieses Grundlagenmodul wurde bewusst gewählt, da es m.E. die größte „didaktische Baustelle“ innerhalb der von mir verantworteten Module darstellt. Insofern wird im Folgenden nicht eine „Erfolgsgeschichte“ erzählt, sondern die Entwicklungsreise des Moduls veranschaulicht, die zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht abgeschlossen ist.

1.1 Rahmen der Veranstaltung

Die Veranstaltung umfasst entsprechend Modulhandbuch 2 SWS Vorlesung und 2 SWS Übungen.

Bislang habe ich folgende Veranstaltungen für Bachelorstudierende gehalten und die entsprechenden Klausuren gestellt:

- WS14/15 (zu Beginn ca. 150 Studierende in der Vorlesung, am Ende des Semesters ca. 80 Studierende der Studiengänge EGB, EUG, MAS, MSB, VVT). Klausurteilnehmer: 169.
- SS15 (gleichbleibend ca. 80 Studierende der Studiengänge ...). Klausurteilnehmer: 90 Studierende.

Die von mir im Modul angesprochene Studienrichtungen sind in der Abb. 1 aufgeführt. Die Abbildung stammt aus der Einführungsvorlesung und soll helfen, dass sich alle Studierenden von den Inhalten des Moduls angesprochen fühlen.

- WS 15/16 zu Beginn ca. 150 Studierende in der Vorlesung, am Ende des Semesters ca. 80 Studierende der Studiengänge EGB, EUG, MAS, MSB, VVT). Klausurteilnehmer ca. 150. Trotz einiger Fehler in der Aufgabensammlung, die im Laufe des Semesters korrigiert wurden, war das Ergebnis der Klausur deutlich besser als in den vorherigen Semestern, auch wenn die Durchfallquote mit ca. 35 % immer noch hoch war. Dies ist auf mangelhafte Reflexion der Übungsinhalte zurückzuführen: 1 komplette Aufgabe war in den Übungen vorgerechnet worden, um den Lösungsalgorithmus exemplarisch vorzuführen.

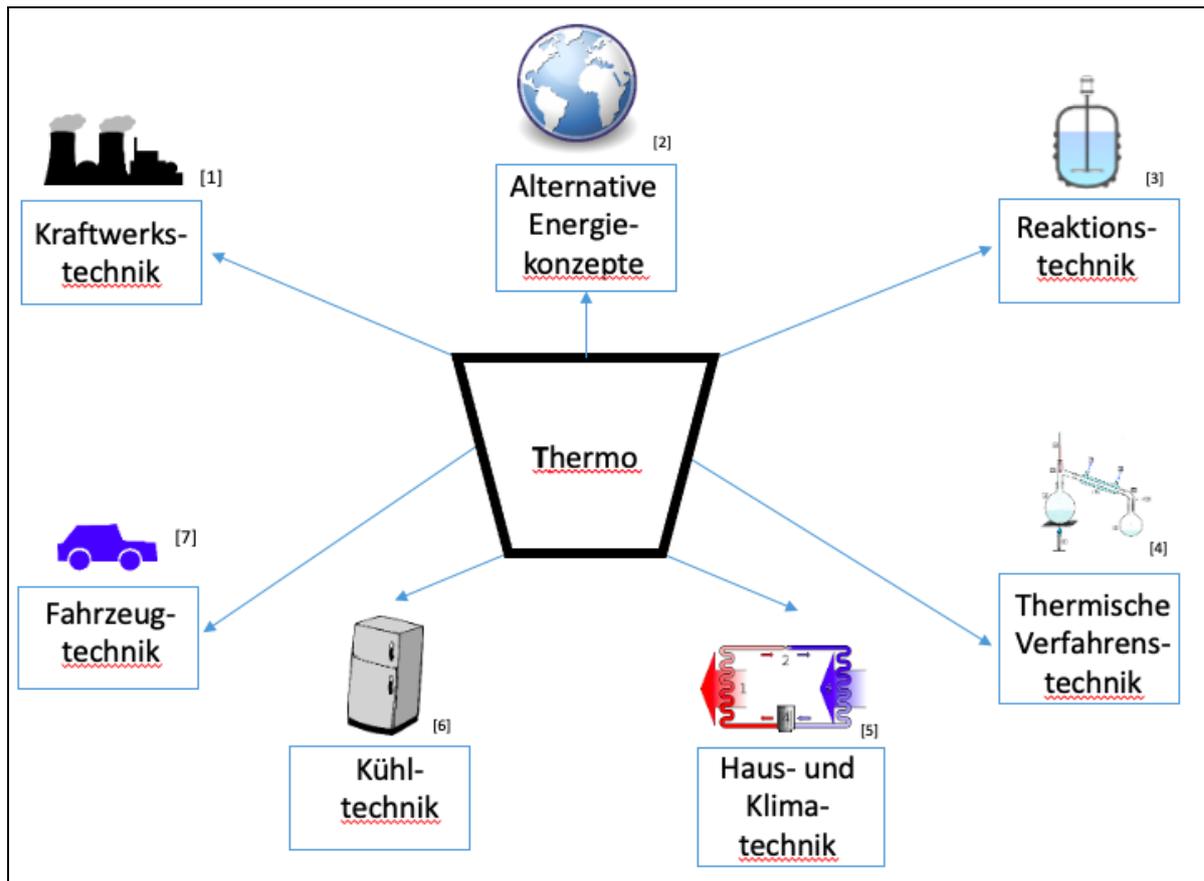


Abb. 1: Vom Modul „Technische Thermodynamik“ angesprochene Schwerpunkte der verschiedenen Studienrichtungen (Folie aus der Einführungsvorlesung)

Die Übungen erfolgen an 4-5 Terminen in der Woche unter Mitwirkung von wissenschaftlichen Mitarbeitern des Instituts für Anlagen- und Verfahrenstechnik, die bereits bei Prof. Braun Übungen gehalten haben. Seit dem SS15 werde ich zudem durch einen Studierenden (Tutor) unterstützt, der aufgrund der zu erwartenden Studierendenzahlen im Rahmen von Profil² bewilligt und finanziert wird.

Ziel der derzeitigen Übung ist es, thermodynamische Lösungswege anzuwenden und damit einzuüben, ggf. Lösungen gemeinsam zu erarbeiten, aber nicht, fertige Lösungen abzuschreiben. Die Übung stellt eine wichtige Vorbereitung auf den Leistungsnachweis in Form einer Klausur dar.

Auf Übungen und Vorlesungen des Vorgängers konnte nicht zurückgegriffen werden. Daher hatte dieser zusätzliche Tutor - Bachelor of Engineering Maschinenbau Mechatronik - zunächst die Aufgabe, einen Pool an Übungen zu generieren, der den Studierenden in ILIAS zur Verfügung gestellt wird. Er soll im folgenden Semester zudem weitere Unterrichtsmaterialien erarbeiten (Recherche nach Filmen und geeigneten Versuchen für eine Weiterentwicklung der Veranstaltung in Richtung Experimentalvorlesung).

Technische Thermodynamik ist gemäß dem Modulhandbuch ein Grundlagenfach für folgende weiterführende Module, so dass die angestrebten Lernzielebenen (Taxonomiestufen) wie folgt resultieren

- Energie- und verfahrenstechnische Grundlagen 2
⇒ Taxonomiestufe 3, Anwenden
- Kraft- und Arbeitsmaschinen
⇒ Taxonomiestufe 3, Anwenden
- Energietechnische Komponenten
⇒ Taxonomiestufe 3, Anwenden
- Thermische Verfahrenstechnik
⇒ Taxonomiestufe 4, Analysieren
- Verbrennungskraftmaschinen
⇒ Taxonomiestufe 3, Anwenden
- Arbeits- und Anlagensicherheit.
⇒ Taxonomiestufe 2, Verstehen

Die im folgenden Kapitel 1.2 angesprochenen Themenkomplexe bzw. Modulinhalte müssen daher nach erfolgreichem Durchlaufen des Moduls beherrscht werden, d.h.

1.2 Modulhandbuch

Die Beschreibung des Moduls „Technische Thermodynamik“ nach dem derzeitigen Modulhandbuch für den Studiengang Maschinenbau sind in Abb. 1 und Abb. 2 aufgeführt.

