
Vergleichende Curriculumanalyse der Studieninhalte des grundstän- digen Studiengangs Maschinenbau mit den Studieninhalten der Fach- wissenschaft in dem Lehramtsstu- dium Metalltechnik an der Techni- schen Universität Darmstadt

Comparative curriculum analysis of contents in the study paths Mechanical and Process En-
gineering (B. Sc.) and Mechanical Engineering for vocational training (B. Ed.) on Technical
University Darmstadt



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Masterthesis

Studierender: Name Autor*in

Studiengang: Master of Education XXX

Studienordnung: Studien- und Prüfungsplan vom XXX

Matrikelnummer: XXX

Erstgutachterin: XXX

Zweitgutachterin: Prof. Dr. Birgit Ziegler

Eingereicht am: 06.06.2016

Technische Universität Darmstadt

Institut für Allgemeine Pädagogik und Berufspädagogik

Wintersemester 2015/16

Betreuer*in: XXX

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere, dass ich die Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen oder anderen Quellen, insbesondere aus dem Internet, entnommen sind, wurden als solche eindeutig kenntlich gemacht.

Die Arbeit ist noch nicht veröffentlicht und noch nicht als Studienleistung zur Anerkennung oder Bewertung vorgelegt worden, weder von mir noch von anderen Studierenden an der TU Darmstadt oder an anderen Hochschulen.

Ich bin mir bewusst, dass eine unwahre Erklärung rechtliche Folgen haben kann und dass Täuschungsversuche zur Aberkennung der Prüfungsleistung und zum Seminarausschluss führen.

Ort, den 06.06.2016

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung	3
Inhaltsverzeichnis	4
1 Einleitung	6
2 Problemstellung	7
3 Fragestellung	9
4 Theorie nach Bloom	10
4.1 <i>Entwicklung der Taxonomie</i>	10
4.2 <i>Wissen</i>	12
4.3 <i>Verstehen</i>	15
4.4 <i>Anwendung</i>	16
4.5 <i>Analyse</i>	17
4.6 <i>Synthese</i>	18
4.7 <i>Evaluation</i>	19
5 Forschungsmethodischer Ansatz	20
5.1 <i>Inhaltanalyse nach Früh</i>	20
5.1.1 <i>Begriffsbestimmung</i>	20
5.1.2 <i>Gegenstand</i>	21
5.1.3 <i>Induktive und deduktive Vorgehensweise</i>	22
5.2 <i>Planungsphase zur Untersuchung der ersten Hypothese</i>	24
5.2.1 <i>Festlegung des Untersuchungsmaterials</i>	24
5.2.2 <i>Festlegung der Analyseeinheit und Kategorienbildung</i>	26
5.2.3 <i>Probecodierung</i>	28
5.2.4 <i>Codieranweisung</i>	32
6 Datenerhebung und Auswertung der Anforderungen	34
6.1 <i>Lernergebnisse der Studiengänge</i>	34
6.1.1 <i>Datenerhebung</i>	34
6.1.2 <i>Auswertung</i>	36
6.1.3 <i>Fazit Lernergebnisse</i>	53
6.2 <i>Prüfungsbedingungen</i>	57
6.2.1 <i>Prüfungsformen</i>	57
6.2.2 <i>Prüfungsrichtlinien</i>	60
6.2.3 <i>Fazit Prüfungsbedingungen</i>	62

6.3	<i>Änderung der Studienfächer</i>	63
6.3.1	Änderung der Ordnungen	63
6.3.2	Analyse der Pflichtveranstaltungen	69
6.3.3	Fazit Studienfächer	72
7	Datenerhebung und Auswertung zur Qualität der Lehramtsausbildung	74
7.1	<i>Curriculum und KMK-Standards</i>	74
7.1.1	Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen	74
7.1.2	Kompetenzformulierung der KMK	76
7.1.3	Fachwissenschaftliche Inhalte	76
7.2	<i>Curriculum und berufliche Lehrpläne</i>	80
7.2.1	Breite des Berufsfeldes	80
7.2.2	Curricula der beruflichen Bildung und Hochschulbildung	81
7.2.3	Vergleich beruflicher Lehrpläne und der Ordnung B. Ed. 2014	83
7.3	<i>Vergleich der Untersuchungsergebnisse mit den Aspekten Kerschenbauers</i>	92
7.3.1	Stärkerer Fokus auf Konzeptverständnis und Vermittlungswissen	94
7.3.2	Berufliche Tätigkeiten erklären können	96
7.3.3	Speziell für Lehramtskandidaten konzipierte Lehrveranstaltungen	97
8	Fazit	99
	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	101
	Anhang	102
	Literaturverzeichnis	117

1 Einleitung

Das Projekt „Qualitätsmonitoring in der Lehrerausbildung“ an der Technischen Universität Darmstadt hat das Ziel, ein Instrument zur Befragung von Lehramtsstudierenden bezüglich der Qualität ihres Studiengangs zu entwickeln. Mit der Einführung eines jährlichen Qualitätsmonitoring an der Technischen Universität Darmstadt soll das Lehramtsstudium in den Studiengängen Lehramt an Gymnasien sowie Lehramt an beruflichen Schulen aus Sicht der Studierenden repräsentativ erfasst werden. Die Ergebnisse der Befragungen dienen der Evaluation des Lehramtsstudiums, der Identifizierung von Problemlagen sowie der Weiterentwicklung der Lehramtsstudiengänge (Institut für allgemeine Pädagogik und Berufspädagogik an der TU Darmstadt).

Die vorliegende Abschlussarbeit ist im Rahmen dieses Projektes eingebunden und untersucht den Studiengang Bachelor of Education Metalltechnik, welcher in die Gruppe Lehramt an beruflichen Schulen zu verorten ist. Die Arbeit basiert auf einer Curriculumanalyse und vergleicht die Anforderungen im grundständigen Studiengang Maschinenbau mit den Anforderungen im Lehramtsstudiengang Metalltechnik. Im zweiten Abschnitt wird dargelegt, warum es von Interesse ist, den Studiengang Metalltechnik näher zu analysieren. Anschließend wird die Forschungsfrage, ob Studierende verschiedener Studiengänge in gemeinsamen Lehrveranstaltungen verschiedene Anforderungen erfüllen müssen, anhand von drei Hypothesen konkretisiert. Der theoretische Hintergrund sowie der forschungsmethodische Ansatz zur Untersuchung der Lernergebnisse für die ausgewählten Studiengänge sind in den beiden folgenden Kapiteln dargelegt. Hierbei wird zunächst die Theorie der Taxonomie von Lernzielen nach Bloom (1972) vorgestellt. Im nächsten Abschnitt wird auf die Methode der Inhaltsanalyse nach Früh (2001) eingegangen, um diese Methode anschließend auf die Planungsphase zur Untersuchung der Lernergebnisse anzuwenden. Die Analyse der Anforderungen der zu vergleichenden Studiengänge erfolgt im sechsten Kapitel. Hierbei werden zunächst die Lernergebnisse der beiden Studiengänge dargestellt und verglichen. Hiernach erfolgt die Analyse der Prüfungsbedingungen der einzelnen Studierendengruppen. Im Anschluss werden Zusammenhänge bezüglich der Änderung der Studienfächer und der Novellierung der Studienordnung dargestellt. Im siebten Kapitel wird, hinsichtlich der untersuchten Studienordnungen, die Qualität der Lehramtsausbildung beurteilt. Hierzu wird das Curriculum mit KMK-Standards sowie mit beruflichen Lehrplänen verglichen. Danach werden die Untersuchungsergebnisse dieser Arbeit herangezogen und mit den Aspekten von Kerschenbauer (2009) interpretiert. Der Abschluss der vorliegenden Arbeit erfolgt durch ein Fazit.

2 Problemstellung

In der Debatte um die Lehrerbildung im beruflichen Bereich stehen aktuell zwei Aspekte im Vordergrund. Zum einen wird über die problematische Versorgungssituation mit qualifizierten Lehrkräften an beruflichen Schulen diskutiert und zum anderen wird von Forschung und Bildungspolitik die Qualität der Lehrerausbildung problematisiert (Seeber 2013, S. 1).

Die Versorgung mit qualifizierten Lehrkräften ist vor allem in den gewerblich-technischen und gesundheitsbezogenen Bereichen besorgniserregend. Die Prognose zum Lehrerberarf in Bayern zeigt für die nächsten Jahre einen erhöhten Einstellungsbedarf bei den beruflichen Fachrichtungen Metalltechnik sowie Elektro- und Informationstechnik. Im Jahr 2014 lag der jährliche Bedarf im Bereich der beruflichen Schulen an Berufseintritten im staatlichen und nichtstaatlichen Schulbereich bei 580 Lehrkräften. Das jährliche Angebot an Absolventen aus dem laufenden Prüfungsjahrgang lag hingegen bei 370 Lehrkräften (Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst 2015, S. 18). Nachdem sich das Angebot und der Bedarf im Jahr 2020 schätzungsweise bei 540 Lehrkräften angleichen werden, wird ab dem Jahr 2025 wieder mit einem steigenden Einstellungsbedarf zu rechnen sein (Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst 2015, S. 18).

Der erkennbare Mangel an Absolventen des beruflichen Lehramts wurde bereits 1990 erkannt, zu dieser Zeit gab es immer wieder starke Bestrebungen, einen Teil der Lehrerbildung auch an Fachhochschulen durchzuführen und sich von der alleinigen universitären Ausbildung zu lösen (Faßhauer und Rützel 2013, S. 4). *„Aber erst die lang anhaltende Unterversorgung beruflicher Schulen insbesondere mit Nachwuchskräften im gewerblich-technischen Bereich führte zu entsprechenden Beschlüssen zunächst in NRW (Fachhochschule und Universität Münster) im Jahre 2001 sowie in Baden-Württemberg zur Implementierung des Kooperationsmodells von Pädagogischen Hochschulen mit Fachhochschulen ab 2003“* (Faßhauer und Rützel 2013, S. 4).

Das Kultusministerium in Stuttgart reagierte auf den ausgeprägten Lehrermangel mit einem konsekutiven Bachelor-Master-Programm. Seit dem Wintersemester 2004/2005 bieten die Pädagogische Hochschule in Heidelberg und die nahegelegene Hochschule Mannheim den Studiengang „Elektro- und Informationstechnik für das höhere Lehramt an beruflichen Schulen (Ingenieur-Pädagogik)“ an (Haasler und Röben 2007, S. 1). Der Kooperationsstudiengang war einer der ersten in Deutschland mit Bachelor-Master-Struktur, zudem wurden in diesem Studiengang Berufsschullehrer erstmals an Fachhochschulen und Pädagogischen Hochschulen ausgebildet (Haasler und Röben 2007, S. 1).

Ein weiteres Modell zur Sicherung der Lehramtsabsolventen im gewerblich-technischen Bereich ist der Quereinstieg. Dieser ermöglicht es ohne erstes Staatsexamen in den Vorbereitungsdienst für das Lehramt an beruflichen Schulen zugelassen zu werden. Nach Abschluss des Vorbereitungsdienstes und dem Bestehen des zweiten Staatsexamens erhalten die Absolventen die Zulassung für den höheren Dienst in der Beamtenlaufbahn (Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst 2016). In Bayern werden beispielsweise Diplomingenieure mit Universitätsabschluss oder Masterabsolventen mit Universitäts- oder Hochschulabschluss in den Fachrichtungen Elektrotechnik oder Maschinenbau für den Vorbereitungsdienst zugelassen (Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst 2016).

Die genannten Programme stehen in der Kritik zwar neue Rekrutierungswege zu schaffen und somit mehr Nachwuchskräfte zu rekrutieren aber die neuen Modelle seien „[...] keineswegs ein innovatives Konzept der Professionalisierung [...]“ (Faßhauer und Rützel 2013, S. 4). Zudem kann anhand von Bundes- und Landesstatistiken aktuell nicht geklärt werden, ob die neuen Modelle den Lehrermangel an beruflichen Schulen beheben können (Faßhauer und Rützel 2013, S. 4). Folglich stellen Faßhauer und Rützel fest, „[t]rotz der Erprobung neuer Modelle und Zugänge zum Berufsschullehramt bleibt der traditionelle Weg der Königsweg“ (2013, S. 5).

Der klassische Qualifizierungsweg für das Lehramt an beruflichen Schulen wurde im Zuge des Bologna-Prozesses, in den meisten Bundesländern, auf einen Bachelor- und anschließenden Masterstudiengang umgestellt. Zum Bachelorstudium im gewerblich-technischen Bereich scheint es ungeachtet des hohen Bedarfes an Lehrkräften nur wenige Untersuchungen zur Ausbildung an den Universitäten zu geben, dies gilt im speziellen für die Fachrichtung Metalltechnik. Die aktuellen Diskussionen geben dabei Anlass, den Studiengang Metalltechnik genauer zu untersuchen und einen Beitrag zu den Ausbildungsinhalten und der Qualität der Lehrerausbildung zu leisten.

3 Fragestellung

Diese Arbeit ist im Projekt „Qualitätsmonitoring in der Lehrerausbildung“ an der Technischen Universität Darmstadt eingebunden. Ein Forschungsaspekt des Projektes besteht darin, Curriculumanalysen durchzuführen und Studieninhalte grundständiger Studiengänge mit den Studieninhalten der Fachwissenschaften in einem Lehramtsstudium zu vergleichen. Die Curriculumanalysen, die im Projekt für verschiedene Fachwissenschaften durchgeführt werden sollen, konzentrieren sich auf die Forschungsfrage, ob Studierende verschiedener Studiengänge in gemeinsamen Lehrveranstaltungen verschiedene Anforderungen erfüllen müssen.

Der Studiengang, der in dieser Abschlussarbeit untersucht werden soll, ergibt sich aus der dargestellten Problemstellung im beruflichen Bereich sowie aus dem bereits abgeschlossenen Studiengang Bachelor of Education Metalltechnik des Autors. Folglich fokussiert sich die Forschungsfrage, ob Studierende des Studiengangs Bachelor of Education Metalltechnik im Vergleich zu Studierenden des Studiengangs Bachelor of Science Maschinenbau in gemeinsamen Lehrveranstaltungen verschiedene Anforderungen erfüllen müssen. Die Konkretisierung der Forschungsfrage erfolgt anhand von drei Hypothesen:

- (1) Die Lernergebnisse des Studiengangs Bachelor of Education Metalltechnik befinden sich auf einem niedrigerem Niveau, als die Lernergebnisse des Studiengangs Bachelor of Science Maschinenbau.
- (2) Den beiden Studiengängen liegen unterschiedliche Prüfungsbedingungen zugrunde.
- (3) Die verschiedenen Anforderungen der lehramtsbezogenen Curricula betreffen nur bestimmte Studienfächer.

Nachdem die drei Hypothesen untersucht worden sind, befasst sich ein weiterer Teil der Arbeit mit der Qualität der Lehrerausbildung. Dazu sollen die Befunde der Curriculumanalyse aus dem Studiengang Bachelor of Education Metalltechnik herangezogen werden. Zunächst werden die ländergemeinsamen inhaltlichen Anforderungen für Fachwissenschaften (KMK 2015) mit dem Curriculum des Studiengangs Metalltechnik verglichen. Eine weitere Analyse soll zeigen, inwieweit die beruflichen Lehrpläne im Curriculum des Metalltechnikstudiengangs berücksichtigt sind. Hier soll gezeigt werden, ob die Inhalte der fachwissenschaftlichen Pflichtfächer die Breite des Berufsfeldes Metalltechnik abdecken. Zuletzt werden die Untersuchungsergebnisse der vorliegenden Arbeit herangezogen und hinsichtlich den Qualitätsaspekten von Kerschenbauer (2009) beurteilt.

4 Theorie nach Bloom

Die nachfolgenden Darstellungen in diesem Kapitel beschreiben den theoretischen Hintergrund für die Untersuchung der Ersten Hypothese. Auf Grundlage dieser Theorie werden die Lernergebnisse der Studiengänge Bachelor of Education Metalltechnik und Bachelor of Science Maschinenbau miteinander verglichen.

4.1 Entwicklung der Taxonomie

Der Nutzen einer Taxonomie von Lernzielen besteht in der Vereinfachung der Kommunikation im Lernprozess oder in der pädagogischen Forschung. Die Hauptaufgabe jeder Art von Taxonomie ist es, durch eindeutige und handhabbare Definitionen einen Konsensus bei ihren Anwendern zu sichern. Bei der Entwicklung eines Kommunikationssystems von Lernzielen ist darauf zu achten, dass dieses mithilfe geeigneter Symbole die zentralen Erziehungsergebnisse repräsentiert (Bloom 1972, S. 24 f.).

Die Taxonomie ist eine Klassifikation des Schülerverhaltens, welche die beabsichtigten Ergebnisse des Erziehungsprozesses aufzeigt. Bloom (1972, S. 26) geht davon aus, dass dieselben Verhaltensweisen mit Bezug zu fachlichen Inhalten auf verschiedenen Ebenen der Erziehung sowie in verschiedenen Schulen beobachtet werden können. Demnach sollte in all diesen Fällen lediglich ein Satz von Klassifikationen anwendbar sein.

Die Klassifikation bezieht sich auf das beabsichtigte Schülerverhalten, dies entspricht der Art und Weise wie Schüler nach dem Unterricht handeln, denken oder fühlen (Bloom 1972, S. 26). Das tatsächliche Verhalten der Schüler kann nach dem Unterricht in der Art sowie im Grad von dem in den Lernzielen beschriebenen beabsichtigten Verhalten abweichen. Der Effekt des Unterrichts kann demnach dahin wirken, dass ein Schüler die geforderten Fähigkeiten nicht bis zum festgelegten Niveau erwirbt, oder die geforderten Fähigkeiten schlichtweg gar nicht erreicht (Bloom 1972, S. 26). Dies muss der Lehrer anhand der Güte des Schülerverhaltens beurteilen, die Theorie von Bloom (1972) hilft das Ausmaß des angestrebten Schülerverhaltens festzustellen.

Die Taxonomie der Lernziele nach Bloom (1972, S. 31) ist in sechs Hauptklassen organisiert:

1. Wissen
2. Verstehen
3. Anwendung
4. Analyse
5. Synthese
6. Evaluation

Die hierarchische Anordnung stellt die verschiedenen Lernzielklassen dar. Nach der Definition sind die Ziele in einer Klasse auf den Zielen der vorhergehenden Klasse aufgebaut (Bloom 1972, S. 31).

Die Hauptklassen sind von einfachen Verhaltensweisen (Wissen) zu komplexen Verhaltensweisen (Evaluation) angeordnet. Der Klassifikation liegt der Gedanke zugrunde, dass die Verhaltensweisen nach Typ A eine Klasse bilden, das Verhalten des Typs AB die zweite Klasse und die Verhaltensweisen des Typs ABC entsprechend die dritte Klasse bilden. Der Zusammenhang der Ordnung von einfach zu komplex zeigt Bloom (1972, S. 32) anhand der Beantwortung von Aufgaben entsprechend dem Verhaltensniveau. Aufgaben, welche nur das Verhalten A erfordern werden häufiger richtig beantwortet, als Aufgaben, die das Verhalten AB erfordern.

In seinen Untersuchungen werden Aufgaben, für die ein Tatsachenwissen erforderlich ist, häufiger richtig beantwortet, als Aufgaben, welche Kenntnisse von übergeordneten Begriffen oder Abstraktionen in einem Gebiet voraussetzen. Andererseits werden Aufgaben, die Kenntnis von Begriffen und Prinzipien erfordern häufiger richtig beantwortet, als Aufgaben „[...]für die sowohl Kenntnisse von Prinzipien als auch Fähigkeiten, sie in neuen Situationen anzuwenden[...]“ (Bloom 1972, S. 32) erforderlich sind. Problemstellungen, welche Analyse und Synthese voraussetzen sind komplizierter zu lösen, als Aufgaben, die lediglich Verständnis verlangen.

Die Tests von Versuchsteilnehmern, welche sowohl mit Aufgaben aus dem niedrigen Niveau der Taxonomie als auch mit Aufgaben aus dem komplexeren Niveau der Taxonomie konfrontiert wurden zeigten, dass die Probanden häufiger weniger Erfolg bei den komplexen Aufgaben und höheren Erfolg bei den weniger komplexen Aufgaben hatten. Für die Klassifikation von Verhaltensweisen zeigt sich demnach eine Tendenz für die Hierarchie von Verhaltensklassen (Bloom 1972, S. 32).

4.2 Wissen

Die erste Verhaltensklasse, welche Bloom (1972) definiert, ist Wissen. Hier stehen das Erinnern, das Wiedererkennen sowie das Reproduzieren von Fakten im Vordergrund. In der Lernsituation soll der Schüler bestimmte Informationen in seinem Gedächtnis speichern. Nach der Lernsituation ist das erwartete Verhalten sich an diese Informationen zu erinnern. Das Wissen ist ebenfalls in den anderen komplexeren Hauptkategorien der Taxonomie enthalten. Das Erinnern in der Kategorie Wissen ist der hauptsächliche psychologische Prozess, wohingegen das Erinnern in den anderen Kategorien nur teilweise in den komplexeren Prozessen wie Beurteilen und Reorganisieren eingebunden ist (Bloom 1972, S. 71).

Zur Klassifikation von Wissen werden drei Unterkategorien gebildet. Erstere beinhaltet das *Wissen von konkreten Einzelheiten*. Hierunter wird das Wiedererinnern von bestimmten und isolierbaren Informationen verstanden. Es sind Informationen, die auf jedem Wissensgebiet die Grundlage bilden und es einem Fachmann ermöglichen sein Gebiet zu verstehen sowie systematisch zu organisieren. Für Lernende sind diese Einzelheiten die grundlegenden Elemente, die sie wissen müssen, um sich mit dem Fachgebiet vertraut zu machen oder um entsprechende Aufgaben zu lösen (Bloom 1972, S. 72).

Das Wissen von konkreten Einzelheiten beinhaltet das *Terminologische Wissen*, welches das Wissen von Bedeutungen spezieller verbaler oder nicht verbaler Symbole kennzeichnet. Das Terminologische Wissen kann demnach als Grundsprache des Fachgebiets verstanden werden. Lernziele sind beispielsweise die Definition technischer Begriffe anhand ihrer Attribute, Eigenschaften oder Beziehungen. (Bloom 1972, S. 73 f.).

Das *Wissen einzelner Fakten* bezieht sich ebenfalls auf das Wissen von konkreten Einzelheiten. Gemeint sind das Wissen von Daten, Ereignissen, Personen, Orten, Informationsquellen oder ähnlich spezielle Informationen eines Fachgebietes. Die Lernziele beziehen sich zum Beispiel auf die „Kenntnisse über physikalische und chemische Eigenschaften der Elemente und ihrer Verbindungen.“ oder „[d]as Erwerben von Informationen über die Hauptrohstoffquellen“ (Bloom 1972, S. 75).

Die zweite Unterkategorie ist das *Wissen der Wege und Mittel, mit konkreten Einzelheiten zu arbeiten*. Diese Unterkategorie setzt sich aus fünf Untertypen zusammen. Der erste Typ, das *Wissen von Konventionen* weist auf die Stile und Praktiken, welche ein Fachmann in einem Fachgebiet benutzt hin. Lernziele sind unter anderem die allgemeinen Regeln der Etikette zu

wissen oder bei der Darstellung von Karten und Übersichten die wichtigsten Symbole zu wissen (Bloom 1972, S. 77).

Das *Wissen von Trends und zeitlichen Abfolgen* soll den Lernenden das Erkennen von Tendenzen und Reihenfolgen ermöglichen. Als Beispiel für Lernziele nennt Bloom „Wissen über die Auswirkungen der Industrialisierung auf die Kultur und die internationalen Beziehungen einer Nation entwickeln“ oder „Wissen, wie Militarismus und Imperialismus von ursächlicher Bedeutung für die Weltkriege gewesen sind“ (1972, S. 78 f.).

In der Entwicklungsarbeit oder bei Problemstellungen von einzelnen Fachgebieten ist das *Wissen von Klassifikationen und Kategorien* besonders hilfreich. Klassifikationen und Kategorien unterstützen bei der Problemforschung die Strukturierung und die systematische Präsentation der Phänomene (Bloom 1972, S. 79). Die Lernziele für Schüler können beispielsweise das „Wissen der besonderen Eigenarten verschiedener Unternehmensformen“ oder „[d]as Vertrautwerden mit einem bestimmten Bereich der Literatur“ (Bloom 1972, S. 79) sein.

Eine weitere Systemisierungshilfe, die bei fachspezifischen Problemen benutzt werden kann, ist das *Wissen von Kriterien*. In der Kategorie Wissen reicht dabei die Kenntnis über die Kriterien aus. Die Anwendung der Kriterien in bestimmten Problemsituationen wird hingegen der sechsten Verhaltensklasse Evaluation zugeordnet (Bloom 1972, S. 80). Als Lernzielbeispiele werden von Bloom genannt „Kenntnis der Kriterien, durch die eine zuverlässige Quelle von Informationen in den Sozialwissenschaften erkannt werden kann“ oder „Kenntnis der grundlegenden Elemente (Gleichgewicht, Einheit, Rhythmus usw.), nach denen ein Kunstwerk beurteilt werden kann“ (1972, S. 80).

Das *Wissen von Methoden* ist der fünfte Typ der Unterkategorie *Wissen der Wege und Mittel, mit konkreten Einzelheiten zu arbeiten*. Dabei handelt es sich um das Wissen von Methoden, die beim Forschen in Form von Techniken und Verfahren eingesetzt werden, um fachgebietsspezifische Probleme zu erkunden. Hierbei liegt Fokus auf der Kenntnis über die Methoden, wohingegen die Fähigkeit über die Benutzung der Methoden in die Verhaltensklassen drei bis sechs zu verorten ist (Bloom 1972, S. 80). Das Wissen von Methoden und Techniken stellt dennoch eine erforderliche Voraussetzung für deren Anwendung dar. Ein Lernziel kann demnach das Wissen über wissenschaftliche Methoden und Techniken sein, welche von Fachleuten benutzt werden, um Probleme zu lösen (Bloom 1972, S. 81).

Die dritte Unterkategorie von Wissen ist das *Wissen von Verallgemeinerungen und Abstraktionen eines Fachgebietes*. Diese Verallgemeinerungen, Strukturen und Theorien werden vom Fachgebiet vorrangig beim Lösen von Problemen angewandt. Diese fachgebietsspezifische Vorgehensweise ermöglicht es der Fachkraft die gesammelten Fakten in Beziehung zu setzen und effektiv zu strukturieren (Bloom 1972, S. 81). *Das Wissen von Prinzipien und Verallgemeinerungen* ist ein Typ dieser Unterkategorie. Der Schüler sollte demnach Prinzipien und Verallgemeinerungen kennen, indem er die Fähigkeit besitzt passende Formulierungen wiederzuerkennen und zu reproduzieren. Entsprechend soll der Schüler für die Lernziele beispielsweise die Hauptprinzipien aus dem Chemieunterricht wissen oder die biologischen Gesetzmäßigkeiten der Fortpflanzung und Vererbung (Bloom 1972, S. 82).

Das *Wissen von Theorien und Strukturen* ist ebenfalls ein Teil vom Wissen von Verallgemeinerungen und Abstraktionen eines Fachgebietes. Hier bildet die Gesamtheit von zusammenhängenden Prinzipien und Verallgemeinerungen eine Struktur oder Theorie. Im Gegensatz zum Wissen von Prinzipien und Verallgemeinerungen, stehen die Einzelheiten und Fakten miteinander in Beziehung (Bloom 1972, S. 83). Beispiele für Lernziele sind für Bloom das „Verständnis der Beziehungen zwischen chemischen Prinzipien und Theorien“ oder das „Erinnern der Haupttheorien über bestimmte Kulturen“ (1972, S. 83).

4.3 Verstehen

Das Verstehen ist in der zweiten Verhaltensklasse eingeordnet, sie beinhaltet die intellektuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten, welche größtenteils an Schulen und Hochschulen gefördert werden. Von Studenten wird erwartet, dass sie beim Erhalt einer Information wissen worüber gesprochen wird und von darin vorkommenden Ideen Gebrauch machen können (Bloom 1972, S. 98). Wird ein Verständnis erreicht, können Informationen im Gedächtnis verändert oder in eine andere Form verwandelt werden, ebenfalls können Informationen in einfacher Form erweitert werden.

Bloom (1972, S. 98) untersucht drei Typen von Verständnisverhalten, die erste ist *Übersetzen* gefolgt von *Interpretieren* und *Extrapolieren*. Das *Übersetzen* zeigt sich indem ein Individuum eine Information in einer anderen Sprache ausdrücken kann oder die Information mit anderen Begriffen veranschaulicht. Der Sinn einer Information sollte demnach erfasst und wiedergegeben werden können.

Das *Interpretieren* macht das Neuordnen von Informationen erforderlich. Individuen zeigen Interpretationsverhalten indem sie schlussfolgern, verallgemeinern oder zusammenfassen. Abgegrenzt wird die Interpretation von der Analyse, welche ihren Fokus eher auf die Effektivität und der Logik der Information setzt. Zudem unterscheidet sich die Interpretation von der Anwendung und der Evaluation, welche Informationen mehr Bedeutung für Phänomene oder Bewertungen beimengen (Bloom 1972, S. 99).

Beim *Extrapolieren* werden auf Grundlage von Informationen Schätzungen und Voraussagen angestellt, welche beim Verstehen auch das Schlussfolgern mit einschließen. Abgegrenzt wird das Extrapolieren von der Anwendung, da sich das Denken auf Gegebenes und nicht auf Abstrahiertes stützt (Bloom 1972, S. 99).

4.4 Anwendung

Die Anwendung ist in der dritten Verhaltensklasse eingeordnet. Aufgrund der hierarchischen Anordnung der Taxonomien bedeutet dies, dass die Anwendung Fertigkeiten und Fähigkeiten der tieferstehenden Kategorien Wissen und Verstehen erfordert. Die Voraussetzung für die Kategorie Anwendung ist das Verständnis einer bestimmten Methode, Theorie, eines Prinzips oder einer Abstraktion (Bloom 1972, S. 130).

Der Unterschied zwischen den Kategorien Verstehen und Anwenden lässt wie folgt darstellen: *„Ein Problem, das in der Kategorie des Verstehens eingestuft wird, verlangt vom Schüler, daß er eine Abstraktion so gut kennt, daß er ihren Gebrauch richtig demonstrieren kann, wenn er besonders danach gefragt wird. Bei „Anwendung“ wird jedoch ein Schritt darüber hinausgegangen. Wenn dem Schüler ein neues Problem gegeben wird, wendet er die angemessene Abstraktion an, ohne vorher darauf hingewiesen worden zu sein, ob die Abstraktion richtig ist, oder ohne daß im vorher gezeigt werden muß, wie sie in dieser Situation zu benutzen ist“* (Bloom 1972, S. 130).

Bei der Demonstration von Verständnis kann der Schüler somit die Abstraktion benutzen, sobald ihr Gebrauch vorher beschrieben wird. Bei der Anwendung wird der Schüler die Abstraktion richtig benutzen, wenn sich eine geeignete Situation ergibt, hierbei bedarf es keine genauere Beschreibung des Lösungsweges (Bloom 1972, S. 130).

Da vieles von dem was gelernt wird für die Anwendung auf problemhaltige Situationen des täglichen Lebens benötigt wird, sind die Lernziele der Anwendung in allgemeinen Lehrplänen besonders wichtig (Bloom 1972, S. 132).

4.5 Analyse

Die Einordnung der Analyse erfolgt in die vierte Verhaltensklasse. Dementsprechend befinden sich die Fertigkeiten, welche bei einer Analyse vorkommen, auf einem höheren Niveau, als bei der Anwendung und dem Verstehen. Beim Verstehen liegt der Fokus beim Begreifen der Bedeutung von Informationen, welche im Material stecken. Beim Anwenden liegt dieser „[...] auf dem Erinnern von geeigneten Verallgemeinerungen oder Prinzipien und dem Verbinden mit einem vorgegebenen Material“ (Bloom 1972, S. 156). Eine Analyse löst Material in die wesentlichen Teile auf und stellt Beziehungen zwischen den Teilen her, dabei hilft sie bei der Erlangung eines vollkommeneren Verständnisses für das Material. Zudem ist die Analyse als eine Vorstufe der Bewertung bzw. Evaluation anzusehen (Bloom 1972, S. 156).

Die Analyse ist das bedeutungsvollste Lernziel in den Natur- und Sozialwissenschaften sowie in der Philosophie. In allen Fächern sollen unter anderem die Fähigkeiten entwickelt werden, bei Informationen zwischen Tatsachen und Hypothesen zu unterscheiden, eine Auswahl zwischen geeignetem und ungeeignetem Material zu treffen sowie Belege für die Techniken und Motive der Autoren zu finden (Bloom 1972, S. 156).

Eine vollständige Trennung zwischen der Analyse und dem Verständnis sowie zwischen der Analyse und der Evaluation ist nach Bloom (1972, S. 165) nicht möglich. Versteht ein Schüler die Bedeutung einer Information, muss er diese nicht wirksam analysieren können und derjenige der eine Information richtig analysieren kann muss diese nicht zwingend erfolgreich beurteilen können.

Die Lernziele der Analyse können auf drei unterschiedlichen Niveaus vorliegen. Das erste Niveau nennt Bloom (1972, S. 158 ff.) die *Analyse von Elementen*, auf diesem Niveau sollten stillschweigende Annahmen in einem Dokument erkannt werden oder Schlussfolgerungen von Aussagen unterschieden werden. Die *Analyse von Beziehungen* befindet sich auf dem zweiten Analyseniveau. Lernziele sind dabei unter anderen das Entdecken von logischen Fehlern in Argumenten oder die Überprüfung der Folgerichtigkeit einer Hypothese mit gegebenen Informationen. Die *Analyse von ordnenden Prinzipien* beinhaltet das schwierigste Analyseniveau. Als Beispiel für ein Lernziel nennt Bloom „ [d]ie Fähigkeit, die Absicht, den Standpunkt oder die Gedanken und Gefühle des Autors, wie sie sich in seinem Werk ausweisen, zu erschließen“ (1972, S. 160).

4.6 Synthese

Die Synthese ist in der fünften Verhaltensklasse eingeordnet. Das Lernziel beinhaltet im Wesentlichen das Zusammenfügen von Teilen und Elementen zu einem Ganzen. Aus einer im Vorfeld nicht erkennbaren Struktur soll in diesem Prozess, durch die Kombination von Elementen und Teilen, ein Muster entstehen. Diese Verhaltensklasse erfordert, im Gegensatz zu den anderen Kategorien, von den Lernenden den größten Teil an kreativen Verhalten. Da sich die Aufgaben der Schüler in einem theoretischen Rahmen befinden und sich damit Grenzen ergeben, handelt es nicht um ein vollkommen freies kreatives Verhalten (Bloom 1972, S. 174).

Die Zusammensetzung von Elementen geschieht auch in den Kategorien Verstehen, Anwendung und Analyse. Anders als bei der Synthese ist dies weniger vollständig und eher lückenhaft. Zudem wird mit gegebenen Materialien gearbeitet, welches bereits ein Ganzes bildet, um dies leichter zu verstehen. Dementgegen verlangt die Synthese, die Zusammensetzung von Elementen unterschiedlichster Quellen zu einer Struktur die vorher noch nicht eindeutig vorhanden war. Dies schließt die Benutzung der Fertigkeiten aller vorangegangenen Verhaltenskategorien mit ein (Bloom 1972, S. 174).

Bloom unterscheidet zwischen drei Arten der Synthese. Beim *Herstellen einer einzigartigen Nachricht* liegt der Fokus auf „[...] dem Entwickeln von Ideen und Gefühlen und dem Mitteilen von Erfahrungen an andere [...]“ (Bloom 1972, S. 180). Als Beispiele für das Lernziel gelten die Fähigkeiten, „[...] eine Ansprache aus dem Stegreif zu halten“ oder „[...] eine persönliche Erfahrung wirksam zu erzählen“ (Bloom 1972, S. 181).

Das *Entwerfen eines Plans für bestimmte Handlungen* ist die zweite Unterkategorie der Synthese. Die Lernziele beabsichtigen die Erschaffung eines Plans von Handlungen, welcher den Anforderungen einer bestimmten Aufgabe genügen muss. Hier sollten Lernende beispielsweise die Fähigkeit für die Planung einer Unterrichtseinheit für eine besondere Lehrsituation besitzen. Als weiteres Beispiel für ein Lernziel nennt Bloom „[d]ie Fähigkeit, einfache Maschinenwerkzeuge für bestimmte Fertigungsprozesse zu entwerfen“ (1972, S. 183).

In der Unterkategorie *Ableiten einer Folge abstrakter Beziehungen* werden Lernziele behandelt, welche eine abstrakte Beziehung erzeugen (Bloom 1972, S. 183). Das Formulieren einer Lerntheorie, welche für den Unterricht brauchbar ist oder Verallgemeinerungen und Entdeckungen in der Mathematik zu machen sind einige Beispiele für die Lernziele dieser Unterkategorie (Bloom 1972, S. 184).

4.7 Evaluation

Die Evaluation von Arbeiten, Materialien oder Methoden für einen bestimmten Zweck kann nur unter Einbezug von Kriterien und Regeln stattfinden. Diese werden benötigt, um die Richtigkeit der Einzelheiten wirksam beurteilen zu können. Bloom (1972, S. 200) stellt die Evaluation an die letzte Stelle der Taxonomie, da dieser komplexe Prozess die Verhaltensweisen aller anderen Kategorien (Wissen, Verstehen, Anwendung, Analyse und Synthese) enthält.

Meinungen sind in dieser Kategorie nicht enthalten, da diese in der Regel auf einem weniger bewussten Niveau entstehen und schnelle Entscheidungen ohne sorgsame Untersuchung des Objekts mit einschließen. Die Klassifikation beinhaltet nur solche Bewertungen, die anhand eindeutiger Kriterien bewusst gemacht werden können und auf ein entsprechendes Verständnis und eine Analyse gestützt sind (Bloom 1972, S. 201).