Modulnummer	Modulbezeichnung
9B118 / 9B218 / 9B318	Technische Thermodynamik
Credits	5
Verantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Rögner
Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Rögner
Modulziele	Die Studierenden können thermodynamische Analysen an Systemen der Energie- und Verfahrenstechnik durchführen. Sie können Zustandsänderungen für geschlossene und offene Systeme sowie bei verfahrenstechnischen Prozessen berechnen. Sie können Energiewandlungsprozesse unter Berücksichtigung des Einflusses auf die Umwelt bewerten. Sie können das h-s-, das T-s-, das log p-h- und das h-x-Diagramm anwenden. Weiterhin können die Studierenden zweckmäßige Systemgrenzen einführen und Massen-, Energie- und Entropiebilanzen erstellen. Sie haben sich mit der Gedankenwelt, den Ansätzen und den Prinzipien der Technischen Thermodynamik beschäftigt und können diese Prinzipien beschreiben.
Modulinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Grundlagen der Thermodynamik • I. Hauptsatz der Thermodynamik • Thermische Zustandsgleichungen idealer und realer Gase (van-der-Waals Gas) • Zustandsänderungen, Gasarbeit, Technische Arbeit • Kalorische Zustandsgleichungen, Innere Energie, Enthalpie • Spezifische Wärmekapazität • II. Hauptsatz der Thermodynamik, Entropie, Kreisprozesse • Carnot-Prozess, Gasturbinen-Prozess • Phasendiagramm reiner Stoffe, Clausius-Clapeyron'sche Gleichung • Thermodynamik des Dampfes, Kraftwerksprozesse • Erzeugung tiefer Temperaturen, Kältekreisprozesse, Wärmepumpen • Feuchte Luft • Strömung von Wasserdampf im h-s-Diagramm, Fanno-Kurven, Schallgeschwindigkeit • Verbrennungsprozesse
Lehrmethoden/-formen	Vorlesung, Übung
Leistungsnachweis	Klausur

Abb. 2a: Beschreibung Technische Thermodynamik - Modulhandbuch für den Studiengang Maschinenbau (1)

Voraussetzungen	Module: „Ingenieurmathematik 1“, Semester B1 „Ingenieurmathematik 2“, Semester B2, parallel „Energie- und Verfahrenstechnische Grundlagen 1“, Semester B1 „Energie- und Verfahrenstechnische Grundlagen 2“, Semester B2, parallel
Workload (30 Std./Credit)	150 Std./5 Credits. Vorlesung 30 Std. Übung 30 Std. Vor- und Nachbereitung 90 Std.
Empfohlene Einordnung	Semester B2
Empfohlene Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Günter Cerbe; Gernot Wilhelms, Technische Thermodynamik, Theoretische Grundlagen und praktische Anwendungen, Hanser Fachbuchverlag, 12/2010, ISBN-13: 9783446424647, 16. Auflage • Klaus Langeheinecke, Peter Jany, Gerd Thieleke: Thermodynamik für Ingenieure, Vieweg+Teubner Verlag, Januar 2011, ISBN: 3834813567 • Karl Stephan, Franz Mayinger, Thermodynamik, 2 Bände, Springer Verlag. • Hans Dieter Behr, Thermodynamik, Springer Verlag

Abb. 2b: Beschreibung des Moduls „Technische Thermodynamik“ - Modulhandbuch für den Studiengang Maschinenbau (2)

Die folgenden Schlüsse können daraus gezogen werden:

- Die Modulziele sind umfassend, aber nicht an der Definition der Learning Outcomes orientiert.
- Die Modulhalte sind aus der Sicht des Lehrenden definiert, eine Konkretisierung entsprechend der Taxonomiestufen fehlt.
- Diese Kritikpunkte werden im Kapitel xx aufgegriffen und ein Vorschlag zur Anpassung gemacht.

1.3 Inhalte und Herausforderungen des Fachs „Technische Thermodynamik“

Thermodynamik ist die Lehre von den Beziehungen zwischen den Energieformen (z.B. kinetische, potentielle, chemische, elektrische Energie) und der Wärme. Es werden insbesondere Umwandlungsprozesse von Wärme in Energie (z.B. in Kraftwerken) und umgekehrt (z.B. in Kühlgeräten) betrachtet. Diesen Zusammenhang beschreibt der 1. Hauptsatz der Thermodynamik. Wichtig ist dabei zu betrachten, dass es Grenzen bei der jeweiligen Umwandelbarkeit gibt. Diesen Zusammenhang beschreibt der 2. Hauptsatz der Thermodynamik.

Mit Begriff der „Wärme“ tritt ein neuer naturwissenschaftlicher Begriff auf, den die meisten Studierenden instinktiv mit Temperatur gleichsetzen. Dies greift jedoch zu kurz und führt zu ersten Verständnisproblemen.

Darüber hinaus müssen zum Verständnis der thermodynamischen Vorgänge (Taxonomiestufe 2) zunächst zahlreiche weitere Begriffe neu eingeführt werden (Taxonomiestufe 1). Durch die Unterscheidung des physikalischen Körpers und seiner Umgebung ergeben sich etwa die wichtigen Begriffe „System“ - nämlich der betrachtete physikalische Körper - und seine „Systemgrenzen“, die ihn stofflich und/oder energetisch von der Umgebung abgrenzen.

Weitere Verständnisprobleme entstehen dadurch, dass die mathematischen Gleichungen zur allgemeinen Beschreibung der Vorgänge der Thermodynamik sehr kompliziert sind. Daher werden in der Vermittlung der Thermodynamik klassischerweise zunächst ideale System und vereinfachende Beziehungen betrachtet. Diese beinhalten das Modell der idealen Gase sowie eines gleichbleibenden Parameters (z.B. Druck) bei gleichzeitiger Veränderung der übrigen Parameter (z.B. Temperatur, Volumen, Wärmemenge, etc.). Das Verstehen dieser Zusammenhänge (Taxonomiestufe 2) ist die Voraussetzung für die erfolgreiche Anwendung bzw. Analyse.

Dazu werden klassischerweise Verfahren betrachtet, die beschreiben, wie sich unterschiedliche Energieformen grundsätzlich ineinander umwandeln lassen und Energie übertragen werden kann. Die Anwendung dieser Prinzipien in der Technik ist nur möglich, wenn der betrachtete Körper als sogenanntes Arbeitsfluid (Gase oder Flüssigkeiten) in bestimmten Maschinen und Apparaten genutzt wird. Die Kenntnis und Anwendung des Verhaltens dieser Arbeitsfluide ist ebenfalls Bestandteil meines Moduls (Taxonomiestufe 3).

Eine weitere Schwierigkeit bei der Vermittlung der Thermodynamik ist zudem die Vielfalt der Themenkomplexe, die zum klassischen Kurrikulum gehören:

- Zustandsänderungen in Ein- und Mehrstoffsystemen
- Kreisprozesse als Kombination mehrerer Zustandsänderungen, so dass der Ausgangszustand wieder erreicht wird
- Wärmekraft-Maschinen zur Erzeugung von Kraft aus Wärmequellen
- Kältemaschinen zum Abkühlen von Räumen
- Feuchte Luft als reales Mehrstoffsystem
- Verbrennung.

Die Verzahnung der Themen ist in der folgenden Tabelle xx dargestellt, aus der sich entsprechend der Lernraum des Moduls ergibt.

1.4 Voraussetzungen der Studierenden

Die Studenten haben in der Regel aus Bereich der Thermodynamik geringe Kenntnisse über Vorgänge, die in ihrer direkten heimischen Umgebung vorkommen, wie z.B. das Verhalten

von Luft oder Wasser beim Erhitzen oder Abkühlen. Man könnte das auch „naives Alltagswissen“ benennen.

Die Einstellung vieler Studierender in der Vorlesung und der begleitenden Übung ist häufig sehr passiv. Sie gehen davon aus, dass sie allein durch Zuhören und Zuschauen die erforderlichen Kenntnisse erlangen können, um die abschließende Klausur zu bestehen. Dies ist nicht der Fall, wie auch schon aus dem Modulhandbuch hervorgeht, das 90 Stunden Vor- und Nachbereitung vorsieht.

8 % der Studierenden gaben an, nicht über die fachlichen Voraussetzungen für das Modul zu verfügen (s. Anhang 1).

1.5 Voraussetzung des Lehrenden

Ich bin Chemieingenieur, habe über die Anwendung von Membranen bei der Aufbereitung von Reinigungslösungen in der Lebensmittelindustrie promoviert und anschließend in Industrie und industrienaher Forschung Entwicklungs-Projekte initiiert und bearbeitet. Meine Tätigkeiten in der Lehre (Lehraufträge Fachhochschule, technische Schulungen für Betriebsangehörige) bezogen sich auf die praxisnahe Anwendung von physikalisch-chemischen Zusammenhängen.

Seit dem Abschluss des Studiums hatte ich keinen direkten Bezug zu den Grundlagen der Vorlesung „Technische Thermodynamik“. Somit musste ich mich zunächst mit dieser Thematik, den Ansprüchen der Hochschule sowie der thematischen und didaktischen Gliederung auseinandersetzen. Und das unter dem Druck, in kurzer Zeit ein vollständiges Modul ausgearbeitet zu haben, das den Ansprüchen der Studierenden auch gerecht wird.

Ergebnis

2. Lehrkonzept

Die wesentlichen Kompetenzen, die die Studierenden im Rahmen des Grundlagenmoduls „Technische Thermodynamik“ erwerben sollen, sind Verstehen und Anwenden (Taxonomiestufe 3). In einzelnen Themenblöcken - insbesondere bei Kreisprozessen – kann auch die Taxonomiestufe 4 - Analysieren - erreicht werden. Es geht dann darum, aus der reinen Beschreibung von einzelnen Zustandsänderungen in der Aufgabenstellung

- Strukturen eines technischen Prozesses zu ermitteln,
- Beziehungen zwischen den einzelnen Zustandsänderungen zu erkennen,
- Daraus die passenden Formeln auszuwählen und anzuwenden.

Der Schwerpunkt soll dabei auf der Aktivierung der Studierenden im Hinblick auf eine reflexive Auseinandersetzung mit Theorie und Praxis der Technischen Thermodynamik liegen.

2.1 Learning outcomes

Die Studierenden können selbständig Stoff-, Energie- und Entropiebilanzen von (Teil-)Systemen erstellen, mit denen sich thermodynamische Prozesse (Haus- und Klimatechnik, Chemietechnik, Fahrzeugtechnik,...) analysieren lassen.

Sie nutzen dabei die 3 Hauptsätze, Stoffwerte, Modelle zur vereinfachten Darstellung der Wirklichkeit, Stoffwerte und Zustandsdiagramme.

Sie sind damit in der Lage

- kommunale und industrielle Prozesse zu berechnen und auszulegen sowie alternative Konzepte hinsichtlich der Effizienz miteinander zu vergleichen,
- komplexere Systeme aus weiterführenden Veranstaltungen (ThVT, CVT, Klimatechnik, Verbrennungs-technik) zu analysieren,
- komplexe Problemstellungen im Berufsleben zu verstehen und zu lösen.

Insgesamt stellt sich bei der Erarbeitung des Moduls die Frage, wie der Lehr-Lern-Prozess gestaltet werden kann, um diese geforderten Kompetenzen auszubilden.

Aktive Aneignung von Wissen durch selbständiges Lernen fördern.

2.1 Analyse der Zielgruppe

In der Einführungsveranstaltung frage ich die Studierenden, wie Sie ihren Studienalltag gestalten. Mittlerweile ist es so, dass viele Studierende nebenher arbeiten müssen, Familie zum Teil mit Kindern haben, Ehrenämter nachgehen etc. Diese Mehrfachbelastung führt dazu, dass die Studierenden nur unregelmäßig an meinen Vorlesungen bzw. Übungen teilnehmen. In einigen Fällen ist es so, dass auch noch parallele Lehrveranstaltungen besucht werden müssen, um noch halbwegs dem Studienverlaufsplan zu folgen.

Die Gruppe der Studierenden ist hinsichtlich beruflicher Vorbildung, unterschiedlicher Nationalitäten und Sprachniveaus sehr heterogen.

Entsprechend der Lehrevaluation investieren mehr als 50 % der Studierenden weniger als 3 Stunden pro Woche für die Vor- und Nachbereitung; bei 15 Semesterwochen entspricht dies ca. 45 Stunden. Das ist die Hälfte weniger, als im Modulhandbuch angegeben.

2.2 Motivation der Studierenden

Die Motivation der meisten Studierenden hinsichtlich der „Technischen Thermodynamik“ besteht typischerweise darin, die Klausur zu bestehen. Das zeigt sich besonders in den

Rückmeldungen zur Übung, in denen es häufig um die Darstellung kompletter Lösungswege geht.

Dies ist jedoch der falsche Ansatz, da, wie in Kap. Xx dargestellt, die aktive Kenntnis grundlegender thermodynamischer Zusammenhänge in weiterführenden Veranstaltungen vorausgesetzt wird.

Für mich sehe ich eine wichtige Aufgabe meiner Lehre darin, die Studierenden in den Veranstaltungen zur Auseinandersetzung mit der Thermodynamik zu motivieren und sich mit dem Lehrstoff aktiv auseinander zu setzen, um ein „Insellernen“ zu verhindern und die theoretischen Grundlagen „langfristig“ näher zu bringen.

Dazu wäre es hilfreich:

- eine Lernumgebung schaffen, in der sich jeder Studierende zum Lehrstoff äußern kann, um den individuellen Lernfortschritt mitzugestalten,
- Denkprozesse anzuregen, z.B. über die Diskussion von Problemstellungen aus dem täglichen Leben. Dies dient dazu, den Studierenden.

2.3 Ziel und Inhalte

Mir ist es wichtig eine freundliche, positive und ruhige Lernumgebung zu schaffen, in der ich die thermodynamischen Inhalte anwendungsbezogen vermittele und dabei an die bisherigen Erfahrungen und Kenntnisse aus dem Alltag anknüpfe. Ein gewisses Maß an Vor- und Nachbereitung setze ich voraus.

2.4 Meine Anspruchshaltung

Ich sehe in den Studierenden die zukünftigen Leistungsträger unserer Wirtschaft und Gesellschaft. Die Gesellschaft benötigt selbständig und analytisch denkende Menschen, die sich mit Freude, Entschlossenheit und Umsetzungskraft mit den jeweiligen Aufgabenstellungen auseinandersetzen. Auf dieser Basis versuche ich jede Interaktion mit den Studenten zu gestalten. Die Beratungen und Abstimmungen finden auf „einer Augenhöhe“ statt.

2.5 Zielerreichung

Das Ziel einer aktiven, ruhigen und motivierenden Lernumgebung habe ich erreicht, wenn die Studierenden sich aktiv mit dem Lehrstoff auseinander setzen, in dem sie sich konstruktiv in den Unterricht (Vorlesungen und Rechenübungen) über Fragen und Diskussionen einbringen

Darüber hinaus ist mir wichtig, dass die Studenten einen inneren Antrieb spüren, der sie in ihren Lernprozessen wie von selbst nach vorne bewegt. Wenn das erreicht ist, muss der Lehrende dafür keine Zeit mehr aufzubringen.

3. Lehransatz und Methoden

Die zentralen Bestandteile der Lehre an Hochschulen

- Wissenschaftsorientierung
- Kompetenzorientierung
- Praxisorientierung

müssen bei der Entwicklung der Lehrveranstaltung „Technische Thermodynamik“ hinsichtlich der Fokussierung auf Lehren und Lernen berücksichtigt werden. Um dies zu gewährleisten müssen die Studierenden grundsätzlich Informationen

- Erinnern
- Verarbeiten
- Erzeugen.

Folgende Methoden/Didaktische Elemente kommen bei meiner Vorlesung „Technische Thermodynamik“ derzeit zum Einsatz, die anhand einer Auswahl von Beispielen beschrieben werden:

3.1 Methoden

3.1.1 Einsatz von Fallbeispielen zu thermodynamischen Problemen des Alltags

Ausgangspunkt eines jeden Kapitels (Schwerpunktthemas) im Rahmen des Moduls „Technische Thermodynamik“ sollte ein dazu passendes technisches Problem aus dem Alltag sein, das es zunächst zu erklären gilt. Hierzu können sowohl Diskussionen als auch das Abfragen von Meinungen im Auditorium herangezogen werden. Eine Dritte Möglichkeit besteht darin, das Alltagsproblem zunächst dem Nachbarn zu erklären und bei zufriedenstellender Erklärung durch den Nachbarn dem Auditorium vorzutragen zu lassen.

Anschließend wird durch den Dozenten auf die Richtigkeit oder Problematik der Antworten eingegangen und die zur Erklärung erforderlichen Formeln oder Diagramme eingeführt.

Beispiele hierzu könnten sein:

- Erklärung von Wetterphänomenen (Eisbildung, Trocknen von Wäsche bei Frost)
 - ⇒ Einstoffsysteme und Phasendiagramm

- Erklärung von Wetterphänomenen (Beschlagene Brille im Winter, Nebel, Reif).
⇒ Zweistoffsysteme am Beispiel „Feuchte Luft“.
- Erklärung von gemessenen Temperaturschwankungen bei Abkühlen von Flüssigkeiten
⇒ Einstoffsysteme und Erstarungsenthalpie.

3.1.2 Klassische Vorlesung

Wegen der hohen Zahl an Studierenden wurde zunächst die klassische Vorlesung begleitet durch Übungen als Lehr- und Lernform gewählt, um meine Einarbeitung in das Thema bei Berücksichtigung der großen Anzahl der Studierenden bewältigen zu können. Aus eigener Erfahrung in den Grundlagenvorlesungen der Mathematik ist jedoch eine höhere Verzahnung von Theorie (klass. Vorlesung) und Anwendung (klass. Übung) sinnvoll.

3.1.3 Skript

Anstelle eines Skripts wird ein Foliensatz zum Download in ILIAS zur Verfügung gestellt, das den fachlichen Wissensrahmen sowie die kompletten Inhalte und Herleitungen umfasst. Ein eigenes Skript zu diesem Grundlagenmodul zu erstellen ist m.E. nicht sinnvoll. Es gibt sehr gute Fachbücher (die auch in der Einführungsveranstaltung vorgestellt werden). Ein weiteres ist nicht erforderlich.

Darüber hinaus werden die Rechenübungen mit Lösungen, aber ohne Lösungswege, in ILIAS eingestellt.

3.1.4 Content-Management

Das ILIAS Mailsystem wird für die Verbreitung von Nachrichten verwendet.

3.1.5 Klausureinsicht

Im Anschluss an die Klausurauswertung findet eine Klausureinsicht statt. Dabei wurde im SS15 erstmals eine Klausureinsicht für die Studierenden, die durchgefallen sind getrennt durchgeführt und eine spätere für die Studierenden, die bestanden hatten.

Hiermit sollte die individuelle Klärung von Fragen zur Klausur als Vorbereitung für die Nachholklausur im zweiten Prüfungszeitraum des Semesters ermöglicht werden.

3.2 Unterrichtsplanung

Im Folgenden ist der modifizierte Plan des Moduls einschließlich der Learning outcomes dargestellt.