Unterschieden werden zwei Typen der Evaluation. Der Erste ist *die Beurteilung einer Information aufgrund der logischen Richtigkeit, der Zusammensetzung oder anderer interner Kriterien*. Hierbei handelt es sich um die Fähigkeit, „[...] gegebene Kriterien anzuwenden (auf interne Normen gestützt), um eine Arbeit zu beurteilen“ (Bloom 1972, S. 203). Als Lernziel kann somit das Nachweisen von logischen Fehlern in einer Begründung aufgeführt werden.

Der zweite Typ der Bewertung ist das *Urteilen aufgrund äußerer Kriterien*. Die Beurteilung einer Arbeit erfolgt anhand der gewöhnlichen Kriterien bzw. Techniken oder Regeln in diesem Bereich. Ebenfalls sollten Arbeiten aus einem Bereich miteinander verglichen werden, dies führt zu einheitlichen Kriterien für die Bestimmung des Urteils. Dementsprechend sollten historische Arbeiten nicht mit Kriterien von rhetorischen Arbeiten bewertet werden (Bloom 1972, S. 203). Als Beispiele für Lernziele nennt Bloom „[d]ie Fähigkeit, Urteile und Werte, die in der Auswahl von Handlungsabläufen stecken, zu identifizieren und einzuschätzen“ sowie „[d]ie Fertigkeit, Werte, die in verschiedenen Handlungsabläufen stecken, zu erkennen und zu gewichten“ (1972, S. 204).

5 Forschungsmethodischer Ansatz

Die Ausführungen im nachfolgenden Kapitel beziehen sich auf die Methode, welche zur Untersuchung der ersten Hypothese angewandt wird. In Kapitel 5.1 wird zunächst die Theorie der Inhaltsanalyse nach Früh vorgestellt. Davon ausgehend wird in Kapitel 5.2 die Praxis der Inhaltsanalyse in der Planungsphase zur ersten Hypothese angewendet.

5.1 Inhaltanalyse nach Früh

5.1.1 Begriffsbestimmung

Die Forschungsmethode der Inhaltsanalyse wird von Früh definiert als „[...] eine empirische Methode zur systematischen, intersubjektiv nachvollziehbaren Beschreibung inhaltlicher und formaler Merkmale von Mitteilungen; (häufig mit dem Ziel einer darauf gestützten interpretativen Inferenz)“ (2001, S. 25). Hierbei grenzt er sich bewusst von der klassischen Definition von Berelson (1952) ab, welcher folgende Definition zu Grunde legt: „*Content Analysis is a research technique for the objective, systematic, and quantitative description of the manifest content of communication*“ (Berelson 1952, S. 18, zitiert nach: Früh 2001, S. 25). Für Früh haben die Begriffe „manifest“, „objektiv“ und „quantitativ“ in früherer Zeit für Verwirrung gesorgt und weniger zur Klärung beigetragen, jedoch seien die Begriffe nicht als falsch zu interpretieren. Das Augenmerk seiner Definition richtet Früh (2001, S. 25) auf die Bestandteile „empirische Methode“, „systematisch“ und „intersubjektiv nachvollziehbar“, welche nachfolgend erläutert werden.

Die „[...] empirische Methode bezeichnet die Art und Weise, in der die Inhaltsanalyse zu wissenschaftlichen Erkenntnissen führt bzw. die Modalität des Zugangs zur Realität“ (Früh 2001, S. 25). Weist das Erkenntnisobjekt ein wahrnehmbares (intersubjektiv identifizierbares) Korrelat in der Realität auf, so handelt es sich um ein empirisches Vorgehen (Früh 2001, S. 25). Enthalten Erkenntnisobjekte wahrnehmbare Korrelate bzw. angebbare Indikatoren, kann von einer empirischen Vorgehensweise gesprochen werden (Früh 2001, S. 25).

Die Systematik verlangt zum einen eine strukturierte Vorgehensweise in der Umsetzung der Forschungsaufgabe in eine eindeutige Forschungsstrategie. Zudem muss die Forschungsstrategie dauerhaft und unveränderlich auf das Untersuchungsmaterial angewandt werden (Früh 2001, S. 37). Nach Früh beinhaltet die Systematik bei der Umsetzung in konkrete Forschungsoperationen mehrere Aspekte: „[...] die Formulierung empirisch prüfbarer Hypothesen, die Festlegung des

relevanten Untersuchungsmaterials, der Analyse-, Codier- und Messeinheiten; weiter die Entwicklung des Kategoriensystems mit Definitionen, allgemeine Codieranweisungen und die Überprüfung von Validität und Reliabilität“ (2001, S. 37).

Sind die Ergebnisse intersubjektiv nachvollziehbar, dann ist das Qualitätskriterium der Objektivität erfüllt. Dies wird mit der Offenlegung des Verfahrens erreicht, um die Methode somit vom untersuchenden Subjekt abzugrenzen. Das heißt, die Ergebnisse sind von verschiedenen Subjekten reproduzierbar. Die Objektivität ist eine wesentliche Voraussetzung für die Aussagekraft jeder Inhaltsanalyse. Demnach muss der Forschende genau darlegen, wie er die Daten erhoben hat und welche Bedeutung der Ergebnisse haben (Früh 2001, S. 37).

5.1.2 Gegenstand

Damit ein Forschungsproblem untersucht werden kann, wird eine geeignete Methode benötigt. Die Wahl der Methode hängt dabei von der Problemstellung und des Forschungsinteresses ab. Bei einer Problemstellung, die sich der Meinung der Deutschen über bestimmte Politiker beschäftigt, wäre beispielsweise eine Bevölkerungsumfrage angemessen (Früh 2001, S. 38 f.). Die Inhaltsanalyse lässt sich grundsätzlich auf vielen Gebieten einsetzen, doch wann ist diese Forschungsmethode angemessen und wo liegen ihre Vorteile gegenüber anderen Methoden? Früh nennt für die Beantwortung sechs Punkte:

- „1. Die Inhaltsanalyse erlaubt Aussagen über Kommunikator und Rezipienten, die nicht bzw. nicht mehr erreichbar sind.
2. Der Forscher ist nicht auf die Kooperation von Versuchspersonen angewiesen.
3. Der Faktor Zeit spielt für die Untersuchung eine untergeordnete Rolle; man ist nicht an bestimmte Termine zur Datenerhebung gebunden.
4. Es tritt keine Veränderung des Untersuchungsobjekts durch die Untersuchung auf.
5. Die Untersuchung ist beliebig reproduzierbar oder mit einem modifizierten Analyseinstrument am selben Gegenstand wiederholbar.
6. Inhaltsanalysen sind meist billiger als andere Datenerhebungsmethoden“ (2001, S. 39).

Die Methode der Inhaltsanalyse ist dann von Bedeutung, wenn es unter forschungsspezifischen Aspekten notwendig ist Komplexität zu reduzieren. Textmengen können dadurch nach bedeutenden Merkmalen klassifiziert und beschrieben werden. Durch die Reduktion der Textmenge und somit der Komplexität gehen jedoch auch Informationen verloren (Früh 2001, S. 39). Dieser

Informationsverlust tritt zum einen bei der Entfernung von Textpassagen, die keinen Zusammenhang zum Forschungsinteresse haben auf und zum andern bei der Klassifikation der Textmerkmale. Diese Textmerkmale werden anhand festgelegter Kriterien in eine bestimmte Merkmalsklasse eingeordnet. In dieser Weise werden bei der Inhaltsanalyse die Textmerkmale in Kategorien zugeordnet, wobei die ursprüngliche Bedeutung der in einer Kategorie gefassten Mitteilung unberücksichtigt bleibt (Früh 2001, S. 39 f.).

Nachteilig wird der Informationsverlust von Früh nicht gesehen, eher sei dieser eine Voraussetzung für einen Informationsgewinn. Durch die reduzierte Perspektive können größere strukturelle Zusammenhänge erkannt werden (2001, S. 40). Ohne eine Reduktion seien Vergleiche von einer großen Anzahl von Texten kaum noch herzustellen. Ein regelgeleitetes klassifizieren (messen und quantifizieren) sieht Früh als Bedingung, dass größere Datenmengen unter Verwendung von statistischen Verfahren weiterverarbeitet werden können (2001, S. 40).

5.1.3 Induktive und deduktive Vorgehensweise

In einem wissenschaftlichen Forschungsprozess wird zwischen einer induktiven und deduktiven Vorgehensweise unterschieden. Die Induktion kennzeichnet sich dadurch, dass von empirischen Beobachtungen auf theoretische Konzepte geschlossen wird. Gegenteilig wird bei der Deduktion von theoretischen Konzepten auf Beobachtungsaussagen geschlossen (Früh 2001, S. 72). Ähnlich wie die Debatte um qualitative und quantitative Inhaltsanalysen wurde in der Literatur darüber bereits intensiv diskutiert. Für die Inhaltsanalyse ist nach Früh (2001, S. 72) die These von Popper (1974, S. 85 ff.) relevant, dieser sieht eine Theoriebeladenheit jeder Beobachtung.

Nur die Unabhängigkeit eines Beobachters gewährleistet schlüssige Aussagen über allgemeine theoretische Sätze. „Theorie in irgend einer Form ist bei jeder menschlichen Wahrnehmung, und damit auch bei der Inhaltsanalyse, immer vorhanden“ (Früh 2001, S. 73). Deshalb kann es nach Früh die reine Induktion nicht geben. Früh empfiehlt eine methodische Vorgehensweise, welche neben der erforderlichen Deduktion ebenfalls eine offene explorative Strategie beinhaltet (Früh 2001, S. 73).

Für die Anwendung schlägt Früh eine Kombination beider Elemente vor. Hier soll die theoriegeleitete (Deduktion) und die empiriegeleitete (Induktion) gemeinsam für Analysen eingesetzt werden. Eine scharfe Trennung zwischen einer quantitativen und qualitativen Inhaltsanalyse hält Früh für wenig sinnvoll. Manche Quantitative Inhaltsanalysen „[...] gehen von sehr dezidierten, in Hypothesen formulierten theoretischen Position aus, die am Textmaterial geprüft werden soll

[...]“ (Früh 2001, S. 73). Qualitative Inhaltsanalysen „[...] haben zunächst nur Textmaterial und interessieren sich dafür, welche interpretierbaren Merkmale es besitzen könne [...]“ (Früh 2001, S. 73). Die Position, welche dominiert, sollte auch bei der theoriegeleiteten und empiriegeleiteten Kategorienbildung stärker gewichtet werden.

5.2 Planungsphase zur Untersuchung der ersten Hypothese

5.2.1 Festlegung des Untersuchungsmaterials

Die erste Hypothese, welche im Zusammenhang mit der Forschungsfrage untersucht werden soll, lautet: Die Lernergebnisse des Studiengangs Bachelor of Education Metalltechnik befinden sich auf einem niedrigeren Niveau, als die Lernergebnisse des Studiengangs Bachelor of Science Maschinenbau. Die Analyse beschränkt sich dabei auf die Studiengänge, die an der Technischen Universität Darmstadt angeboten werden. Diesbezüglich werden nur Texte betrachtet, die vom Präsidenten der Technischen Universität Darmstadt genehmigt sind und offiziell bekannt gemacht wurden. Die Beschreibungen von Fach- und Studienbereichen zu den Lehrveranstaltungen oder Texte, die Informationen über die Studienorganisation breitstellen werden somit nicht berücksichtigt. Zur Analyse der ersten Hypothese werden die aktuellen Ordnungen der im Folgenden genannten Studiengänge herangezogen:

- Metalltechnik: Ordnung des Studiengangs Gewerblich-technische Bildung - Metalltechnik Bachelor of Education (B.Ed.). In Kraft-Treten der Ordnung am 01.10.2014.
- Maschinenbau: Ordnung des Studiengangs Maschinenbau - Mechanical and Process Engineering Bachelor of Science (B.Sc.). In Kraft-Treten der Ordnung am 01.10.2014.

Beide Ordnungen enthalten zusätzlich Ausführungsbestimmungen, welche sich im Anhang der entsprechenden Ordnung befindet.

- Studien- und Prüfungsplan
- Kompetenzbeschreibungen
- Modulhandbuch
- Praktikumsordnung

Die Unterscheidung von Anforderungen, bezüglich der Lernergebnisse, kann in den beiden Studiengängen nur in vergleichbaren Studienabschnitten erfolgen. Demgemäß müssen zuerst die gemeinsamen Pflichtveranstaltungen in der Fachwissenschaft für Maschinenbau- und Lehramtsstudenten festgelegt werden. Nach Sichtung der beiden Studienordnungen ergeben sich gemäß dem Modulhandbuch B. Ed. (2014) sowie dem Modulhandbuch B. Sc. (2015) zwölf Lehrveranstaltungen¹, die für den Vergleich der beiden Studiengänge herangezogen werden. Tabelle 1 zeigt, welche Lehrveranstaltungen bzw. Module für die folgende Analyse zu untersuchen sind:

Tabelle 1: Lehrveranstaltungen für den Vergleich der Lernergebnisse

Metalltechnik	Maschinenbau
Bachelor-Thesis	Bachelor-Thesis
Informations- und Kommunikationstechnologie im Maschinenbau	Informations- und Kommunikationstechnologie im Maschinenbau
Höhere Mathematik I	Mathematik für den Maschinenbau I
Technische Mechanik I für das Lehramt (Statik)	Technische Mechanik I (Statik)
Werkstoffkunde I	Werkstoffkunde I
Höhere Mathematik II	Mathematik für den Maschinenbau II
Rechnergestütztes Konstruieren	Rechnergestütztes Konstruieren
Technische Mechanik II für das Lehramt (Elastostatik)	Technische Mechanik II (Elastostatik)
Maschinenelemente und Mechatronik I für das Lehramt	Maschinenelemente und Mechatronik I
Technische Thermodynamik für das Lehramt	Technische Thermodynamik I
Technologie der Fertigungsverfahren	Technologie der Fertigungsverfahren
Maschinenelemente und Mechatronik II für das Lehramt	Maschinenelemente und Mechatronik II

¹ Höhere Mathematik I und II sowie Mathematik für den Maschinenbau I und II werden trotz getrennter Lehrveranstaltungen für den Vergleich herangezogen

5.2.2 Festlegung der Analyseeinheit und Kategorienbildung

Nachdem das Untersuchungsmaterial festgelegt wurde, kann die Analyseeinheit bestimmt werden. Hierbei sind die zu vergleichenden Lernergebnisse in den jeweiligen Modulhandbüchern der beiden Studiengänge aufgeführt. Somit bilden die Lernergebnisse der in Tabelle 1 aufgeführten Lehrveranstaltungen die Analyseeinheit. Für den Vergleich werden das Modulhandbuch B. Ed. 2014 (Stand: 26.03.2014) für den Studiengang Metalltechnik sowie das Modulhandbuch B. Sc. 2015 (Stand: 14.07.2015) für den Studiengang Maschinenbau herangezogen.

Die Kategorienbildung kann zum einen theoriegeleitet (deduktiv) und zum anderen empiriegeleitet (induktiv) erfolgen. Der Fokus folgender Analyse liegt auf der deduktiven Inhaltsanalyse. Für den Vergleich der Anforderungen der Studiengänge Metalltechnik und Maschinenbau wird die deduktive Vorgehensweise verwendet. Die Wahl dieser Methode ergibt sich aus der bereits bestehenden Vergleichbarkeit von Lernergebnissen in Bachelor- und Masterstudiengängen, die mit dem Bologna-Prozess einhergingen.

Die Vergleichbarkeit von Lernergebnissen setzt die Technische Universität Darmstadt bei der Erstellung von Modulhandbüchern um, indem sie Kompetenzen auf unterschiedlichen Niveaus beschreibt. Die Begriffe Lernergebnis und Kompetenz werden hierbei gleichgesetzt (Hochschuldidaktische Arbeitsstelle TU Darmstadt 2010, S. 4). In Anlehnung an DAAD (2008) erstellt die Hochschuldidaktische Arbeitsstelle TU Darmstadt (2010) Formulierungshilfen für Kompetenzen in Modulhandbüchern.

Die „Kompetenzbeschreibungen sollen definieren, was ein Studierender nach Abschluss des Moduls in der Lage ist zu tun“ (Hochschuldidaktische Arbeitsstelle TU Darmstadt 2010, S. 6). Bei der Formulierung von Kompetenzen sollen demnach stets Verben eingesetzt werden. Ein Vorschlag für die Kompetenzformulierung ist, auf einer Verbensammlung basierend auf die Taxonomie von Bloom (1972) zurückzugreifen (Hochschuldidaktische Arbeitsstelle TU Darmstadt 2010, S. 6). Bloom (1972) unterscheidet sechs kognitive Niveaustufen, entsprechend werden auf jedem Niveau Verben zugeordnet.

Diesbezüglich bilden die Niveaustufen nach Bloom (1972) die sechs Hauptkategorien für den Vergleich der Studiengänge Metalltechnik und Maschinenbau: 1. Wissen, 2. Verstehen, 3. Anwenden, 4. Analysieren, 5. Synthetisieren, 6. Evaluieren. Tabelle 2 zeigt Verben, die den einzelnen Niveaus zugeordnet sind.

Tabelle 2: Zuordnung von Verben

Niveau	Verben
Evaluieren	argumentieren, benoten, beurteilen, bewerten, beziehen, einschätzen, empfehlen, entscheiden, evaluieren, interpretieren, kontrastieren, kritisieren, messen, rechtfertigen, schließen, überarbeiten, überzeugen, unterscheiden, unterstützen, validieren, vergleichen, versichern, verteidigen, Wert bemessen
Synthetisieren	anhäufen, argumentieren, arrangieren, neu arrangieren, aufbauen, ausdenken, beziehen, einrichten, entwickeln, erfinden, erklären, formulieren, generalisieren, generieren, hervorbringen, integrieren, kategorisieren, kombinieren, konstruieren, kreieren, machen, managen, modifizieren, organisieren, planen, rekonstruieren, reorganisieren, sammeln, transferieren, überarbeiten, vorbereiten, vorschlagen, zusammenfassen, zusammenfügen, übertragen
Analysieren	ableiten, analysieren, arrangieren, ausführen, berechnen, bestimmen, beurteilen, beziehen, debattieren, differenzieren, ermitteln, experimentieren, folgern, herausstellen, identifizieren, illustrieren, kategorisieren, klassifizieren, kritisieren, prüfen, untersuchen, vergleichen
Anwenden	anwenden, ausprobieren, auswählen, bedienen, berechnen, beschäftigen, beurteilen, beziehen, demonstrieren, entdecken, entwickeln, erlassen, gebrauchen, interpretieren, konstruieren, lösen, manipulieren, planen, organisieren, produzieren, prüfen, skizzieren, transferieren, voraussagen, wählen, zeigen
Verstehen	assoziiieren, ausdrücken, auseinanderhalten, auswählen, ausweiten, berichten, beschreiben, dekodieren, differenzieren, diskutieren, erkennen, erklären, gegenüberstellen, generalisieren, hinweisen, interpretieren, klären, konstruieren, klassifizieren, lokalisieren, lösen, schätzen, übersetzen, umwandeln, vorhersagen
Wissen	auflisten, aufzählen, benennen, beschreiben, bezeichnen, definieren, erinnern, erkennen, feststellen, herausfinden, identifizieren, präsentieren, sammeln, skizzieren, wiedergeben, wiederholen, zeigen, zitieren

Quelle: Hochschuldidaktische Arbeitsstelle TU Darmstadt (2010), in Anlehnung an Bloom (1972)

Eine exakte Zuordnung von Verben zu Niveaus ist nicht möglich (Hochschuldidaktische Arbeitsstelle TU Darmstadt 2010, S. 6). Einige Verben, beispielsweise „klassifizieren“ oder „berechnen“, sind mehreren Kompetenzniveaus zugeordnet. Damit die zu untersuchenden Texte den entsprechenden Kategorien zugewiesen werden können, sind die Kontexte des Untersuchungsmaterials sowie der Analyseeinheit zu beachten. Die folgende Probecodierung sowie die Codierhinweise geben ferner Anhaltspunkte zur Zuweisung der Kategorien.

5.2.3 Probecodierung

Das dargestellte Kategoriensystem soll jetzt anhand einer Probecodierung getestet werden. Gleichmaßen dient die Probecodierung dazu, die Verben aus Tabelle 2 exakter zu bestimmen und gegebenenfalls zu ergänzen. Die Zuordnung des Textmaterials und die Codierentscheidung soll damit begründet und dargelegt werden. Zur Probecodierung werden Beispieltex te zu gemeinsamen Lehrveranstaltungen der Studiengänge Metalltechnik und Maschinenbau herangezogen.

Damit die Anforderungen der beiden Studiengänge verglichen werden können, ist zu bestimmen: Welche Niveaus wie oft in den Beschreibungen zu den Lernergebnissen vorkommen? Dazu werden zunächst nur die Textabschnitte gezählt, die auf festgelegte Niveaus bzw. Kategorien hinweisen. Die Codieranweisung lautet: Die Texte sind nach Lernergebnissen abzusuchen, die in das Kategoriensystem eingeordnet werden können. Textbestandteile, die sich nicht auf die Kategorien beziehen bleiben unberücksichtigt (Früh 2001, S. 153). Die in Tabelle 2 enthaltenen Verben werden zur Zuweisung in das Kategoriensystem benutzt. Können die Verben nicht eindeutig einer Kategorie zugewiesen werden oder ist die Zuordnung auf Grundlage der Theorie von Bloom (1972) zweifelhaft, muss die Kontexteinheit betrachtet werden. Die **Kontexteinheit** (Nomen, Adjektive) beschreibt alle Informationen, die im gleichen Satz mit dem Indikator stehen. Die **Indikatoren** sind Verben oder substantivierte Verben, durch die eine Zuordnung in das Kategoriensystem erfolgen soll (Früh 2001, S. 154). Folgende Beispiele beziehen sich auf Lehrveranstaltungen im Pflichtbereich der jeweiligen Studiengänge Metalltechnik (Modulhandbuch B. Ed. 2014) oder Maschinenbau (Modulhandbuch B. Sc. 2015).

Technische Mechanik II für das Lehramt (Elastostatik) (Metalltechnik)

„1. Deformationen und Beanspruchung bei statisch bestimmten und statisch unbestimmten Stabsystemen zu ermitteln“.

Indikator: ermitteln

„Ermitteln“ befindet sich in Tabelle 2 und kann eindeutig der Kategorie „Analysieren“ zugeordnet werden. Die Betrachtung der Kontexteinheit bezüglich der Theorie von Bloom (1972), ergibt keine weiteren Hinweise auf eine fehlerhafte Zuordnung.

Bachelor-Thesis (Maschinenbau)

„1. Eine technisch-wissenschaftliche Fragestellung mit ingenieurwissenschaftlichen Methoden strukturiert zu lösen“.

Indikator: lösen

Der Indikator befindet sich auf den Niveaus „Verstehen“ und „Anwenden“.

Problem: Welcher Kategorie soll der Indikator zugeordnet werden?

Entscheidung. Die Kontexteinheit muss für eine genauere Zuordnung betrachtet werden. „Ingenieurwissenschaftliche Methoden“ und „strukturiert“ deuten auf ein organisiertes Vorgehen hin, welches durch den Studierenden angewandt werden muss. Infolgedessen wird „lösen“ zur Kategorie „Anwenden“ gezählt.

Technische Mechanik I für das Lehramt (Statik) (Metalltechnik)

„1. Die Begriffe Kraft, Moment und Gleichgewicht zu unterscheiden und zu erklären“.

Erster Indikator: unterscheiden

Unterscheiden wird nach Tabelle 2 der Kategorie „Evaluieren“ zugeordnet. Betrachtet man die Kontexteinheit in Bezug zur Theorie nach Bloom (1972), handelt es sich um eine Unterscheidung von Begriffen. Dies befindet sich nicht auf dem Niveau „Evaluieren“.

Problem: Welcher Kategorie soll „unterscheiden“ zugeordnet werden?

Entscheidung: Nach der Theorie von Bloom (1972) befindet sich „Begriffe unterscheiden“ auf einem unteren Niveau. Auf Grundlage der Theorie und dem Vergleich zwischen Indikator und den Verben in Tabelle 2 soll eine Zuordnung stattfinden. „Unterscheiden“ weist eine Ähnlichkeit zu „differenzieren“ auf. So kann auf theoretischer Grundlage und dem Abgleich des Indikators mit vorhandenen Verben der Indikator „unterscheiden“ der Kategorie „Verstehen“ zugeordnet werden.

Zweiter Indikator: erklären

Erklären lässt sich anhand Tabelle 2 sowohl in die Kategorie „Verstehen“ als auch in die Kategorie „Synthetisieren“ einordnen.

Problem: In welche von den beiden Kategorien soll der Indikator zugeordnet werden?

Entscheidung: Da der erste Indikator bereits einen Hinweis auf ein bestimmtes Niveau in diesem Satz gibt, wird der zweite Indikator ebenfalls auf einem ähnlichem Niveau gewertet. „Erklären“ wird in diesem Fall der Kategorie „Verstehen“ zugeordnet.

Informations- und Kommunikationstechnologie im Maschinenbau (Maschinenbau)

„1. Hardwaretechnik zu klassifizieren und Merkmale von Software benennen“.

Erster Indikator: klassifizieren

Problem: Das Verb „klassifizieren“ ist sowohl in Kategorie „Verstehen“ als auch in Kategorie „Analysieren“ vorhanden.

Entscheidung: Hier soll zunächst der zweite Indikator betrachtet werden.

Zweiter Indikator: benennen

Entscheidung: „Benennen“ lässt sich zweifelsfrei in die Kategorie „Wissen“ einordnen. Da sich bereits der zweite Indikator auf dem Niveau „Wissen“ befindet, wird angenommen, dass sich der erste Indikator auf einem ähnlichen Niveau befindet. Damit wird „benennen“ in die Kategorie „Wissen“ und „klassifizieren“ in die Kategorie „Verstehen“ eingeordnet.

Informations- und Kommunikationstechnologie im Maschinenbau (Maschinenbau)

„3. Datenstrukturen und Algorithmen zu entwickeln, um anwendungsspezifische Probleme lösen zu können“.

Erster Indikator: entwickeln

Problem: „Entwickeln“ befindet sich auf den Niveaus „Anwenden“ und „Synthetisieren“.

Entscheidung: Damit das Verb zugeordnet werden kann, soll zuerst der zweite Indikator beurteilt werden.

Zweiter Indikator: lösen

Problem: „Lösen“ befindet sich auf den Niveaus „Verstehen“ und „Anwenden“.

Entscheidung: Da sich beide Indikatoren auf mehreren Niveaus befinden wird davon ausgegangen, dass sich die Niveaus in einem Satz tendenziell angleichen. Für eine Zuordnung soll deshalb das Niveau gewählt werden, bei welchem die größte Übereinstimmung vorhanden ist (Tendenz zur Mitte). In diesen Fall befinden sich die Indikatoren „entwickeln“ und „lösen“ beide auf dem Niveau „Anwenden“, somit kann zweimal die Kategorie „Anwenden“ gewertet werden.

Die Probecodierung zeigt, dass die von der Hochschuldidaktische Arbeitsstelle TU Darmstadt (2010) vorgeschlagenen Verben nicht immer eindeutig in den formulierten Lernergebnissen enthalten sind. Die folgende Codieranweisung soll hierbei das Vorgehen bei der Inhaltsanalyse verdeutlichen.

5.2.4 Codieranweisung

1. Die Texte sind nach Lernergebnissen abzusuchen, die in das Kategoriensystem eingeordnet werden können. Textbestandteile, die sich nicht auf die Kategorien beziehen bleiben unberücksichtigt. Unberücksichtigt bleibt zudem der Satz: „Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein (für bekannte Problemstellungen)“:
2. Die Anforderungen ergeben sich aus den Kompetenzen bzw. den Niveaus der Lernergebnisse.
3. Es wird nur ein Satz bzw. ein Lernergebnis auf einmal betrachtet. Zur Analyse eines Satzes bleiben vorherige und nachfolgende Sätze unberücksichtigt.
4. Ein Satz kann ein oder mehrere Lernergebnisse enthalten.
5. Die Indikatoren (Verben und substantivierte Verben, siehe Tabelle 2) und gegebenenfalls die Kontexteinheit (Adjektive und Nomen) werden für die Systematisierung der Lernergebnisse benutzt.
6. Ein Indikator muss genau einmal dem Kategoriensystem zugeordnet werden.
7. Kontexteinheiten geben Hinweise auf Einstufung des Indikators in das Kategoriensystem, werden aber nicht gewertet.
8. Für jede Lehrveranstaltung ist die Häufigkeit der auftretenden Indikatoren im Kategoriensystem zu bestimmen.
9. Ein Indikator in einem Satz:
 - a. Ist ein Indikator (unterscheiden) in Tabelle 2 einmal vorhanden, dann wird die entsprechende Kategorie (Evaluieren) bezüglich der theoretischen Grundlage (Bloom 1972) sowie der Kontexteinheit (Begriffe unterscheiden) betrachtet. Erscheint die Einteilung als sinnvoll, wird der Indikator der Kategorie zugeordnet. Wird die Zuordnung nicht als passend betrachtet, wird der Indikator dieser Kategorie nicht zugeordnet und muss neu festgelegt werden, siehe hierzu 9c.
 - b. Ist ein Indikator (lösen) in Tabelle 2 zweimal (Verstehen und Anwenden) vorhanden, dann wird hierzu die Kontexteinheit (ingenieurwissenschaftliche Methode strukturiert) betrachtet. Deutet sie, wie in diesem Fall, auf ein höheres Niveau hin, wird der Indikator entsprechend dem höherem Niveau zugeordnet. Gibt die Kontexteinheit keine genaueren Hinweise auf das Niveau, wird der Indikator in die untere Kategorie gezählt.

-
- c. Ist ein Indikator nicht in Tabelle 2 vorhanden oder wurde die Zuordnung als nicht sinnvoll angesehen (9a), dann wird der Indikator entsprechend der Theorie und der Kontexteinheit in eine Kategorie zugeordnet. Ebenfalls kann ein Vergleich mit anderen Verben aus Tabelle 2 erfolgen. Beispiel: „Unterscheiden“ ist zwar der Kategorie „Evaluieren“ zugeordnet wird aber als unzutreffend betrachtet. Der Kontext „Begriffe unterscheiden“ ist nach der Theorie eher auf dem Niveau „Verstehen“ einzuordnen, zudem finden man in Tabelle 2 „differenzieren“ als weiteren Hinweis auf diese Kategorie.

10. Mehrere Indikatoren in einem Satz:

- a. Befinden sich mehrere Indikatoren in einem Satz, werden zunächst die Indikatoren festgelegt, die sich eindeutig zuordnen lassen. Die verbleibenden Indikatoren werden dann anhand der Theorie sowie der Kontexteinheit betrachtet und mittels bereits gewerteter Indikatoren eingeordnet.
- b. Ist eine eindeutige Zuordnung mehrerer Indikatoren eines Satzes nicht möglich, gilt die Annahme, dass sich mehrere Indikatoren in einem Satz auf ähnlichem Niveau befinden. Sind beispielweise zwei Indikatoren in einem Satz, die sich jeweils auf einem unterschiedlichen Niveau befinden und die Kontexteinheit keine genaueren Hinweise zur Einordnung liefert, sollen die beiden Niveaustufen entsprechend vermittelt werden. Beispiel: „Erklären“ befindet sich auf den Niveaus „Verstehen“ sowie „Synthetisieren“ und „Klassifizieren“ befindet sich auf den Niveaus „Verstehen“ und „Analysieren“. Gewertet werden jeweils einmal das Niveau „Anwenden“ und einmal das Niveau „Analysieren“.

6 Datenerhebung und Auswertung der Anforderungen

Im nachfolgenden Kapitel soll die Forschungsfrage bezüglich der Anforderungen im Lehramtsstudium genauer untersucht werden. Dazu werden in den Kapiteln 6.1, 6.2 und 6.3 die Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der drei Hypothesen dargelegt.

6.1 Lernergebnisse der Studiengänge

6.1.1 Datenerhebung

Die Anforderungen der Studiengänge Maschinenbau und Metalltechnik werden in der vorliegenden Arbeit unter anderem anhand der Lernergebnisse beurteilt. Das Vorgehen wurde bereits in Kapitel 5.2 beschrieben und soll nun angewandt werden. Dazu werden die Texte der zu vergleichenden Studiengänge anhand der festgelegten Kategorien untersucht. Als Texte dienen die Modulhandbücher des Studiengangs Bachelor of Education Metalltechnik (Stand: 26.03.2016) und des Studiengangs Bachelor of Science Maschinenbau (Stand: 14.07.2016).

Untersucht werden die Lernergebnisse des Studiengangs Metalltechnik bezüglich Fächer des Pflichtbereichs aus der Fachwissenschaft Metalltechnik sowie die Bachelor-Thesis. Um einen Vergleich der Anforderungen anzustellen, werden die entsprechenden Fächer des Studiengangs Maschinenbaus ebenfalls untersucht. Die zu untersuchenden Lehrveranstaltungen sind in Tabelle 1 dargestellt.

Abbildung 1 zeigt die Analyse der Lehrveranstaltung Technische Mechanik I für das Lehramt (Statik).

1. Die Begriffe Kraft, Moment und Gleichgewicht zu unterscheiden und zu erklären.
2. Die Analyse statisch bestimmter Probleme nachzuvollziehen, in der Kräfte identifiziert, ihre Angriffspunkte und Wirkungen bestimmt und die Gleichgewichtsbedingungen erstellt werden.
3. Die Bestimmung von Lagerreaktionen in statisch bestimmten Systemen mithilfe von Gleichgewichtsbedingungen bzw. dem Prinzip der virtuellen Arbeit nachzuvollziehen.
4. Innere Kräfte und Momente in Balken und Fachwerken zu berechnen.
5. Schwerpunkte eines starren Körpers zu bestimmen.
6. Gleichgewichtslagen eines beweglichen Systems zu bestimmen und ihre Stabilität zu analysieren.
7. Die Analyse von statischen Systemen mit Reibung und Haftung und die Bestimmung der entsprechenden Kräfte zu reproduzieren.

Abbildung 1: Analyse der Lehrveranstaltung Technische Mechanik I für das Lehramt (Statik)

Quelle: Modulhandbuch B. Ed. (2014, S. 9)

Die Indikatoren, welche auf eine entsprechende Kategorie hinweisen, werden im Modulhandbuch farblich markiert. Die Farben deuten dabei auf unterschiedliche Kategorien bzw. Lernergebnisse hin, siehe Tabelle 3.

Tabelle 3: Farben zur Markierung der Indikatoren

Wissen	Verstehen	Anwenden	Analyse	Synthese	Bewertung
---------------	------------------	-----------------	----------------	-----------------	------------------

Nachdem die Lernergebnisse einer gemeinsamen Lehrveranstaltung der beiden Studiengänge Metalltechnik und Maschinenbau ausgewertet sind, werden die in einem Diagramm dargestellt. Die untersuchten Modulhandbücher befinden sich im Anhang 1 sowie im Anhang 2.

6.1.2 Auswertung

Im Folgenden wird die Häufigkeitsverteilung der Anforderungen einzelner Lehrveranstaltungen dargestellt. Dabei werden die Lernergebnisse im grundständigen Studiengang Maschinenbau mit dem Lehramtsstudiengang verglichen. Die Anforderungen in einzelnen Lehrveranstaltungen werden zunächst bezüglich der Häufigkeitsverteilung in den Studiengängen interpretiert, zusätzlich werden die Modulbeschreibungen herangezogen um die Ergebnisse näher zu erläutern.

Bachelor-Thesis

Die Bachelor-Thesis ist die Abschlussarbeit eines jeden Bachelorstudiengangs. Die Bachelor-Thesis ist keine einheitliche Lehrveranstaltung, dennoch soll sie für den Vergleich herangezogen werden. Da sich mit neuer Studienordnung die Bedingungen für den Lehramtsstudiengang geändert haben. Im Gegensatz zu der Ordnung B. Ed. (2009), in welcher die Bachelor-Thesis in der Fachwissenschaft oder in der Fachdidaktik der Fachrichtung Metalltechnik und im gut begründeten Ausnahmefall auch in der Erziehungswissenschaft geschrieben werden konnte, muss die Bachelor-Thesis seit der Ordnung B. Ed. (2014) in der Fachwissenschaft der beruflichen Fachrichtung Metalltechnik geschrieben werden. Demnach muss die Abschlussarbeit bei einem hauptamtlichen Professors des Fachbereichs Maschinenbau angefertigt werden. Die Bearbeitung der Bachelor-Thesis ist demzufolge mit ingenieurwissenschaftlichen Methoden durchzuführen und fordert den Rückgriff auf Kenntnisse der Fachwissenschaft Metalltechnik sowie des Maschinenbaus. Aus diesem Grund ist ein Vergleich der Lernergebnisse zwischen den Studierenden des Lehramts und Maschinenbaus durchaus sinnvoll.

Die Häufigkeitsverteilung der Anforderungen in der Abschlussarbeit im Modul Bachelor-Thesis zeigt Abbildung 2.

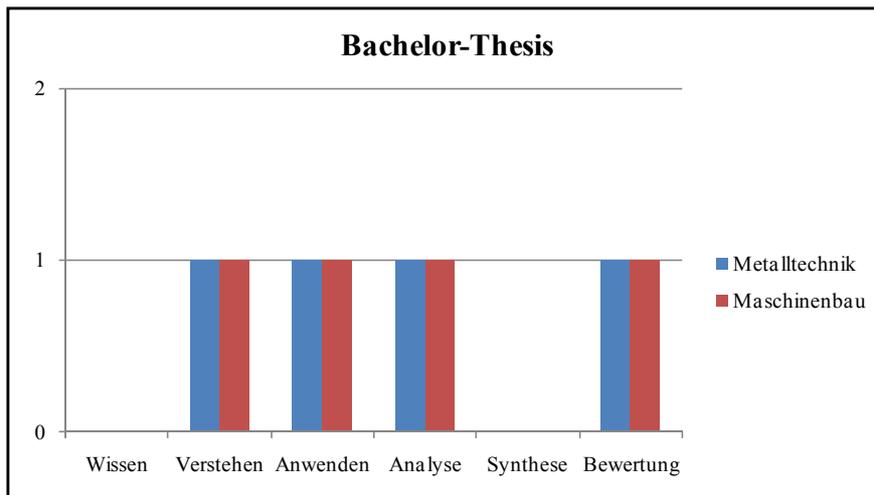


Abbildung 2: Anforderungen Bachelor-Thesis

Die Lernergebnisse der Bachelor-Thesis sind in beiden Studiengängen identisch. Die Niveaus Verstehen, Anwenden, Analyse und Bewertung werden jeweils einmal erreicht. Auf die Niveaus Wissen und Synthese kann bezüglich der genannten Lernergebnisse nicht geschlossen werden. Anzumerken ist, dass auf Grundlage der Theorie von Bloom (1972) jedes Niveau das vorangehende Niveau mit einschließt. Anhand der zu analysierenden Texte sind keine Unterschiede in den jeweiligen Anforderungen zu erkennen. Um die Ergebnisse genauer zu interpretieren, werden die einzelnen Modulbeschreibungen herangezogen.

Als Lerninhalt wird für beide Studiengänge eine aktuelle Aufgabenstellung aus der Forschung der anbietenden Fachgebiete angegeben. Die empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme, die Bachelor-Thesis erst nach dem Erwerb von 120 Credit Points zu beginnen, gilt für beide Studiengänge gleichermaßen. Die Prüfungsform ist ebenfalls ähnlich, hier wird eine schriftliche Ausarbeitung sowie ein Kolloquium verlangt.

Im Lehramtsstudiengang wird die Bachelor-Thesis mit zehn Credit Points angerechnet, was einem Arbeitsaufwand von 300 Stunden entspricht. Davon entfallen 300 Stunden auf das Selbststudium. Die Bachelor-Thesis wird im Studiengang Maschinenbau mit zwölf Credit Points angerechnet. Der Arbeitsaufwand ist auf 360 Stunden angesetzt, wovon 360 Stunden im Selbststudium stattfinden.

Die Prüfungsform, die Voraussetzung für die Teilnahme oder die Lerninhalte geben keine Hinweise auf den unterschiedlichen Arbeitsaufwand von 60 Stunden. Stellt man die Lernergebnisse des Moduls gegenüber, sollten die Studierenden in der Lage sein:

Im Studiengang Metalltechnik: „1. Eine einfache technisch-wissenschaftliche Fragestellung mit ingenieurwissenschaftlichen Methoden strukturiert zu lösen“ (Modulhandbuch B. Ed. 2014, S. 4).

Im Studiengang Maschinenbau: „1. Eine technisch-wissenschaftliche Fragestellung mit ingenieurwissenschaftlichen Methoden strukturiert zu lösen“ (Modulhandbuch B. Sc. 2015, S. 6).

Lediglich das Adjektiv „einfach“ unterscheidet die Lernergebnisse im Modul Bachelor-thesis. Bei der durchgeführten Inhaltsanalyse blieb das Adjektiv „einfach“ unberücksichtigt, deshalb wurden die Anforderungen bzw. das Niveau der Lernergebnisse als gleichwertig betrachtet.

Ob, oder inwieweit das Niveau in diesem Modul abweicht, lässt sich hinsichtlich der Modulbeschreibung kaum hinreichend klären. Einerseits müssen die Lehramtsstudenten lediglich eine „einfache“ technisch-wissenschaftliche Fragestellung strukturiert lösen, andererseits bekommen sie für das Modul auch nur zehn Credit Points statt zwölf Credit Points angerechnet.

Ich selbst habe meine Bachelor-thesis im Fachbereich Maschinenbau geschrieben und konnte an der Aufgabenstellung sowie an der Fragestellung keinen Niveauunterschied zu meinen Kommilitonen aus dem Bereich Maschinenbau feststellen. Ebenfalls waren die inhaltlichen und formalen Anforderungen identisch. Einzig bei der Bewertung meiner schriftlichen Arbeit und des Kolloquiums konnte ich Differenzen feststellen. Der verantwortliche Professor bestätigte mir damals, dass er aufgrund meines Studiengangs Metalltechnik die Präsentation der Ergebnisse einschließlich des Vortrages zu größeren Teilen als üblich bewertet. Zugleich fiel die Anwendung ingenieurwissenschaftlicher Methoden weniger stark ins Gewicht. Die Entscheidung des Professors zur Bewertung meiner Bachelor-thesis kam meinem Studiengang entgegen. Da dies aber keine einheitliche und offizielle Regelung war oder ist, sollte hierbei nicht von einer für alle Studenten der Metalltechnik gültigen Prüfungsanforderung geschlossen werden.

Informations- und Kommunikationstechnologie im Maschinenbau

Die Lehrveranstaltung vermittelt die Grundlagen der Informations- und Kommunikationstechnologien im Maschinenbau. Dieses Modul ist eine Pflichtveranstaltung für Studierende des Maschinenbaus und der Metalltechnik im ersten Semester. In den beiden Kursen Vorlesung und Gruppenübung werden alle Studierenden gemeinsam unterrichtet, eine Trennung der Studiengänge kann anhand der jeweiligen Modulhandbücher nicht festgestellt werden. Den Vorlesungsteilnehmern werden folgende Lerninhalte vermittelt:

„1. Einführung in die Informations- und Kommunikationstechnologie

2. Methoden zur objektorientierten Programmentwicklung

3. Datenstrukturen und Algorithmen

4. Mathematische und technische Grundlagen

5. Kommunikations- und Netzwerktechnologie

6. Methodische Anwendung der Informations- und Kommunikationstechnologie“ (Modulhandbuch B. Ed. 2014, S. 5).

Die Anforderungen der einzelnen Studiengänge wurden entsprechend den Lernergebnissen analysiert, Abbildung 3 zeigt die Häufigkeitsverteilung.

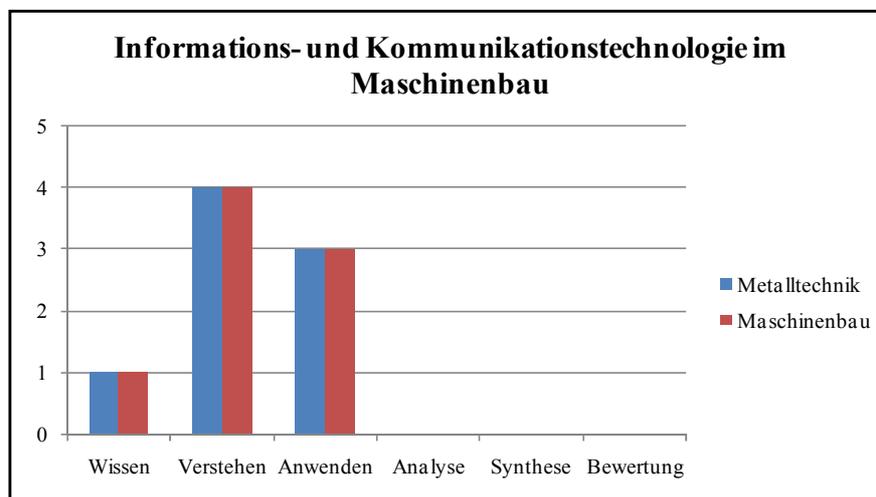


Abbildung 3: Anforderungen Informations- und Kommunikationstechnologie

Für das Modul Informations- und Kommunikationstechnologie im Maschinenbau sind die Lernergebnisse der zu vergleichenden Studiengänge identisch. Das Niveau Wissen wird einmal erreicht, Verstehen viermal sowie Anwenden dreimal. Die Niveaus Analyse, Synthese und Bewertung werden in den Lernergebnissen nicht beschrieben.

Neben der Vorlesung, in der die theoretischen Grundlagen vermittelt werden, findet eine Übung zu Programmiersprachen und -techniken statt. Der Fokus der geforderten Lernergebnisse liegt auf den Niveaus Verstehen und Anwenden, die Kombination der beiden Lehrformen ermöglicht es den Studierenden, die in der Vorlesung erworbenen theoretischen Grundlagen in der Übung anzuwenden. Die Prüfung muss für alle Studierenden in Form einer 120 minütigen Klausur abgelegt werden und wird bei Bestehen mit vier Leistungspunkten angerechnet.

Mathematik I

Aus dem fachwissenschaftlichen Pflichtbereich des Studiengangs Metalltechnik wird einzig das Fach Mathematik in getrennten Lehrveranstaltungen im Vergleich zum Maschinenbaustudiengang angeboten. Das Studienfach wird zum Vergleich der beiden Studiengänge herangezogen, da in den restlichen ingenieurwissenschaftlichen Fächern eine Reihe von mathematischen Kenntnissen verlangt werden und sich unterschiedliche Lernergebnisse in Mathematik negativ auf Studienerfolge auswirken können.

Für den Studiengang Metalltechnik ist das Modul Höhere Mathematik I eine Pflichtveranstaltung im ersten Semester. Zu den Bestandteilen der Lerninhalte zählen *Zahlen und Vektoren, Gleichungen und Ungleichungen, elementare Geometrie, Konvergenz und Zahlenfolgen, elementare Funktionen, Stetigkeit und Differenzierbarkeit, Mittel- und Zwischenwertsatz, Eigenwertprobleme, Umkehrfunktionen, Hauptsatz der Integration, Integrationsregeln, uneigentliche Integrale, Näherungsverfahren, Matrizenrechnung, lineare Gleichungssysteme, Kombinatorik in der Stochastik, Binomial-, Poisson- und Normalverteilung* (Modulhandbuch B. Ed. 2014, S. 7).

Studierende des Maschinenbaus besuchen im ersten Semester die Veranstaltung Mathematik für den Maschinenbau I. Lernziele sind „*Vektorrechnung, lineare Gleichungssysteme, Matrizenrechnung, lineare Abbildungen, Eigenwerte und -vektoren, Folgen, Reihen, Differential- und Integralrechnung in einer Veränderlichen, komplexe Zahlen*“ (Modulhandbuch B. Sc. 2015, S. 11).

Die Anforderungen der Module Höhere Mathematik I und Mathematik für den Maschinenbau I zeigt Abbildung 4.

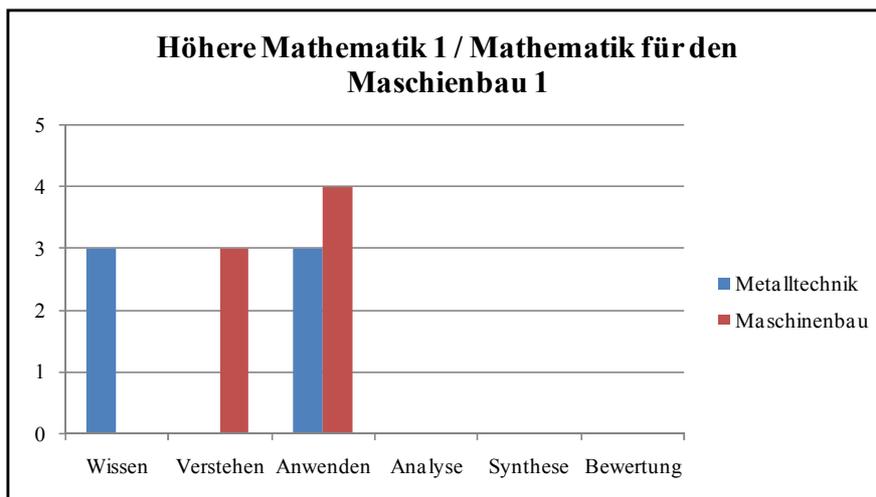


Abbildung 4: Anforderungen Mathematik I

Festzustellen ist, dass sich die Lernergebnisse sowohl im Niveau als auch in der Anzahl unterscheiden. Lehramtsstudierende sollen die Niveaustufen Wissen und Anwenden jeweils dreimal erreichen. Im Vergleich zu den Studierenden des Maschinenbaus wird die Anforderung Anwenden einmal weniger gefordert und die Anforderung Verstehen entfällt hierbei komplett.

Unterschiede der beiden Lehrveranstaltungen zeigen zudem die aufgeführten Lehrinhalte. Beispielsweise wird der Lehrinhalt komplexe Zahlen ausschließlich bei den Maschinenbaustudenten behandelt. In Indiz für eine abweichende Beschulung liefern die vergebenden Leistungspunkte. Studierende des Lehramts erwerben mit sieben Credit Points und somit einen Credit Point weniger als die Maschinenbaustudenten.

Die verschiedenen Anforderungsniveaus sowie die unterschiedlichen Lehrinhalte können im Fach Mathematik, welche die mathematischen Grundlagen für weitere ingenieurwissenschaftliche Fächer legt, für fachfremde Studierende durchaus negative Folgen haben. Es kann vorkommen, dass sich die Lehramtsstudierenden die fehlenden mathematischen Grundlagen für andere gemeinsame fachwissenschaftliche Lehrveranstaltungen im Selbststudium eigenständig aneignen müssen.

Technische Mechanik I (Statik)

Technische Mechanik I (Statik) ist für beide Studiengänge ein Pflichtmodul im ersten Semester. Für die Lehramtskandidaten ist der Modulname durch den Zusatz „für das Lehramt“ gekennzeichnet. Die zum Modul zugehörigen Kurse, wie Vorlesung, Gruppenübung und Hörsaalübung, sind hierbei nicht speziell für die Lehramtskandidaten gekennzeichnet. Folglich müssen die Haupt- und Nebenfachstudenten an denselben Kursen teilnehmen um ein Modul, welches je nach Studienordnung verschieden bezeichnet ist, abzuschließen.

Der Vergleich der Lehrinhalte zeigt, dass sich die Lehrinhalte für die unterschiedlichen Studierendengruppen nicht unterscheiden: „*Kraftbegriff, allgemeine Kraftsysteme und Gleichgewicht starrer Körper, Schwerpunktsdefinition und -berechnung, Lagerreaktionen, Fachwerke, Balken, Rahmen, Bögen, Arbeitssatz der Statik, Grundlagen der Stabilitätstheorie, Haftung und Reibung*“ (Modulhandbuch B. Sc. 2015, S. 13).

Obgleich die Lerninhalte der beiden Studiengänge identisch sind, zeigen sich Unterschiede in den Lernergebnissen. Die Ergebnisse der Auswertung sind in Abbildung 5 dargestellt.

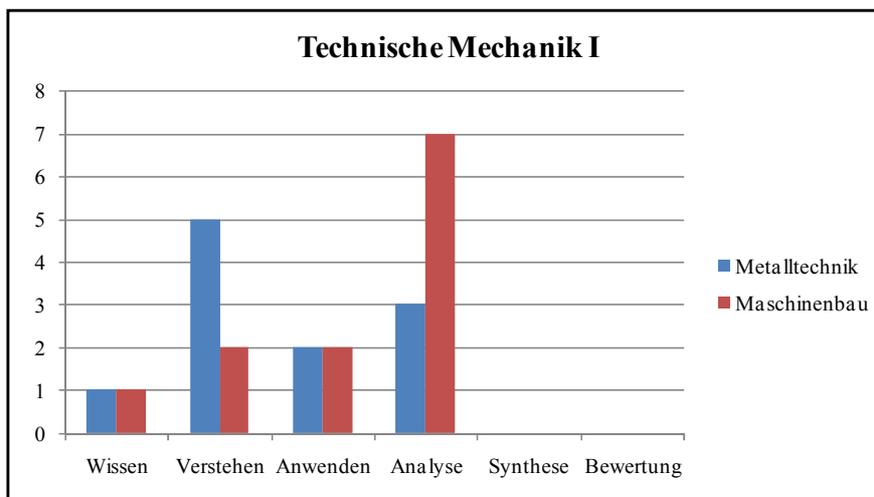


Abbildung 5: Anforderungen Technische Mechanik I

Die Auswertung der Lernergebnisse zeigt, dass die Niveaus Synthese sowie Bewertung von den beiden Studierendengruppen nicht gefordert werden. Gemeinsamkeiten lassen sich ebenfalls bei den Stufen Wissen sowie Anwenden feststellen. Unterschiede zeigen sich zum einen in der Summe der zu erbringenden Lernergebnisse, hierbei ist für die Maschinenbaustudenten ein Lernergebnis mehr aufgeführt, und zum anderen in der Häufigkeit der Niveaustufen Verstehen und Analyse.

Demgemäß müssen die Lehramtsstudenten die Lehrinhalte verstehen und nachvollziehen können. Wohingegen der Fokus bei den Studenten des Maschinenbaus auf der Analyse liegt. Bei der Betrachtung der Modulhandbücher fällt zusätzlich auf, dass sich die Lernergebnisse für die Nebenfachstudenten auf „bekannte Problemstellungen“ beziehen, ein entsprechender Zusatz ist im Modulhandbuch B. Ed. (2014, S. 9) vermerkt. Damit unterscheiden sich die Anforderungen für die Lehramtskandidaten in zweifacher Hinsicht. Zum einen sind die Lernergebnisse auf einem geringeren Niveau beschrieben und zum anderen müssen sie die Lernergebnisse ausschließlich für bekannte Problemstellungen erfüllen. Dazu wird für die Studenten des Lehramts eine optionale mündliche Prüfung angeboten.

Folglich sind die Anforderungen für die Metalltechnikstudenten im Modul Technische Mechanik I geringer als für die Studenten des Maschinenbaus. Die doppelte Absenkung der Anforderungen lässt sich mit Blick auf den späteren Einsatz der Lehramtsstudenten in einer Fachschule für Maschinentechnik meines Erachtens als kritisch betrachten. Dabei sind die Lehrkräfte für berufliche Schulen in der Technikerschule durchaus mit Lehrstoff aus der Technischen Mechanik konfrontiert und müssen die angehenden Maschinenbautechniker bei fachspezifischen Problemen unterstützen. Bei einer zu weitreichenden Absenkung der Anforderungen besteht die Gefahr, dass die Lehramtskandidaten für die fachlichen Herausforderungen in der Weiterbildung nicht mehr hinreichend qualifiziert werden.

Werkstoffkunde I

Werkstoffkunde I ist für die Studiengänge Metalltechnik und Maschinenbau eine gemeinsame Lehrveranstaltung im ersten Semester. Die Lerninhalte sind in beiden Modulhandbüchern ebenfalls identisch. „*Grundlagen der Metall- und Legierungskunde sowie der Werkstoff- und Bauteileigenschaften: Einführung, Aufbau der Werkstoffe, Legierungskunde und metallkundliche Grundlagen, Eisen-Kohlenstoffdiagramm, Stahlsorten und Kennzeichnung von Stählen, Festigkeitscharakterisierung und -prüfung (statisch), überelastische Beanspruchungen, Härteprüfung, Wärmebehandlung, festigkeitssteigernde Mechanismen, Hochtemperaturwerkstoffe, Leichtmetalllegierungen, Kunststoffe, Verbundwerkstoffe*“ (Modulhandbuch B. Sc. 2015, S. 17).

Hinsichtlich der Anforderungen zeigt Abbildung 6 die Auswertung der Lernergebnisse.

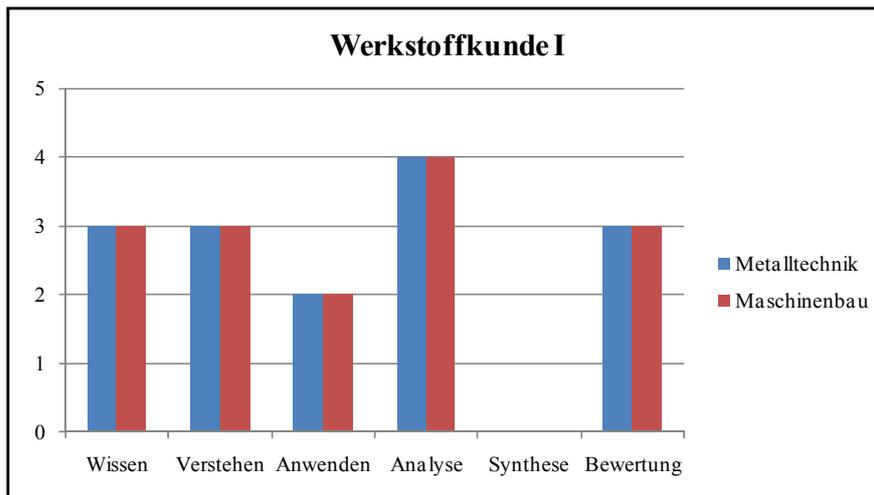


Abbildung 6: Anforderungen Werkstoffkunde I

Im Modul Werkstoffkunde I werden von den unterschiedlichen Studierendengruppen bis auf die Synthese alle Niveaustufen gefordert. Insgesamt enthält dieses Modul 15 Lernergebnisse, welche sowohl von den Haupt- als auch Nebenfachstudenten im gleichen Umfang zur erfüllen sind. Bei der Prüfungsform und den weiteren Beschreibungen zum Modul sind ebenfalls keine Unterschiede festzustellen.

Folglich sind die Anforderungen für die Studiengänge Metalltechnik und Maschinenbau identisch.

Mathematik II

In Bezug zu Mathematik I wird auch Mathematik II für den Vergleich der Studiengänge verwendet. Hier sind durch die Studienordnung ebenfalls verschiedene Lehrveranstaltungen für die beiden Studiengänge festgelegt. Im Pflichtbereich im zweiten Semester wird das Modul Höhere Mathematik II für Lehramtsstudenten und das Modul Mathematik für Maschinenbauer II angeboten.

Die Lerninhalte des Moduls Höhere Mathematik II sind *lineare Abbildungen, Determinanten, komplexe Zahlen, Eigenwerttheorie, Potenz- und Fourierreihen, Kurven, Skalar- und Vektorfelder, partielle und totale Differenzierbarkeit, Implizite Funktionen, Extremwertprobleme ohne/mit Nebenbedingungen, separierbare Gleichungen, Systeme linearer DGLn, Systeme von DGLn konstanten Koeffizienten, Kurvenintegrale, Potentiale, Volumenintegrale, Koordinatentransformation* (Modulhandbuch B. Ed. 2014, S. 13).

Lerninhalte des Moduls Mathematik für Maschinenbauer sind „Taylorreihen, Fourierreihen, Differentialrechnung in mehreren Veränderlichen, Extreme, Kurvenintegrale, Integrale im R^n , Flächenintegrale, Integralsätze“ (Modulhandbuch B. Sc. 2015, S. 21).

Die Verteilung der Anforderungen der einzelnen Studiengänge zeigt Abbildung 7.

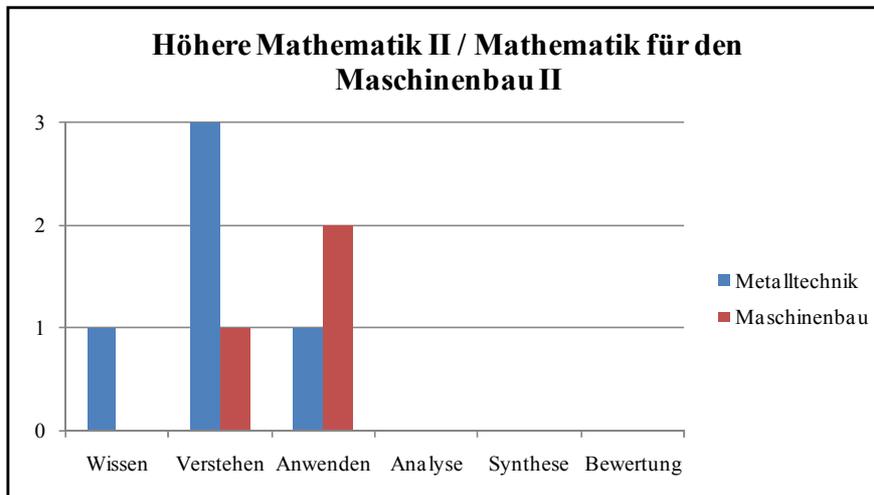


Abbildung 7: Anforderung Mathematik II

Festzustellen ist, dass die drei obersten Niveaustufen von keinem der Teilnehmer gefordert werden. Der Fokus der Lernergebnisse liegt bei den Studierenden des Maschinenbaus bei der Anwendung, wohingegen die Lehramtsstudenten das Niveau Verstehen am häufigsten erreichen müssen.

Weitere Unterschiede lassen sich in der Vergabe der Leistungspunkte feststellen. Die Studenten der Metalltechnik erhalten nach Bestehen der 90 minütigen Klausur vier Credit Points, wohingegen die angehenden Maschinenbauingenieure nach erfolgreichem Abschluss der Klausur acht Credit Points angerechnet bekommen.

Im Hinblick auf die Veranstaltungen Höhere Mathematik I und Mathematik für den Maschinenbau I unterscheiden sich diese Module ebenfalls um die in den Modulhandbüchern aufgeführten Lehrinhalte. Wie bereits festgestellt, kann dies und der geringere Anwendungsbezug sich bei den Lehramtsstudierenden bezüglich der anderen naturwissenschaftlichen Fächer nachteilig im Studium auswirken. Die Kenntnisse der Mathematik bilden ferner die Grundlage, um in Fächern wie beispielsweise Technische Mechanik oder Maschinenelemente und Mechatronik Berechnungen durchführen zu können.

Festzuhalten ist, dass die Lehramtskandidaten geringere Anforderungen als die Maschinenbaustudenten erfüllen müssen. Zusätzlich sind die Leistungspunkte um die Hälfte niedriger angesetzt

als in der Vergleichsgruppe. Dies könnte dazu führen, dass den angehenden Lehrern notwendige mathematische Grundkenntnisse für das weitere Studium nicht vermittelt werden.

Rechnergestütztes Konstruieren

In diesem Modul werden Kenntnisse zum Konstruieren und zum Anfertigen von Zeichnungen mit CAD-Programmen vermittelt. Rechnergestütztes Konstruieren ist für beide Studiengänge ein Pflichtmodul im zweiten Semester. Die Lerninhalte sind für die Studiengruppen ebenfalls identisch: „*Parametrische 3D CAD Systeme, PDM Systeme, 3D Handskizzen, Geometriemodelle, Einzelteilmodellierung mit Hilfe von Geometrieelementen, Features und Parametrik, Baugruppenmodellierung, Stücklisten, Toleranzen und Passungen, Technische Produktdokumentation, Zeichnungsnormen, Produktentwicklung in Teams*“ (Modulhandbuch B. Sc. 2015, S. 25).

Die Niveaus der Lernergebnisse im Modul Rechnergestütztes Konstruieren zeigt Abbildung 8.

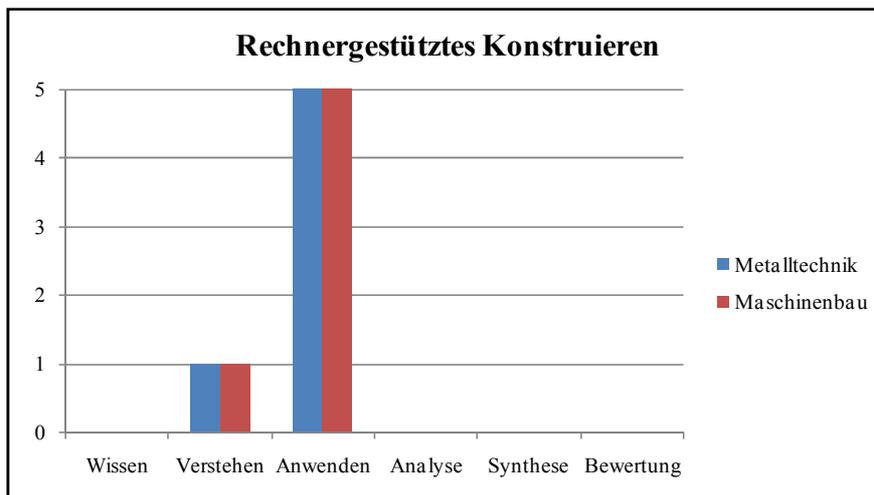


Abbildung 8: Anforderungen Rechnergestütztes Konstruieren

Hierbei lassen sich keine Unterschiede bezüglich der Lernergebnisse feststellen. Von den geforderten Niveaustufen Verstehen und Anwenden, steht die Kategorie Anwenden im Zentrum der Lernergebnisse. Dies lässt sich damit begründen, dass der Zeitanteil der Vorlesung im Gegensatz zu den Kursen Übung und Laborpraktikum lediglich bei etwa 25 Prozent liegt.

Für beide Studiengruppen liegen demnach die gleichen Anforderungen zugrunde. Hierbei muss jeder Teilnehmer, zum Erwerb von vier Leistungspunkten, die semesterbegleitende Prüfung unter gleichen Bedingungen bestehen.

Technische Mechanik II (Elastostatik)

Das Modul Technische Mechanik II ist eine Folgeveranstaltung zu der bereits im ersten Semester stattgefundenen Veranstaltung Technische Mechanik I. Technische Mechanik II ist für die Studiengänge Metalltechnik und Maschinenbau eine gemeinsame Pflichtveranstaltung im zweiten Semester. Das Modul nennt sich für das Lehramtsstudium Technische Mechanik II für das Lehramt (Elastostatik).

In der Beschreibung der Lerninhalte können keine Unterschiede festgestellt werden, damit gelten für beide Studiengänge folgende Lerninhalte: „*Spannungszustand im 2D und 3D, Verzerrungszustand, Elastizitätsgesetz, Festigkeitshypothesen, Balkenbiegung, Biegelinie, Schubeinfluss, Schiefe Biegung, Torsion, Arbeitsbegriff in der Elastostatik, Stabilität und Knickung*“ (Modulhandbuch B. Sc. 2015, S. 17).

Die Analyse der Lernergebnisse hinsichtlich der Anforderungen ist Abbildung 9 zu entnehmen.

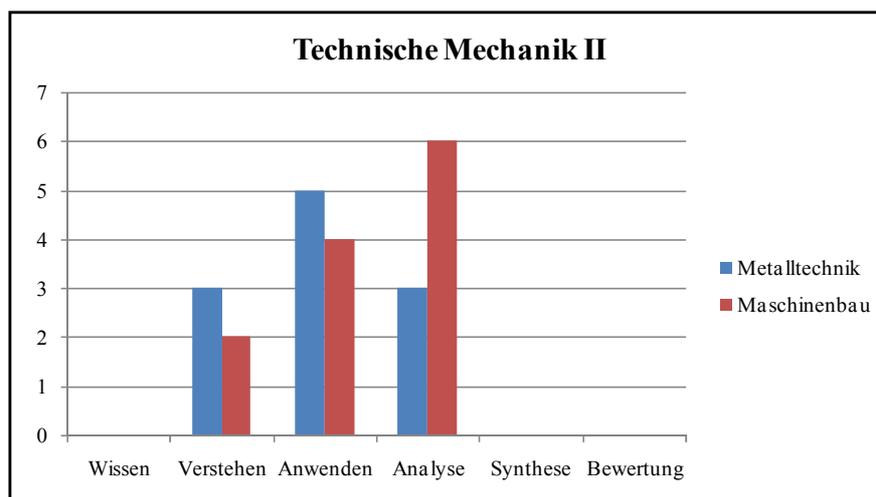


Abbildung 9: Anforderungen Technische Mechanik II

Die Niveaus Wissen, Synthese und Bewertung lassen sich anhand der Lernergebnisse für keinen der Studiengänge ermitteln. Der Vergleich der Anforderungen im Modul Technische Mechanik II zeigt, dass die Anforderungen Verstehen, Anwenden und Analyse von beiden Studiengängen zu unterschiedlichen Anteilen zu erbringen sind. Im Lehramtsstudium liegt der zentrale Aspekt dabei auf der Anwendung der Lerninhalte, wohingegen auf Verstehen sowie Analyse geringeres Gewicht fällt. Bei den angehenden Maschinenbauingenieuren bildet die Analyse den Hauptaspekt der Lernergebnisse, sie sollen die Analyse von Problemen beherrschen, was die Anforderungen Verstehen und Anwenden miteinschließt.

Die empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme an der Lehrveranstaltung ist für beide Studiengänge das Modul Technische Mechanik I. Hier sei angemerkt, dass die Lehrinhalte im Modul Technische Mechanik I für die Haupt- und Nebenfachstudenten identisch sind, aber sich die geforderten Lernergebnisse unterscheiden. Diese Tatsache scheint sich zunächst negativ auf den Studienerfolg für die Lehramtskandidaten auszuwirken. Unter Betrachtung der geringeren Anforderungen im Modul Technische Mechanik II im Vergleich zu den Maschinenbaustudenten sollte dieser sich dieser Aspekt allenfalls geringe Auswirkungen haben.

Maschinenelemente und Mechatronik I

Das Modul Maschinenelemente und Mechatronik I behandelt typische Elemente eines technischen Systems im Maschinenbau und ist für die zu vergleichenden Studentengruppen im dritten Semester eine gemeinsame Pflichtveranstaltung. Die beschriebenen Lehrinhalte sind im Modulhandbuch B. Ed. (2014) sowie im Modulhandbuch B. Sc. (2015) identisch: „*Mechatronische Systeme und Komponenten; Modellbildung; statisches und dynamisches Verhalten; Simulationstools; mechatronische Komponenten, Aktoren; Sensoren; Regler und Steuerungen; Synthese mechatronischer Systeme*“ (Modulhandbuch B. Ed. 2014, S. 19).

Die Anforderungen im Modul Maschinenelemente und Mechatronik I für die Studiengänge Metalltechnik und Maschinenbau zeigt Abbildung 10.

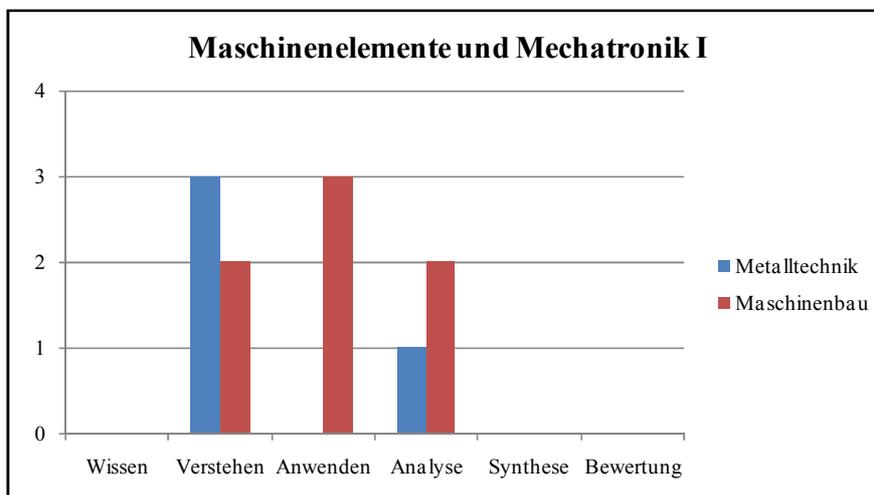


Abbildung 10: Anforderungen Maschinenelemente und Mechatronik I

Im Vergleich zu den angehenden Ingenieuren sind für die Lehramtskandidaten in der Studienordnung insgesamt vier Lernergebnisse weniger aufgeführt. Die Lernergebnisse befinden sich auf den Niveaus Verstehen und Analyse, die Kategorie Anwenden lässt sich hierbei ausschließlich für den Studiengang Maschinenbau erkennen. Demnach müssen die Lehramtsstudenten in grundlegendes Verständnis für das Fach Maschinenelemente und Mechatronik I entwickeln um

die acht Leistungspunkte zu erhalten. Die Lernergebnisse werden für angehende Lehrkräfte in einer mündlichen Prüfung abgefragt, welche sie zum erfolgreichen Abschluss der Veranstaltungen bestehen müssen. Die Maschinenbaustudenten müssen für die gleiche Anzahl an Credit Points eine fast zweieinhalb stündige Klausur bestehen, welche sich in einen Verständnis- und Rechenteil gliedert.

Die Analyse zeigt, dass das Modul Maschinenelemente und Mechatronik I deutlich höhere Anforderungen an die Studenten des Maschinenbaus stellt, als an die Lehramtskandidaten. Dies kann zum einen an der geringeren Anzahl an Lernergebnissen und zum anderen an der fehlenden Niveaustufe Anwenden festgemacht werden. Für beide Studierendengruppen sind gemäß den Modulhandbüchern die drei Lehrformen Vorlesung, Gruppenübung sowie Hörsaalübung vorgesehen. Aufgrund der fehlenden Kategorie Anwenden muss daran gezweifelt werden, ob die Gruppen- und Hörsaalübungen, in welchen durch Rechenaufgaben ein Anwendungsbezug hergestellt wird, für die Lehramtskandidaten ihre Berechtigung haben und zum Studienerfolg beitragen. Folglich wären die angesetzten acht Leistungspunkte in diesem Modul für den Studiengang Metalltechnik als unverhältnismäßig hoch zu deuten.

Technische Thermodynamik

Ein weiteres Pflichtmodul ist für beide Studiengänge Technische Thermodynamik. Die Veranstaltung ist jeweils für das dritte Semester vorgesehen und beschäftigt sich mit Transport und Umwandlung von Energie. Die Lerninhalte des zugehörigen Moduls gelten sowohl für den Studiengang Metalltechnik als auch für den Studiengang Maschinenbau. In den Modulhandbüchern werden die Lerninhalte beschrieben mit: „*Grundbegriffe der Thermodynamik; thermodynamisches Gleichgewicht und Temperatur; Energieformen (innere Energie, Wärme, Arbeit, Enthalpie); Zustandsgrößen und Zustandsgleichungen für Gase und inkompressible Medien; erster Hauptsatz der Thermodynamik und Energiebilanzen für technische Systeme; zweiter Hauptsatz der Thermodynamik und Entropiebilanzen für technische Systeme; Exergieanalysen; thermodynamisches Verhalten bei Phasenwechsel; rechts- und linksläufiger Carnotscher Kreisprozess; Wirkungsgrade und Leistungszahlen; Kreisprozesse für Gasturbinen, Verbrennungsmotoren, Dampfkraftwerke, Kältemaschinen und Wärmepumpen*“ (Modulhandbuch B. Sc. 2015, S. 39).

Abbildung 11 zeigt die Analyse der Anforderungen hinsichtlich der Lernergebnisse.