Generelles Learning Outcome - Thermodynamik	
Was:	Die Studierenden können selbständig Stoff-, Energie- und Entropiebilanzen von (Teil-)Systemen erstellen, mit denen sich thermodynamische Prozesse (Haus- und Klimatechnik, Chemietechnik, Fahrzeugtechnik,...) analysieren lassen.
Womit:	Sie nutzen dabei die 3 Hauptsätze, Stoffwerte, Modelle zur vereinfachten Darstellung der Wirklichkeit, Stoffwerte und Zustandsdiagramme.
Wozu	Sie sind damit in der Lage - kommunale und industrielle Prozesse zu berechnen und auszulegen sowie alternative Konzepte hinsichtlich der Effizienz miteinander zu vergleichen, - komplexere Systeme aus weiterführenden Veranstaltungen (ThVT, CVT, Klimatechnik, Verbrennungstechnik) zu analysieren, - komplexe Problemstellungen im Berufsleben zu verstehen und zu lösen.

Outcome Modulhandbuch Die Studierenden...	Outcome modifiziert Wenn ich mit- und nachgearbeitet habe, kann ich...	Mittel der Lehre	Feedback	Mittel der Prüfung: Nur Klausur	Beurteilung / Bewertungsgrundlage
haben sich mit der Gedankenwelt, den Ansätzen und den Prinzipien der Thermodynamik erstmalig beschäftigt und haben den notwendigen Gewöhnungsprozess begonnen.	Ansätze und Prinzipien der Thermodynamik – Bilanzieren, Zustandsgrößen, Prozessgrößen – mit eigenen Worten beschreiben und unterscheiden	1.-2. Taxonomiestufe: Vorstellen der Begriffe und plastische Beispiele Luftpumpe Feuerzeug Schmiermittel Alufolie sowie einfache Modelle.	Murmelgruppe: Erklären von Begriffen Übung Diskussion	Für den theoretischen Teil darf nur ein nicht-programmierbarer Taschenrechner verwendet werden (keine Formelsammlung!).	umfasst 25 % der Punkte sowie Bearbeitungszeit

		(PowerPoint-Präsentation; Auditorium)			
legen Bilanzräume fest und lösen einfache stationäre Material- und Enthalpiebilanzen.	Bilanzräume für thermodynamische Probleme festlegen und daran einfache stationäre Material- und Enthalpiebilanzen aufstellen und lösen.	2.-3. Taxonomiestufe: Einführen von Bilanzräumen, Stoff- und Energieströmen – Beispiel Sudoku (PowerPoint-Präsentation; Auditorium) Vertiefung in Rechenübungen . Die Studierenden erhalten hierzu im Voraus. X % davon müssen vorher abgegeben werden. Übungsaufgaben werden in der Übung vorgerechnet und diskutiert. Dies ermöglicht den Studierenden eine Selbstkontrolle.	Anonyme Befragung Erläuterungen zum Lösungsweg Vorrechnen	Für den Aufgabenteil darf ein nicht-programmierbarer Taschenrechner und ein beidseitig beschriebenes DIN A4 Formblatt verwendet werden - Bilanzräume festlegen Ein- und ausgehende Massen- und Energieströme einzeichnen und benennen Gleichungen aufstellen - Randbedingungen klären, um Gleichungen zu vereinfachen	umfasst 75 % der Punkte sowie Bearbeitungszeit
können die grundlegenden Modellvorstellungen des Wärme- und Stofftransports bei Prozessen der Stoff- und Energiewandlung beschreiben und erläuterte Skizzen anfertigen.	die grundlegenden Modellvorstellungen des Wärme- und Stofftransports bei Prozessen der Stoff- und Energiewandlung beschreiben und erläuterte Skizzen anfertigen.	3.-4. Taxonomiestufe: Übungsaufgabe enthält Erstellen einer Prozess-Skizze	Erläuterungen zum Lösungsweg Vorrechnen		

18 April 2016

Die vorherigen Überlegungen flossen in die Überlegungen zum Aufbau der einzelnen Vorlesungsveranstaltungen mit ein. In der folgenden Abbildung ist exemplarisch der Aufbau der Einführungsveranstaltung (Vorlesungsskript) dargestellt.

Vorlesungsskript:
Thermodynamik



Vorlesungsskript Thermodynamik

Inhalte

1 Kurzbeschreibung der Vorlesung	1
2 Vorlesungsskript – Ablaufplan Vorlesung	2

1 Kurzbeschreibung der Vorlesung

Dozent	<i>Prof. Dr. F. Rögner</i>
<u>Zielgruppe</u>	<i>Ca. 250 Studierende des Bachelorstudiengangs Maschinenbau mit den Studienrichtungen</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Allgemeiner Maschinenbau</i> • <i>Landmaschinentechnik</i> • <i>Anlagen-, Energie- und Verfahrenstechnik</i>
<u>Ziel der Vorlesung</u>	Die Studierenden können selbständig Stoff-, Energie- und Entropiebilanzen von (Teil-)Systemen erstellen, mit denen sich thermodynamische Prozesse (Haus- und Klimatechnik, Chemietechnik, Fahrzeugtechnik,...) analysieren lassen. Sie nutzen dabei die 3 Hauptsätze, Stoffwerte, Modelle zur vereinfachten Darstellung der Wirklichkeit, Stoffwerte und Zustandsdiagramme. Sie sind damit in der Lage <ul style="list-style-type: none"> - kommunale und industrielle Prozesse zu berechnen und auszulegen sowie alternative Konzepte hinsichtlich der Effizienz miteinander zu vergleichen, - komplexere Systeme aus weiterführenden Veranstaltungen (ThVT, CVT, Klimatechnik, Verbrennungstechnik) zu analysieren, komplexe Problemstellungen im Berufsleben zu verstehen und zu lösen.
<u>Gestaltung</u>	<i>Vorlesung auf Grundlage einer PowerPoint Präsentation ergänzt durch eine Rechenübung</i>

**Vorlesungsskript:
Thermodynamik**



2 Vorlesungsskript – Ablaufplan Vorlesung „Einführung“

Ziel dieser Vorlesung:

Die Studierenden können die Grundlagen der Thermodynamik mit eigenen Worten beschreiben und unterscheiden (1.-2. Taxonomiestufe)

Schritt	Ziele	Inhalt und Vorgehensweise – Was? Wie?	Material/Mittel
<p><u>Schritt 1:</u> <u>Begrüßen und positiv einsteigen</u></p> <p>Dauer: 5 min</p>	<p>Dozent</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gute Lernatmosphäre schaffen - Lust aufs Lernen wecken 	Vorstellung	Fotos
<p><u>Schritt 2:</u> <u>Über Lernziele und Ablauf informieren</u></p> <p>Dauer: 10 min</p>	<p>Dozent</p> <ul style="list-style-type: none"> - Agenda und Ablauf vorstellen - Die Ziele der Vorlesung erläutern - Organisatorisches absprechen - Fragen und Hinweise der Teilnehmer klären 	<p>Die einzelnen zu behandelnden Themenblöcke werden vorgestellt, um den Rahmen der Veranstaltung anzugeben.</p> <p>Leistung und Prüfungsform wird vorgestellt</p> <p>Literaturempfehlung</p> <p>Fragen klären</p>	<p>Tabellarische Darstellung</p> <p>PowerPoint-Präsentation</p> <p>Bücher</p>
<p><u>Schritt 3:</u> <u>Aufmerksamkeit erzeugen</u></p> <p>Dauer: 5 min</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Einen „Hallo-Wach-Effekt“ erzielen - Interesse der Teilnehmer für die Inhalte wecken - Zum Mitdenken anregen 	<p><i>Vorstellung des „Lieblingsspielzeugs eines Thermodynamikers“: extra großes Feuerzeug (Energiezufuhr), Luftpumpe (Verdichtung und Expansion), Alufolie (Wärmeverlustrfreiheit), Vaseline (Reibungsfreiheit), Handschellen</i></p>	<p>Luftpumpe, Feuerzeug, Alufolie, Vaseline</p>
<p><u>Schritt 4:</u> <u>An Vorwissen anknüpfen</u></p> <p>Dauer: 10 min</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Vorwissen der Teilnehmer aktivieren - Thema und Ihre Vorgehensweise an Vorwissen der Teilnehmer anknüpfen - Die Teilnehmer dort abholen, wo sie stehen - Verständlichkeit der Inhalte sichern 	<p><u>Worum geht es genau?</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Zusammenhang herstellen zwischen den „Spielzeugen“ und den Inhalten der Thermodynamik. <p><u>Wie gehe ich vor und worauf muss ich achten?</u></p>	