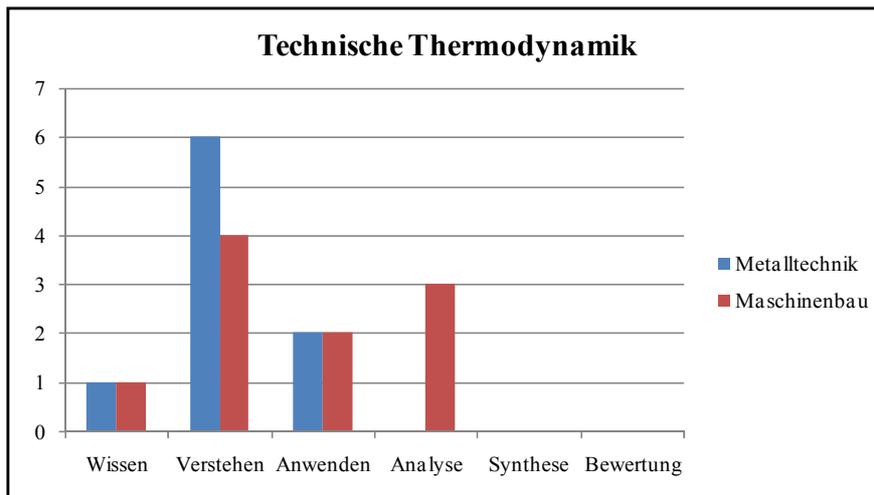


Abbildung 11: Anforderungen Technische Thermodynamik

Anhand der Lernergebnisse müssen Studierende der Metalltechnik die Niveaus Wissen, Verstehen sowie Anwenden erreichen, während Analyse, Synthese und Bewertung nicht explizit gefordert werden. Angehende Maschinenbauingenieure müssen neben den drei unteren Niveaus auch die Stufe Analyse erbringen. Das Niveau, welches von den Metalltechnikstudenten vorrangig gefordert wird ist Verstehen, die Niveaus Wissen und Anwenden werden dabei zu geringeren Teilen gefordert. Bei den Maschinenbaustudenten liegt der Schwerpunkt der Lernergebnisse auf Verstehen und zusätzlich auf der Analyse.

Die Untersuchung zeigt, dass die Anforderungen im Fach Thermodynamik für Metalltechnikstudenten geringer sind als für Maschinenbaustudenten. Der Zusatz „für bekannte Problemstellungen“ (Modulhandbuch B. Ed. 2014, S. 21) welcher sich in der Beschreibung der Lernergebnisse bei den Lehramtsstudenten findet, nicht aber im Studiengang Maschinenbau, deutet zusätzlich auf geringere Anforderung für die Nebenfachstudenten hin.

Technologie der Fertigungsverfahren

Technologie der Fertigungsverfahren ist im ersten Semester für den Studiengang Maschinenbau und im dritten Semester für den Studiengang Metalltechnik ein Pflichtmodul. Hier erhalten die Studierenden Kenntnisse in die Herstellung von Bauteilen durch verschiedene Verfahren, welche im Maschinenbau angewendet werden. Die Lerninhalte der gemeinsamen Lehrveranstaltungen sind für beide Studierendengruppen identisch und werden beschrieben als „Herstellung von Bauteilen durch Urformen, Umformen und Trennen, Abtragen und Schweißen, Zerspanung“ (Modulhandbuch B. Sc. 2015, S. 15).

Die von den Studierendengruppen geforderten Lernergebnisse verdeutlicht Abbildung 12.

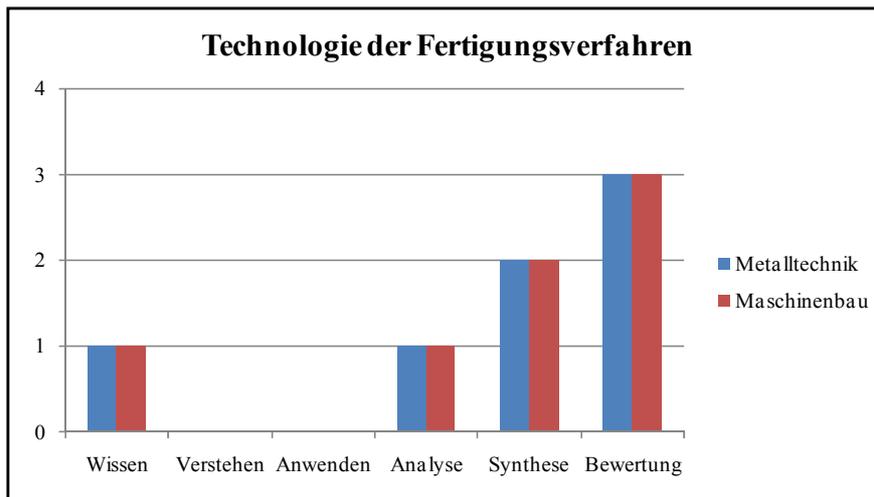


Abbildung 12: Anforderungen Technologie der Fertigungsverfahren

In den Studienordnungen der beiden Studiengänge sind die Niveaus Wissen, Analyse, Synthese sowie Bewertung in der gleichen Anzahl aufgeführt. Das Modul wird mit dem Bestehen einer zwei stündigen Klausur abgeschlossen, dabei werden den Teilnehmern sechs Credit Pints angerechnet.

Die Anforderungen an das Modul Technologie der Fertigungsverfahren für die Haupt- und Nebenfachstudenten absolut identisch. Der einzige Unterschied ist, dass die Veranstaltung im ersten Semester für Maschinenbaustudenten und im dritten Semester für Lehramtsstudenten angeboten wird. Die Auswirkungen in welchen Semester das genannte Modul abgelegt wird, sind aufgrund der Tatsache, dass die Lehrveranstaltung eigenständig und keine zwingende Voraussetzung für weitere Veranstaltungen ist zunächst als gering zu betrachten.

Die Veranstaltung vermittelt hierbei zahlreiche Lehrinhalte, welche auch in einer beruflichen Ausbildung im Berufsfeld Metalltechnik zu finden sind. Da viele Metalltechnikstudenten vor dem Studium eine Berufsausbildung im Dualen System absolviert haben, ist es meiner Meinung nach sinnvoll, das Modul Technologie der Fertigungsverfahren für die Lehramtsstudenten in das erste Semester zu verlegen. Durch die Verlegung könnten sie einfacher auf bereits gelerntes Fachwissen zurückgreifen und würden somit direkt an die Lerninhalte der Ausbildung anschließen.

Maschinenelemente und Mechatronik II

Das Pflichtmodul Maschinenelemente und Mechatronik II findet für beide Studierendengruppen im vierten Semester statt. Die Veranstaltung vermittelt Kenntnisse in der Gestaltung und Berechnung von Bauteilen im Maschinenbau. Gemäß den Modulbeschreibungen liegen folgende Lerninhalte den beiden Studiengängen zugrunde: „*Funktions-, beanspruchungs-, fertigungs- und*

montagegerechtes Gestalten von Bauteilen bzw. Verwenden von Maschinenelementen; Festigkeitsnachweise; Bauteilkopplungen und ihre Eigenschaften; Verbindungen; Federungen und Dämpfer; Kupplungen; Lagerungen;“ (Modulhandbuch B. Ed. 2014, S. 25).

Die in den Modulbeschreibungen enthaltenen Lernergebnisse sind für jeweiligen Teilnehmer in Abbildung 13 dargestellt.

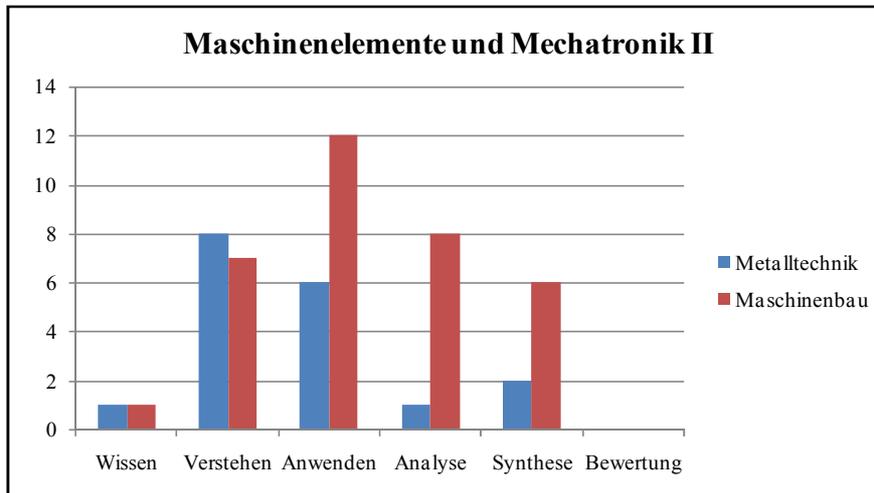


Abbildung 13: Anforderungen Maschinenelemente und Mechatronik II

Das Modul Maschinenelemente und Mechatronik II weist sowohl für die Maschinenbau- als auch für die Lehramtsstudenten anteilmäßig die meisten Lernergebnisse der gesamten Module im Pflichtbereich auf. Auf die Studenten des Maschinenbaus entfallen hierbei 34 und auf die Lehramtskandidaten 18 Lernergebnisse. Von allen Teilnehmern werden dabei die Niveaus Wissen, Verstehen, Anwenden sowie Synthese gefordert. Die Haupt- und Nebenfachstudenten erwerben nach bestandener Prüfung acht Credit Points. Hierbei wird ausschließlich für die Nebenfachstudenten eine mündliche Prüfungsform angeboten.

Festzustellen ist, dass die Lernergebnisse Anwenden, Analyse sowie Synthese bei den zukünftigen Ingenieuren einen deutlich größeren Stellenwert als bei den angehenden Lehrkräften einnehmen. Der Schwerpunkt der Lehrveranstaltung liegt hinsichtlich der Lehramtskandidaten bei Verstehen und Anwenden. Die Anzahl der Lernergebnisse im Studiengang Metalltechnik ist um etwa um die Hälfte geringer als im Studiengang Maschinenbau, zudem ist der Fokus im Lehramtsstudiengang geringere Niveaustufen gerichtet. Folglich werden im Modul Maschinenelemente und Mechatronik II geringere Anforderungen an die zukünftigen Berufsschullehrer gestellt.

6.1.3 Fazit Lernergebnisse

Untersucht wurden elf Module aus dem Pflichtbereich sowie das Modul Bachelor-Thesis des Studiengangs Metalltechnik. Bis auf die Bachelor-Thesis sind alle Module in den ersten vier Semestern vorgesehen und wurden mit den entsprechenden Modulen des Studiengangs Maschinenbau verglichen. Die Anforderungen hinsichtlich der Lernergebnisse sind zusammenfassend in Abbildung 14 dargestellt.

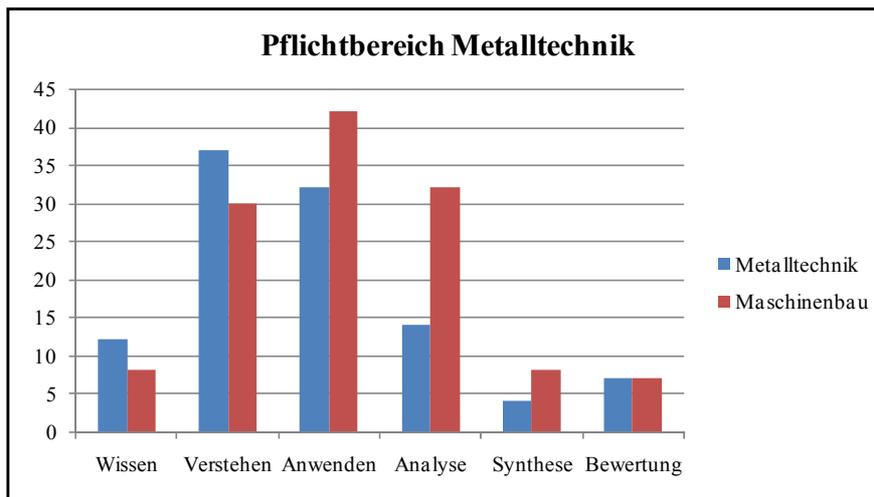


Abbildung 14: Zusammenfassung der Anforderungen im Pflichtbereich

Zunächst ist Abbildung 14 zu entnehmen, dass in den Modulbeschreibungen alle sechs Niveaustufen für die beiden Studiengänge Metalltechnik und Maschinenbau festzustellen sind. Unterschiede lassen sich hinsichtlich der auftretenden Häufigkeit sowie bei der einzelnen Verteilung erkennen. Die Lernergebnisse der zukünftigen Maschinenbauingenieure zeigen einen annähernd glockenförmigen Verlauf, hierbei bildet die Kategorie Anwenden mit einer Häufigkeit von 42 die Spitze. Die Niveaus Analyse und Verstehen konnten anhand der Inhaltsanalyse 32 sowie 30-mal festgestellt werden. Ein geringer Anteil an Lernergebnisse sind im Modulhandbuch B. Sc. (2015) auf den Niveaustufen Wissen, Synthese sowie Bewertung beschrieben.

Bei der Auswertung für die Lehramtsstudenten ergibt sich für die Kategorie Verstehen mit einer Häufigkeit von 37 die meistgenannte Niveaustufe. Fünffmal weniger wird die Kategorie Anwendung für die untersuchten Lehrveranstaltungen im Modulhandbuch B. Ed. (2014) genannt. Die Stufen Analyse und Wissen sind mit 14 sowie zwölf Nennungen weniger als halb so oft wie die Stufen Verstehen und Anwenden in den Modulbeschreibungen aufgeführt. Die Taxonomien Synthese sowie Bewertung konnten vier und siebenmal gezählt werden, diese sind im Vergleich zu den unterhalb befindlichen Niveaustufen nur im geringen Maße vorhanden.

Der Betrachtung zeigt, dass für Studenten des Maschinenbaus in den zu vergleichenden Fächern insgesamt 127 Lernergebnisse aufgelistet sind. In den zwölf untersuchten Modulen sind für Lehramtskandidaten mit 106 Nennungen etwa 16% weniger Lernergebnisse als im Vergleich zu den Maschinenbaustudenten aufgeführt. Hierbei werden die Taxonomiestufen Anwenden, Analyse sowie Synthese häufiger für die angehenden Ingenieure als für die zukünftigen Lehrkräfte in den Modulhandbüchern beschrieben. Beispielsweise werden für die Lehramtsstudenten in der Kategorie Analyse weniger als die Hälfte der Lernergebnisse im Vergleich zu den Maschinenbaustudenten genannt. Im Studiengang Metalltechnik werden die Lernergebnisse bezüglich der Taxonomiestufen Wissen und Verstehen häufiger von den Studenten gefordert als von den Studierenden im Studiengang Maschinenbau.

Folglich kann festgestellt werden, dass sich die Anforderungen in den beiden Studiengängen bezüglich der Lernergebnisse unterscheiden. Betrachtet man den Studiengang Maschinenbau werden die Niveaustufen Anwenden, Analyse und Verstehen am häufigsten von den Studierenden gefordert. Hingegen befindet sich der Fokus der Taxonomiestufen im Studiengang Metalltechnik bei den Kategorien Verstehen und Anwenden, die Kategorie Analyse muss vergleichsweise weniger häufig erbracht werden. Demgemäß werden mehr Lernergebnisse von den unteren Niveaustufen und weniger Lernergebnisse von den oberen Niveaustufen von Nebenfachstudenten als von Hauptfachstudenten verlangt. Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass sich die Lernergebnisse für den Lehramtsstudiengang auf einem geringeren Niveau befinden als für den ingenieurwissenschaftlichen Studiengang. In Tabelle 4 ist der Vergleich der Studiengänge bezüglich der Modulbeschreibungen zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 4: Zusammenfassung Modulbeschreibung

	Credit Points		Lehrform		(Haupt)Lernergebnisse		Prüfungsform		Hinweis
	B.Ed.	B.Sc.	B.Ed.	B.Sc.	B.Ed.	B.Sc.	B.Ed.	B.Sc.	
Bachelor-Thesis	10	12			Verstehen, Anwenden, Analyse, Bewertung	Verstehen, Anwenden, Analyse, Bewertung	Schriftlich, Ausarbeitung und Kolloquium	Schriftlich, Ausarbeitung und Kolloquium	B.Ed. lösen eine „einfache“ Fragestellung
Informations- und Kommunikationstechnologie im Maschinenbau	4	4	Vorlesung, Übung	Vorlesung, Übung	Verstehen, Anwenden	Verstehen, Anwenden	Schriftlich, 120 Minuten	Schriftlich, 120 Minuten	
Mathematik I/ Höhere Mathematik I	7	8	Vorlesung mit integrierter Übung	Vorlesung und Übung	Wissen, Anwenden	Anwenden, Verstehen	Schriftlich, 90 Minuten	Schriftlich, 90 Minuten	Getrennte Lehrveranstaltung
Technische Mechanik I	6	6	Vorlesung, Gruppenübung, Hörsaalübung	Vorlesung, Gruppenübung, Hörsaalübung	Verstehen	Analyse	Mündlich 45 oder schriftlich 90 Minuten	Schriftlich, 90 Minuten	Lernergebnisse für B.Ed. beziehen sich auf „bekannte Problemstellungen“
Werkstoffkunde I	6	6	Vorlesung	Vorlesung	Analyse	Analyse	Mündlich 30 oder schriftlich 60 Minuten	Mündlich 30 oder schriftlich 60 Minuten	
Mathematik II/ Höhere Mathematik II	4	8	Vorlesung mit integrierter Übung	Vorlesung, Übung	Verstehen	Anwenden	Schriftlich, 90 Minuten	Schriftlich, 90 Minuten	Getrennte Lehrveranstaltung
Rechnergestütztes Konstruieren	4	4	Vorlesung, Übung, Laborpraktikum	Vorlesung, Übung, Laborpraktikum	Anwenden	Anwenden	Semsterbegleitende Prüfungen	Semsterbegleitende Prüfungen	

Technische Mechanik II	6	6	Vorlesung, Gruppenübung, Hörsaalübung	Vorlesung, Gruppenübung, Hörsaalübung	Anwenden	Analyse	Schriftlich, 90 Minuten	Schriftlich, 90 Minuten	
Maschinenelemente und Mechatronik I	8	8	Vorlesung, Gruppenübung, Hörsaalübung	Vorlesung, Gruppenübung, Hörsaalübung	Verstehen	Anwenden	Mündlich, 45 Minuten	Schriftlich, 140 Minuten (60+80)	
Technische Thermodynamik	6	6	Vorlesung, Gruppenübung, Hörsaalübung	Vorlesung, Gruppenübung, Hörsaalübung	Verstehen	Verstehen, Analyse	Mündlich, 40 Minuten oder Schriftlich, 60 Minuten	Schriftlich, 150 Minuten	Lernergebnisse für B.Ed. beziehen sich auf „bekannte Problemstellungen“
Technologie der Fertigungsverfahren	6	6	Vorlesung	Vorlesung	Bewertung	Bewertung	Schriftlich 120 Minuten	Schriftlich 120 Minuten	
Maschinenelemente und Mechatronik II	8	8	Vorlesung, Übung	Vorlesung, Übung	Verstehen	Anwenden	Mündlich 30 Minuten oder schriftlich 160 Minuten (20+80+60)	Schriftlich 160 Minuten (20+80+60)	Lernergebnisse für B.Ed. beziehen sich auf „bekannte Problemstellungen“
Gesamt	75	82			Verstehen, Anwenden	Anwenden, Analyse			Module im Pflichtbereich Metalltechnik und Bachelor-Thesis

6.2 Prüfungsbedingungen

6.2.1 Prüfungsformen

In den Studien- und Prüfungsplänen sind für die einzelnen Module entsprechende Prüfungsformen bestimmt. In den zu vergleichenden Studiengängen werden für gemeinsame Lehrveranstaltungen unterschiedliche Formen der Prüfung festgelegt. Die unterschiedlichen Prüfungsformen sind hinsichtlich Lehrveranstaltung und Studiengang der Tabelle 4 zu entnehmen. Auffällig ist, dass Studenten des Maschinenbaus deutlich häufiger schriftlich geprüft werden als Lehramtsstudenten. Bei Lehramtsstudenten kann die Prüfung in bestimmten Fächern mündlich oder schriftlich durchgeführt werden, die Festlegung der Prüfungsform erfolgt hierbei mit Absprache der Studierenden durch den Dozenten. Aus diesem Grund sollen zunächst diese beiden Formen der Prüfung vorgestellt werden.

Mündliche Prüfungen

Die im Bildungssystem gebräuchlichste Form der Prüfung ist die mündliche Leistungskontrolle. Im Schulunterricht werden regelmäßig vorangegangene Lernprozesse in mündlicher Form informell überprüft. Bei formalen Prüfungen an Universitäten werden Prüfungen in mündlicher Form regelmäßig eingesetzt. Obgleich mündliche Prüfungen eine längere Tradition als schriftliche aufweisen, gelten sie als „am wenigsten erforschte Form der Leistungskontrolle“ (Ingenkamp 1997, S. 102).

Ingenkamp legt folgende Definition zu Grunde: *„Mündliche Prüfungen sind Kontrollen des Lernerfolgs, bei denen auf die Schriftform verzichtet wird. Mündliche Prüfungen können sich sowohl a) auf sprachgebundene Leistungen beziehen als auch b) Wissen und Verständnis aus allen Bereichen erfassen“* (1997, S. 102). Unter a) werden sprachliche Fertigkeiten wie Aussprache oder gestaltender Ausdruck verstanden. Sprachliche Fertigkeiten werden in den Lernergebnissen im Pflichtbereich Metalltechnik nicht beschrieben und sind somit kein Bestandteil der mündlichen Prüfung. Dagegen können die Leistungskontrollen unter b) auch in schriftlicher Form ausgeführt werden (Ingenkamp 1997, S. 102). Gerade im ingenieurwissenschaftlichen Bereich können Skizzen oder technische Zeichnungen durch den Prüfling, dem Prüfer in der mündlichen Prüfung der Lernerfolg nachgewiesen werden.

Ingenkamp (1997, S. 103) stellt unter Anlehnung an die Untersuchungsergebnisse von Hartog und Rhodes (1936) fest, dass ein und derselbe Prüfling von verschiedenen Prüfern unterschiedlich beurteilt werden kann. In Untersuchungen in welcher ein Prüfling zu gleichen Lernzielen von zwei Beurteilern geprüft worden ist, konnte nur eine mittlere Übereinstimmung festgestellt werden. Die Korrelation lag zwischen 0,4 und 0,6 und reicht für eine individuelle Beurteilung nicht aus. Es kann somit vorkommen, dass ein Prüfling von einem Prüfer die Beste und vom anderen die Schlechteste Note bekommt. Schulungen der Beurteiler bei der Verwendung von Fragelisten oder Schätzskalen führte zu einer Erhöhung der Korrelation auf 0,7.

Die beeinflussenden Faktoren zur Bewertung einer mündlichen Prüfung seien dabei sehr unterschiedlich. *Kontrasteffekte* können entstehen, wenn Prüflinge unterschiedlich starker Leistung hintereinander mündlich zu bewerten sind. Die Beurteilung des schwächeren Testteilnehmers ist noch schlechter, wenn zuerst der bessere Prüfling geprüft wird. Im Gegensatz dazu wird der bessere Prüfling besser bewertet, wenn der Schwächere im Vorfeld getestet wurde (Ingenkamp 1997, S. 104). *Informationen zu Vorzensuren* beeinflussen die Beurteiler in mündlichen Prüfungen ebenfalls. Je besser die Noten in den Vorzensuren, desto besser werden die zu Prüfenden von den Prüfern bewertet (Ingenkamp 1997, S. 104). In mündlichen Prüfungen kann darüber hinaus auch das *Sprachtempo* die Beurteilung beeinflussen. Ein höheres Sprachtempo sehen viele Prüfer als Zeichen für eine größere Leistungskompetenz und höherer Fähigkeit, somit werden tendenziell bessere Durchschnittsnoten für ein schnelleres Sprachtempo vergeben (Ingenkamp 1997, S. 104 f.).

Zusammenfassend hält Ingenkamp (1997, S. 106) die mündliche Prüfung für ein wenig nützliches Instrument zur Lernerfolgskontrolle. Die Schulung und intensive Vorbereitung der Beurteiler sei für eine objektive, zuverlässige und gültige mündliche Prüfung unerlässlich. Es sollten nur Lernerfolge hinsichtlich sprachlicher Fertigkeiten mündlich geprüft werden. Vorgeschriebene formelle mündliche Prüfungen sollten intensiv vorbereitet und durch mehrere unabhängige Beurteiler bewertet werden.

Schriftliche Prüfungen

Schriftliche Prüfungen können den Lernerfolg mittels Aufsätzen, Kurzfragen, Mathematikarbeiten oder Diktaten überprüfen. Diese reichen von formellen Prüfungsarbeiten bis zu informellen Zettelarbeiten. Dabei veränderte sich die Form lange Zeit nicht, dies kann an der in Deutschland mangelnden Entwicklung von wissenschaftlichen Methoden zu ihrer Konstruktion liegen (Ingenkamp 1997, S. 106). Im Folgenden wird auf einzelne Gütekriterien zur schriftlichen Prüfungen eingegangen.

Die *Durchführungsobjektivität* ist bei Mathematikarbeiten am ehesten als gesichert anzusehen, da diese sich mit gleicher Aufgabenstellung, gleicher Bearbeitungszeit sowie gleichen Hilfsmitteln herstellen lässt (Ingenkamp 1997, S. 107). Die *Auswertungsobjektivität* wurde für schriftliche Prüfungen häufig untersucht, dabei beschreibt Ingenkamp (1997) die Ergebnisse von Starch und Elliot (1913), die Examensarbeiten aus dem Fach Mathematik untersuchten. Die Prüfungsarbeit eines Schülers wurde dabei von 128 unterschiedlichen Fachlehrern bewertet und auf einer 100-Punkte-Skala eingestuft. Die verschiedenen Lehrer vergaben für dieselbe Arbeit Punktzahlen von 28 bis 92, der Median lag bei 70 Punkten. Die Untersuchung zeigt, dass die vergebenen Punktzahlen und somit die Bewertung der Prüfung von Lehrer zu Lehrer stark variieren können. Dies ist nicht nur im Fach Mathematik festzustellen, eine mangelnde Auswertungsobjektivität schriftlicher Arbeiten ist in allen Unterrichtsfächern nachgewiesen worden (Ingenkamp 1997, S. 108). Die Faktoren Länge der Textproduktion, grammatikalische und orthografische Fehler, selbst bei Inhaltsbeurteilung, Handschrift, Beurteilungsreihenfolge, Geschlecht von Beurteiler und Beurteilten sowie die Beliebtheit der Schüler, verhindern ebenfalls eine Auswertungsobjektivität (Ingenkamp 1997, S. 108).

Die *Interpretationsobjektivität* geht der Frage nach, „[...] ob die ausgewerteten Befunde objektiv in einem Bezugsrahmen eingeordnet werden können“ (Ingenkamp 1997, S. 110). Bei der Notengebung orientieren sich Lehrer nicht nach einem absoluten Maßstab, sondern richten sich nach dem Klassenniveau und nach ihrem persönlichen Maßstab. Nachgewiesen wurde dieses klasseninterne Bezugssystem in Ingenkamp (1977). Demnach ist eine Zensur für eine Leistung weniger von der Güte der Leistung abhängig, sondern mehr von der Klasse, in welcher die Beurteilung stattfindet sowie vom zensurgebenden Lehrer (Ingenkamp 1997, S. 110). In dieser Weise kann eine Klassenarbeit in einer starken Klasse vom Lehrer mit der Note befriedigend gewertet werden, andererseits kann die gleiche Arbeit mit gleicher Punktzahl in einer vergleichsweise schwachen Klasse mit der Note gut oder sehr gut bewertet werden. Die Interpretationsobjektivität schriftlicher Arbeiten kann folglich als unzureichend betrachtet werden.

In Bezug auf die Reliabilität oder *Zuverlässigkeit* untersuchte Ingenkamp (1977) das Korrekturverhalten von Lehrern, welche dieselbe Klassenarbeit zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten bewerteten. Unter Einbeziehung anderer Untersuchungen kommt Ingenkamp zu dem Schluss, „[...] daß auch die Reliabilität oder Zuverlässigkeit traditioneller schriftlicher Arbeiten unzureichend ist“ (1997, S. 113).

Aussagen über die Validität schriftlicher Prüfungen können aufgrund mangelnder Untersuchungen nicht eindeutig getroffen werden. Aber ohne hinreichende Objektivität und Zuverlässigkeit, kann eine Messung auch nicht valide sein (Ingenkamp 1997, S. 113).

Zusammenfassend sind die traditionellen schriftlichen Prüfungen von geringer Objektivität, Zuverlässigkeit und Validität. Dennoch werden sie im deutschen Bildungswesen am häufigsten als Prüfungsinstrument benutzt. Die geringe Anzahl an gesicherten wissenschaftlichen Untersuchungen zur Verbesserung der Tests, führt seit vielen Jahrzehnten scheinbar nur zu geringen Veränderungen an den Prüfungen (Ingenkamp 1997, S. 116).

6.2.2 Prüfungsrichtlinien

Prüfungen an der Technischen Universität Darmstadt müssen sich nach den allgemeinen Prüfungsbestimmungen (APB TU Darmstadt 2015) richten. Die Bestimmungen gelten für Bachelor- und Masterstudiengänge und enthalten Regeln für das gesamte Prüfungswesen. Die allgemeinen Prüfungsbestimmungen der Technischen Universität Darmstadt für die zu vergleichenden Studiengänge Metalltechnik und Maschinenbau sind somit identisch. Studiengangspezifische Unterschiede können anhand § 3 Prüfungsbestimmungen und Ordnung eines Studiengangs ausgemacht werden. Gemäß APB TU Darmstadt (2015) § 3 Absatz 1 gilt: „Für die Prüfungen gelten die gesetzlichen Vorschriften, die Bestimmungen dieser APB sowie nachrangig die Ordnung des jeweiligen Fachbereichs für den Studiengang“. Zu den Ordnungen eines Studiengangs heißt es gemäß APB TU Darmstadt (2015) § 3 Absatz 2 „Die Ordnungen kann ergänzende Regelungen treffen, soweit diese den APB nicht entgegenstehen“. Damit werden die entsprechenden Ordnungen zum Vergleich der beiden Studiengänge hinsichtlich der Prüfungsbedingungen herangezogen.

Im Folgenden werden einzelne Ausführungsbestimmungen zu den Studiengängen Metalltechnik (Ordnung B. Ed. 2014) und Maschinenbau (Ordnung B. Sc. 2014) verglichen. Die Ausführungsbestimmungen der jeweiligen Ordnung richten sich dabei auf bestimmte Paragraphen der allgemeinen Prüfungsbestimmungen.

Sicherung des Studienerfolgs, § 3a Ordnung B. Ed. und Ordnung B. Sc.

Lehramtsstudenten sollten nach dem zweiten und vierten Fachsemester bestimmte Mindestleistungen erbracht haben. 20 Credit Points sollten nach dem zweiten Fachsemester nachgewiesen sein, überdies sind die Prüfungsleistungen in den Modulen Technische Mechanik I und II für das Lehramt sowie Höhere Mathematik I und II bis zum vierten Fachsemester zu erbringen. Beratungsgespräche werden nach dem zweiten und vierten Fachsemester durchgeführt.

Der Fachbereich Maschinenbau sichert den Studienerfolg für Maschinenbaustudenten mit einem Eignungsfeststellungsverfahren für die Studiengangbewerber sowie mit fachspezifischen Instrumenten. Die fachspezifischen Instrumente sind in kurzer Form nachfolgend aufgeführt:

- Eignungsfeststellung der Bewerber für den Studiengang Maschinenbau
- Orientierungsveranstaltung in der ersten Vorlesungswoche
- Veranstaltungen zur Vorbereitung auf die Prüfungsphase
- Projektkurs Einführung in den Maschinenbau
- Beratungsgespräch nach dem zweiten Fachsemester und gegebenenfalls beratende Unterstützung
- Zuordnung zu einem Mentor, welcher Professor des Fachbereichs Maschinenbau ist
- Vorbereitung auf das Verfassen wissenschaftlicher Texte in der Pflichtveranstaltung Wissenschaftliches Arbeiten

Allgemeine Zulassungsvoraussetzungen - Praktikum, § 11 Ordnung B. Ed. und Ordnung B. Ed.

Für die Zulassung zum Studiengang Bachelor of Education Metalltechnik muss ein 52-wöchiges Praktikum nachgewiesen werden.

Die Zulassungsvoraussetzung für den Studiengang Bachelor of Science ist ein 6-wöchiges Grundpraktikum.

Gesamtnote, § 28 Ordnung B. Ed. und Ordnung B. Sc.

Die Gesamtnote setzt sich für Lehramtsstudenten aus vier Noten zusammen. Die Noten aus der beruflichen Fachrichtung, das Fach, die Erziehungs- und Geisteswissenschaften sowie die Bachelor-Thesis gehen dabei im Verhältnis 120:20:30:10 in die Gesamtnote ein.

Bei Studierenden des Maschinenbaus wird die Gesamtnote anhand der einzelnen Modulnoten und den entsprechenden Credit Points gebildet.

Wiederholung der Prüfung, § 30 Ordnung B. Ed.

Gemäß dieser Bestimmung ist die Wiederholungsprüfung für eine erstmals nicht bestandene Fachprüfung zum nächstmöglichen Zeitpunkt abzulegen. Diese Ausführbestimmung gilt ausschließlich für Studierende aus dem Bereich Metalltechnik.

Zweite Wiederholung, § 31 Ordnung B. Ed. und Ordnung B. Sc.

Eine zweite Wiederholungsprüfung kann mit dem Einvernehmen des Lehramtsstudenten mündlich stattfinden.

Bei Maschinenbaustudenten kann die zweite Wiederholung einer schriftlichen Prüfung mündlich erfolgen, wenn ein Einvernehmen zwischen Prüfer und Prüfling hergestellt wird.

6.2.3 Fazit Prüfungsbedingungen

Die Prüfungsform kann sich in den Studiengängen Metalltechnik und Maschinenbau trotz gemeinsamer Lehrveranstaltungen unterscheiden. Hinsichtlich der Güte der mündlichen oder schriftlichen Prüfungsform sind beide wenig objektiv, zuverlässig und valide. In den Modulen aus dem Pflichtbereich werden keine Sozialkompetenzen oder sprachliche Leistungen geprüft sondern ingenieurwissenschaftliche Fachkompetenzen. Folglich wird die Genauigkeit der Leistungsfeststellung nicht positiv beeinflusst. Die Änderung der Prüfungsform kann aus ökonomischen Gründen sinnvoll sein, da sich bei bestimmten Lehrveranstaltungen die Anforderungen der Lehramts- und Maschinebaustudenten und somit die Prüfungsaufgaben unterscheiden. Für die geringe Anzahl an Lehramtskandidaten lassen sich mündliche Prüfungen mit einem geringeren Aufwand von den Fachgebieten durchführen.

Betrachtet man die allgemeinen Prüfungsbestimmungen der Technischen Universität Darmstadt inklusive die Ordnungen des jeweiligen Studiengangs, ergeben sich Unterschiede in den Prüfungsbedingungen. Demnach werden im Studiengang Maschinenbau Bewerber in speziellen Verfahren auf Eignung untersucht. Bei Lehramtsstudenten werden keine Eignungsfeststellungsverfahren angewendet, sie können sich immatrikulieren sobald ihre formale Anmeldung korrekt ist.

Abschließend ist festzuhalten, dass für Studenten des Maschinenbaus wesentlich mehr unternommen wird um ein erfolgreiches Studium sicherzustellen. Dies ist bereits vor dem eigentlichen Studium zu festzustellen und setzt sich in Orientierungsveranstaltungen zu Beginn des Studiums sowie in speziellen Veranstaltungen zur Prüfungsvorbereitung fort.

6.3 Änderung der Studienfächer

6.3.1 Änderung der Ordnungen

Die geltenden Ordnungen für die Studiengänge in der gewerblich-technischen Bildung sind über das Zentrum für Lehrerbildung an der Technischen Universität Darmstadt zugänglich. Für den Studiengang Metalltechnik stehen aktuell drei Ordnungen zur Verfügung. Um die dritte Hypothese bezüglich den Studienfächern untersuchen zu können, werden die in den Ordnungen enthaltenen Studien- und Prüfungspläne gegenübergestellt, diese sind jeweils im Anhang der jeweiligen Ordnung enthalten. Zunächst werden die einzelnen Ordnungen aus den Jahren 2006, 2009, sowie 2014 vorgestellt.

Ordnung B. Ed. 2006

Der Studiengang Bachelor of Education Metalltechnik ist in sechs Semester gegliedert, diese werden zugleich für die Regelstudienzeit angesetzt. Für den erfolgreichen Abschluss sind insgesamt 180 CP zu erbringen. Der größte Anteil mit 130 CP ist von den Studierenden in der beruflichen Fachrichtung Metalltechnik zu erbringen. Die zusätzlichen Leistungen setzen sich aus den Erziehungswissenschaften mit 25 CP, den Gesellschaftswissenschaften mit 15 CP sowie der Bachelor-Thesis mit 10 CP zusammen.

Die insgesamt 130 CP aus der Fachrichtung Metalltechnik setzen sich aus dem Pflichtbereich mit 82 CP und dem Wahlpflichtbereich mit 48 CPs zusammen. Der Pflichtbereich ist in den Grundbildungsbereich (62 CP) und Fachdidaktik (20 CP) gegliedert. Im Grundbildungsbereich sind die ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen der Fachwissenschaft zu erwerben. Für den Leistungserwerb sind die Module *Grundlagen der Datenverarbeitung (4 CP)*, *Physikalische Stoffkunde (4 CP)*, *Mathematik I (6 CP)*, *Technische Mechanik I (6 CP)*, *Werkstoffkunde und Prüfung (5 CP)*, *Einführung in das rechnergestützte Konstruieren (CAD) (4 CP)*, *Technische Mechanik II (4 CP)*, *Einführung in die Elektrotechnik (6 CP)*, *Mathematik III (3 CP)*, *Technologie der Fertigungsverfahren (6 CP)*, *Thermodynamik I (6 CP)* sowie *Maschinenelemente und Mechatronik I (8 CP)* erfolgreich abzuschließen.

Die Fachdidaktik setzt sich aus fünf Modulen zusammen und soll fachdidaktische Inhalte vermitteln. Einzelne Veranstaltungen bzw. Module in der Fachdidaktik sind ebenfalls Pflichtveranstaltungen im Studiengang Maschinenbau. Generell ist der Fachbereich Maschinenbau für die fachdidaktische Ausbildung zuständig.

Für den Wahlpflichtbereich muss entweder der Vertiefungsbereich Produktionstechnik oder der Vertiefungsbereich Fahrzeugtechnik besucht werden. Im Bereich der Produktionstechnik sind zwölf vorgegebene Module zu absolvieren, welche alle aus dem Fachbereich Maschinenbau stammen. Die Lehrveranstaltungen Maschinenelemente und Mechatronik II sowie Mechatronische Systeme im Maschinenbau sind dabei als Pflichtmodule aufgeführt. Hier sollen aufbauend auf den ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen die Kenntnisse im Bereich Produktion und industriellen Fertigung vermittelt werden. Der Vertiefungsbereich Fahrzeugtechnik vermittelt Kenntnisse hinsichtlich Kraftfahrzeugen und Motoren. 14 Module sind in diesem Vertiefungsbereich abzuschließen, welche ebenfalls ausschließlich vom Fachbereich Maschinenbau angeboten werden. Die Module Maschinenelemente und Mechatronik II sowie Mechatronische Systeme im Maschinenbau sind als Pflichtmodule angegeben.

Ungeachtet der Wahl des Vertiefungsbereichs müssen die Leistungen in den beiden Veranstaltungen Maschinenelemente und Mechatronik II sowie Mechatronische Systeme im Maschinenbau erbracht werden.

Ordnung B. Ed. 2009

Die Ordnung B. Ed. 2009 sieht für den Bachelor of Education Metalltechnik ebenfalls eine Regelstudienzeit von sechs Semestern vor. Die 180 Leistungspunkte ergeben sich aus 130 CP in der beruflichen Fachrichtung Metalltechnik, 25 CP in den Erziehungswissenschaften, 15 CP in den Gesellschaftswissenschaften sowie 10 CP in der Bachelor-Thesis. Für die vorliegende Arbeit ist der Bereich der beruflichen Fachrichtung relevant.

Für den Bereich der beruflichen Fachrichtung Metalltechnik werden insgesamt 130 CP festgelegt. Hiervon sind 88 CP im Pflichtbereich und 42 CP im Wahlpflichtbereich zu erbringen. Der Pflichtbereich teilt sich zusätzlich in den Grundbildungsbereich mit 68 CP und in den Bereich der Fachdidaktik mit 20 CP. Der Grundbildungsbereich beinhaltet die Module *Grundlagen der Datenverarbeitung (4 CP)*, *Naturwissenschaften I (4 CP)*, *Höhere Mathematik I (7 CP)*, *Technische Mechanik I (Statik) (6 CP)*, *Werkstoffkunde und -prüfung (4 CP)*, *Einführung in das rechnergestützte Konstruieren (4 CP)*, *Technische Mechanik II (Elastostatik) (4 CP)*, *Einführung in die Elektrotechnik (50% B.Sc. Maschinenbau) (3 CP)*, *Höhere Mathematik II (4 CP)*, *Technologie der Fertigungsverfahren (6 CP)*, *Technische Thermodynamik I (6 CP)*, *Maschinenelemente und Mechatronik I (8 CP)* sowie *Maschinenelemente und Mechatronik II (8 CP)*.

Im Bereich der Fachdidaktik hat sich im Vergleich zur Ordnung B. Ed. 2006 zunächst nichts geändert. Zum Oktober 2011 wurde die Ordnung B. Ed. 2009 im Bereich der Didaktik geändert. Die Änderungen im Bereich Didaktik 2011 richten sich an den Bereich Fachdidaktik und veränderten einzelne Module sowie Zuständigkeiten. Für die fachdidaktische Ausbildung ist fortan der Fachbereich Humanwissenschaften (früher Fachbereich Maschinenbau) zuständig.

Der Wahlpflichtbereich teilt sich in einen Wahlpflichtbereich A mit 24 CP und einen Wahlpflichtbereich B mit 18 CP. Im Wahlpflichtbereich A ist entweder der Vertiefungsbereich Produktionstechnik oder der Vertiefungsbereich Fahrzeugtechnik zu wählen. Auf dem Gebiet Produktionstechnik sind die Kernlehrveranstaltungen zu Produktionstechnik und Umformmaschinen (12 CP) sowie Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (12 CP) zu erbringen. Im Bereich der Fahrzeugtechnik sind Kernlehrveranstaltungen zu Fahrzeugtechnik (12 CP) sowie Verbrennungskraftmaschinen (12 CP) zu absolvieren. Welche expliziten Veranstaltungen die einzelnen Kernlehrveranstaltungen erfassen, kann anhand der Ordnung B. Ed. 2009 nicht ermittelt werden. Der Wahlpflichtbereich B wird mit 18 CP aufgeführt, hier können Lehramtsstudierende alle Angebote des Fachbereichs Maschinen nutzen. Das bedeutet, sie haben die Freiheit alle angebotenen Lehrveranstaltungen des Fachbereichs Maschinenbau zu besuchen und sich die entsprechenden Leistungspunkte anrechnen zu lassen.

Ordnung B. Ed. 2014

Die aktuellste Studienordnung für den Studiengang Bachelor of Education Metalltechnik ist die Ordnung B. Ed. 2014. In der Summe ergeben sich 180 Leistungspunkte, die einer Regelstudienzeit von sechs Semestern entsprechen. Davon sind 100 CP in der Fachwissenschaft Metalltechnik, 20 CP in der Technikdidaktik/Fachdidaktik, 10 CP in der Bachelor Thesis, 30 CP in den Erziehungs- und Gesellschaftswissenschaften sowie 20 CP in dem Zweitfach zu erbringen. Das Zweitfach ist das allgemeinbildende Unterrichtsfach, welches neben fachlichen Fächern von Lehrern an beruflichen Schulen unterrichtet werden kann. In der aktuellen Ordnung B. Ed. (2014) müssen sich die Lehramtsstudenten folglich in der Bachelor-Phase für das zukünftige Zweitfach entscheiden, nicht wie in den früheren Ordnungen erst mit Beginn des Masterstudiums.

Die Fachwissenschaft Metalltechnik besitzt 100 Leistungspunkte, worauf 65 CP in den Pflichtbereich, 27 CP in den Wahlbereich A sowie 8 CP in den Wahlbereich B fallen. Im Pflichtbereich sind die Module *Informations- und Kommunikationstechnologie im Maschinenbau* (4 CP), *Höhere Mathematik I* (7 CP), *Technische Mechanik I für das Lehramt (Statik)* (6 CP), *Werkstoff-*

kunde I (6 CP), Höhere Mathematik II (4 CP), Rechnergestütztes Konstruieren (4 CP), Technische Mechanik II für das Lehramt (Elastostatik) (6 CP), Maschinenelemente und Mechatronik I für das Lehramt (8 CP), Technische Thermodynamik für das Lehramt (6 CP), Technologie der Fertigungsverfahren (6 CP), Maschinenelemente und Mechatronik für das Lehramt (8 CP) enthalten.

Im Wahlbereich A kann zwischen der Vertiefung Produktionstechnik oder der Vertiefung Fahrzeugtechnik gewählt werden. Der Bereich Produktionstechnik umfasst die übergeordneten Module Messtechnik (3 CP), Produktionstechnik und Umformmaschinen (12 CP) sowie Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (12 CP). Zur Vertiefung Fahrzeugtechnik werden ebenfalls drei übergeordnete Module angeboten, diese sind Elektrotechnik (3 CP), Fahrzeugtechnik (12 CP), sowie Verbrennungskraftmaschinen (12 CP). Der Wahlpflichtbereich B umfasst 8 CP, die entsprechenden Lehrveranstaltungen können aus dem Lehrangebot des Fachbereichs Maschinenbau gewählt werden.

Zusammenfassung der Änderungen

Im Zeitraum von 2006 bis 2014 sind drei Ordnungen des Studiengangs Bachelor of Education in Kraft getreten. Die Änderungen der Ordnung B. Ed. 2006 auf die Ordnung B. Ed. 2009 betreffen ausschließlich den Bereich der beruflichen Fachrichtung Metalltechnik, die Bereiche Erziehungs-, und Gesellschaftswissenschaften sowie die Bachelor-Thesis wurden keiner Änderung unterzogen. Der Bereich der Fachdidaktik blieb innerhalb der beruflichen Fachrichtung ebenfalls unverändert. Der Grundbildungsbereich wurde von 62 CP auf 68 CP angehoben und der Wahlpflichtbereich von 48 CP auf 42CP gesenkt. Zudem wurde ein weiterer Wahlpflichtbereich (Wahlpflichtbereich B) eingeführt, dieser ermöglichte es Studierenden alle Lehrveranstaltungen des Fachbereichs Maschinenbau zu besuchen. In der Ordnung B. Ed. 2006 waren die einzelnen Veranstaltungen zum Wahlpflichtbereich noch explizit vorgeschrieben.

Mit in Kraft treten der Ordnung B. Ed. 2014 wurden, unter Beibehaltung der Gesamtleistungspunkte von 180 CP, Lehrimporte aus dem Zweitfach im Umfang von 20 CP eingeführt. Im Vergleich zur Ordnung B. Ed. 2009 reduzierte sich der Anteil der Erziehungswissenschaft von 25 CP auf 24 CP sowie der Anteil der Gesellschaftswissenschaft von 15 CP auf 6 CP. In der Fachwissenschaft Metalltechnik verringerten sich die Leistungspunkte im Pflichtbereich von 68 CP auf 65 CP und im Wahlpflichtbereich von 42 CP auf 35 CP.

In der weiteren Analyse werden ausschließlich Lehrveranstaltungen einbezogen, welche von Fachbereich Maschinenbau angeboten werden und von Lehramtsstudenten innerhalb der Studienordnung zu besuchen sind. Aufgrund der großen Wahlmöglichkeit der Lehramtsstudenten im Wahlpflichtbereich A und B, im Besonderen in der Ordnung B. Ed. 2009, werden nur diese Lehrveranstaltungen im Pflichtbereich für weitere Analysen verwendet. Tabelle 5 zeigt die einzelnen Lehrveranstaltungen welche sich in den entsprechenden Ordnungen finden.

Tabelle 5: Änderungen im Pflichtbereich Ordnung B. Ed. 2006, 2009 und 2014

Ordnung B. Ed. 2006	→	Ordnung B. Ed. 2009	→	Ordnung B. Ed. 2014
Grundlagen der Datenverarbeitung	→	Grundlagen der Datenverarbeitung	→	Informations- und Kommunikationstechnologie im Maschinenbau
Physikalische Stoffkunde	→	Naturwissenschaften I	→	Werkstoffkunde I
Mathematik I	→	Höhere Mathematik I	→	Höhere Mathematik I
Technische Mechanik I	→	Technische Mechanik I (Statik)	→	Technische Mechanik I für das Lehramt (Statik)
Werkstoffkunde und Prüfung	→	Werkstoffkunde und Prüfung	→	
Einführung in das rechnergestützte Konstruieren (CAD)	→	Einführung in das rechnergestützte Konstruieren	→	Rechnergestütztes Konstruieren
Technische Mechanik II	→	Technische Mechanik II (Elastostatik)	→	Technische Mechanik II für das Lehramt (Elastostatik)
Einführung in die Elektrotechnik	→	Einführung in die Elektrotechnik (50% B.Sc. Maschinenbau)	→	
Mathematik III	→	Höhere Mathematik II	→	Höhere Mathematik II
Technologie der Fertigungsverfahren	→	Technologie der Fertigungsverfahren	→	Technologie der Fertigungsverfahren
Thermodynamik I	→	Technische Thermodynamik I	→	Technische Thermodynamik für das Lehramt
Maschinenelemente und Mechatronik I	→	Maschinenelemente und Mechatronik I	→	Maschinenelemente und Mechatronik I für das Lehramt
Maschinenelemente und Mechatronik II	→	Maschinenelemente und Mechatronik II	→	Maschinenelemente und Mechatronik II für das Lehramt
Mechatronische Systeme im Maschinenbau I	→		→	

Einige Lehrveranstaltungen wurden im Zeitraum 2006 bis 2014 namentlich geändert und ersetzen die vorherige Lehrveranstaltung, hierzu zählen Informations- und Kommunikationstechnologie im Maschinenbau, Rechnergestütztes Konstruieren sowie Werkstoffkunde I. Diese Änderungen wurden vom Fachbereich Maschinenbau veranlasst und in Übergangsregelungen anhand von Äquivalenztabelle entsprechend angerechnet. Die Veranstaltungen Werkstoffkunde und Prüfung, Einführung in die Elektrotechnik sowie Mechatronische Systeme im Maschinenbau I sind im Pflichtbereich der Ordnung B. Ed. 2014 nicht mehr enthalten.

6.3.2 Analyse der Pflichtveranstaltungen

Der Vergleich der Ordnungen zeigt, dass erst mit der Änderung der Ordnung B. Ed. 2014 einzelne Lehrveranstaltungen des Pflichtbereichs den Namenszusatz „für das Lehramt“ tragen, die restlichen hingegen besitzen den Titel, welcher auch in der Ordnung B. Sc. 2014 für Maschinenbauer zu finden ist. Wie in Kapitel 6.1 gezeigt wurde, sind die Anforderungen für die Module die den Zusatz „für das Lehramt“ tragen, geringer als die entsprechenden Module ohne Namenszusatz. Obwohl für beide Module lediglich eine gemeinsame Lehrveranstaltung für Lehramtsstudenten und Maschinenbaustudenten angeboten wird.

Damit die dritte Hypothese genauer untersucht werden kann, werden die Veranstaltungen aus Tabelle 5 herangezogen und die Durchschnittsnote der Klausuren innerhalb des Analysezeitraums ermittelt. Die Durchschnittsnote dient dabei als Anzeichen für die Schwierigkeit der Abschlussklausur in der jeweiligen Lehrveranstaltung.

Vorgehen

Der Untersuchungszeitraum richtet sich nach der aktuellen Studienordnung. Demnach werden die Durchschnittsnote der Klausuren ermittelt, welche vor der Ordnung B. Ed. 2014 und ab in Kraft treten der Ordnung B. Ed. 2006 erfasst wurden. Dies entspricht einem Analysezeitraum vom Wintersemester 2006/07 bis zum Sommersemester 2014. Für die Analyse werden die Klausurstatistiken der gemeinsamen Pflichtveranstaltungen für Lehramtsstudenten und Maschinenbaustudenten miteinander verglichen. Für die beiden Studierendengruppen waren vor der Ordnung B. Ed. (2014) in den Lehrveranstaltungen die gleichen Anforderungen festgelegt und die beide Teilnehmer mussten die gleichen Klausuren schreiben.

Die Module Höhere Mathematik I und II sind Veranstaltungen für Studenten des Lehramts und bleiben bei der Analyse unberücksichtigt. Die Veranstaltungen Mathematik I und III, welche in der Ordnung B. Ed. (2006) für Lehramtskandidaten als Pflichtveranstaltungen festgelegt waren, werden somit von Wintersemester 2006/06 bis Wintersemester 2008/09 erfasst. Ebenfalls wird die Veranstaltung Mechatronische Systeme im Maschinenbau I nicht berücksichtigt, da diese keine Pflichtveranstaltung für Maschinenbaustudenten ist.

Die Abschlussklausuren der oben genannten Veranstaltungen finden, mit Ausnahme „Einführung in das rechnergestützte Konstruieren“, jedes Semester statt. Für den Analysezeitraum fanden somit 16 Klausuren je Lehrveranstaltung statt. Um einzelne Lehrveranstaltungen hinsichtlich der Abschlussklausuren beurteilen zu können, wird für jede Lehrveranstaltung ein Gesamtnoten-

durchschnitt bezüglich des Notendurchschnittes einzelner Klausuren im Analysezeitraum ermittelt. Für jede Pflichtveranstaltung wird der Notendurchschnitt jeder Abschlussklausur im Analysezeitraum aufsummiert und entsprechend der Klausurenanzahl dividiert.

Veröffentlicht werden die Klausurstatistiken der einzelnen Pflichtfächer in der Zeitung „Pladdfeder“. Sie ist eine Zeitung der Fachschaft Maschinenbau und erscheint zweimal im Jahr jeweils zu Semesterende. In der jeweils aktuellen Ausgabe sind die Notenstatistiken für das vergangene Semester enthalten. In Bezug auf den Analysezeitraum werden die Ausgaben vom Sommersemester 2007 bis Wintersemester 2014/15 zur Ermittlung der Gesamtnotenstatistik herangezogen. Die Daten, mit welcher die Zeitung Pladdfeder² die Notenstatistiken erstellt, stammen dabei von den Fachgebieten, die für die Klausuren zuständig sind. Des Weiteren verwendet die Zeitschrift für die Erstellung von Notenstatistiken ausschließlich ganze Noten (1, 2, 3, 4 und 5), die Noten 1,7; 2,0 und 2,3 werden beispielsweise als Note 2 in der Statistik geführt. Ein Vergleich der einzelnen Pflichtfächer lässt sich anhand dieser Datengrundlage dennoch durchführen.

2 Pladdfeder: Zeitung der Fachschaft Maschinenbau. Online verfügbar unter <http://www.fs.maschinenbau.tu-darmstadt.de/masch/pladdfeder/index.de.jsp>, zuletzt geprüft am 04.04.2016.

Auswertung der Notenstatistiken

Die Notenstatistiken wurden anhand der beschriebenen Vorgehensweise für jede gemeinsame Pflichtveranstaltung ausgewertet. Die Gesamtdurchschnittsnote der Pflichtveranstaltung ist abhängig von den Klausurergebnissen des jeweiligen Semesters. In Tabelle 6 sind die Gesamtprüfungsnoten für die einzelnen Pflichtveranstaltungen dargestellt.

Tabelle 6: Gesamtdurchschnittsnote der Pflichtveranstaltungen

Rang	Pflichtveranstaltung	Gesamtdurchschnittsnote
1	Einführung in die Elektrotechnik	3,908
2	Technische Mechanik II (Elastostatik)	3,878
3	Maschinenelemente und Mechatronik II	3,844
4	Maschinenelemente und Mechatronik I	3,803
5	Mathematik I (bis WS 08/09)	3,802
6	Technische Mechanik I (Statik)	3,753
7	Technische Thermodynamik I	3,751
8	Technologie der Fertigungsverfahren	3,572
9	Mathematik III (bis WS 08/09)	3,394
10	Grundlagen der Datenverarbeitung	3,279
11	Naturwissenschaften I	2,944
12	Werkstoffkunde und -prüfung	2,831
13	Einführung in das rechnergestützte Konstruieren	1,962

Die Darstellung zeigt, dass die höchste Gesamtdurchschnittsnote in der Veranstaltung Einführung in die Elektrotechnik mit 3,908 vorliegt und dieses Fach somit eine besondere Herausforderung an die Studierenden stellt. Den geringsten Gesamtnotendurchschnitt findet man in der Veranstaltung Einführung in das rechnergestützte Konstruieren. Die Gesamtdurchschnittsnote in der Veranstaltung Werkstoffkunde und -prüfung ist mit 2,831 um 1,077 besser als die Note der Pflichtveranstaltung auf Rang 1 und die Herausforderungen die Klausur zu bestehen augenscheinlich geringer.

Ferner ist zu erkennen, dass die Gesamtdurchschnittsnoten der Pflichtveranstaltungen auf den Rängen 1 bis 7 lediglich um den Wert 0,157 voneinander abweichen. Somit kann angenommen werden, dass für das Bestehen der Klausur der jeweiligen Pflichtveranstaltungen 1 bis 7 ähnlich hohe Ansprüche an die Studierenden gestellt werden.

6.3.3 Fazit Studienfächer

Die Ergebnisse der vorangegangenen Untersuchung sollen hinsichtlich der Änderungen der Ordnung B. Ed. 2014 betrachtet werden. In Tabelle 7 sind die Pflichtveranstaltungen mit der Gesamtdurchschnittsnote und der jeweiligen Änderung der Studienordnung dargestellt.

Tabelle 7: Gesamtdurchschnittsnote der Pflichtveranstaltungen im Kontext zur Ordnung B. Ed. 2014

Rang	Pflichtveranstaltung	Gesamtdurchschnittsnote	Änderungen der Ordnung B. Ed. 2014
1	Einführung in die Elektrotechnik	3,908	Keine Pflichtveranstaltung mehr, Anforderung im Wahlpflichtbereich „für das Lehramt“
2	Technische Mechanik II (Elastostatik)	3,878	Anforderung gesenkt
3	Maschinenelemente und Mechatronik II	3,844	Anforderung gesenkt, Prüfung mündlich oder schriftlich
4	Maschinenelemente und Mechatronik I	3,803	Anforderung gesenkt, mündliche Prüfung
5	Mathematik I (bis WS 08/09)	3,802	Ab SS 09 Höhere Mathematik I nur für Lehramtsstudenten, Anforderung gesenkt
6	Technische Mechanik I (Statik)	3,753	Anforderung gesenkt, Prüfung mündlich oder schriftlich
7	Technische Thermodynamik I	3,751	Anforderung gesenkt, Prüfung mündlich oder schriftlich
8	Technologie der Fertigungsverfahren	3,572	Anforderung unverändert
9	Mathematik III (bis WS 08/09)	3,394	Ab SS 09 Höhere Mathematik II nur für Lehramtsstudenten, Anforderung gesenkt
10	Grundlagen der Datenverarbeitung	3,279	Anforderung unverändert
11	Naturwissenschaften I	2,944	Anforderung unverändert
12	Werkstoffkunde und -prüfung	2,831	Keine Pflichtveranstaltung mehr, Anforderung im Wahlpflichtbereich unverändert
13	Einführung in das rechnergestützte Konstruieren	1,962	Anforderung unverändert

Die Veranstaltung, für welche die höchste Gesamtdurchschnittsnote ermittelt wurde, ist in der Ordnung B. Ed. 2014 nicht mehr als Pflichtveranstaltung enthalten. Lehramtsstudenten, welche im Wahlpflichtbereich A den Vertiefungsbereich Fahrzeugtechnik wählen, müssen die Veranstaltung Einführung in die Elektrotechnik „für das Lehramt“ besuchen und somit geringere An-

forderungen als Studenten des Maschinenbaus erfüllen. Für die Ränge 1 bis 7 sowie den Rang 9, wurden die Anforderungen für Lehramtsstudenten im Gegensatz zu den Maschinenbaustudenten gesenkt. Die Pflichtveranstaltungen Mathematik I und III wurden für Lehramtsstudierende durch die Veranstaltungen Höhere Mathematik I und II mit geringeren Anforderungen ersetzt.

Nicht verändert wurden die Anforderungen in den unteren Rängen 10 bis 13 sowie Rang 8, hierbei wurde die ehemalige Pflichtveranstaltung Werkstoffkunde und -prüfung mit gleichen Anforderungen in den Wahlpflichtbereich B verschoben.

Änderungen der Prüfungsform finden innerhalb der Ränge 8 bis 13 in der Ordnung B. Ed. 2014 nicht statt. Die Änderungen zur Prüfungsform finden ausschließlich in den Rängen 1 bis 7 statt. Desweiteren sind mündliche Prüfungen in den Pflichtveranstaltungen Maschinenelemente und Mechatronik I und II, Technische Mechanik I (Statik) sowie Technische Thermodynamik für Lehramtsstudierende möglich.

Festzustellen ist, dass nur solche Lehrveranstaltungen geändert wurden, bei welchen die Leistungsnachweise eine besondere Herausforderung darstellten. Das bedeutet, dass das Bestehen der Abschlussklausur von vielen Studierenden der Ingenieurwissenschaft sowie des Lehramts als besonders schwierig empfunden wird. Diese Vermutung wird durch Gespräche mit Kommilitonen sowohl aus dem Studiengang Metalltechnik, als auch aus dem Studiengang Maschinenbau gestützt.

Die Studienfächer, welche durch die Ordnung B. Ed. (2014) für die Lehramtsstudenten novelliert wurden, hatten folglich höheren Einfluss auf den Studienerfolg als Studienfächer, bei welchen keine Änderung durchgeführt wurde. Bezüglich des in der Problemstellung dargelegten Lehrermangels, im Bereich Metalltechnik, könnte durch diese Maßnahme die Zahl der Studienabbrecher reduziert werden, um einer Unterversorgung mit beruflichen Lehrkräften entgegenzuwirken. Sofern diese Behauptung zutreffend ist, könnte man die Qualität der Lehrerausbildung an der Technischen Universität Darmstadt infrage stellen, woraufhin im nächsten Kapitel die vorangegangenen Befunde sowie die Ordnung B. Ed. (2014) unter dem Qualitätsaspekt betrachtet werden sollen.

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Untersuchungen hinsichtlich der Qualität der Lehrerausbildung im Studiengang Bachelor of Education Metalltechnik dargelegt. Zunächst sei darauf hingewiesen, dass die Diskussion um die Qualität der Lehrerausbildung bereits Jahrzehnte anhält. In Bezug zur Lehrerbildung wird seit 1970 bis heute große Unzufriedenheit geäußert, was unter anderem auf einen Mangel an Studien zur Lehrerbildung sowie an gesicherten Erkenntnissen über die Wirksamkeit der Lehrerbildung zurückzuführen ist (Keuffer 2010, S. 58 f.). Der Mangel an Studien über die Lehrerbildung ist hierbei kein ausschließlich deutsches Phänomen. *„Es gibt bis heute auch in der amerikanischen Forschungsliteratur keine Modelle, Konzepte, Projekte oder Befunde, die, trotz langjähriger Erfahrung, eindeutige empirisch abgesicherte Aussagen darüber gestatten, welches genau die Kriterien für ein erfolgreiches, gutes und qualitativ hochwertiges Programm der Lehrerbildung und seiner Evaluation sind“* (von Pronczynsky 2001, S. 98, zitiert nach Hascher 2014, S. 557). Die Qualität der Lehrerausbildung wird in den nachfolgenden Abschnitten mit einem Vergleich des Curriculums und KMK-Standards, einem Vergleich des Curriculums und beruflichen Lehrplänen sowie einem Vergleich der Untersuchungsergebnisse mit den Qualitätsaspekten von Kerschenbauer (2009) beurteilt.

7.1 Curriculum und KMK-Standards

7.1.1 Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen

Die Kultusministerkonferenz hat im Jahr 2013 erstmals ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für das Lehramtsstudium in beruflichen Fachrichtungen beschlossen. Damit wurden die in 2004 entwickelten Standards für die Lehrerbildung in den Bildungswissenschaften (KMK 2004) um die Bereiche Fachwissenschaft sowie Fachdidaktik ergänzt. Die bereits 2008 verabschiedenden fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Standards für die allgemeinbildenden Lehramtsstudiengänge wurden 2013 erstmals für die beiden beruflichen Fachrichtungen Wirtschaft und Verwaltung sowie Metalltechnik beschlossen. Zu einer weiteren Ergänzung kam es 2015, hierbei wurden die beruflichen Fachrichtungen Elektrotechnik, Gesundheit und Körperpflege sowie Pflege hinzugefügt (KMK 2015).

Nach der KMK (2015, S. 2) sollten die bildungswissenschaftlichen Standards und die ländergemeinsamen inhaltlichen Anforderungen für die Fachdidaktiken und Fachwissenschaften eine

Grundlage für die Akkreditierung und Evaluierung von Lehramtsstudiengängen sein. Ferner gilt das Ziel, die Mobilität und Durchlässigkeit im deutschen Hochschulsystem für die Studierenden zu erhöhen. Zusätzlich sollen Fachprofile, bezogen auf Fächer bzw. berufliche Fachrichtungen, einen Rahmen für inhaltliche Anforderungen für das Fachstudium bilden, in welchem Länder und Universitäten eigene Differenzierungen und Schwerpunkte sowie zusätzliche Anforderungen festlegen können.

Die Einführung der Standards in den beruflichen Fachrichtungen Wirtschaft und Verwaltung sowie Metalltechnik blieb jedoch nicht ohne Kritik. Tramm stellte fest, dass die Verfahren zur Entwicklung dieser Lehrerbildungsstandards unter erheblichem Zeitdruck durchgeführt wurden. Zudem seien die Rollen von wissenschaftlichen Experten und Vertreter der Kultusminister nicht klar bestimmt gewesen (2013, S. 5). Das Verfahren ermöglichte weder eine systematische Bestandsaufnahme, noch einen strukturierten Diskurs, so konnte ein innovativer Impuls nicht erwartet werden (Tramm 2013, S. 6). Dennoch seien sowohl die Kompetenzformulierungen, als auch die aufgelisteten Inhalte in der beruflichen Fachrichtung Wirtschaft und Verwaltung, die Tramm analysierte, weitgehend unumstritten (Tramm 2013, S. 6).

Bezüglich der vorliegenden Arbeit wird angenommen, dass die ländergemeinsamen inhaltlichen Anforderungen für die berufliche Fachrichtung Metalltechnik in gleicher Weise unbestritten sind. Im Folgenden werden die Kompetenzformulierungen sowie die Inhalte der beruflichen Fachrichtung Metalltechnik als Kriterium für die Beurteilung der Qualität der Lehramtsausbildung eingesetzt. Je genauer die inhaltlichen Anforderungen im Curriculum für den Studiengang Metalltechnik abgebildet werden, desto höher kann die Qualität der Lehramtsausbildung angesehen werden.

7.1.2 Kompetenzformulierung der KMK

In den ländergemeinsamen inhaltlichen Anforderungen formuliert die KMK (2015) für die berufliche Fachrichtung Metalltechnik ein fachrichtungsbezogenes Kompetenzprofil. Dies beinhaltet die im Studium zu erreichenden Kompetenzen und wird in KMK (2015, S. 63 f.) beschrieben.

In der Ordnung B. Ed. (2014) Anhang II Kompetenzbeschreibungen werden die in der KMK (2015) beschriebenen Kompetenzen in übereinstimmender Weise in den Qualifikationsergebnissen des Studiengangs Metalltechnik festgehalten (Ordnung B. Ed. 2014, S. 10 f.). Demzufolge sind die 2013 beschlossenen KMK-Standards für die berufliche Fachrichtung Metalltechnik unverändert in die Kompetenzbeschreibungen der Technischen Universität Darmstadt für den Studiengang Bachelor of Education Metalltechnik aufgenommen worden.

7.1.3 Fachwissenschaftliche Inhalte

Die KMK (2015) legt für die berufliche Fachrichtung Metalltechnik 14 fachwissenschaftliche und sechs fachdidaktische Studieninhalte fest. Dabei versteht die KMK (2015) die Gliederung der Studieninhalte in einzelne Bereiche nicht als Abgrenzung oder Aufteilung in einzelne Lehrveranstaltungen. Ein Studieninhalt muss demgemäß keine einzelne Lehrveranstaltung sein. Die Zuordnung von Studieninhalten zu Lehrveranstaltungen ist folglich in den Studienplänen seitens der Universität umzusetzen (KMK 2015, S. 4).

Damit Aussagen über die Übereinstimmungen zwischen dem Studien- und Prüfungsplan (Ordnung B. Ed. 2014) und den inhaltlichen Anforderungen der KMK-Standards angestellt werden können, werden anhand der Studieninhalte der KMK (2015) Kategorien gebildet und diese in Bezug auf die Lerninhalte der Lehrveranstaltungen im Studiengang Metalltechnik verglichen. Da sich vorliegende Arbeit auf den Vergleich der Fachwissenschaften fokussiert, werden ausschließlich die fachwissenschaftlichen Inhalte zur Untersuchung analysiert, die Inhalte für das fachdidaktische Studium werden nicht in den Vergleich miteinbezogen.

Im Folgenden werden den fachwissenschaftlichen Inhalten der KMK-Standards einzelne Lehrveranstaltungen bzw. einzelne Lehrinhalte entsprechend dem Modulhandbuch B. Ed. (2014) des Pflichtbereichs für Lehramtsstudenten zugeordnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8: Zuordnung der Lehrveranstaltungen und Lehrinhalte des Studiengangs Metalltechnik zu den Studieninhalten der KMK

Studieninhalt KMK	Lehrveranstaltung (Modul)	Lehrinhalt
Mathematische Grundlagen	Höhere Mathematik I	Gesamter Lehrinhalt
	Höhere Mathematik II	Gesamter Lehrinhalt
Naturwissenschaftliche Grundlagen	Technische Mechanik I	Kraftbegriff
	Werkstoffkunde I	Aufbau der Werkstoffe
	Technische Thermodynamik	Grundbegriffe der Thermodynamik
Anwendungsbezug zur Ingenieurwissenschaft	Technische Mechanik I	Gesamter Lehrinhalt
	Technische Mechanik II	Gesamter Lehrinhalt
	Technische Thermodynamik	Gesamter Lehrinhalt
Technische Mechanik	Technische Mechanik I	Gesamter Lehrinhalt
	Technische Mechanik II	Gesamter Lehrinhalt
Technische Thermodynamik	Technische Thermodynamik	Gesamter Lehrinhalt
Produktions- und Fertigungstechnik	Werkstoffkunde I	Festigkeitscharakterisierung und -prüfung, Härteprüfung, Wärmebehandlung, Kunststoffe
	Technologie der Fertigungsverfahren	Gesamter Lehrinhalt
Werkstofftechnik	Werkstoffkunde I	Gesamter Lehrinhalt
Technische Kommunikation	Informations- und Kommunikationstechnologie im Maschinenbau	Gesamter Lehrinhalt
	Rechnergestütztes Konstruieren	3D Handskizzen, Stücklisten, Technische Produktdokumentation, Zeichnungsnormen
Konstruktionstechnik	Rechnergestütztes Konstruieren	Gesamter Lehrinhalt
	Maschinenelemente und Mechatronik II	Funktions-, beanspruchungs-, fertigungs- und montagegerechtes Gestalten von Bauteilen

Maschinenelemente	Maschinenelemente und Mechatronik II	Gesamter Lehrinhalt
	Maschinenelemente und Mechatronik I	Mechanische Komponenten
Arbeitswissenschaften		
Elektrotechnik	Maschinenelemente und Mechatronik I	Mechatronische Systeme und Komponenten, Aktoren, Sensoren, Regler und Steuerungen
Informationstechnik	Informations- und Kommunikationstechnologie im Maschinenbau	Gesamter Lehrinhalt
Mess-, Steuer- und Regelungstechnik	Maschinenelemente und Mechatronik I	Sensoren, Regler und Steuerungen
Fachwissenschaftliche Inhalte bezogen auf Prozesse, Systeme sowie Organisationskonzepte beruflicher Facharbeit und deren Systematik	Maschinenelemente und Mechatronik I	Modellbildung, Synthese mechatronischer Systeme
Qualitäts-, Sozial- und Umweltmanagement		
Arbeitssicherheit		

Anhand der Tabelle 8 kann festgestellt werden, dass der Studieninhalt mathematisch-naturwissenschaftliche Grundlagen mit einem Anwendungsbezug zur Ingenieurwissenschaft, Bestandteil von mehreren Lehrveranstaltungen ist. Die fachwissenschaftlichen Inhalte Technische Mechanik, Technische Thermodynamik, Produktions- und Fertigungstechnik, Werkstofftechnik, Technische Kommunikation, Konstruktionstechnik, Maschinenelemente sowie Informationstechnik tragen den gleichen oder einen ähnlichen Titel, wie die Lehrveranstaltungen im Modulhandbuch B. Ed. (2014). Demzufolge ist anzunehmen, dass diese durch die KMK festgelegten Studieninhalte hinreichend von der Ordnung B. Ed. (2014) berücksichtigt und im Lehramtsstudium Metalltechnik vermittelt werden.

Für die Studieninhalte (KMK 2015) Elektrotechnik, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik sowie fachwissenschaftliche Inhalte bezogen auf Prozesse, Systeme sowie Organisationskonzepte beruflicher Facharbeit und deren Systematik konnten ausschließlich Lehrinhalte der Lehrveranstaltungen Maschinenelemente und Mechatronik I zugeordnet werden. Es kann hier angenommen werden, dass die drei genannten Studieninhalte nicht in vollem Umfang durch die Lehrinhalte der Ordnung B. Ed. (2014) abgebildet werden. Gerade für den Studieninhalt Elektrotechnik, welcher in der Ordnung B. Ed. (2009) noch als gleichnamige Pflichtveranstaltung von den Leh-

ramtsstudenten absolviert werden musste, ist meines Erachtens eine eigenständige Lehrveranstaltung notwendig. Hier reicht es nicht aus, den Studieninhalt in einer Lehrveranstaltung bruchstückhaft durch einzelne Lehrinhalte vermittelt zu bekommen. Der Studieninhalt fachwissenschaftliche Inhalte bezogen auf Prozesse, Systeme sowie Organisationskonzepte beruflicher Facharbeit und Systematik lässt sich in einem Studium mit ingenieurwissenschaftlicher Ausrichtung im Wesentlichen den verschiedenen Lehrveranstaltungen im Pflichtbereich zuordnen, die Beschreibungen in den Lehrinhalten geben hierbei allerdings wenig Hinweise.

Den Studieninhalten Qualitäts-, Sozial- und Umweltmanagement, Arbeitssicherheit sowie Arbeitswissenschaften konnten anhand der Modulbeschreibungen (Modulhandbuch B. Ed. 2014) keine Lehrinhalte zugewiesen werden. Ob die genannten Studieninhalte im Wahlpflichtbereich A und B vermittelt werden, lässt sich an dieser Stelle nicht klären. Im Pflichtbereich scheinen die Studieninhalte Qualitäts-, Sozial- und Umweltmanagement, Arbeitssicherheit sowie Arbeitswissenschaft somit nicht ausreichend abgedeckt zu werden.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die vorgegebenen Studieninhalte der KMK (2015) für das Studium Metalltechnik in unterschiedlicher Weise berücksichtigt werden. Von 14 fachwissenschaftlichen Inhalten werden neun Studieninhalte durch die Ordnung B. Ed. (2014) hinreichend abgedeckt. Drei Studieninhalte werden teilweise im Metalltechnikstudium berücksichtigt. Für zwei Studieninhalte gibt es im Modulhandbuch B. Ed. (2014) keine Hinweise anhand der Beschreibungen der Lehrinhalte. Dass die zwei Studieninhalte im Lehramtsstudium nicht vermittelt werden, kann dennoch nicht mit Sicherheit festgestellt werden, zumal der Wahlpflichtbereich nicht berücksichtigt wurde.