**Vorlesungsskript:
Thermodynamik**



Schritt	Ziele	Inhalt und Vorgehensweise – Was? Wie?	Material/Mittel
		<p>- Frage: Wer hat heute Morgen Thermodynamik im Alltag erlebt? (Feuchte Luft: Regen oder Nebel; Auto: Verbrennung; Kaffee: Dampf...)</p> <p><u>Wie betreffen die Inhalte die Einzelnen Studiengänge? – Warum soll ich mir das antun?</u></p> <p>- Kraftwerkstechnik, Fahrzeugtechnik, Kühltechnik, alternative Energien, Haus- und Klimatechnik, Thermische Verfahrenstechnik, Chem. Verfahrenstechnik</p> <p>- Möglicherweise sehr unterschiedliche Kenntnisse aufgrund unterschiedlicher Vita.</p>	Fotos von Autos, Kühlschränken, Reaktoren
<p><u>Schritt 5.1:</u> <u>Neue Inhalte vermitteln</u></p> <p>Dauer: 10 min</p>	<p>Die Studierenden sind in der Lage, die Thermodynamik als allgemeine Energielehre zu verstehen und erklären zu können.</p> <p>- Vorwissen der Teilnehmer aktivieren</p>	<p><u>Worum geht es genau?</u></p> <p>- Die Thermodynamik liefert die Grundlagen zum Verständnis von Prozessen der Stoff- und Energieumwandlung sowie der Klimatechnik.</p> <p>- Energieformen (bekannt: elektrisch, kinetisch, potentiell; neu: chemisch, Innere Energie).</p> <p>- Abgrenzung System und Umgebung.</p> <p>- Bilanzierung von Energie und Wärme in und aus Systemen</p>	<p>PowerPoint-Präsentation</p> <p>Fragen ins Auditorium</p>
<p><u>Schritt 5.2:</u> <u>Inhalte erarbeiten und vertiefen.</u> <u>Wissen anwenden</u></p> <p>Dauer: 5 min.</p>	<p>Die Studierenden sind in der Lage, die Zusammenhänge zwischen Stoffen, Energie, Systemen und ihrer Umgebung mit eigenen Worten zu beschreiben und anzuwenden.</p> <p>- Vorwissen der Teilnehmer aktivieren: Bekanntes System als Beispiel eines abstrakten Zusammenhangs</p>	<p><u>Worum geht es genau?</u></p> <p>- Abgrenzung von System und seiner Umgebung am Beispiel der Kaffeetasse.</p> <p><u>Wie gehe ich vor und worauf muss ich achten?</u></p> <p>- Festlegen von Systemgrenzen</p> <p>- Was in das System hinein geht (Wärme, Arbeit), wird als positive (+) Größe gezählt,</p> <p>- Was raus geht (Wärme, Arbeit), ist eine negative (-) Größe</p>	<p>Bild: Kaffeetasse als einfaches Systems</p> <p>PowerPoint-Präsentation</p> <p>Fragen ins Auditorium</p>

**Vorlesungsskript:
Thermodynamik**



Schritt	Ziele	Inhalt und Vorgehensweise – Was? Wie?	Material/Mittel
<p><u>Schritt 6.1:</u> <u>Neue Inhalte vermitteln</u></p> <p>Dauer: 5 min</p>	<p>Die Studierenden sind in der Lage, Zustände von Stoffen in Systemen mit eigenen Worten zu beschreiben und auf praktische Beispiele anwenden zu können.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vorwissen der Teilnehmer aktivieren - Verständlichkeit der Inhalte sichern 	<p><u>Worum geht es genau?</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Zustandsgrößen: Temperatur, Druck, Volumen 	<p>PowerPoint-Präsentation Fragen ins Auditorium</p>
<p><u>Schritt 6.2:</u> <u>Inhalte erarbeiten und vertiefen</u></p> <p>Dauer: 10 min.</p>	<p>Die Studierenden sind in der Lage, Zustandsänderungen anhand des Modells der idealen Gasen berechnen und mit eigenen Worten erklären zu können.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vorwissen der Teilnehmer aktivieren - Verständlichkeit der Inhalte sichern 	<p><u>Worum geht es genau?</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Idee der Idealen Gase zu verstehen und anwenden zu können <p><u>Wie gehe ich vor und worauf muss ich achten?</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen zu vermitteln (Formeln) 	<p>PowerPoint-Präsentation Tafelbild</p>
<p><u>Schritt 7:</u> <u>Abschluss und Feedback</u></p> <p>Dauer: 10 min.</p>	<p>Lehrveranstaltung mit Anwendungsbeispielen aus der Praxis abrunden und noch offene Fragen beantworten.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interesse der Teilnehmer für die Inhalte wach halten 	<p><u>Worum geht es genau?</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Anwendungsbeispiele vorstellen - Ergebnis beurteilen - Lehrveranstaltung durch Rekapitulieren der Inhalte abschließen 	<p>PowerPoint-Präsentation Tafelbild Fragen aus dem Auditorium beantworten</p>
<p>Schritt 8: <u>Inhalte verarbeiten und vertiefen.</u> <u>Wissen anwenden, Vorgänge üben</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Verständlichkeit der Inhalte sichern - Zum Mitdenken anregen 	<p><u>Worum geht es genau?</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Möglichkeit zum selbständigen Berechnen von Übungsaufgaben im Rahmen einer Rechenübung, die im Zusammenhang mit der Vorlesung stehen 	<p>Aufgabenstellung Taschenrechner</p>

Im Folgenden ist exemplarisch der Aufbau einer Klausur einschließlich der Überlegungen dazu dargestellt:

1. Deckblatt

Klausur Thermodynamik SS15

Name: _____

Matrikelnummer _____

Datum: _____

Aufgabe	Max. Punkte	Ist-Punkte	Note
1	16		
2	10		
3	1		
4	24		
5	17		
Gesamt	81		

Gewichtung der Aufgaben
 ⇒ Punktezahl bekannt
 ⇒ Sicherheit

Diese Tabelle wird vom Prüfer ausgefüllt!

Zugelassene Hilfsmittel: Formelsammlung handgeschrieben 1 Blatt DIN A4, Taschenrechner

Zahlen sind mit Einheiten in die Formeln einzusetzen

Das Aufgabenblatt ist mit Namen zu versehen und mit den Lösungen abzugeben

2. Fragenteil

In diesem Teil geht es nicht um das stumpfe Abfragen von Definitionen oder Begriffen, sondern darum, auf einer Taxonomiestufe 3 -4, zunächst die Aufgabenstellung auf bekannte

Zusammenhänge hin zu analysieren, Beziehungen zwischen dem Lernstoff und der Aufgabe anzustellen und anschließend auf die neuartige Fragestellung hin anzuwenden.

Beispielhafte Fragen:

- Welche unterschiedlichen Mechanismen kommen beim Trocknen beschlagener Auto-scheiben zur Anwendung? Erklären Sie die Vorgänge anhand von thermodynamischen Zusammenhängen.
- Begründen Sie mathematisch, welche Einheiten richtig angegeben sind.
 - (a) $1 \text{ kJ} = 1 \text{ kg}/(\text{s}^2\text{m})$
 - (b) $1 \text{ Pa} = 1 \text{ kg}/(\text{s}^2\text{m})$
 - (c) $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ N}/\text{m}^2$
- Warum frieren Seen und Flüsse normalerweise nicht komplett zu?

3. Rechenteil

Der Fragenteil zielt darauf ab, dass die Studierenden Gelerntes auf neue Probleme anwenden (Taxonomiestufe 3-4). Am Beispiel eines Kreisprozesses lässt sich das beschreiben:

Ein Kreisprozess ist eine Kette von thermodynamischen Zustandsänderungen, die nach einmaligem Durchlaufen wieder den Ursprungszustand (Temperatur, Volumen, Druck) erreicht und anschließend unendlich oft durchlaufen wird (Beispiel: unendlich oft wiederholende Takte eines Automotors). Die Berechnung erfolgt durch die Anwendung bekannter Gleichungen für idealisierte Zustandsänderungen (gleichbleibender Druck oder gleichbleibende Temperatur, etc.). Ein beliebiger, unbekannter Prozess, der in der Aufgabenstellung mündlich beschrieben ist, kann so zunächst in Form von Diagrammen qualitativ gezeichnet (Analyse) und anschließend quantitativ berechnet werden (Anwenden).

4. Rückmeldung auf meine Lehre

Rückmeldungen sind für mich sehr wertvoll, um eine inhaltliche Grundlage für Anpassungen und Verbesserungen der Lehrveranstaltungen zu bekommen.

Außer der Lehrveranstaltungsbewertung, die durch die FH Köln organisiert wird, haben die Studierenden verschiedene Wege des Feedbacks zur Veranstaltung gewählt. Die direkte Ansprache des Dozenten hatte dabei erwartungsgemäß den kleinsten Anteil, einige Studierende gingen- wohl aus Angst vor Sanktionen des Dozenten - den Weg über das Feedbackmanagement des Dekanats. Weiteres Feedback habe ich durch die Kollegen des Instituts für Anlagen- und Verfahrenstechnik bekommen.

Letztendlich zeigen die Evaluierungen, dass es gilt, jeden (Vorlesungs)tag ein bisschen besser zu werden und die Studierenden mehr aktiv in den Lernprozess einzubinden.

4.1 Feedback

4.1.1 Direkte Rückmeldungen durch die Studierenden

Direkte Rückmeldung von Studierenden zu den Inhalten, Lösungen oder persönlichen Schwierigkeiten war eher selten, nur ca. 10 Studierende sind in den letzten zwei Semestern direkt auf mich zugekommen.

4.1.2 Evaluierung über Fragebögen (Referat 4 Qualitätsmanagement in Lehre und Studium - Lehrveranstaltungsbeurteilung)

Während meines ersten Vorlesungssemesters (WS14/15) fand eine Lehrveranstaltungsbeurteilung durch die Hochschule statt, an der 121 Studierende teilnahmen. Die Auswertung ist in Anhang 1 aufgeführt.