Das fachspezifische Kompetenzprofil, welches die KMK (2015) für den Lehramtsstudiengang Metalltechnik beschloss, wurde in gleicher Weise in die Ordnung B. Ed. (2014) aufgenommen. Hinsichtlich der Qualität lässt sich somit festhalten, dass die Kompetenzformulierungen im Sinne der KMK (2015) keine Hinweise für eine geringe Qualität der Lehramtsausbildung liefern. Seitens der beschlossenen Studieninhalte im Studiengang Metalltechnik lassen sich anhand der beschriebenen Lehrinhalte geringe Differenzen zwischen KMK-Standards und dem Modulhandbuch B. Ed. (2014) feststellen. Von einer geringen Qualität der Lehramtsausbildung lässt sich dennoch nicht sprechen, da die Lehrinhalte oft sehr allgemein formuliert sind und somit keine eindeutige Zuordnung zwischen Studieninhalt und Lehrveranstaltung sowie Lehrinhalt möglich ist.

7.2 Curriculum und berufliche Lehrpläne

7.2.1 Breite des Berufsfeldes

Das Arbeitsfeld der Berufsschule erstreckt sich zunächst über die verschiedenen Schulformen, welche von den beruflichen Schulen angeboten werden. Zu nennen sind beispielsweise das Berufsvorbereitungsjahr, das Berufsgrundbildungsjahr, die Berufsfachschule, die duale Ausbildung, die vollzeitschulische Ausbildung, die Fachschule, die Fachoberschule sowie das berufliches Gymnasium. Den verschiedenen Schulformen liegen unterschiedliche Curricula zugrunde, welche unterschiedliche Bildungsstandards ausdifferenzieren und sich an verschiedene Schülerklientel richten (Faßhauer und Rützel 2013, S. 3).

Im Hinblick auf das Berufsfeld Metalltechnik kommen bezüglich der dualen Ausbildung die Rahmenlehrpläne der einzelnen Ausbildungsberufe hinzu. Je nach Bundesland oder beruflicher Schule, können etwa 15 Ausbildungsberufe eindeutig für das Berufsfeld Metalltechnik aufgeführt werden. Typische Berufe und eindeutig in das Berufsfeld Metalltechnik zuzuordnen sind Industriemechaniker, Technischer Produktdesigner, Werkzeugmechaniker oder Metallbauer. Hinzu kommen die Ausbildungsberufe, die im Rahmenlehrplan Inhalte aus der beruflichen Fachrichtung Metalltechnik enthalten, aber nicht ausschließlich dem Berufsfeld Metalltechnik zugeordnet sind. Hierzu zählen unter anderem Mechatroniker, Kraftfahrzeugmechatroniker und Feinoptiker.

Insgesamt bleibt festzuhalten, dass sich das Berufsfeld Metalltechnik im Arbeitsfeld der Berufsschule als sehr vielschichtig erweist. Neben den vielfältigen Schulformen mit unterschiedlichem Qualifizierungsniveaus tragen die verschiedenen Ausbildungsberufe mit den entsprechenden Rahmenlehrplänen zu einer großen Bandbreite für das Berufsfeld Metalltechnik bei.

7.2.2 Curricula der beruflichen Bildung und Hochschulbildung

Die Curricula der beruflichen Bildung sowie der Hochschulbildung auf der Bachelor-Stufe besitzen Gemeinsamkeiten sowie Unterschiede. Gerholz und Sloane (2008, S. 13 f.) orientieren sich bei der Analyse der beiden Curricula an den Aspekten Leitziel, curriculare Gestaltung und Lernprozessgestaltung.

In den Leitzielen beider Bildungsbereiche lassen sich grundlegende Gemeinsamkeiten feststellen. In der beruflichen Bildung stellt die berufliche Handlungskompetenz, bezogen auf ein konkretes Berufsbild das Leitziel dar. Die Hochschulbildung zielt hingegen auf die Beschäftigungsfähigkeit in bestimmten Berufsfeldern ab. Beide Bildungsbereiche streben die Kompetenzorientierung an und wollen die Handlungsfähigkeit in beruflichen Situationen sicherstellen, was mit der Outcomeorientierung einhergeht. Kompetenzen lassen sich dabei in den Zielformulierungen der Lernfelder im beruflichen Bereich und bei der Hochschulbildung, in den Lernergebnissen der einzelnen Module identifizieren. Unterschiede bei den Leitzielen zeigen sich beim Kompetenzverständnis. Während sich berufliche Handlungskompetenz in Fach-, Sozial- und Humankompetenz sowie ergänzend in Methoden-, Lern- und kommunikative Kompetenz definiert, ist für die Hochschulbildung die Vorgabe des Hochschulqualifikationsrahmens mit der Unterscheidung „Wissen und Verstehen“ sowie „Können“ grundlegend (Gerholz und Sloane 2008, S. 14). In der beruflichen Bildung werden die Lernfelder in Bezug auf berufliche Anwendungssituationen präzisiert und erhalten somit einen ausgeprägten Anwendungsbezug. Die Kompetenzstruktur der Hochschulbildung richtet sich nach dem Hochschulqualifikationsrahmen, welcher die Kategorie Wissen stärker akzentuiert, dabei ergibt sich für Hochschulen ein stärkerer Wissens- als Anwendungsbezug (Gerholz und Sloane 2008, S. 15).

Bei der curricularen Gestaltung von Lernfeldern und Modulen ergeben sich formale Gemeinsamkeiten, beide sind inhaltlich und zeitlich geschlossene Einheiten. Die Zielformulierungen in den Lernfeldern beschreiben Performanzen, welche aus beruflichen Handlungsfeldern entwickelt wurden. Das Lernfeld lehnt sich dabei einem Beruf an, es kann somit als handlungssystematisches curriculares Prinzip bezeichnet werden (Gerholz und Sloane 2008, S. 15). Die Hochschulbildung unterliegt bestimmten Ordnungsgrundlagen, welche formale und strukturelle Vorgaben erteilt. Die Universitäten sind im Anschluss für die inhaltliche Ausgestaltung verantwortlich. Die inhaltlich-didaktische Ausgestaltung obliegt in der Hochschulbildung eher einem fachsystematischen Prinzip (Gerholz und Sloane 2008, S. 15).

Die Lernprozessgestaltung ist in der beruflichen Bildung auf einem handlungstheoretischen Lern- und Didaktikverständnis aufgebaut. Die Lernsituationen werden anhand beruflicher Tätigkeiten vom Lehrenden entwickelt und sollen auf Grundlage der Handlungsorientierung die Kompetenzentwicklung fördern (Gerholz und Sloane 2008, S. 15). In der Hochschulbildung wird die „[...] Frage der Gestaltung von Kompetenzentwicklungsprozessen, also die Lernprozessperspektive, [...] somit weitgehend ausgeblendet bzw. in die Hände der Studiengangverantwortlichen gelegt“ (Gerholz und Sloane 2008, S. 15 f.). Die Förderung von Kompetenzen gestaltet sich danach weniger aus der handlungstheoretischen Sicht sondern vielmehr kognitionstheoretisch, was bei der Hochschulbildung auf kognitionstheoretisches Lern- und Didaktikverständnis hinweist (Gerholz und Sloane 2008, S. 16).

Die Gemeinsamkeiten und Unterschiede in der beruflichen Bildung und Hochschulbildung sind in Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 9: Vergleich lernfeldstrukturierte Bildungsgänge und Hochschulbildung

Kategorien	Berufliche Bildung in Kontext Lernfeldstrukturierter Bildungsgänge	Hochschulbildung auf der Bachelor-Stufe
Perspektive	Outcomeorientierung	Output-/ Outcomeorientierung
Leitziel	berufliche Handlungskompetenz	Wissenschaftliche Beschäftigungsfähigkeit
Kompetenzorientierung	Fach, Human- und Sozialkompetenz dazu querliegend Methoden-, Lern und kommunikative Kompetenz	Wissen und Verstehen (Wissensverbreiterung und -vertiefung) Können (instrumentale, systemische und kommunikative Kompetenz)
Curriculare Vorgaben	formale wie inhaltliche Vorgaben in Form von Lernfeldern Konkretisierung durch Schulen	Formal-strukturelle Vorgaben durch Module inhaltliche Ausgestaltung Aufgabe der Universitäten bzw. Studiengänge
Curriculares Prinzip	handlungssystematisch	tendenziell fachsystematisch
Curriculare Arbeit	aktive Curriculumrezeption	aktive Curriculumentwicklung
Lern- und Didaktikverständnis	handlungstheoretisch	i.S.d. HQR kognitionstheoretisch

Quelle: Wörtlich übernommen von Gerholz und Sloane 2008, S. 16

7.2.3 Vergleich beruflicher Lehrpläne und der Ordnung B. Ed. 2014

Die Breite des Berufsfeldes Metalltechnik wird bei der Analyse insofern berücksichtigt, dass drei berufliche Lehrpläne aus dem Bereich Metalltechnik mit der Ordnung B. Ed. (2014) verglichen werden. Hierzu werden zwei Rahmenlehrpläne der Ausbildungsberufe Industriemechaniker und Anlagenmechaniker für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik sowie der Lehrplan für die Fachschule Maschinentechnik mit dem Schwerpunkt Maschinenbau (Maschinenbautechniker) herangezogen. Von jedem Lehrplan werden jeweils drei Lernfelder von Anfang, Mitte und Ende der Ausbildungszeit für die Analyse verwendet.

Im vorangegangenen Abschnitt wurde gezeigt, dass die Curricula der beruflichen Bildung und der Hochschulbildung Unterschiede in den Bereichen Leitziel, curriculare Gestaltung und Lernprozessgestaltung aufweisen. Diese Unterschiede erschweren den systematischen Vergleich der beiden Curricula. Ein Lernfeld setzt sich aus der Zielformulierung und den Inhalten zusammen. In den Zielformulierungen der Lernfelder werden Performanzen beschrieben, die auf beruflichen Handlungen basieren, diese lassen sich mit den allgemeingefassten fachsystematischen Modulbeschreibungen nur unzureichend vergleichen. Im Folgenden werden deshalb aus den Inhalten der Lernfelder Kategorien gebildet und diesen entsprechende Module und Lehrinhalte sowie Lernergebnisse aus dem Modulhandbuch B. Ed. (2014) zugeordnet.

Es sei angemerkt, dass der Autor der vorliegenden Arbeit eine Ausbildung zum Industriemechaniker sowie eine Weiterbildung zum staatlich geprüften Maschinenbautechniker abgeschlossen hat und somit die Zuordnung der Lernfeldinhalte zu den Modulen auch auf Erfahrungen und Sachkenntnissen beruhen.

Industriemechaniker

In diesem Abschnitt werden die Inhalte der Lernfelder eins, sieben und 13 für den Ausbildungsberuf Industriemechaniker mit den Modulbeschreibungen des fachwissenschaftlichen Pflichtbereichs verglichen. Die ausgewählten Lernfelder stammen aus dem ersten, zweiten und dritten Ausbildungsjahr und sollen die verschiedenen Ausbildungsabschnitte und Niveaustufen abbilden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 10, Tabelle 11 und Tabelle 12 dargestellt.

Tabelle 10: Zuordnung der Lehrinhalte zu Lernfeld 1 Industriemechaniker

Kategorie (Inhalt Lernfeld 1)	Modul	Lehrinhalt/Lernergebnis
Teilzeichnungen	Rechnergestütztes Konstruieren	Einzelteilmodellierung
Gruppen- oder Montagezeichnungen	Rechnergestütztes Konstruieren	Baugruppenmodellierung
Technische Unterlagen und Informationsquellen	Rechnergestütztes Konstruieren	Technische Produktdokumentation
Funktionsbeschreibungen	Maschinenelemente und Mechatronik II für das Lehramt	Mechanische Baugruppen
Fertigungspläne	Technologie der Fertigungsverfahren	Bewertung Produktherstellung
Eisen- und Nichteisenmetalle	Werkstoffkunde I	Metallkunde
Eigenschaften metallischer Werkstoffe	Werkstoffkunde I	Aufbau der Werkstoffe
Kunststoffe	Werkstoffkunde I	Kunststoffe
Allgemeintoleranzen	Rechnergestütztes Konstruieren	Toleranzen und Passungen
Halbzeuge und Normteile	Werkstoffkunde I	Kennzeichnung von Stählen
Bankwerkzeuge, Elektrowerkzeuge	Technologie der Fertigungsverfahren	Fertigungsverfahren vergleichen
Hilfsstoffe	Technologie der Fertigungsverfahren	Fertigungsverfahren vergleichen
Grundlagen und Verfahren des Trennens u. Umformens	Technologie der Fertigungsverfahren	Umformen und Trennen
Prüfen	Werkstoffkunde I	Festigkeitsprüfung
Material-, Lohn- und Werkzeugkosten	Höhere Mathematik I	Grundlagen
Masse von Bauteilen, Stückzahlberechnung	Höhere Mathematik I	Grundlagen
Präsentationstechnik	Bachelor-Thesis	Ergebnisse präsentieren
Normen	Werkstoffkunde I	Kennzeichnung von Stählen

Quelle: Kategorien gemäß KMK Rahmenlehrplan Industriemechaniker 2004

Tabelle 11: Zuordnung der Lehrinhalte zu Lernfeld 7 Industriemechaniker

Kategorie (Inhalt Lernfeld 7)	Modul	Lehrinhalt/Lernergebnis
Achsen und Wellen	Maschinenelemente und Mechatronik II für das Lehramt	Mechanische Baugruppen
Gleitlager	Maschinenelemente und Mechatronik II für das Lehramt	Lagerungen
Wälzlager	Maschinenelemente und Mechatronik II für das Lehramt	Lagerungen
Führungen	Maschinenelemente und Mechatronik II für das Lehramt	Lagerungen
Dichtungen	Maschinenelemente und Mechatronik II für das Lehramt	Mechanische Baugruppen
Reibung, Wärmedehnung	Maschinenelemente und Mechatronik II für das Lehramt	Bauteilkopplungen
Welle-Nabe-Verbindungen	Maschinenelemente und Mechatronik II für das Lehramt	Verbindungen
Flächenpressung	Maschinenelemente und Mechatronik II für das Lehramt	Kräfteübertragung
Festigkeitskenngrößen	Maschinenelemente und Mechatronik II für das Lehramt	Festigkeitsnachweis
Passungsarten	Maschinenelemente und Mechatronik II für das Lehramt	Bauteiltoleranzen und Passungen
Passungssysteme	Maschinenelemente und Mechatronik II für das Lehramt	Bauteiltoleranzen und Passungen

Quelle : Kategorien gemäß KMK Rahmenlehrplan Industriemechaniker 2004

Tabelle 12: Zuordnung der Lehrinhalte zu Lernfeld 13 Industriemechaniker

Kategorie (Inhalt Lernfeld 13)	Modul	Lehrinhalt/Lernergebnis
Elektropneumatische und elektrohydraulische Funktionseinheiten	Maschinenelemente und Mechatronik I für das Lehramt	Aktoren
Steuerung	Maschinenelemente und Mechatronik I für das Lehramt	Regler und Steuerungen
Regelung	Maschinenelemente und Mechatronik I für das Lehramt	Regler und Steuerungen
Programmierbare Steuerung		
Betriebsarten		
Ablaufsprache, Funktionsbausteine		
Flexible Handhabungssysteme		
Schnittstellen	Informations- und Kommunikationstechnologie im Maschinenbau	Hardwaretechnik und Software
Instandhaltungsvorschriften		
Sicherheitseinrichtungen		

Quelle: Kategorien gemäß KMK Rahmenlehrplan Industriemechaniker 2004

Die Darstellungen zeigen, dass sich für den Ausbildungsberuf Industriemechaniker den Lernfeldern eins und sieben alle Inhalte des Rahmenlehrplans entsprechenden Lehrinhalte/Lernergebnissen aus dem Modulhandbuch Metalltechnik zuordnen lassen. Den Inhalten des Lernfelds eins konnten dabei sechs unterschiedliche Module zugewiesen werden, wohingegen für das Lernfeld sieben ausschließlich die Lehrinhalte/Lernergebnisse für das Modul Maschinenelemente und Mechatronik II zugeordnet werden konnten.

Im Lernfeld 13 sind zehn Inhalte aufgeführt, von denen drei dem Modul Maschinenelemente und Mechatronik I sowie eins dem Modul Informations- und Kommunikationstechnologie im Maschinenbau zugewiesen werden konnten. Eine Zuweisung der restlichen Inhalte zum Pflichtbereich des Modulhandbuchs war nicht möglich.

Somit konnten 33 von insgesamt 39 im KMK Rahmenlehrplan Industriemechaniker (2004) aufgeführte Inhalte entsprechenden Lehrinhalten/Lernergebnissen des Lehramtsstudiums Metalltechnik zugewiesen werden.

Anlagenmechaniker für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik

Der Ausbildungsberuf Anlagenmechaniker für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik wird für einen weiteren Vergleich herangezogen. Es werden den Lernfeldern eins, sieben und 13 ebenfalls Module und entsprechende Lehrinhalte/Lernergebnisse zugeordnet. Die drei ausgewählten Lernfelder sind Bestandteile des ersten, zweiten und dritten Ausbildungsjahres. Die Ergebnisse sind in Tabelle 13, Tabelle 14 und Tabelle 15 dargestellt.

Tabelle 13: Zuordnung der Lehrinhalte zu Lernfeld 1 Anlagenmechaniker für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik

Kategorie (Inhalt Lernfeld 1)	Modul	Lehrinhalt/Lernergebnis
Teilzeichnungen	Rechnergestütztes Konstruieren	Einzelteilmodellierung
Gruppen- oder Montagezeichnungen	Rechnergestütztes Konstruieren	Baugruppenmodellierung
Technische Unterlagen und Informationsquellen	Rechnergestütztes Konstruieren	Technische Produktdokumentation
Funktionsbeschreibungen	Maschinenelemente und Mechatronik II für das Lehramt	Mechanische Baugruppen
Fertigungspläne	Technologie der Fertigungsverfahren	Bewertung Produktherstellung
Eisen- und Nichteisenmetalle	Werkstoffkunde I	Metallkunde
Eigenschaften metallischer Werkstoffe	Werkstoffkunde I	Aufbau der Werkstoffe
Kunststoffe	Werkstoffkunde I	Kunststoffe
Allgemeintoleranzen	Rechnergestütztes Konstruieren	Toleranzen und Passungen

Halbzeuge und Normteile	Werkstoffkunde I	Kennzeichnung von Stählen
Bankwerkzeuge, Elektrowerkzeuge	Technologie der Fertigungsverfahren	Fertigungsverfahren vergleichen
Hilfsstoffe	Technologie der Fertigungsverfahren	Fertigungsverfahren vergleichen
Grundlagen und Verfahren des Trennens und Umformens	Technologie der Fertigungsverfahren	Umformen und Trennen
Prüfen	Werkstoffkunde I	Festigkeitsprüfung
Material-, Lohn- und Werkzeugkosten	Höhere Mathematik I	Grundlagen
Masse von Bauteilen, Stückzahlberechnung	Höhere Mathematik I	Grundlagen
Präsentationstechnik	Bachelor-Thesis	Ergebnisse Präsentieren
Normen	Werkstoffkunde I	Kennzeichnung von Stählen

Quelle: Kategorien gemäß KMK Rahmenlehrplan Anlagenmechaniker für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik 2003

Tabelle 14: Zuordnung der Lehrinhalte zu Lernfeld 7 Anlagenmechaniker für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik

Kategorie (Inhalt Lernfeld 7)	Modul	Lehrinhalt/Lernergebnis
Arten der Wärmeübertragung	Technische Thermodynamik für das Lehramt	Grundbegriffe der Thermodynamik
Wärmemenge, Wärmeleistung, Systemtemperaturen	Technische Thermodynamik für das Lehramt	Thermodynamisches Gleichgewicht und Temperatur
Rohrmontage, Verlegeregeln		
Heizflächen	Technische Thermodynamik für das Lehramt	Energieformen und Energiebilanzen
Montageanleitungen, auch in englischer Sprache		
Druckverluste	Technische Thermodynamik für das Lehramt	Erster Hauptsatz der Thermodynamik
Rohrverteilungssysteme		
Absperr- und dezentrale Regelarmaturen		
Wärmedämmung		
Brandschutzmaßnahmen		
Schallschutzmaßnahmen		
Korrosionsschutzmaßnahmen	Werkstoffkunde I	Grundlagen Metall- und Legierungskunde
Druckprobe		
Umwälzpumpen	Maschinenelemente und Mechatronik I für das Lehramt	Aktoren

Anschluss elektrischer Bauteile		
Hydraulischer Abgleich		
Füllen und Entlüften		
Entleeren und Belüften		
Dokumentationsformen	Rechnergestütztes Konstruieren	Technische Produktdokumentation
Kommunikation mit Kunden		

Quelle: Kategorien gemäß KMK Rahmenlehrplan Anlagenmechaniker für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik 2003

Tabelle 15: Zuordnung der Lehrinhalte zu Lernfeld 13 Anlagenmechaniker für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik

Kategorie (Inhalt Lernfeld 1)	Modul	Lehrinhalt/Lernergebnis
Kriterien der Behaglichkeit		
Schematische Darstellungen	Rechnergestütztes Konstruieren	Einzelteilmodellierung
Skizzen	Rechnergestütztes Konstruieren	3D Handskizzen
Montagezeichnungen	Maschinenelemente und Mechatronik II für das Lehramt	Montagegerechtes Gestalten
Montageanleitungen	Maschinenelemente und Mechatronik II für das Lehramt	Montagegerechtes Gestalten
Lüftungsspezifische Montagetechnologien		
Bauteile von raumluftechnischen Anlagen		
Anschluss und Kontrolle elektrischer Bauteile		
Luftvolumenströme	Technische Thermodynamik für das Lehramt	Zustandsgleichungen für Gase
Strömungsgeschwindigkeit	Technische Thermodynamik für das Lehramt	Zustandsgleichungen für Gase
Querschnitte	Technische Thermodynamik für das Lehramt	Zustandsgleichungen für Gase
Lufttemperaturen	Technische Thermodynamik für das Lehramt	Thermische Verhalten von Gasen
Wärmerückgewinnung	Technische Thermodynamik für das Lehramt	Kreisprozesse für Wärmepumpen

Quelle: Kategorien gemäß KMK Rahmenlehrplan Anlagenmechaniker für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik 2003

Festzustellen ist, dass das erste Lernfeld dem des Industriemechanikers entspricht und sich alle Inhalte dieses Lernfeldes sechs entsprechenden Modulen im Modulhandbuch Metalltechnik zuordnen lassen. Dem Lernfeld sieben konnten von 20 aufgeführten Inhalten sieben den Modulbeschreibungen zugewiesen werden, welche sich auf vier unterschiedliche Veranstaltungen verteilen. Im Hinblick auf das Lernfeld 13 wurden den 13 Inhalten des Lernfelds neun Inhalte aus dem Bereich Pflichtbereich Metalltechnik zugeordnet.

Für die 51 Inhalte der insgesamt drei Lernfelder des Ausbildungsberufs Anlagenmechaniker für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik konnten 34 Lehrinhalte/Lernergebnisse aus dem Studiengang Bachelor of Education Metalltechnik zugewiesen werden.

Fachschule für Maschinentchnik mit dem Schwerpunkt Maschinenbau

Neben dem Vergleich der beiden Rahmenlehrpläne, welche für die Schulform duale Ausbildung von der Kultusministerkonferenz konzipiert wurden, soll ferner der Lehrplan einer zweijährigen Fachschule für Maschinentchnik herangezogen werden. Schüler dieser Fachschule müssen zur Aufnahme eine abgeschlossene Berufsausbildung sowie Berufserfahrung vorweisen und können neben dem Fachschulabschluss (Maschinenbautechniker) die Fachhochschulreife erwerben. Die grundlegende Niveaustufe der Fachschule liegt demnach über dem der Berufsausbildung.

Der Lehrplan der Fachschule ist vom Hessischen Kultusministerium beschlossen worden und gliedert sich in acht Lernfelder sowie in einen allgemeinbildenden Pflichtbereich. Bezüglich der Inhalte aus den Lernfeldern eins, vier und acht werden Kategorien gebildet und mit den Lehrinhalten sowie Lernergebnissen aus dem Modulhandbuch B. Ed. (2014) verglichen. Die Zuordnungen der Lehrinhalte zu den drei Lernfeldern zeigen Tabelle 16, Tabelle 17 und Tabelle 18.

Tabelle 16: Zuordnung der Lehrinhalte zu Lernfeld 1 Technikerschule

Kategorie (Inhalt Lernfeld 1)	Modul	Lehrinhalt/Lernergebnis
Ziele und Aufgaben des Projektmanagements		
Projekte im Rahmen der betrieblichen Organisation		
Informationsbeschaffung	Bachelor-Thesis	Ingenieurwissenschaftliche Methoden
Lern- und Arbeitsmethoden	Bachelor-Thesis	Ingenieurwissenschaftliche Methoden
Methoden der Projektplanung		
Teambildung und Teamentwicklung	Rechnergestütztes Konstruieren	Produktentwicklung in Teams
Kreativitätswerkzeuge		
Entscheidungswerkzeuge		
Präsentation und Moderation	Bachelor-Thesis	Ergebnisse mit wissenschaftlichen Anspruch zu präsentieren
Kommunikation und Dokumentation	Rechnergestütztes Konstruieren	Technische Produktdokumentation
Reflexion, Evaluation u. Bewertungssysteme		

Quelle: Kategorien gemäß Hessisches Kultusministerium Lehrplan Maschinentchnik 2011

Tabelle 17: Zuordnung der Lehrinhalte zu Lernfeld 4 Technikerschule

Kategorie (Inhalt Lernfeld 4)	Modul	Lehrinhalt/Lernergebnis
Fertigungsverfahren	Technologie der Fertigungsverfahren	Industrielle Fertigungsverfahren
Fertigungsmaschinen	Technologie der Fertigungsverfahren	Industrielle Fertigungsverfahren
Fertigungsabläufe	Technologie der Fertigungsverfahren	Produkte fertigungsgerecht gestalten
Fertigungssysteme	Technologie der Fertigungsverfahren	Fertigungsprozessketten
Kostenbetrachtung	Technologie der Fertigungsverfahren	Fertigungsverfahren systematisch bewerten
Werkstoffeigenschaften	Werkstoffkunde I	Werkstoff- und Bauteileigenschaften
Qualitätssicherung		
Fertigungsmesstechnik		
CNC-Programmierung		
CAD/CAM-Verknüpfung		
Informationssysteme	Informations- und Kommunikationstechnologie im Maschinenbau	Informations- und Kommunikationstechnologie
Prozesssimulation	Maschinenelemente und Mechatronik I für das Lehramt	Simulationswerkzeuge

Quelle: Kategorien gemäß Hessisches Kultusministerium Lehrplan Maschinentechnik 2011

Tabelle 18: Zuordnung der Lehrinhalte zu Lernfeld 8 Technikerschule

Kategorie (Inhalt Lernfeld 8)	Modul	Lehrinhalt/Lernergebnis
Materialwirtschaft		
Kostenrechnung	Höhere Mathematik I	Grundlagen
Controlling		
Zeitmanagement		
Entgelt differenzierung		
Arbeitssystemgestaltung		
Produktionsmanagement		
Produktionsplanung und -steuerung		
PPS-Systeme		
Datenmanagement	Rechnergestütztes Konstruieren	Daten mittels PDM Prozessen zu verwalten
Aufbereitung und Präsentation von Daten	Bachelor-Thesis	Ergebnisse mit wissenschaftlichen Anspruch zu präsentieren
Computer Aided Industry (CAI)		
Product Lifecycle Management (PLM)		

Quelle: Kategorien gemäß Hessisches Kultusministerium Lehrplan Maschinentechnik 2011

Die Betrachtung der Tabellen 16, 17 und 18 zeigt, dass bei keinen der drei Lernfelder die Kategorien vollständig den Lerninhalten sowie Lernergebnissen zugeordnet werden konnten. Dem Lernfeld eins wurden fünf von elf Kategorien Lehrinhalte aus den Modulen Bachelor-Thesis und Rechnergestütztes Konstruieren zugewiesen.

Die höchste Zuweisungsrate entfiel auf das Lernfeld vier, bei welchem acht von zwölf Kategorien Rückschlüsse auf die Modulbeschreibungen im Modulhandbuch B. Ed. (2014) zugelassen haben. Von den vier zugewiesenen Modulen entfiel auf die Veranstaltung Technologie der Fertigungsverfahren der größte Anteil.

Die geringste Überschneidung von Inhalten des Lehrplans und den Modulbeschreibungen des Lehramtsstudiums konnte für das Lernfeld acht festgestellt werden. Hierbei wurden lediglich für drei Kategorien inhaltliche Gemeinsamkeiten herausgefunden werden.

Für die 36 Inhalte, die in den drei untersuchten Lernfeldern genannt werden, lassen sich somit 16 den einzelnen Modulen des Studiengangs Metalltechnik zuordnen. Das bedeutet, die Übereinstimmung der beiden Curricula Fachschule für Maschinentechnik mit dem Schwerpunkt Maschinenbau und der Ordnung B. Ed. (2014) gemessen an den Inhalten beträgt weniger als 50 Prozent.

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse, dass nicht alle Inhalte, der untersuchten beruflichen Bildungsgänge, im fachwissenschaftlichen Pflichtbereich des Studiengangs Metalltechnik abgebildet werden. Eine hundertprozentige Übereinstimmung scheint angesichts der Breite des Berufsfeldes Metalltechnik nicht möglich. Insgesamt konnten für zwei Drittel der 127 berufsbildenden Inhalte, Lehrinhalte/Lernergebnisse aus dem fachwissenschaftlichen Pflichtbereich des Studiengangs Metalltechnik bestimmt werden. Die Übereinstimmung der Inhalte verringert sich beim Vergleich mit dem Lehrplan des Maschinenbautechnikers. Hierbei konnten nicht einmal die Hälfte der Inhalte zugeordnet werden. Andererseits erhöhte sich die Korrespondenz auf 85 Prozent bei der Analyse des Industriemechanikers, welcher einen typischen Ausbildungsberuf im Berufsfeld Metalltechnik repräsentiert.

7.3 Vergleich der Untersuchungsergebnisse mit den Aspekten Kerschenbauers

In den vorangegangenen Kapiteln wurde das Curriculum des Studiengangs Metalltechnik hinsichtlich verschiedener Gesichtspunkte untersucht. Diese gewonnenen Erkenntnisse sollen mit einigen Aspekten aus der Forschungsarbeit von Kerschenbauer (2009) verglichen werden, um Aussagen zur Qualität der Lehrerausbildung im Bereich Metalltechnik treffen zu können. Kerschenbauer (2009) untersuchte in ihrer Diplomarbeit die Qualität und Effizienz der Lehramtsausbildung im Fach Physik an der Universität in Wien. Diese Quelle wird herangezogen, da für die Lehramtsausbildung im beruflichen Bereich im Fach Metalltechnik noch keine ähnlichen Befunde vorliegen und das Fach Physik, ähnlich wie das Fach Metalltechnik, zu den sogenannten MINT-Fächern³ zählt.

Ausgehend der Untersuchungsergebnisse ihrer Diplomarbeit ergeben sich für Kerschenbauer (2009) bestimmte Konsequenzen in Hinblick auf die Gestaltung des Lehramtsstudiums Physik. Für den fachwissenschaftlichen Teil der Ausbildung nennt Kerschenbauer (2009, S. 102 ff.) drei Konsequenzen:

- Stärkerer Fokus auf Konzeptverständnis und Vermittlungswissen

Ein Spezialwissen sei in bestimmten Bereichen für Physiklehrkräfte nur zweitrangig. Ein breites Überblickswissen sowie ein tiefes Verständnis für grundlegende Konzepte sind demgegenüber viel wichtiger. Ebenfalls sollen Physiklehrkräfte die Fähigkeit besitzen, das Wissen auf alltägliche Erfahrungen anzuwenden und mit geeigneten Beispielen den Schülern bestimmte Phänomene veranschaulichen (Kerschenbauer 2009, S. 102). Aus den Erhebungen Kerschenbauers (2009) geht zudem hervor, dass im Studium die zukünftigen Aufgaben der Lehramtskandidaten zu wenig berücksichtigt werden und diese sich mehr Lehrveranstaltungen mit direktem Schulbezug wünschen. Das Studium sollte zudem vermitteln, wie das erworbene Wissen an die Schüler weitergeben werden kann und welche Vereinfachungen im Themengebiet in Hinblick auf den Unterricht möglich sind (Kerschenbauer 2009, S. 102 f.).

³ MINT-Fächer sind Fächer, welche aus den Fachbereichen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik entstammen.

➤ Alltagsphänomene erklären können

Die Studierenden des Physiklehrantes müssen laut entsprechenden Lehrplänen der Unter- und Oberstufe in der Lage sein, naturwissenschaftliche Grundlagen anhand von Alltagsphänomenen zu erklären. Nach Kerschenbauer (2009, S. 103 f.) sollte gerade in den Fachvorlesungen ein größerer Fokus darauf gelegt werden, Studierende mit Alltagsphänomenen zu konfrontieren und zu befähigen, die Phänomene im Unterricht den Schülern begreiflich zu machen. Das Studium bereitet die Lehramtskandidaten nicht ausreichend, bis gar nicht auf das Verstehen und das Erklären von Alltagsphänomenen vor. Die Erhebungen von Kerschenbauer zeigen zudem, dass sich 81% der Studierenden und 82% der Lehrenden viel mehr Alltagsphysik in ihrem Studium wünschen (2009, S. 104).

➤ Speziell für Lehramtskandidaten konzipierte Lehrveranstaltungen

Damit die aufgeführten Konsequenzen umgesetzt werden können, braucht es nach Kerschenbauer Lehrveranstaltungen, die speziell für Lehramtsstudierende konzipiert sind (2009, S. 104). Diese Lehrveranstaltungen sollten vor allem die Aufgaben der zukünftigen Lehrkräfte in ihrem Berufsbereich berücksichtigen.

Die Konsequenzen, die Kerschenbauer (2009) vorstellt beziehen sich auf die Gestaltung des Lehramtsstudiums Physik. Damit die eigenen Untersuchungsergebnisse mit den Aspekten Kerschenbauers verglichen werden können, müssen bestimmte Konsequenzen auf das Lehramtsstudium Metalltechnik angepasst werden. Im Besonderen muss der Aspekt „Alltagsphänomene erklären können“ mit dem Berufsfeld Metalltechnik abgestimmt werden. Wie in Kapitel 7.2.2 beschrieben, orientieren sich die lernfeldstrukturierten Lehrpläne nicht an Alltagsphänomenen, sondern an beruflichen Tätigkeiten und beruflichen Handlungskompetenzen. Demnach wird der Aspekt Alltagsphänomene erklären können durch den Aspekt „berufliche Tätigkeiten erklären können“ ersetzt. Im Folgenden werden die Aspekte „stärkerer Fokus auf Konzeptverständnis und Vermittlungswissen“, „berufliche Tätigkeiten erklären können“ sowie „Lehrveranstaltungen speziell für Lehramtskandidaten“ genauer betrachtet und mit den eigenen Untersuchungsergebnissen verglichen.

7.3.1 Stärkerer Fokus auf Konzeptverständnis und Vermittlungswissen

Im Studiengang Bachelor of Education Metalltechnik an der Technischen Universität Darmstadt teilen sich die Lehramtsstudenten die fachwissenschaftlichen Lehrveranstaltungen mit den Studenten des Maschinenbaus, welche die deutliche Mehrheit an Teilnehmern stellen. Die Vorlesungen richten sich dabei an das ingenieurwissenschaftliche Berufsfeld und vermitteln das nötige Spezialwissen für die angehenden Ingenieure. Dieses Spezialwissen ist für die zukünftigen Lehrkräfte in manchen Bereichen eher zweitrangig, viel wichtiger sind ein grundlegendes Konzeptverständnis und ein breites Überblickwissen sowie Vermittlungswissen.

Die im Vorfeld aufgeführten Untersuchungen zeigen, dass vor der Einführung der Ordnung B. Ed. (2014) die Modulbeschreibungen der gemeinsamen Lehrveranstaltungen von Lehramtsstudenten und Maschinenbaustudenten identisch waren. Somit wurden im Sinne der Kompetenz- und Wissensvermittlung die Lehramtsstudenten und die Maschinenbaustudenten gleichgesetzt. Beide mussten die gleichen Anforderungen in der Prüfungsleistung erfüllen und sich ingenieurwissenschaftliches Spezialwissen aneignen. Mit in Kraft treten der Ordnung B. Ed. (2014) änderten sich die Modulbeschreibungen der Lehramtsstudenten in bestimmten gemeinsamen Lehrveranstaltungen. Die vorangegangene Analyse zeigt, dass die Lernergebnisse des Studiengangs Bachelor of Education Metalltechnik vom Studiengang Bachelor of Science Maschinenbau seither abweichen, wohingegen die Lehrinhalte nach wie vor identisch sind.

Die Lernergebnisse für Lehramtsstudenten änderten sich dahingehend, dass sie im Gegensatz zu den Maschinebaustudenten auf einem geringeren kognitiven Niveau angesiedelt sind. Der Fokus der Lernergebnisse liegt bei Lehramtsstudenten demnach auf der Niveaustufe Verstehen, dagegen werden die Niveaustufen Anwenden und Analyse in geringerer Anzahl als bei den Maschinenbaustudenten gefordert. Im Hinblick auf den Aspekt, dass Spezialwissen in bestimmten Bereichen für Lehrkräfte zweitrangig sei und das ein grundlegendes Verständnis viel wichtiger ist, lässt sich die Entwicklung der Studienordnung für Bachelor of Education Metalltechnik hin zu Lernergebnissen, die sich an der Niveaustufe Verstehen orientieren, als positiv beschreiben.

Die Lehramtsstudierenden sollen bezüglich des angehenden Berufsfelds über ein breites Überblickwissen verfügen. Das Überblickwissen genauer zu definieren scheint angesichts des vielseitigen und komplexen Arbeitsfelds der Berufsschule problematisch zu sein. Hierbei müssen zum einen die verschiedenen Schulformen vom Berufsvorbereitungsjahr bis zum beruflichen Gymnasium und zum anderen die unterschiedlichen Rahmenlehrpläne der dualen Ausbildung

beachtet werden. In Kapitel 7.2.3 wurden hierzu drei berufliche Lehrpläne mit dem Curriculum Metalltechnik verglichen.

Für den Ausbildungsberuf Industriemechaniker, den man als „Klassiker“ im Berufsfeld Metalltechnik bezeichnen kann, konnte eine Überschneidung der Inhalte von etwa 85% mit den Pflichtveranstaltungen im Studiengang Metalltechnik festgestellt werden. Für den Lehramtskandidaten, der diesen Ausbildungsberuf zukünftig unterrichtet, erweist sich dieses Ergebnis meiner Meinung nach als zufriedenstellend. Die Inhalte des Rahmenlehrplans für Anlagenmechaniker für Sanitär- Heizung- und Klimatechnik überdecken sich dagegen lediglich um zwei Drittel mit den Modulbeschreibungen im Lehramtsstudiengang. Hierbei sei angemerkt, dass dieser Ausbildungsberuf die frühere Ausbildung zum Gas- Wasserinstallateur sowie Heizungs- und Lüftungsbauer ersetzt und in diesem Sinne keinen klassischen industriellen Metallberuf darstellt. Der Lehrplan für die Fachschule für Maschinentechnik mit dem Schwerpunkt Maschinenbau weist hinsichtlich des Inhaltsvergleichs mit 44% die geringste Deckung auf. Die geringe Überschneidung kann unter anderem darauf zurückgeführt werden, dass in der beruflichen Weiterbildung einer Fachschule ein tieferes Verständnis, als in der beruflichen Ausbildung gefordert wird.

Insgesamt ist festzuhalten, dass die Ordnung B. Ed. (2014) hinsichtlich einem breiten Überblickswissen das vermeintliche Kerngeschäft der dualen Ausbildung in den klassischen Berufen des Berufsfelds Metalltechnik zufriedenstellend abdeckt. Je spezieller die Aus- und Weiterbildungsberufe sind, desto weniger Gemeinsamkeiten können zwischen den Inhalten der beruflichen Lehrpläne und den fachwissenschaftlichen Pflichtveranstaltungen im Lehramtsstudium Metalltechnik festgestellt werden.

In den analysierten Lehrveranstaltungen zum Pflichtbereich des Studiengangs Bachelor of Education Metalltechnik lassen sich keine Hinweise bezüglich des Aspekts Vermittlungswissen finden. In den gemeinsamen Lehrveranstaltungen mit den Maschinenbaustudenten werden ausschließlich ingenieurwissenschaftliche Inhalte behandelt. Wie einzelne Themen an Berufsschüler weitervermittelt werden können oder welche Vereinfachungen für den Unterricht möglich sind, werden in diesen Vorlesungen nicht behandelt.

7.3.2 Berufliche Tätigkeiten erklären können

Die Lehrkräfte an beruflichen Schulen müssen in der Lage sein, den Schülern berufliche Tätigkeiten aus dem entsprechenden Berufsfeld erklären zu können, dies ergibt sich aus dem Leitziel „berufliche Handlungskompetenz“ der lernfeldorientierten Lehrpläne. Studierende aus dem Studiengang Bachelor of Education Metalltechnik sollten demgemäß unter Einbezug der Handlungssystematik mit beruflichen Tätigkeiten aus dem Berufsfeld Metalltechnik konfrontiert werden. Aus vorangegangener curricularer Analyse kann festgestellt werden, dass die Lehramtskandidaten in den fachwissenschaftlichen Pflichtveranstaltungen die Inhalte überwiegend in Vorlesungen mit fachsystematischem Charakter vermittelt bekommen.

Bei der Auswahl der fachwissenschaftlichen Inhalte berücksichtigt die Ordnung B. Ed. (2014) zu einem großen Teil die ländergemeinsamen Studieninhalte der KMK (2015). Die Art und Weise, wie die Lehramtskandidaten die Inhalte vermittelt bekommen, sollte hinsichtlich der späteren Unterrichtsarbeit ebenfalls berücksichtigt werden. Dazu schreibt Pietschmann (1983) „Lehrer lehren, wie sie gelehrt wurden; nicht wie sie gelehrt wurden zu lehren“ (Merzyn 2004, S. 84, zitiert nach: Kerschenbauer 2009, S. 25). Folglich sollten die Metalltechnikstudenten im Studium nicht ausschließlich fachsystematisch unterrichtet werden, ein handlungssystematischer Anteil in den fachlichen Studienfächern wäre wünschenswert.

Eine Änderung des curricularen Prinzips oder der Lehrmethoden in der Fachwissenschaft scheint wenig realisierbar zu sein, da sich die gemeinsamen Lehrveranstaltungen vorrangig an die angehenden Maschinenbauingenieure richten und die Lehramtskandidaten einen zu geringen Anteil an Vorlesungsteilnehmern stellen.

Insgesamt bleibt der Aspekt berufliche Tätigkeiten erklären können meiner Meinung nach im Studiengang Metalltechnik zu wenig berücksichtigt. In der Fachwissenschaft lernen die Lehramtskandidaten zwar Lehrinhalte aus dem Bereich Maschinenbau, dies aber auf Ebene des Ingenieurs und mit einem fachsystematischen Grundprinzip. Mit beruflichen Tätigkeiten, ähnlich wie sie die Rahmenlehrpläne der Kultusministerkonferenz vorsehen, werden die Lehramtsstudenten zu wenig konfrontiert. Hinsichtlich dieses Aspekts wird sich möglicherweise auf Erfahrungen bezüglich fachpraktischer Tätigkeiten von Lehramtskandidaten vor Studienbeginn verlassen. Diese müssen gemäß der Ordnung B. Ed. (2014) ein 52-wöchiges Praktikum zur Zulassung zum Studium nachweisen.

7.3.3 Speziell für Lehramtskandidaten konzipierte Lehrveranstaltungen

In der Ordnung B. Ed. (2014) sind im Pflichtbereich der Fachwissenschaft Metalltechnik insgesamt elf Module sowie die Bachelor-Thesis aufgeführt, davon finden für die Lehramtsstudenten neun Module in gemeinsamen Lehrveranstaltungen mit den Studenten des Maschinenbaus statt. Diese neun Lehrveranstaltungen werden vom Fachbereich Maschinenbau konzipiert und unterscheiden sich bezüglich der Lehrinhalte für die beiden Studiengänge nicht. Hinsichtlich der Lernergebnisse konnten für fünf von neun Lehrveranstaltungen Unterschiede beim Studiengang Bachelor of Education Metalltechnik festgestellt werden. Die Lernergebnisse der Lehramtsstudenten sind auf ein grundlegendes Verständnis gerichtet und lassen Unterschiede zwischen einem Maschinebau- und Lehramtsstudium erkennen.

Die Lehramtskandidaten haben demnach in der Fachwissenschaft Metalltechnik keine speziell für sie konzipierten Lehrveranstaltungen. Die KMK schreibt bezüglich lehramtsspezifischer Lehrveranstaltungen: *„Die Umsetzung der inhaltlichen Vorgaben in Studienpläne und Lehrveranstaltungen bedeutet nicht, dass durchgängig **eigene lehramtsbezogene Lehrveranstaltungen anbieten** sind. Zwar erfordern das „Zwei-Fach-Studium“ und die spezifischen Anforderungen, die die Schule stellt, das gewisse Teile des lehramtsbezogenen Studiums auf dieses Studienziel hin konzipiert werden muss, also ein Lehramtsstudium sui generis bilden. Dies betrifft aber nicht das gesamte Studium: Es ist davon auszugehen, dass - von Fach zu Fach unterschiedlich - größere Bereiche des lehramtsbezogenen fachwissenschaftlichen Lehrangebots Teil des Studienangebotes eines Faches insgesamt sind. Dies muss allerdings von den Universitäten im Einzelnen ausgewiesen werden“* (2015, S. 4 f.).

Für die KMK (2015) sind lehramtsspezifische Lehrveranstaltungen nicht zwingend notwendig, solange das Lehramtsstudium als Ganzes betrachtet die spezifischen Anforderungen des Berufs berücksichtigt. Im Lehramtsstudium Metalltechnik an der Technischen Universität Darmstadt muss der gesamte fachwissenschaftliche Pflichtbereich, mit Ausnahme der Module Höhere Mathematik I und II, im Fach Maschinenbau absolviert werden. Somit werden alle fachwissenschaftlichen Inhalte der Metalltechnik in Veranstaltungen des Fachs Maschinenbau vermittelt.

Die Forderung von Kerschenbauer (2009) nach speziell konzipierten Lehrveranstaltungen für Lehramtskandidaten steht somit in Konflikt mit den Beschreibungen der KMK (2015), welche kein Erfordernis für durchgängig eigene Lehrveranstaltungen sieht. Die Technische Universität Darmstadt orientiert sich bei der Gestaltung des Studiengangs Metalltechnik an den Vorgaben der KMK (2015) und hat durch die Anpassung der Lernergebnisse in der Ordnung B. Ed. (2014)

die formale Gleichsetzung von Lehramts- und Maschinenbaustudenten in bestimmten Lehrveranstaltungen aufgehoben. Die Modulbeschreibungen der beiden Studiengänge beinhalten zwar noch gemeinsame Lehrveranstaltungen, die vorgenommenen Anpassungen für das Lehramt nähern sich dennoch den Aspekten von Kerschenbauer (2009) an.

Die Konzeption von eigenen fachwissenschaftlichen Lehrveranstaltungen für den Studiengang Bachelor of Education Metalltechnik ist im Sinne der späteren beruflichen Tätigkeit durchaus sinnvoll. Aufgrund der deutlich geringen Anzahl an Lehramtsstudenten im Vergleich zu Maschinenbaustudenten sind getrennte Lehrveranstaltungen aus wirtschaftlicher Sicht eher unwahrscheinlich.

8 Fazit

Die Untersuchungen zeigen, dass Studierende im Lehramtsstudiengang Metalltechnik geringere Anforderungen in gemeinsamen Lehrveranstaltungen erfüllen müssen, als Studierende des grundständigen Studiengangs Maschinenbau. Die Curriculumanalyse hat ergeben, dass die Lernergebnisse der Haupt- und Nebenfachstudenten in gemeinsamen Pflichtveranstaltungen voneinander abweichen. Die Lehramtsstudenten bekommen für die untersuchten Veranstaltungen acht Prozent weniger Leistungspunkte angerechnet und müssen 16 Prozent weniger Lernergebnisse erfüllen, als Studenten des Maschinenbaus. Die meisten Lernergebnisse der Lehramtskandidaten sind auf den unteren Taxonomiestufen Verstehen und Anwenden formuliert, wohingegen die Lernergebnisse der angehenden Ingenieure sich größtenteils auf den Niveaus Anwenden sowie Analyse befinden. Verschiedene Anforderungen im fachwissenschaftlichen Bereich der beiden Studiengänge lassen sich auf das Inkrafttreten der Ordnung B. Ed. (2014) zurückführen und sind bezüglich der Aspekte von Kerschenbauer (2009) als positiv zu bewerten. Die Berücksichtigung des unterschiedlichen Qualifikationsbedarfs einzelner Studiengänge in der Fachwissenschaft anhand der Beschreibung von Lernergebnissen auf verschiedenen Qualifikationsniveaus deckt sich ebenfalls mit den Reformvorschlägen der Hochschulrektorenkonferenz (2006, S. 22 f.).

Die Absenkung der Anforderungen im Lehramtsstudium bietet hierbei zwei Vorteile, zum einen wird die Qualität der Lehramtsausbildung durch studiengangsspezifische Qualifikationsniveaus in den Fachwissenschaften gesteigert, zum anderen werden augenscheinlich weniger Lehramtsstudenten im Studiengang Bachelor of Education Metalltechnik das Studium wegen zu hoher Anforderungen in der Fachwissenschaft abbrechen. Nachteilig könnte sich die Reduzierung der Anforderungen im Lehramtsstudium auf die zukünftige Unterrichtstätigkeit, bezüglich höherer Schulformen, auswirken. Ein Bachelorabschluss sowie ein Abschluss als Maschinenbautechniker befinden sich beide auf dem sechsten Niveau des deutschen Qualifikationsrahmens. Demnach sollte ein bestimmtes Grundniveau in der Fachwissenschaft im Studiengang Lehramt für berufliche Schulen nicht unterschritten werden.

Die Festlegung des fachwissenschaftlichen Grundniveaus stellt hinsichtlich der vielfältigen beruflichen Schulformen, der Breite des Berufsfeldes Metalltechnik sowie unterschiedlich zugrundeliegender curricularer Prinzipien zwischen beruflicher Bildung und Hochschulbildung, eine große Herausforderung für die lehramtsbezogenen Curricula dar. Erste Ansatzpunkte für die Entwicklung der lehramtsbezogenen Curricula hat die KMK (2015) festgelegt. Die vorliegende Abschlussarbeit zeigt, dass die vorgegebenen fachwissenschaftlichen Inhalte (KMK 2015) zu

etwa 85 Prozent vom fachwissenschaftlichen Pflichtbereich der Ordnung B. Ed. (2014) abgedeckt werden. Die bei der vergleichenden Analyse nicht betrachteten Wahlpflichtbereiche A und B, sollten die restlichen Studieninhalte der KMK (2015) berücksichtigen und damit die ländergemeinsamen inhaltlichen Anforderungen für die Fachwissenschaft erfüllen.

Der Vergleich des lehramtsbezogenen Curriculums und der beruflichen Lehrpläne zeigt, dass die Inhalte eines klassischen industriellen Ausbildungsberufes, bezüglich einer zukünftigen Unterrichtstätigkeit, hinreichend durch die Lehrinhalte im Studiengang Metalltechnik berücksichtigt sind. Für Ausbildungsberufe, die nicht den Klassikern zugeordnet werden können, wurde eine geringere Überschneidung der Lehrinhalte festgestellt. Das Unterrichten solcher „fachfremden“ Schulklassen stellt gerade für junge Lehrkräfte eine besondere Herausforderung dar. Um die Differenz der Lehrinhalte hinsichtlich einzelner Ausbildungsberufe und dem Lehramtsstudium zu verringern, sind zunächst genauere Curriculumanalysen zu den einzelnen Ausbildungsberufen nötig. Auf Basis dieser Analysen, könnten die fachwissenschaftlichen Lehrveranstaltungen dahingehend abgestimmt werden, dass eine hohe Überschneidung mit den Inhalten aller metallischen Ausbildungsberufe erreicht wird.

Insgesamt ist die Entwicklung im Studiengang Bachelor of Education Metalltechnik, hinsichtlich der Curricula an der Technischen Universität Darmstadt, als positiv zu bewerten. Der Lehrermangel im gewerblich-technischen Bereich wird durch diese Maßnahme nicht völlig kompensiert werden können. Dennoch können die individuellen Lernergebnisse für Lehramtsstudenten die Akzeptanz des Studiengangs erhöhen, was zu steigenden Bewerber- sowie Abschlusszahlen führen kann. Die Absenkung der Anforderungen in der Fachwissenschaft lassen sich auf Basis der herangezogenen Literatur nicht kritisieren. Vielmehr scheint sich die Trennung von Haupt- und Nebenfachstudenten durch verschiedene Anforderungsniveaus positiv auf die Qualität der Lehramtsausbildung auszuwirken.

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Analyse der Lehrveranstaltung Technische Mechanik I für das Lehramt (Statik) .	34
Abbildung 2: Anforderungen Bachelor-Thesis	37
Abbildung 3: Anforderungen Informations- und Kommunikationstechnologie.....	39
Abbildung 4: Anforderungen Mathematik I.....	41
Abbildung 5: Anforderungen Technische Mechanik I.....	42
Abbildung 6: Anforderungen Werkstoffkunde I.....	44
Abbildung 7: Anforderung Mathematik II.....	45
Abbildung 8: Anforderungen Rechnergestütztes Konstruieren	46
Abbildung 9: Anforderungen Technische Mechanik II	47
Abbildung 10: Anforderungen Maschinenelemente und Mechatronik I	48
Abbildung 11: Anforderungen Technische Thermodynamik	50
Abbildung 12: Anforderungen Technologie der Fertigungsverfahren.....	51
Abbildung 13: Anforderungen Maschinenelemente und Mechatronik II	52
Abbildung 14: Zusammenfassung der Anforderungen im Pflichtbereich	53
Tabelle 1: Lehrveranstaltungen für den Vergleich der Lernergebnisse	25
Tabelle 2: Zuordnung von Verben	27
Tabelle 3: Farben zur Markierung der Indikatoren	35
Tabelle 4: Zusammenfassung Modulbeschreibung.....	55
Tabelle 5: Änderungen im Pflichtbereich Ordnung B. Ed. 2006, 2009 und 2014.....	68
Tabelle 6: Gesamtdurchschnittsnote der Pflichtveranstaltungen	71
Tabelle 7: Gesamtdurchschnittsnote der Pflichtveranstaltungen im Kontext zur Ordnung B. Ed. 2014	72
Tabelle 8: Zuordnung der Lehrveranstaltungen und Lehrinhalte des Studiengangs Metalltechnik zu den Studieninhalten der KMK	77
Tabelle 9: Vergleich lernfeldstrukturierte Bildungsgänge und Hochschulbildung.....	82
Tabelle 10: Zuordnung der Lehrinhalte zu Lernfeld 1 Industriemechaniker	84
Tabelle 11: Zuordnung der Lehrinhalte zu Lernfeld 7 Industriemechaniker	85
Tabelle 12: Zuordnung der Lehrinhalte zu Lernfeld 13 Industriemechaniker	85
Tabelle 13: Zuordnung der Lehrinhalte zu Lernfeld 1 Anlagenmechaniker für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik.....	86
Tabelle 14: Zuordnung der Lehrinhalte zu Lernfeld 7 Anlagenmechaniker für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik.....	87
Tabelle 15: Zuordnung der Lehrinhalte zu Lernfeld 13 Anlagenmechaniker für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik.....	88
Tabelle 16: Zuordnung der Lehrinhalte zu Lernfeld 1 Technikerschule	89
Tabelle 17: Zuordnung der Lehrinhalte zu Lernfeld 4 Technikerschule	90
Tabelle 18: Zuordnung der Lehrinhalte zu Lernfeld 8 Technikerschule	90

Anhang

Anhang 1: Modulhandbuch (Stand: 26.03.2014) Bachelorstudiengang Gewerblich-technische Bildung - Metalltechnik (Bachelor of Education)

Anhang 2: Modulhandbuch (Stand: 14.07.2015) Bachelorstudiengang Maschinenbau Mechanical und Process Engineering (Bachelor of Science)

Bachelorstudiengang Gewerblich-technische Bildung – Metalltechnik (Bachelor of Education)

Modulhandbuch / Module Handbook
Stand: 26.03.2014



1

Produktionsmanagement, Technologien und Werkzeugmaschinen

Automatisierung der Fertigung.....	37
Werkzeugmaschinen und Industrieroboter	39

Wahlpflichtbereich A / Vertiefung Fahrzeugtechnik

Einführung in die Elektrotechnik für das Lehramt.....	41
-------------------------------------------------------	----

Fahrzeugtechnik

Kraftfahrzeugtechnik.....	43
Mechatronik und Assistenzsysteme im Automobil	45

Verbrennungskraftmaschinen

Verbrennungskraftmaschinen I.....	47
Verbrennungskraftmaschinen II.....	49

Wahlpflichtbereich B (8 CP) Allgemein

Siehe die Modulhandbücher: a) Bachelorstudiengang Maschinenbau - Mechanical and Process Engineering (B.Sc.) und b) Masterstudiengänge: Maschinenbau - Mechanical and Process Engineering (M.Sc.) und Paper Science and Technology - Papiertechnik und biobasierte Faserwerkstoffe (M.Sc.)

Technikdidaktik/Fachdidaktik (20 CP)

Erziehungs- und Gesellschaftswissenschaften (20 CP)

Fächer (20 CP, Wahlpflicht 1 aus 10)

Hinweis:

Voraussetzungen haben empfehlenden Charakter.

Die Kursnummer ist mit der Modulnummer identisch. Bei den Kursen ist nur der die Kursart (Lehrform) charakterisierende Appendix aufgeführt (-vl für Vorlesung, -ue für Übung; ..). Nur bei Abweichungen wird die Kursnummer angegeben.

3

Inhaltsverzeichnis

Fachwissenschaft Metalltechnik

Bachelor-Thesis (Generalbeschreibung).....	4
--------------------------------------------	---

Pflichtbereich

1. Semester

Informations- und Kommunikationstechnologie im Maschinenbau	5
Höhere Mathematik I.....	7
Technische Mechanik I für das Lehramt (Statik)	9
Werkstoffkunde I.....	11

2. Semester

Höhere Mathematik II.....	13
Rechnergestütztes Konstruieren	15
Technische Mechanik II für das Lehramt (Elastostatik)	17

3. Semester

Maschinenelemente und Mechatronik I für das Lehramt.....	19
Technische Thermodynamik für das Lehramt.....	21
Technologie der Fertigungsverfahren	23

4. Semester

Maschinenelemente und Mechatronik II für das Lehramt	25
------------------------------------------------------------	----

Wahlpflichtbereich A / Vertiefung Produktionstechnik

Messtechnik für das Lehramt	27
-----------------------------------	----

Produktionstechnik und Umformmaschinen

Maschinen der Umformtechnik I.....	29
Maschinen der Umformtechnik II.....	31
Umformtechnik I.....	33
Umformtechnik II.....	35

2

Modulbeschreibung / Module description

Modulname / Module Title					
Bachelor-Thesis (General Description)					
Bachelor-Thesis (General Description)					
Modul Nr. / Code	Credit Points	Arbeitsaufwand / Work load	Selbststudium / Individual study	Moduldauer / Duration	Angebotsterminus / Semester
	10 CP	300 h	300 h	1 Semester	WS und/oder SS
Sprache / Language Deutsch / englisch / German / English			Modulverantwortliche/r / Module Co-ordinator Jeder hauptamtliche Professor oder jede hauptamtliche Professorin des Fachbereichs Maschinenbau		
2	Lehrinhalt / Syllabus Aktuelle Aufgabenstellungen aus der Forschung der anbietenden Fachgebiete Current research topic from the general research area of the administering institute.				
3	Lernergebnisse / Learning Outcomes Nachdem die Studierenden die Bachelorthesis erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Eine einfache technisch-wissenschaftliche Fragestellung mit ingenieurwissenschaftlichen Methoden strukturiert zu lösen . 2. Die Fragestellung kritisch zu bearbeiten und mögliche Lösungen einzuschätzen . 3. Die Ergebnisse in schriftlicher und mündlicher Form mit wissenschaftlichen Anspruch zu präsentieren . On successful completion of this Bachelors thesis, students should be able to: 1. Solve simple scientific questions in a structured manner using engineering science methods. 2. Critically differentiate between various solutions. 3. Present their results in written and oral form.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme / Prerequisites for participation Mögliche Voraussetzungen werden vom anbietenden Fachgebiet bei der Aufgabenstellung angegeben. Es wird empfohlen, die Bachelor-Thesis frühestens nach dem Erwerb von 120 Credit Points zu beginnen. Possible prerequisites will be prescribed by the individual institute supervising the thesis. It is recommended not to start with the Bachelor-Thesis before 120 Credit points have been earned.				
5	Prüfungsform / Assessment methods Schriftliche Ausarbeitung sowie ein Kolloquium (Vortragsdauer 20 min mit anschließender Diskussion) Written thesis and a seminar presentation (20 min talk followed by a discussion)				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Credit Points / Requirement for receiving Credit Points Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the examination.				
7	Benotung / Grading system Standard (Ziffernote) / Number grades				
8	Verwendbarkeit des Moduls / Associated study programme Bachelor of Education Metalltechnik Bachelor-Thesis				
9	Literatur / Literature abhängig vom Themengebiet will depend on topic				

4

Modulbeschreibung / Module description

Modulname / Module Title				
Informations- und Kommunikationstechnologie im Maschinenbau				
Information and Communication Technology in Mechanical Engineering				
Modul Nr. / Code	Credit Points	Arbeitsaufwand / Work load	Selbststudium / Individual study	Moduldauer / Duration
16-07-3011	4 CP	120 h	74 h	1 Semester
Angebotssturnus / Semester		Modulverantwortliche/r / Module Coordinator		
Deutsch / German		Prof. Dr.-Ing. R. Anderl		
1 Kurse des Moduls / Courses				
Kurs Nr. / Code	Kursname / Course Title		Lehrform / Form of teaching	Kontaktzeit / Contact hours
16-07-5010-vl	Informations- und Kommunikationstechnologie im Maschinenbau		Vorlesung / Lecture	23 h (2 SWS)
16-07-5010-gü	Informations- und Kommunikationstechnologie im Maschinenbau: Programmiersprachen und -techniken		Übung / Recitation	23 h (2 SWS)
2 Lehrinhalt / Syllabus				
In der Vorlesung werden die Grundlagen der Informations- und Kommunikationstechnologie im Maschinenbau mittels folgender Themenbereiche vermittelt:				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung in die Informations- und Kommunikationstechnologie 2. Methoden zur objektorientierten Programmentwicklung 3. Datenstrukturen und Algorithmen 4. Mathematische und technische Grundlagen 5. Kommunikations- und Netzwerktechnologie 6. Methodische Anwendung der Informations- und Kommunikationstechnologie 				
This course comprises the following topics:				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction to information and communication technology 2. Methods for object-oriented software engineering 3. Data structures and algorithms 4. Mathematical and technical fundamentals 5. Communication and network technology 6. Methodological application of information and communication technology 				
3 Lernergebnisse / Learning Outcomes				
Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein:				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Hardwaretechnik zu klassifizieren und Merkmale von Software zu benennen 2. Einfache objektorientierte Strukturen zu unterscheiden und diese gezielt zur objektorientierten Programmentwicklung einsetzen 3. Datenstrukturen und Algorithmen zu entwickeln, um anwendungsspezifische Probleme lösen zu können. 4. Die Zusammenhänge zwischen Betriebssystemen und Anwendungssystemen zu erklären. 5. Die Fortschritte der Netzwerktechnologie zu beschreiben. 				
On successful completion of this module, students should be able to:				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Classify hardware techniques and specify the characteristics of software. 2. Distinguish simple object-oriented structures and apply them to object-oriented software engineering. 3. Develop data structures and algorithms to solve use-case specific tasks. 4. Explain the relation between operating systems and application systems. 5. Describe the progress of network technology. 				

5

4	Voraussetzung für die Teilnahme / Prerequisites for participation
5	Prüfungsform / Assessment methods Klausur 120 min / Written exam 120 min.
6	Voraussetzung für die Vergabe von Credit Points / Requirement for receiving Credit Points Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the examination.
7	Benotung / Grading system Standard (Ziffernote) / Number grades
8	Verwendbarkeit des Moduls / Associated study programme Bachelor MPE Pflicht Bachelor of Education Metalltechnik Pflicht
9	Literatur / Literature Skriptum erwerbbar, Vorlesungsfolien Dual-Mode: "Informations- und Kommunikationstechnologie" ist eine E-Learning-Vorlesung. Lecture notes can be purchased in the institute's secretarial office. Lecture slides are available on the website. This lecture is designated as an 'e-learning' module.

6

Modulbeschreibung / Module description

Modulname / Module Title				
Höhere Mathematik I				
Mathematics for vocational training I				
Modul Nr. / Code	Credit Points	Arbeitsaufwand / Work load	Selbststudium / Individual study	Moduldauer / Duration
04-00-0125/f	7 CP	210 h	154 h	1 Semester
Angebotssturnus / Semester		Modulverantwortliche/r / Module Co-ordinator		
Deutsch / German		Studiendekan/in des Fachbereichs Mathematik		
1 Kurse des Moduls / Courses				
Kurs Nr. / Code	Kursname / Course Title		Lehrform / Form of teaching	Kontaktzeit / Contact hours
04-00-0118-vu	Höhere Mathematik I		Vorlesung mit integrierter Übung / Lecture & Recitation	56 (5SWS)
2 Lehrinhalt / Syllabus				
Grundlagen: Zahlen und Vektoren, Gleichungen und Ungleichungen, elementare Geometrie, Konvergenz von Zahlenfolgen, elementare Funktionen				
Differentialrechnung (eindim.): Stetigkeit und Differenzierbarkeit, Mittelwert- und Zwischenwertsatz, Extremwertprobleme, Umkehrfunktionen				
Integralrechnung (eindim.): Hauptsatz, Integrationsregeln, uneigentliche Integrale, Näherungsverfahren				
Lineare Algebra: Matrizenrechnung, lineare Gleichungssysteme				
Elementare Stochastik: Kombinatorik, Binomial-, Poisson- und Normalverteilung				
Fundamentals: numbers and vectors, equations and inequalities, elementary geometry, convergence of sequences, elementary functions;				
differential calculus of one variable: continuity and differentiability, intermediate value and mean value theorems, extremal problems, inverse functions;				
integral calculus of one variable: fundamental theorem of calculus, rules of integration, improper integrals, approximation techniques;				
Linear Algebra: matrices, systems of linear equation;				
Stochastics: combinatorics, binomial-, Poisson-and normal distributions				
3 Lernergebnisse / Learning Outcomes				
Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein:				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Die grundlegenden Begriffsbildungen und Resultate der Vektorrechnung und der Linearen Algebra wiedergeben und anzuwenden. 2. Die grundlegenden Begriffsbildungen und Resultate der Analysis von Funktionen einer Veränderlichen wiedergeben und die wichtigsten zugehörigen rechnerischen Methoden anzuwenden. 3. Erste elementare Ergebnisse der Stochastik wiedergeben und anzuwenden. 				
On successful completion of this module, students should be able to:				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Reproduce and apply elementary methods and concepts of vector calculus and linear algebra. 2. Reproduce elementary concept formation and the results of calculus of one variable and to apply elementary mathematical methods. 3. Reproduce and apply elementary results of stochastics. 				
4 Voraussetzung für die Teilnahme / Prerequisites for participation				

7

	Keine / none
5	Prüfungsform / Assessment methods Klausur 90 min / Written exam 90 min.
6	Voraussetzung für die Vergabe von Credit Points / Requirement for receiving Credit Points Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the examination.
7	Benotung / Grading system Standard (Ziffernote) / Number grades
8	Verwendbarkeit des Moduls / Associated study programme Bachelor of Education Metalltechnik Pflicht
9	Literatur / Literature Arbeitsbuch Mathematik für Ingenieure, Analysis und Lineare Algebra Band I, K. Graf Finck von Finckenstein, J. Lehn, H. Schellhaas, H. Wegmann; Höhere Mathematik I, K. Meyberg, P. Vachenaue; Skript zur Vorlesung, U. Reif Arbeitsbuch Mathematik für Ingenieure, Band I, K. Graf Finck von Finckenstein, J. Lehn, H. Schellhaas, H. Wegmann; Höhere Mathematik I, K. Meyberg, P. Vachenaue; lecture notes, U. Reif

8

Modulbeschreibung / Module description

Modulname / Module Title				
Technische Mechanik I für das Lehramt (Statik)				
Engineering Mechanics I for vocational training (Statics)				
Modul Nr. / Code	Credits	Arbeitsaufwand / Work load	Selbststudium / Individual study	Moduldauer / Duration
16-64-619e	6 CP	180 h	112 h	1 Semester
Sprache / Language		Modulverantwortliche/r / Module Co-ordinator		
Deutsch / German.		Prof. Dr.-Ing. M. Oberlack		
1	Kurse des Moduls / Courses			
Kurs Nr. / Code	Kursname / Course Title	Lehrform / Form of teaching	Kontaktzeit / Contact hours	
16-64-5190-vl	Technische Mechanik I (Statik)	Vorlesung / Lecture	34 h (3 SWS)	
16-64-5190-gü	Technische Mechanik I (Statik)	Gruppenübung / Group Recitation	23 h (2 SWS)	
16-64-5190-hü	Technische Mechanik I (Statik)	Hörsaalübung / Lecture Hall Recitation	11 h (1 SWS)	
2	Lehrinhalt / Syllabus			
Kraftbegriff, allgemeine Kraftsysteme und Gleichgewicht starrer Körper, Schwerpunktsdefinition und -berechnung, Lagerreaktionen, Fachwerke, Balken, Rahmen, Bögen, Arbeitssatz der Statik, Grundlagen der Stabilitätstheorie, Haftung und Reibung.				
Definition of force, general systems of forces and equilibrium of rigid bodies, center of mass, reaction of the supports, statically determined system, trusses, beams, frames, curved beams, work principles, stability and friction.				
3	Lernergebnisse / Learning Outcomes			
Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein für bekannte Problemstellungen:				
<ol style="list-style-type: none"> Die Begriffe Kraft, Moment und Gleichgewicht zu unterscheiden und zu erklären. Die Analyse statisch bestimmter Probleme nachzuverfolgen in der Kräfte identifizieren ihre Angriffspunkte und Wirkungen bestimmen und die Gleichgewichtsbedingungen erstellen werden. Die Bestimmung von Lagerreaktionen in statisch bestimmten Systemen mithilfe von Gleichgewichtsbedingungen bzw. dem Prinzip der virtuellen Arbeit nachzuverfolgen. Innere Kräfte und Momente in Balken und Fachwerken zu berechnen. Schwerpunkte eines starren Körpers zu bestimmen. Gleichgewichtslagen eines beweglichen Systems zu bestimmen und ihre Stabilität zu analysieren. Die Analyse von statischen Systemen mit Reibung und Haftung und die Bestimmung der entsprechenden Kräfte zu reproduzieren. 				
On successful completion of this module, students should be able to:				
<ol style="list-style-type: none"> Discern and explain the concept of force, moment and equilibrium. Reproduce the analysis of statically determinate problems independently, i.e. to identify the forces, and determine their attack points and effects and formulate equilibrium conditions. Reproduce ascertainment of the support reactions in statically determinate systems by means of equilibrium conditions or the principle of virtual work. Compute internal forces and moments in beams and trusses. Determine the center of gravity of a given rigid body. Determine the equilibrium positions of a given movable system and investigate their stability. Reproduce the analysis of static systems including static or kinetic frictions and calculate corresponding forces. 				

9

4	Voraussetzung für die Teilnahme / Prerequisites for participation
5	Prüfungsform / Assessment methods Mündliche Prüfung (45 min) oder Klausur 90 min / Oral (45 min) or written exam 90 min
6	Voraussetzung für die Vergabe von Credit Points / Requirement for receiving credits Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the examination.
7	Benotung / Grading system Standard (Ziffernote) / Number grades
8	Verwendbarkeit des Moduls / Associated study programme Bachelor of Education Metalltechnik Pflicht
9	Literatur / Literature Gross, Hauger, Schröder, Wall: Technische Mechanik I: Statik, 4. Auflage 2009, Springer Verlag.

10

Modulbeschreibung / Module Description

Modulname / Module Title				
Werkstoffkunde I				
Material Science & Engineering I				
Modul Nr. / Code	Credit Points	Arbeitsaufwand / Work load	Selbststudium / Individual study	Moduldauer / Duration
16-08-3241	6 CP	180 h	146 h	1 Semester
Sprache / Language		Modulverantwortliche/r / Module Co-ordinator		
Deutsch / German		Prof. Dr.-Ing. M. Oechsner		
1	Kurse des Moduls / Courses			
Kurs Nr. / Code	Kursname / Course Title	Lehrform / Form of teaching	Kontaktzeit / Contact hours	
-vl	Werkstoffkunde I	Vorlesung / Lecture	34 h (3 SWS)	
2	Lehrinhalt / Syllabus			
Grundlagen der Metall- und Legierungskunde sowie der Werkstoff- und Bauteileigenschaften: Einführung, Aufbau der Werkstoffe, Legierungskunde und metallkundliche Grundlagen, Eisen-Kohlenstoffdiagramm, Stahlsorten und Kennzeichnung von Stählen, Festigkeitscharakterisierung und -prüfung (statisch), überelastische Beanspruchungen, Härteprüfung, Wärmebehandlung, festigkeitssteigernde Mechanismen, Hochtemperaturwerkstoffe, Leichtmetalllegierungen, Kunststoffe, Verbundwerkstoffe.				
Basics of physical metallurgy and alloying, material and component properties: Introduction, material composition, physics of alloying and metallurgy basics, iron-carbon diagram, steel grade and labeling, Characterization and testing of material strength (static), elastic-plastic behavior, hardness testing, heat treatment, mechanisms of strength increasing, high temperature materials, light metal alloys, plastics, composites				
3	Lernergebnisse / Learning Outcomes			
Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein:				
<ol style="list-style-type: none"> Den Aufbau der Atome nach dem Bohr'schen Atommodells zu erklären. Den kristallinen Aufbau von Metallen zu rekonstruieren und Kristallklassen und -gitter sowie Gitterfehler zu benennen. Zustandsdiagramme reiner Stoffe und binärer Gemische mit festen, flüssigen und gasförmigen Phasen zu analysieren sowie Keimbildung und Erstarrung qualitativ zu beschreiben. Materialgesetzmäßigkeiten für Diffusion, elastische und plastische Deformation zu bewerten und deren praktische Hintergründe und Anwendungen einzuschätzen. Methoden zur Charakterisierung und Beeinflussung von Festigkeitseigenschaften zu beurteilen. Aspekte des Eisen-Kohlenstoff-Diagramms zu differenzieren, sowie Ausscheidungen und Gefügestände daraus abzuleiten. Die Eigenschaften von metallischen und nichtmetallischen Werkstoffen zu benennen zu vergleichen und zu bewerten. Aufbau, Eigenschaften und Anwendungsgebiete für Leichtmetalllegierungen, Kunst- und Verbundwerkstoffe zu entwickeln sowie die Anforderungen an moderne Konstruktionswerkstoffe darzustellen. 				
After following this lecture the student will be able to:				
<ol style="list-style-type: none"> Explain atomic structure according to the Bohr model. Reconstruct the crystallographic structure of metals and label crystallographic classes, lattices and defects. Analyse phase diagrams of pure substrates and binary compounds with solid, liquid and gaseous phases and describe nucleation and solidification in a qualitative way. 				