4.1.3 Feedbackmanagement

Das Dekanat 09 hat ein System zum anonymisierten Feedback installiert. Hier erfolgt allerdings für die Dozenten keine Angabe zur Anzahl der Studierenden. Innerhalb von 14 Tagen soll zu den Anmerkungen der Studenten Stellung genommen werden.

Während meines zweiten Vorlesungssemesters (SS15) erfolgte eine Rückmeldung des Feedbackmanagements des Dekanats.

4.1.4 Evaluierung über Kollegen

Die Kollegen bestätigten dass, was die Studierenden schon aufzeigten (siehe unten). **4.2 Inhalte der Rückmeldungen**

4.2.1 Vorlesung

Folgende zusammengefassten Anmerkungen, die sich insbesondere mit der Verarbeitung des Stoffs in den Vorlesungen beschäftigten, konnten insgesamt als Feedback identifiziert werden:

- Übersichtlichkeit der Folien: Zu viel Text auf den Folien
- Zusammenfassungen der einzelnen Themengebiete als Abschluss zur besseren Klausurvorbereitung
- Abstimmung Vorlesung / Übung
- Stärkeres Eingehen auf Diagramme
- Vorrechnen von Musteraufgaben
- Herleitungen auf Tafel besser als auf powerpoint-Folien.

4.2.2 Übungen

Folgende Themenblöcke, die sich insbesondere mit der Verarbeitung des Stoffs in den Übungen beschäftigten, konnten insgesamt als Feedback identifiziert werden

- Zu wenige /zu viele Übungsaufgaben

- Musterlösungen
- Große Anzahl der Teilnehmer und Lärmpegel der Übungen in einigen Übungen.
- Bessere persönliche Betreuung in den Übungen
- Schwierigkeit des Themas
- Erstellen einer Formelsammlung für die Studierenden.

4.3 Schlussfolgerungen aus eigenen Beobachtungen und dem Feedback der Studierenden zur Verbesserung des Studienerfolgs

Zu Anmerkung 1 – Zu wenige/zu viele Übungsaufgaben

Analyse: Mit der Übernahme des Faches war ein völliger Neuaufbau der Veranstaltung verbunden. Das Hauptaugenmerk wurde dabei auf die Vermittlung der grundsätzlichen Inhalte der Thermodynamik gelegt, die - wie weiter oben angeführt – für viele Studenten eine gewisse Hürde darstellen.

Zum tieferen Verständnis wurden zum einen zahlreiche Beispiele aus dem täglichen Leben herangezogen, deren Erklärungen im Auditorium erarbeitet wurden. Zum anderen wurden Rechnungen zu einzelnen Themen als Tafelbild dargestellt. Die Vorbereitung von Rechenübungen fiel zu Lasten des Aufbaus der Inhaltsvermittlung - die sehr zeitaufwändig war - in meinem ersten Semester entsprechend kürzer aus.

Das Erstellen von eigenen Rechenübungen ist zeitintensiv, da

- die in der Literatur verfügbaren Aufgaben erst auf Ihre Eignung im Rahmen des vorliegenden Moduls geprüft werden mussten,
- die in der Literatur verfügbaren Aufgaben meist ohne Lösungswege oder Lösungen vorliegen, somit musste ich die Aufgaben erst selbst berechnen,
- eigenständige Aufgabenstellungen auch erst hinsichtlich der Eignung im Rahmen des vorliegenden Moduls durchgerechnet werden müssen.

Die - auf den ersten Blick überraschende – Anmerkung, dass zu viele Übungsaufgaben zur Verfügung gestellt wurden geht m.E. auf die sehr heterogene Zusammensetzung der Studierenden zurück.

Bewertung: Das Problem der zu geringen Anzahl an Übungsaufgaben in meinem ersten Semester war mir durchaus bewusst, daher liefen die Studenten mit ihren diesbezüglichen Beschwerden bei mir offene Türen ein.

Das (Schein-)Problem der „zu hohen Anzahl an Übungsaufgaben“ lässt sich so erklären: Während die leistungsstärkeren Studierenden in meinem ersten Semester die Rechenaufgaben leicht während der Übungszeit berechnen konnten und mehr Aufgaben forderten, taten sich die schwächeren offensichtlich schwer und sahen sich durch die Anzahl der nicht gelösten Aufgaben offensichtlich unter Druck gesetzt, statt die Aufgabenvielfalt als Chance zu betrachten.

Konsequenz: Mit Hilfe eines im Rahmen von Profil² beschäftigten Tutors wurde ein Grundstock mit Übungsaufgaben aus allen Themenschwerpunkten erstellt und die Lösungswege dokumentiert. Die Aufgaben wurden einschließlich der Lösungen in ILIAS eingestellt.

Die vom Tutor dokumentierten Lösungswege stehen ausschließlich den Betreuern der Übungen zur Verfügung, damit die Studierenden systematischer durch die Aufgaben begleitet werden können. Wieviel Hilfestellung bei der Übung gegeben wird, ist die Entscheidung der jeweiligen Übungsbetreuer. Ich halte diese Vorgehensweise für richtig, weil sie näher am Studenten sind als ich mit 25 Jahren oder mehr Abstand.

Um das Problem der scheinbar zu vielen Übungsaufgaben anzugehen, wird in den Übungen jetzt verstärkt darauf hingewiesen, dass die Rechenaufgaben ein Angebot sind, sich systematisch und eigenverantwortlich auf die Prüfung vorzubereiten. Man kann – muss aber nicht – die Übungsaufgaben rechnen.

Zu Anmerkung 2 – Musterlösungen

Analyse: Einige Studierende erachten Musterlösungen als Zielführend für die Klausurvorbereitung. Dahinter mag auch der Gedanke stecken, die Aufgabenstrukturen auswendig zu lernen.

Bewertung: Die Lösungswege sollen selbständig im Rahmen der Übungen oder der selbständigen Nacharbeit erarbeitet werden.

Konsequenz: Der Gedanke hinter den nicht zur Verfügung gestellten Lösungswegen: "Nur selber essen macht dick", d.h. Vorrechnen kann niemals so effektiv für den Lernprozess sein wie das eigenverantwortliche Streben nach Lösungsfindung durch die Studierenden.

Zu Anmerkung 3 – Zu große Anzahl der Teilnehmer sowie Lärmpegel in einigen Übungen

Analyse: Eine zu große Anzahl an Studierenden an einigen Übungsterminen ging einher mit zu wenigen Teilnehmern an anderen Terminen. Die Terminplanung erfolgt nach besten Wissen durch das Dekanat. Es wurden in meinem ersten Semester 5 verschiedene Termine für Übungen angeboten, angestrebt werden ca. 20 Studierende je Termin, das ist m.E. durchaus akzeptabel und reicht rechnerisch vollkommen aus.

Der Lärmpegel ist m.E. auf mehrere Ursachen zurückzuführen:

- Größe der Übungs-Gruppen,
- Falsche Einstellung und mangelnde Vorbereitung der Übungen durch die Studierenden.

Bewertung: Natürlich stört ein hoher Lärmpegel beim konzentrierten Arbeiten. Doch das Problem ist hausgemacht. Mehr Selbstdisziplin würde Abhilfe schaffen, Lärm als Zeichen mangelnden Verstehens bringt niemanden weiter.

Konsequenz: Um eine Entlastung zu erzielen, kann nur an die Eigenverantwortung der Studierenden bei der Terminauswahl appelliert werden. Der Lärmpegel kann durch die Selbstdisziplin der Studierenden selber herabgesetzt werden. Ggf. kann der Abbruch der Übung durch die Betreuer in Betracht gezogen werden, um eine deutliche Warnung auszusprechen.

Zu Anmerkung 5 – Schwierigkeit/Anspruch des Themas

Analyse: An vielen deutschen Hochschulen ist Thermodynamik ein gefürchtetes Fach mit Durchfallquoten um 40 %. Die Arbeitsweise von immer mehr Studierenden in Richtung Passivität ist sicher eine Ursache. So gab es im letzten Semester die mündliche Rückmeldung, dass doch tatsächlich in Bücher hinein gesehen werden musste, um den Stoff zu verarbeiten. Was für eine Zumutung für die Studierenden...

Bewertung: Durch geeignete fachdidaktische Maßnahmen ist es sicher möglich, die Quote derer, die das Fach verstehen und – Traum des Professors - vielleicht auch mögen, deutlich anzuheben.

Konsequenzen: Folgende Maßnahmen bieten sich an:

- Es werden ausgesuchte Aufgaben direkt vorgerechnet, um den grundsätzlichen Zugang zur sperrigen Materie zu erleichtern, beim Rest werden weiterhin nur die Lösungen angegeben, um Lernfortschritt zu ermöglichen.
- Stärkere Visualisierung der Inhalte, um unterschiedliche studentische Lernschemata anzusprechen

Zusätzlich zur Präsentation der Inhalte in Powerpoint-Präsentationen (Texte und Bilder) sowie Tafelbildern wäre eine stärkere Visualisierung von thermodynamischen Abläufen wünschenswert.

Hierzu kommen m.E. vor allen zwei Formate in Frage:

- Filme: Z.B. von youtube
- Experimente im Sinne einer Experimentalvorlesung Thermodynamik

Die Auswahl von geeigneten Filmen zur Lernunterstützung sowie die Klärung rechtlicher Fragen beim Hochladen in ILIAS wird voraussichtlich in meinem dritten Semester abgeschlossen sein.

Die Ausarbeitung von Experimenten ist entsprechend zeitaufwändiger und mit Kosten für die notwendigen Apparate und insbesondere Messtechniken verbunden. Sobald aber mindestens 1 Versuch je Themenblock steht, lässt sich dieser Versuch natürlich auch auf Videokamera aufnehmen und ebenfalls in ILIAS einstellen.

- Grundsätzliche Überarbeitung des Moduls hin zu mehr eigenständiger Vorarbeit

Die wesentlichen Grundlagen der Thermodynamik sollten zu einem stärkeren Maße semesterbegleitend selbständig von den Studierenden erarbeitet werden, so dass die Rol-

le des Professors sich stärker in Richtung eines Facilitators entwickeln kann. Dies setzt aber voraus, dass mehr Arbeitsmaterialien – Filme und textliche Einführungen in spezifische Themenbereiche sowie erweiterte Arbeitsblätter zur Verfügung stehen. Um die Rolle als Facilitator ausfüllen zu können, muss dann die Anzahl der Präsenzvorlesungen angepasst und im ILIAS eine Diskussionsplattform eingerichtet und betreut werden.

Zu Anmerkung 6 – Zur Verfügungstellung einer Formelsammlung

Analyse: Eine Sammlung, die die Studierenden in die Rechenübung mitnehmen können, fasst alle wichtigen Formeln zusammen und erspart lästiges Blättern in den Unterlagen, insbesondere, wenn der Stoff noch nicht verstanden wurde.

Bewertung: Zum didaktischen Konzept gehört die selbständige Erstellung einer zweiseitigen handgeschriebenen Formelsammlung, die anschließend in der Klausur verwendet werden darf. Die gewählte Vorgehensweise soll die Studierenden dazu anregen, sich selber mit dem behandelten Stoff auseinanderzusetzen, selber zu entscheiden, was sie für wichtig erachten.

Konsequenzen: Der Hintergrund dieser Idee wurde in der Vorlesung vorgetragen. Eine vorgefertigte Formelsammlung wird es daher nicht geben.

5. Engagement und Perspektive

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Voraussetzungen für die Studierenden zunächst schlecht sind:

- Das Modul befindet sich im Aufbau.
- Es existiert nur geringes Vorwissen zum Fach.
- Die Studierendengruppe ist sehr heterogen zusammengesetzt.
- Viele Studierende haben eine Mehrfachbelastung aus Familie, Sicherung des Einkommens, dualem Studienkonzept etc.
- Es existiert eine weitgehend passive Haltung in der Lehrveranstaltung und die Motivation zur aktiven Beteiligung an der Veranstaltung ist eher gering.
- Der Stoff ist komplex und vielfältig.

Mit dem bisherigen Ergebnis bin ich trotzdem nicht unzufrieden, habe aber noch einen gewissen Weg vor mir, bis ich sagen kann, dass das Modul allen Seiten – Hochschule, Dozent und Studierenden – vollkommen gerecht wird.

Zusammenfassen lassen sich die Anstrengungen, die ich bereits zur Verbesserung meiner Lehre unternommen habe, wie folgt:

- Vorlesungsunterlagen
Alle Vorlesungsfolien wurden vollständig in ILIAS eingestellt und werden fortlaufend verbessert.

- **Übungen**

Eine Vielzahl von Rechenübungen mit Lösungen wurde für die einzelnen Themenschwerpunkte erstellt, in ILIAS eingestellt und wird fortlaufend verbessert.

- Anmerkungen der Studierenden zu den Vorlesungen, Unterlagen und Übungen werden bei Bedarf zeitnah aufgegriffen.

Mein zukünftiges Lehrkonzept wird neben der Vorlesung und Übung u.a. folgendes umfassen:

- **Breitere Verknüpfung von Vorlesungs- und Übungsinhalten.**

Ich erachte es für sinnvoll, wenn die Studierenden die Inhalte der Vorlesung in angewandten Beispielen aus der Technik oder dem Alltag berechnen und damit verfestigen. Weiterhin bieten diese Beispiele die Möglichkeit, selbständig Prozesse in die als dann bekannt vorausgesetzten Komponenten zu zerlegen.

- **Einbindung von Foren, WIKIS, online Tests**

Um mehr Lernschemata der Studierenden anzusprechen (audiovisuelle Orientierung, haptische Orientierung, etc.), soll auch das zur Verfügung gestellte Material

- **Bereitstellung von E-learning Materialien**

Zwei Aspekte werden hier berücksichtigt:

Erstens soll die Veranstaltung überführt werden zu einem stärker selbständig orientierten Lernprozess. Dabei ist es sinnvoll, die theoretischen Grundlagen von den Studierenden in einer Selbstlernphase erarbeiten zu lassen, um in einer anschließenden Präsenzphase Fragen dazu zu klären, Anwendungen zu verdeutlichen und die Anwendung durchrechnen zu lassen sowie Bewertungen von thermodynamischen Prozessen. Zweitens sollen auch die Studierenden erreicht werden, die nicht regelmäßig in die Vorlesung kommen. In Absprache mit den Kollegen aus dem Dekanat ist jedoch kein Fernstudium vorgesehen, da dies grundsätzlich der Arbeitsweise der meisten Ingenieure widerspricht.

Mit Frau Glaeser, Projektmanagerin Profil² - Qualitätspakt Lehre, wurde das Konzept für die Erstellung von Kurzfilmen durchgesprochen. Mit Herrn Bakian vom Medianbüro wurde die Erstellung von Lehrfilmen für Mitte April angesetzt. Die Feinbearbeitung erfolgt durch einen Thermodynamiktutor.

Folgende Aspekte wurden bei der Konzepterstellung berücksichtigt:

- Darstellung thermodynamischer Problem anhand von Versuchsapparaturen (Leihgaben des Instituts für Physik der TH Köln) sowie mündlicher Einführung (Dauer der jeweiligen Filmsequenz nicht länger als 5-6 min.)
- Möglichkeit, die Filme sowohl im Rahmen der Vorlesung als auch als Selbstlerntool einzusetzen
- Reines Konsumieren muss vermieden werden, die Filme bilden die Basis für Aufgaben, die ebenfalls neu erstellt werden.

- Die Aufgabenstellungen für die Filme orientieren sich dabei am Fragenteil der Klausur, die Anwendungswissen (Taxonomiestufe abfragen).

- Tutortentraining

Es werden Tutorentrainings durch die Hochschule angeboten. Die Tutoren wurden darauf hingewiesen und gebeten, wenn möglich daran teilzunehmen, um didaktische Konzepte auch selbständig in die Übungen einbringen zu können.

Quellen

[1] <https://pixabay.com/de/silhouette-atomkraftwerk-akw-1311985>

[2] <https://pixabay.com/de/welt-globus-global-erde-97864>

[3] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/15/Batch_reactor_STR.svg/1200px-Batch_reactor_STR.svg.png

[4] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0e/Simple_chem_distillation.PNG

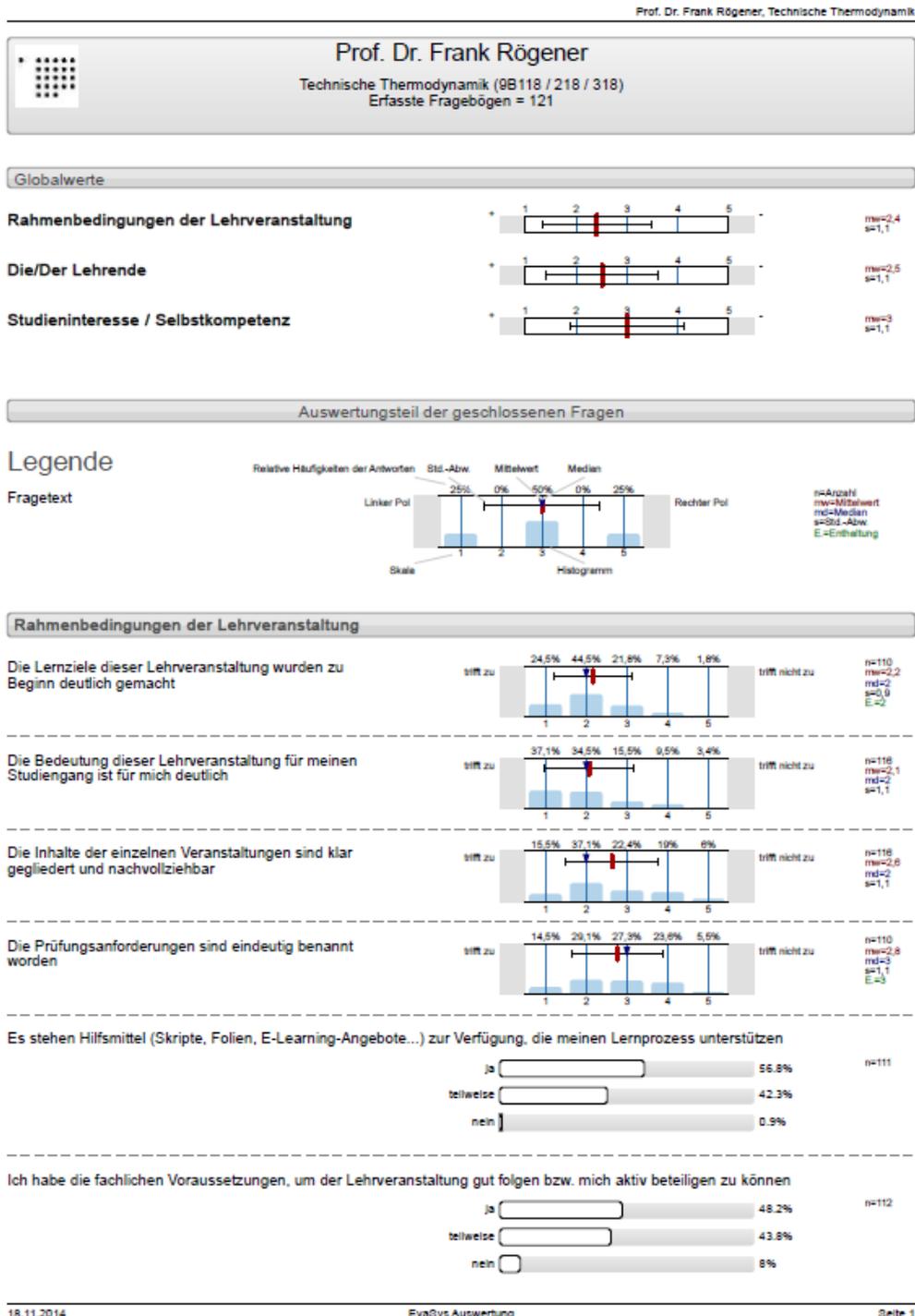
[5] <https://nl.wikipedia.org/wiki/Warmtepomp#/media/File:Heatpump2.svg>

[6] <https://pixabay.com/en/refrigerator-cooling-cool-148332>

[7] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/db/Auto_bleu.svg/1024px-Auto_bleu.svg.png

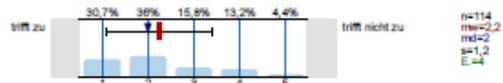
3 Anhang

Anhang 1: Ergebnisse Lehrveranstaltungsbeurteilung vom 18.11.2015

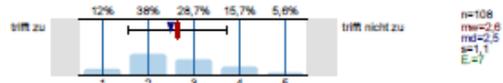


Die/Der Lehrende

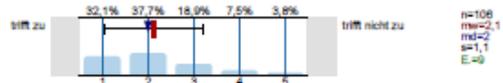
ist nach meinem Eindruck sehr am Lernerfolg der Studierenden interessiert



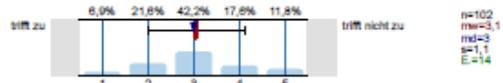
unterstützt meinen Lernprozess durch die didaktische Gestaltung der Lehrveranstaltung



ist nach meinem Eindruck offen für Fragen und Anregungen

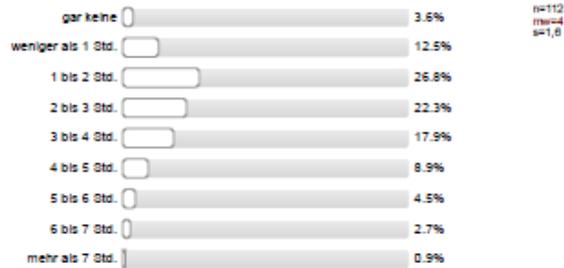


ermöglicht mir die Einschätzung meines Lernerfolgs auch unabhängig von Prüfungen

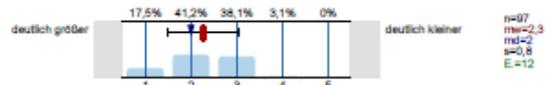


Workload

Wie viel Zeit wenden Sie durchschnittlich pro Woche für die Vor-/Nachbereitung dieser Lehrveranstaltung (V und Ü) auf?



Der zeitliche Aufwand ist gegenüber Veranstaltungen mit gleicher Anzahl CP's



Den zeitlichen Aufwand für diese Lehrveranstaltung finde ich insgesamt angemessen

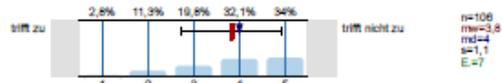


Fach- und Methodenkompetenz - Bitte beantworten Sie alle Fragen nur für diese Lehrveranstaltung

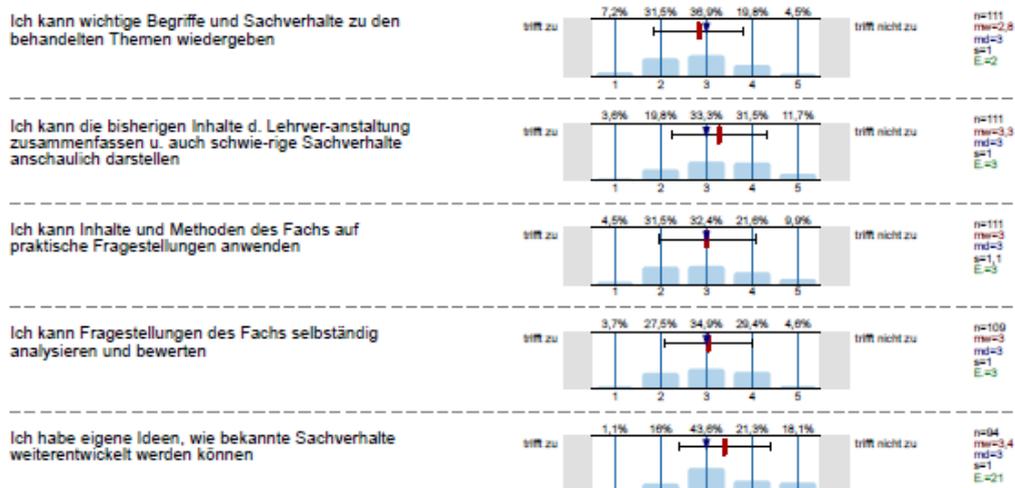
Ich habe bislang in dieser Lehrveranstaltung viel gelernt



Ich habe im Rahmen d. Lehrveranstaltung meine Arbeitstechniken (Recherche, Dokumentation von Ergebnissen ...) verbessert



Prof. Dr. Frank Rögner, Technische Thermodynamik

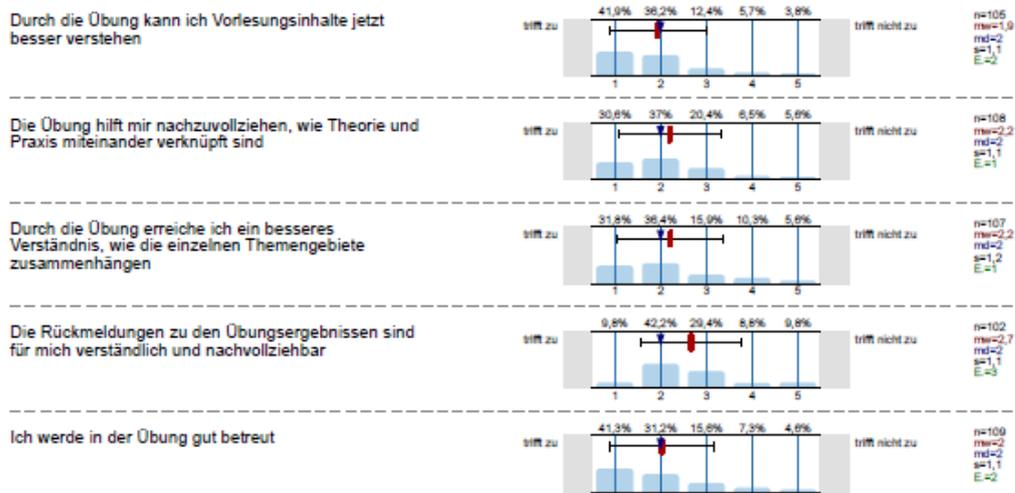


Übung

Haben Sie an der Übung zur Vorlesung teilgenommen?



Falls ja:



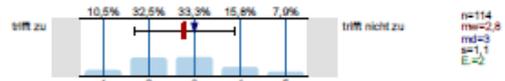
Studieninteresse / Selbstkompetenz



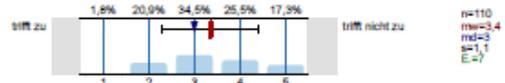
18 April 2016

Prof. Dr. Frank Rögner, Technische Thermodynamik

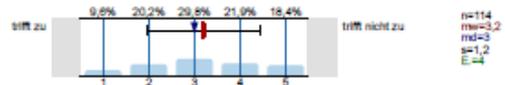
Ich setze mich regelmäßig mit dem Thema der Lehrveranstaltung auseinander



Ich habe Ideen, wie ich das Thema selbständig weiter vertiefen will

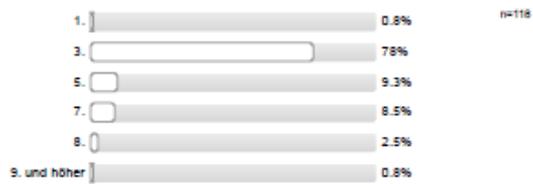


Aus dieser Lehrveranstaltung nehme ich Motivation für mein weiteres Studium mit



Strukturdaten

In welchem Fachsemester studieren Sie?



Bitte geben Sie Ihr Geschlecht an



Vielen Dank für Ihre Rückmeldung!