11

	<ol style="list-style-type: none"> Evaluate material laws for diffusion, elastic and plastic deformation and assess their practical reasons and usage. Rate methods to characterize and manipulate material strength properties. Distinguish aspects of iron-carbon diagram, and transfer based on this the existence of dispersions and the state of microstructure. Know, compare and assess the properties of metallic and non-metallic materials. Generate the composition, properties and fields of use of light metal alloys, plastics and composites and describe the requirements on modern state of the art materials.
4	Voraussetzung für die Teilnahme / Prerequisites for participation
5	Prüfungsform / Assessment methods Mündliche Prüfung (30 min) oder Klausur (60 min) / Oral (30 min) or written exam (60 min)
6	Voraussetzung für die Vergabe von Credit Points / Requirement for receiving Credit Points Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the examination.
7	Benotung / Grading system Standard (Ziffernote) / Number grades
8	Verwendbarkeit des Moduls / Associated study programme Bachelor MPE Pflicht Bachelor of Education Metalltechnik Pflicht
9	Literatur / Literature M. Oechsner: Umdruck zur Vorlesung (Foliensätze und Skript), H. J. Bargel; Schulze: Werkstoffkunde, VDI-Verlag, 2012. E. Hornbogen: Werkstoffe, Springer-Verlag, 2012. Hornbogen et al.: Werkstoffe, Fragen und Antworten, Springer-Verlag, 2012. H. Ilshner: Werkstoffwissenschaften, Springer-Verlag, 2010. H. Blumenauer: Werkstoffprüfung, Dt. Verlag für Kunststoffindustrie, Stuttgart, 2012. D. Askeland: Materialwissenschaften, Spektrum Lehrbuch, 1996

12

Modulbeschreibung / Module description

Modulname / Module Title					
Höhere Mathematik II					
Mathematics for vocational training II					
Modul Nr. / Code	Credit Points	Arbeitsaufwand / Work load	Selbststudium / Individual study	Moduldauer / Duration	Angebotsturnus / Semester
04-00-0126	4 CP	120 h	86 h	1 Semester	SS
Sprache / Language		Modulverantwortliche/r / Module Co-ordinator			
Deutsch / German		Studiendekan/in des Fachbereichs Mathematik (Prof. Dr. S. Roch)			
1 Kurse des Moduls / Courses					
Kurs Nr. / Code	Kursname / Course Title		Lehrform / Form of teaching	Kontaktzeit / Contact hours	
04-00-0070-vu	Mathematik für den Maschinenbau II		Vorlesung mit integrierter Übung/ Lecture & Recitation	34 h (3 SWS)	
2 Lehrinhalt / Syllabus					
Lineare Algebra: lineare Abbildungen, Determinanten, komplexe Zahlen, Eigenwerttheorie; Potenz- und Fourierreihen; Differentialrechnung (mehrdim.): Kurven, Skalar- und Vektorfelder, partielle und totale Differenzierbarkeit, Implizite Funktionen, Extremwertprobleme ohne/mit Nebenbedingungen; Gewöhnliche Differentialgleichungen: separierbare Gleichungen, Systeme linearer DGLn, Systeme von linearen DGLn mit konstanten Koeffizienten; Integralrechnung (mehrdim.): Kurvenintegrale, Potentiale, Volumenintegrale, Koordinatentransformationen					
Linear Algebra: linear mappings, determinants, complex numbers, eigenvalues; power series, Fourier series; differential calculus: curves, scalar and vector fields, partial derivatives, totally differentiable functions, implicit function theorem, optimization with constraints; ordinary differential equations: separation of variables, linear ODEs, systems of linear ODEs with constant coefficients; integral calculus: path integrals, potential, computation of volumes, coordinate transformations					
3 Lernergebnisse / Learning Outcomes					
Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein:					
1. Die grundlegenden Begriffe der Linearen Algebra zu erklären .					
2. Die Grundzüge der Analysis von Funktionen mehrerer Veränderlichen wiedergeben und die wichtigsten zugehörigen rechnerischen Methoden anzuwenden .					
3. Die einfachsten Typen von gewöhnlichen Differentialgleichungen zu erkennen und zu lösen .					
On successful completion of this module, students should be able to:					
1. Explain the elementary concepts of linear algebra.					
2. Reproduce and apply the calculus of several variables.					
3. Recognise and solve simple types of ordinary differential equations.					
4 Voraussetzung für die Teilnahme / Prerequisites for participation					
Vorlesung Höhere Mathematik I empfohlen Course Mathematics for vocational training I recommended					

5	Prüfungsform / Assessment methods Klausur 90 min / Written exam 90 min.
6	Voraussetzung für die Vergabe von Credit Points / Requirement for receiving Credit Points Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the examination.
7	Benotung / Grading system Standard (Ziffernote) / Number grades
8	Verwendbarkeit des Moduls / Associated study programme Bachelor of Education Metalltechnik Pflicht
9	Literatur / Literature Skriptum. Arbeitsbuch Mathematik für Ingenieure, Analysis und Lineare Algebra Band I, K. Graf Finck von Finckenstein, J. Lehn, H. Schellhaas, H. Wegmann. (?)

Modulbeschreibung / Module description

Modulname / Module Title					
Rechnergestütztes Konstruieren					
Computer Aided Design (CAD)					
Modul Nr. / Code	Credit Points	Arbeitsaufwand / Work load	Selbststudium / Individual study	Moduldauer / Duration	Angebotsturnus / Semester
16-07-5020	4 CP	120 h	75 h	1 Semester	SS
Sprache / Language		Modulverantwortliche/r / Module Co-ordinator			
Deutsch / German		Prof. Dr.-Ing. R. Anderl			
1 Kurse des Moduls / Courses					
Kurs Nr. / Code	Kursname / Course Title		Lehrform / Form of teaching	Kontaktzeit / Contact hours	
-vl	Rechnergestütztes Konstruieren (CAD)		Vorlesung / Lecture	11 h (1 SWS)	
-ue	Rechnergestütztes Konstruieren (CAD)		Übung / Recitation	11 h (1 SWS)	
-tt	Rechnergestütztes Konstruieren (CAD)		Laborpraktikum / Laboratory practicum	23 h (2 SWS)	
2 Lehrinhalt / Syllabus					
Parametrische 3D CAD Systeme, PDM Systeme, 3D Handskizzen, Geometriemodelle, Einzelteilmodellierung mit Hilfe von Geometrieelementen, Features und Parametrik, Baugruppenmodellierung, Stücklisten, Toleranzen und Passungen, Technische Produktdokumentation, Zeichnungsnormen, Produktentwicklung in Teams					
Parametric 3D CAD systems, PDM systems, 3D hand sketching, geometric models, design of single parts with geometric elements, features and parametrics, assembly modeling, bill of materials, tolerances and surface fits, technical product documentation, drawing standards, product development in teams					
3 Lernergebnisse / Learning Outcomes					
Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein:					
1. Parametrische 3D CAD-Systeme und PDM Systeme zu verstehen und anzuwenden .					
2. Einzelteile parametrisch zu modellieren und komplexe Baugruppen zu erzeugen .					
3. Einzelteil- und Baugruppenzeichnungen zur technischen Produktdokumentation zu erstellen .					
4. Generierte Daten mittels PDM Prozessen zu verwalten .					
5. Komplexe Aufgabenstellungen der virtuellen Produktentwicklung im Team zu bearbeiten und zu lösen .					
On successful completion of this module, students should be able to:					
1. Understand and apply parametric 3D CAD and PDM systems.					
2. Design parametric single parts and complex assemblies.					
3. Create engineering drawings for documentation.					
4. Manage generated product data using PDM processes.					
5. Work on and solve advanced tasks in virtual product development in teams.					
4 Voraussetzung für die Teilnahme / Prerequisites for participation					
5 Prüfungsform / Assessment methods					
Sonderform: Semesterbegleitende Prüfungen / Continuous assessment procedure					

6	Voraussetzung für die Vergabe von Credit Points / Requirement for receiving Credit Points Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the examination.
7	Benotung / Grading system Standard (Ziffernote) / Number grades
8	Verwendbarkeit des Moduls / Associated study programme Bachelor MPE Pflicht Bachelor of Education Metalltechnik Pflicht Bachelor Mechatronik
9	Literatur / Literature Skriptum erwerbbar, Vorlesungsfolien, Online-Tutorial Dual-Mode: "Rechnergestütztes Konstruieren (CAD)" ist eine E-Learning-Vorlesung. Lecture notes can be purchased in the institute's secretarial office. Exercises and background theory are available on the website

Modulbeschreibung / Module description

Modulname / Module Title				
Technische Mechanik II für das Lehramt (Elastostatik)				
Engineering Mechanics II for vocational training (Elastostatics)				
Modul Nr. / Code	Credit Points	Arbeitsaufwand / Work load	Selbststudium / Individual study	Moduldauer / Duration
16-61-601e	6 CP	180 h	112 h	1 Semester
Sprache / Language		Modulverantwortliche/r / Module Co-ordinator		
Deutsch / German.		Prof. Dr.-Ing. W. Becker		
1	Kurse des Moduls / Courses			
Kurs Nr. / Code	Kursname / Course Title		Lehrform / Form of teaching	Kontaktzeit / Contact hours
16-61-5010-vl	Technische Mechanik II (Elastostatik)		Vorlesung / Lecture	34 h (3 SWS)
16-61-5010-gü	Technische Mechanik II (Elastostatik)		Gruppenübung / Group Recitation	23 h (2 SWS)
16-61-5010-hü	Technische Mechanik II (Elastostatik)		Hörsaalübung / Lecture Hall Recitation	11 h (1 SWS)
2	Lehrinhalt / Syllabus			
Spannungszustand im 2D und 3D, Verzerrungszustand, Elastizitätsgesetz, Festigkeitshypothesen, Balkenbiegung, Biegelinie, Schubfluss, Schiefe Biegung, Torsion, Arbeitsbegriff in der Elastostatik, Stabilität und Knickung				
Stresses in 2D and 3D representation, deformation and strain rate, Hooke's law, strength hypotheses, bending of beams, deflection curve, shear influence, torsion, energy principles in elastostatics, stability and buckling.				
3	Lernergebnisse / Learning Outcomes			
Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein:				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Deformationen und Beanspruchungen bei statisch bestimmten und statisch unbestimmten Stabsystemen zu ermitteln. 2. Ein-, zwei- und dreidimensionale Spannungszustände mathematisch korrekt zu beschreiben und die zugehörigen Hauptspannungen zu ermitteln. 3. Beliebige Verzerrungszustände mathematisch korrekt zu beschreiben und das lineare Elastizitätsgesetz anzuwenden. 4. Die Euler-Bernoullische Balkentheorie und die Timoshenko-Balkentheorie korrekt anzuwenden, insbesondere zur Ermittlung von Biegelinien, Schubdeformationen, resultierender Momentenverläufe und Querkraftverläufe. 5. Die Torsion kreiszylindrischer Wellen, dünnwandig geschlossener Profile und dünnwandig offene Profile zu berechnen. 6. Den Arbeitssatz und das Prinzip der virtuellen Kräfte anzuwenden, insbesondere auch auf statisch unbestimmte Systeme. 7. Einfache Stabilitätsprobleme zu erkennen und die Eulerschen Knickfälle anzuwenden. 				
On successful completion of this module, students should be able to:				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ascertain statically determined and statically undetermined systems of bars. 2. Describe one-, two- and three-dimensional stress states in a mathematically correct manner and to identify the corresponding principal stresses. 3. Describe arbitrary strain states in a correct manner and to apply the linear elasticity law. 4. Apply Euler-Bernoulli's beam theory and Timoshenko's beam theory in a correct manner, in particular for the determination of the resulting bending and shear deformation and the resulting 				

17

	distribution of moments and transversal forces.
	5. Calculate torsion shafts, in particular for a circular cross-section, thin-walled closed cross-sections and thin-walled open cross-sections.
	6. Apply the theorem of work balance and the principle of virtual forces, in particular also for statically undetermined systems.
	7. Discern simple stability problems and to apply Euler's buckling cases.
	Voraussetzung für die Teilnahme / Prerequisites for participation
	Technische Mechanik I (Statik) empfohlen Engineering Mechanics I (Statics) recommended
5	Prüfungsform / Assessment methods
	Klausur 90 min / Written exam 90 min.
6	Voraussetzung für die Vergabe von Credit Points / Requirement for receiving Credit Points
	Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the examination.
7	Benotung / Grading system
	Standard (Ziffernote) / Number grades
8	Verwendbarkeit des Moduls / Associated study programme
	Bachelor of Education Metalltechnik Pflicht Bachelor of Education for vocational training, compulsory
9	Literatur / Literature
	Gross; Hauger; Schnell; Schröder: Technische Mechanik 2, Elastostatik, Springer Verlag. Gross; Ehlers; Wriggers: Formeln und Aufgaben zur Technischen Mechanik 2, Springer Verlag.

18

Modulbeschreibung / Module description

Modulname / Module Title				
Maschinenelemente und Mechatronik I für das Lehramt				
Machine Components and Mechatronics I for vocational training				
Modul Nr. / Code	Credits	Arbeitsaufwand / Work load	Selbststudium / Individual study	Moduldauer / Duration
16-24-601e	8 CP	240 h	173 h	1 Semester
Sprache / Language		Modulverantwortliche/r / Module Co-ordinator		
Deutsch / German		Prof. Dr.-Ing. S. Rinderknecht		
1	Kurse des Moduls / Courses			
Kurs Nr. / Code	Kursname / Course Title		Lehrform / Form of teaching	Kontaktzeit / Contact hours
16-24-5010-vl	Maschinenelemente und Mechatronik I für das Lehramt		Vorlesung / Lecture	45 h (4 SWS)
16-24-5010-gü	Maschinenelemente und Mechatronik I für das Lehramt		Gruppenübung / Group Recitation	11 h (1 SWS)
16-24-5010-hü	Maschinenelemente und Mechatronik I für das Lehramt		Hörsaalübung / Lecture Hall Recitation	11 h (1 SWS)
2	Lehrinhalt / Syllabus			
Mechatronische Systeme und Komponenten; Modelbildung; statisches und dynamisches Verhalten; Simulationswerkzeuge; mechanische Komponenten, Aktoren; Sensoren; Regler und Steuerungen; Synthese mechatronischer Systeme.				
Mechatronic systems and components; modelling; static and dynamic behaviour; simulation and corresponding tools; mechanical components, actuators; sensors; open and closed loop control; synthesis of mechatronic systems.				
3	Lernergebnisse / Learning Outcomes			
Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein:				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Die Modellierung mechatronischer Systeme und ihrer Komponenten sowie die Umsetzung in Gleichungen bzw. Blockschaltbilder zu beschreiben. 2. Ergebnisse zum statischen und dynamischen Verhalten mechatronischer Systeme mit dem Simulationswerkzeug MATLAB zu ermitteln. 3. Die mechatronischen Teilsysteme Aktoren, Sensoren und Regler zu beschreiben und ihre Funktion zu verstehen. 				
On successful completion of this module, students should be able to:				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Describe the modeling of Mechatronic Systems and their components and the presentation in equations and Blockdiagrams. 2. Find results for the static and dynamic behaviour of mechatronic systems with MATLAB. 3. Describe the mechatronic subsystems actuators, sensors and controllers with respect to their function. 				
4	Voraussetzung für die Teilnahme / Prerequisites for participation			
5	Prüfungsform / Assessment methods			
	Mündliche Prüfung 45 min / Oral exam 45 min			
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten / Requirement for receiving credits			

19

	Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the examination.
7	Benotung / Grading system
	Standard (Ziffernote) / Number grades
8	Verwendbarkeit des Moduls / Associated study programme
	Bachelor of Education Metalltechnik Pflicht
9	Literatur / Literature
	Skriptum lectures notes

20

Modulbeschreibung / Module description

Modulname / Module Title				
Technische Thermodynamik für das Lehramt Technical Thermodynamics for vocational training				
Modul Nr. / Code 16-14-601e	Credits 6 CP	Arbeitsaufwand / Work load 180 h	Selbststudium / Individual study 112 h	Moduldauer / Duration 1 Semester Angebotsturnus / Semester WS
Sprache / Language Deutsch / German		Modulverantwortliche/r / Module Co-ordinator Prof. Dr.-Ing. P. Stephan		
1 Kurse des Moduls / Courses				
Kurs Nr. / Code	Kursname / Course Title	Lehrform / Form of teaching	Kontaktzeit / Contact hours	
16-14-5010-vl	Technische Thermodynamik für das Lehramt	Vorlesung / Lecture	34 h (3 SWS)	
16-14-5010-gü	Technische Thermodynamik für das Lehramt	Gruppenübung / Group Recitation	19 h (1,67 SWS)	
16-14-5010-hü	Technische Thermodynamik für das Lehramt	Hörsaalübung / Lecture Hall Recitation	15 h (1,33 SWS)	
2 Lehrinhalt / Syllabus				
<p>Grundbegriffe der Thermodynamik; thermodynamisches Gleichgewicht und Temperatur; Energieformen (innere Energie, Wärme, Arbeit, Enthalpie); Zustandsgrößen und Zustandsgleichungen für Gase und inkompressible Medien; erster Hauptsatz der Thermodynamik und Energiebilanzen für technische Systeme; zweiter Hauptsatz der Thermodynamik und Entropiebilanzen für technische Systeme; Exergieanalysen; thermodynamisches Verhalten bei Phasenwechsel; rechts- und linksläufiger Carnotscher Kreisprozess; Wirkungsgrade und Leistungszahlen; Kreisprozesse für Gasturbinen, Verbrennungsmotoren, Dampfkraftwerke, Kältemaschinen und Wärmepumpen.</p> <p>Fundamental terms of thermodynamics; thermodynamic equilibrium and temperature; different forms of energy (internal energy, heat, work, enthalpy); properties and equations of state for gases and incompressible substances; first law of thermodynamics and energy balances for technical systems; second law of thermodynamics and entropy balances for technical systems; exergy analysis; thermodynamic behaviour during phase change; the carnot cycle for power generation or refrigeration; energy efficiency and coefficient of performance; cyclic processes for gas turbines, combustion engines, power plants, refrigerators and heat pumps.</p>				
3 Lernergebnisse / Learning Outcomes				
<p>Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein für bekannte Problemstellungen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Die Beziehungen zwischen thermischen und kalorischen Zustandsgrößen und Systemzuständen zu erläutern und im Rahmen von Berechnungen thermischer Systeme anzuwenden. 2. Die verschiedenen Energieformen (z.B. Arbeit, Wärme, innere Energie, Enthalpie) zu unterscheiden und zu definieren. 3. Energiebilanzen und Zustandsgleichungen zur Beschreibung von technischen Systemen und Prozesse aufzustellen. 4. Die Bewertung von Energieumwandlungsprozessen mittels Entropiebilanzen und Exergiebetrachtungen nachzuvollziehen. 5. Das thermische Verhalten von Gasen, Flüssigkeiten und Festkörpern sowie entsprechende Phasenwechselvorgänge zu charakterisieren. 6. In Zustandsdiagrammen Kreisprozesse von Wärmekraftmaschinen, Kältemaschinen und Wärmepumpen zu erläutern. 				

	<p>On successful completion of this module, students should be able to:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Explain the relationships between thermodynamic properties and the thermodynamic state of a system and apply them within calculations of thermal system behaviour. 2. Distinguish between different types of energy (e.g. work, heat, internal energy, enthalpy) and define them. 3. Set up the energy balances and the equations of state for the describe of technical systems and processes. 4. Reproduce the assessment of energy conversion processes by means of an entropy balance or an exergy analysis. 5. Characterise the thermal behaviour of gases, liquids and solids and corresponding phase change processes. 6. Explain in state-diagrams cycle processes of heat engines, refrigerating machines and thermal heat pumps.
4	Voraussetzung für die Teilnahme / Prerequisites for participation Keine / None
5	Prüfungsform / Assessment methods Mündliche Prüfung (40 min) oder Klausur (60 min) / Oral (40 min) or written exam (60 min).
6	Voraussetzung für die Vergabe von Credit Points / Requirement for receiving credits Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the examination.
7	Benotung / Grading system Standard (Ziffernote) / Number grades
8	Verwendbarkeit des Moduls / Associated study programme Bachelor of Education Metalltechnik Pflicht
9	Literatur / Literature P. Stephan; K. Schaber; K. Stephan; F. Mayinger: Thermodynamik, Band 1: Einstoffsysteme, Springer Verlag. Weitere Unterlagen (Folien, Aufgabensammlung, Formelsammlung etc.) sind im Moodle-System der TU Darmstadt abrufbar. P. Stephan; K. Schaber; K. Stephan; F. Mayinger: Thermodynamik, Band 1: Einstoffsysteme, Springer Verlag. Further material (slides, collection of exercises, table of formulas etc.) is available through the Moodle system of TU Darmstadt.

Modulbeschreibung / Module description

Modulname / Module Title				
Technologie der Fertigungsverfahren Production Technology				
Modul Nr. / Code 16-09-5010	Credit Points 6 CP	Arbeitsaufwand / Work load 180 h	Selbststudium / Individual study 146 h	Moduldauer / Duration 1 Semester Angebotsturnus / Semester WS
Sprache / Language Deutsch / German		Modulverantwortliche/r / Module Co-ordinator Prof. Dr.-Ing. E. Abele / Prof. Dr.-Ing. P. Groche		
1 Kurse des Moduls / Courses				
Kurs Nr. / Code	Kursname / Course Title	Lehrform / Form of teaching	Kontaktzeit / Contact hours	
-vl	Technologie der Fertigungsverfahren	Vorlesung / Lecture	34 h (3 SWS)	
2 Lehrinhalt / Syllabus				
<p>Herstellung von Bauteilen durch Urformen, Umformen und Trennen, Abtragen und Schweißen, Zerspanung. Manufacturing of components by forming and machining, erosion and welding, as well as machining in general.</p>				
3 Lernergebnisse / Learning Outcomes				
<p>Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Alle industrielle Fertigungsverfahren im Bereich Metall- und Kunststoffverarbeitung zu benennen. 2. Fertigungsverfahren systematisch zu vergleichen und zu bewerten. 3. Die Herstellung von industriell gefertigten Produkten zu bewerten und zu gestalten, d.h. Vorschläge für alternative Fertigungsprozessketten zu erarbeiten. 4. Produkte fertigungs- und montagegerecht zu gestalten. <p>On successful completion of this module, students should be able to:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. List all industrial production techniques in the metal and plastics manufacturing area. 2. Follow through with a systematic comparison of alternative production methods. 3. Optimize the production of industrially manufactured products, i.e. to develop alternative manufactured process chains. 4. Form products appropriate for manufacturing and assembly. 				
4 Voraussetzung für die Teilnahme / Prerequisites for participation Keine / None				
5 Prüfungsform / Assessment methods Klausur 2 h / Written exam 2 h				
6 Voraussetzung für die Vergabe von Credit Points / Requirement for receiving Credit Points Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the examination.				
7 Benotung / Grading system Standard (Ziffernote) / Number grades				
8 Verwendbarkeit des Moduls / Associated study programme Bachelor MPE Pflicht Bachelor of Education Metalltechnik Pflicht				

	Bachelor Mechatronik
9	Literatur / Literature Vorlesungsskript ist während der Vorlesung erhältlich. Lecture notes are available during the course.

Modulbeschreibung / Module description

Modulname / Module Title					
Maschinenelemente und Mechatronik II für das Lehramt					
Machine Elements and Mechatronics II for vocational training					
Modul Nr. / Code	Credits	Arbeitsaufwand / Work load	Selbststudium / Individual study	Moduldauer / Duration	Angebotsterms / Semester
16-05-601e	8 CP	240 h	150 h	1 Semester	SS
Sprache / Language			Modulverantwortliche/r / Module Co-ordinator		
Deutsch / German			Studiendekan/in des FB 16		
1	Kurse des Moduls / Courses				
	Kurs Nr. / Code	Kursname / Course Title	Lehrform / Form of teaching	Kontaktzeit / Contact hours	
	16-05-5020-vl	Maschinenelemente und Mechatronik II für das Lehramt	Vorlesung / Lecture	45 h (4 SWS)	
	16-05-5020-ue	Maschinenelemente und Mechatronik II für das Lehramt	Übung / Recitation	45 h (4 SWS)	
2	Lehrinhalt / Syllabus				
Funktions-, beanspruchungs-, fertigungs- und montagegerechtes Gestalten von Bauteilen bzw. Verwenden von Maschinenelementen; Festigkeitsnachweise; Bauteilkopplungen und ihre Eigenschaften; Verbindungen; Federungen und Dämpfer; Kupplungen; Lagerungen;					
Design for function and manufacturing; calculation of strength and stresses; coupling of parts and their characteristics; connections; springs and dampers; couplings and clutches; bearings.					
3	Lernergebnisse / Learning Outcomes				
Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie für bekannte Problemstellungen in der Lage sein:					
1. Die Analyse von mechanischen Baugruppen und Maschinen anhand von Zeichnungen zu reproduzieren die Funktionen mittels Kraftflussdarstellungen zu erklären und die maßgeblichen Beanspruchungen der Bauteile und Maschinenelemente zu identifizieren und ihr Verhalten abschätzen .					
2. Die Prinzipien der Kraftübertragung zwischen Bauteilen zu erklären und grundlegende Berechnungsgleichungen anzuwenden .					
3. Maschinenelemente und Bauteile entsprechend ihrer Eignung für spezielle Anforderungen und Randbedingungen auszuwählen .					
4. Die Nutzung von Gestaltungsprinzipien, wie z.B. das Prinzip der Selbstverstärkung, in Maschinenelementen zu erkennen .					
5. Bauteilfestigkeitsnachweise nach DIN 743 für bekannte Systeme nachzuverfolgen .					
6. Bauteiltoleranzen und Passungen fertigungsgerecht und entsprechend der Funktion auszuwählen und zu berechnen .					
7. Zwischen den Funktionen und Effekten der Energiespeicherung und Energiedissipation zu diskutieren und die verwendeten Wirkprinzipien zu erklären , um entsprechende Maschinenelemente auszuwählen .					
8. Für konstruktive Aufgabenstellungen Maschinenelemente funktions- und beanspruchungsgerecht auszuwählen , diese sinnvoll zu kombinieren und montagegerecht zu arrangieren sowie die angrenzenden Bauteile fertigungsgerecht zu gestalten .					
On successful completion of this module, students should be able to:					
1. Reproduce the analysis of components, assemblies and machines by means of drawings, explain the functions via flux of force diagrams, identify the relevant loads on the relevant components and machine elements and estimate their behaviour.					
2. Explain the principles of power transmission between components and develop basic calculation					

	<p>equations.</p> <p>3. Choose the machine elements and components in accordance with their qualification for specific demands and boundary conditions.</p> <p>4. Identify and describe the utilisation of design principles, as f. ex. the principle of self-reinforcement and assess their suitability for specific uses.</p> <p>5. Reproduce the calculation to verify the component strength on the basis of DIN 743.</p> <p>6. Choose component tolerances and fittings suitable for production and accordant to function and calculate them.</p> <p>7. Differentiate between the functions and effects of energy storage and dissipation and explain the operating principles in order to choose appropriate mechanical elements.</p> <p>8. Choose mechanical elements after design for function and manufacturing for constructive tasks, reasonably combine them and arrange them ready to assemble and design the adjacent components suitable for production.</p>
4	Voraussetzung für die Teilnahme / Prerequisites for participation Fähigkeiten und Fertigkeiten in Mechanik I und II, Werkstoffkunde, Technologie der Fertigungsverfahren abilities and skills of Mechanics I and II, material science, technology of operating procedures
5	Prüfungsform / Assessment methods Mündliche (30 min) oder schriftlich Prüfung (160min) (Verständnisfragen 20min; Berechnung 80min; Konstruktion 60min) Oral (30 min) or written exam 160min (comprehension questions 20min; calculation 80min; technical drawing 60min)
6	Voraussetzung für die Vergabe von Credit Points / Requirement for receiving credits Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the examination.
7	Benotung / Grading system Standard (Ziffernote) / Number grades
8	Verwendbarkeit des Moduls / Associated study programme Bachelor of Education Metalltechnik Pflicht
9	Literatur / Literature Skriptum zur Vorlesung (erhältlich im Buchhandel) Manuscript (can be purchased at bookshops)

Bachelorstudiengang Maschinenbau - Mechanical and Process Engineering (B.Sc.)

Modulhandbuch / Module Handbook
Stand: 14.07.2015



© TU Darmstadt, Fachbereich Maschinenbau 2015.

Wahlpflichtbereich

Aerodynamik I.....	65
Angewandte Produktentwicklung	67
Einführung 3D-Druck und Additive Fertigung.....	69
Einführung in die Druck- und Medientechnik	71
Einführung in die Kunststofftechnik	73
Einführung in die Papiertechnik.....	75
Energie und Klimaschutz	77
Flugmechanik I: Flugleistungen.....	79
Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen	81
Grundlagen der Flugantriebe.....	83
Grundlagen der Turbomaschinen und Fluidsysteme	85
Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden I	87
Konstruktionsprinzipien im Druckmaschinenbau.....	89
Kraftfahrzeugtechnik.....	91
Laser in der Fertigung	93
Mechanische Verfahrenstechnik	95
Nachhaltige Verbrennungstechnologien A	97
Praktische Farbmessung	99
Thermische Verfahrenstechnik I – Thermodynamik der Gemische.....	101
Thermische Verfahrenstechnik II – Verfahrenstechnische Grundoperationen	103
Verbrennungskraftmaschinen I.....	105
Werkstofftechnologie und -anwendung.....	107
Werkzeugmaschinen und Industrieroboter	109

Module aus dem Fachbereich 18 im Wahlpflichtbereich

Geeignet für Studierende, die den Masterstudiengang Mechatronik anschließen möchten.

Elektrische Maschinen und Antriebe.....	111
Elektronik.....	113
Elektrotechnik und Informationstechnik II	115
Logischer Entwurf.....	117
Praktikum Aktoren für mechatronische Systeme	119
Praktikum Regelung mechatronischer Systeme.....	121

Hinweis:

Voraussetzungen haben empfehlenden Charakter.

Die Kursnummer ist mit der Modulnummer identisch. Bei den Kursen ist nur der der Kursart (Lehrform) charakterisierende Appendix aufgeführt (-vl für Vorlesung, -ue für Übung; ..). Nur bei Abweichungen wird die Kursnummer angegeben.

Bachelor Thesis

Bachelor-Thesis (Generalbeschreibung).....	6
1. Semester	
Einführung in den Maschinenbau	7
Informations- und Kommunikationstechnologie im Maschinenbau	9
Mathematik für den Maschinenbau I	11
Technische Mechanik I (Statik)	13
Technologie der Fertigungsverfahren	15
Werkstoffkunde I	17
2. Semester	
Einführung in die Elektrotechnik.....	19
Mathematik für den Maschinenbau II.....	21
Rechnergestütztes Konstruieren	23
Technische Mechanik II (Elastostatik)	25
Werkstoffkunde II	27
3. Semester	
Chemie für den Maschinenbau	29
Maschinenelemente und Mechatronik I	31
Mathematik für den Maschinenbau III.....	33
Physik für den Maschinenbau	35
Technische Mechanik III (Dynamik)	37
Technische Thermodynamik I.....	39
4. Semester	
Maschinenelemente und Mechatronik II	41
Messtechnik, Sensorik und Statistik.....	43
Numerische Mathematik.....	45
Physikalisches Grundpraktikum für den Maschinenbau.....	47
Technische Strömungslehre	49
Technische Thermodynamik II.....	51
5. Semester	
Einführung in wissenschaftliches Arbeiten und Schreiben	53
Ingenieurinnen und Ingenieure in der Gesellschaft.....	55
Product Design Project.....	57
Systemtheorie und Regelungstechnik.....	59
Wärme- und Stoffübertragung.....	61
6. Semester	
Numerische Berechnungsverfahren.....	63

Modulbeschreibung / Module description

Modulname / Module Title					
Bachelor-Thesis (Generalbeschreibung)					
Bachelor's thesis (General Description)					
Modul Nr. / Code	Credit Points	Arbeitsaufwand / Work load	Selbststudium / Individual study	Moduldauer / Duration	Angebotsterminus / Semester
	12 CP	360 h	360 h	1 Semester	WS und/oder SS
Sprache / Language: Deutsch / Englisch / German / English			Modulverantwortliche/r / Module Co-ordinator		
Level (EQF/DQR): 6			Jeder hauptamtliche Professor oder jede hauptamtliche Professorin des Fachbereichs Maschinenbau		
2	Lehrinhalt / Syllabus Aktuelle Aufgabenstellungen aus der Forschung der anbietenden Fachgebiete Current research topic from the general research area of the administering institute.				
3	Lernergebnisse / Learning Outcomes Nachdem die Studierenden die Bachelorthesis erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Eine technisch-wissenschaftliche Fragestellung mit ingenieurwissenschaftlichen Methoden strukturiert zu lösen 2. Die Fragestellung kritisch zu bearbeiten und mögliche Lösungen einzuschätzen . 3. Die Ergebnisse in schriftlicher und mündlicher Form mit wissenschaftlichen Anspruch zu präsentieren . On successful completion of this Bachelor's thesis, students should be able to: 1. Solve scientific questions in a structured manner using engineering science methods. 2. Critically differentiate between various solutions. 3. Present their results in written and oral form in a scientifically acceptable manner.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme / Prerequisites for participation Mögliche Voraussetzungen werden vom anbietenden Fachgebiet bei der Aufgabenstellung angegeben. Es wird empfohlen, die Bachelor-Thesis frühestens nach dem Erwerb von 120 Credit Points zu beginnen. Possible prerequisites will be determined by the individual institute supervising the thesis. It is recommended to begin the Bachelor-Thesis after 120 Credit points have been earned.				
5	Prüfungsform / Assessment methods Schriftliche Ausarbeitung sowie ein Kolloquium (Vortragsdauer 20 min mit anschließender Diskussion) Written thesis and a seminar presentation (20 min talk followed by a discussion)				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Credit Points / Requirement for receiving Credit Points Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the examination.				
7	Benotung / Grading system Standard (Ziffernote) / Number grades				
8	Verwendbarkeit des Moduls / Associated study programme Bachelor MPE Bachelor-Thesis				
9	Literatur / Literature abhängig vom Themengebiet will depend on topic				

Modulbeschreibung / Module description

Modulname / Module Title					
Informations- und Kommunikationstechnologie im Maschinenbau					
Information and Communication Technology in Mechanical Engineering					
Modul Nr. / Code	Credit Points	Arbeitsaufwand / Work load	Selbststudium / Individual study	Moduldauer / Duration	Angebotsturnus / Semester
16-07-3011	4 CP	120 h	74 h	1 Semester	WS
Sprache / Language: Deutsch / German		Modulverantwortliche/r / Module Coordinator			
Level (EQF/DQR): 6		Prof. Dr.-Ing. R. Anderl			
1 Kurse des Moduls / Courses					
Kurs Nr. / Code	Kursname / Course Title		Lehrform / Form of teaching	Kontaktzeit / Contact hours	
16-07-5010-v1	Informations- und Kommunikationstechnologie im Maschinenbau		Vorlesung / Lecture	23 h (2 SWS)	
16-07-5010-gü	Informations- und Kommunikationstechnologie im Maschinenbau: Programmiersprachen und -techniken		Übung / Recitation	23 h (2 SWS)	
2 Lehrinhalt / Syllabus					
In der Vorlesung werden die Grundlagen der Informations- und Kommunikationstechnologie im Maschinenbau mittels folgender Themenbereiche vermittelt:					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung in die Informations- und Kommunikationstechnologie 2. Methoden zur objektorientierten Programmentwicklung 3. Datenstrukturen und Algorithmen 4. Mathematische und technische Grundlagen 5. Kommunikations- und Netzwerktechnologie 6. Methodische Anwendung der Informations- und Kommunikationstechnologie 					
This course comprises the following topics:					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction to information and communication technology 2. Methods for object-oriented software engineering 3. Data structures and algorithms 4. Mathematical and technical fundamentals 5. Communication and network technology 6. Methodological application of information and communication technology 					
3 Lernergebnisse / Learning Outcomes					
Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein:					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Hardwaretechnik zu klassifizieren und Merkmale von Software zu benennen. 2. Einfache objektorientierte Strukturen zu unterscheiden und diese gezielt zur objektorientierten Programmentwicklung einsetzen. 3. Datenstrukturen und Algorithmen zu entwickeln, um anwendungsspezifische Probleme lösen zu können. 4. Die Zusammenhänge zwischen Betriebssystemen und Anwendungssystemen zu erklären. 5. Die Fortschritte der Netzwerktechnologie zu beschreiben. 					
On successful completion of this module, students should be able to:					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Classify hardware techniques and specify the characteristics of software. 2. Distinguish simple object-oriented structures and apply them to object-oriented software engineering. 3. Develop data structures and algorithms to solve application specific tasks. 4. Explain the relation between operating systems and application systems. 					

	5. Describe the progress of network technology.
4	Voraussetzung für die Teilnahme / Prerequisites for participation
5	Prüfungsform / Assessment methods Klausur 120 min / Written exam 120 min.
6	Voraussetzung für die Vergabe von Credit Points / Requirement for receiving Credit Points Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the examination.
7	Benotung / Grading system Standard (Ziffernote) / Number grades
8	Verwendbarkeit des Moduls / Associated study programme Bachelor MPE Pflicht
9	Literatur / Literature Skriptum erwerbbar, Vorlesungsfolien Dual-Mode: "Informations- und Kommunikationstechnologie" ist eine E-Learning-Vorlesung. Lecture notes can be purchased in the institute's secretarial office. Lecture slides are available on the website. This lecture is designated as an 'e-learning' module.

Modulbeschreibung / Module description

Modulname / Module Title					
Mathematik für den Maschinenbau I					
Mathematics for Mechanical Engineering I					
Modul Nr. / Code	Credit Points	Arbeitsaufwand / Work load	Selbststudium / Individual study	Moduldauer / Duration	Angebotsturnus / Semester
04-00-0114	8 CP	240 h	172 h	1 Semester	WS
Sprache / Language: Deutsch / German		Modulverantwortliche/r / Module Co-ordinator			
Level (EQF/DQR): 6		Prof. Dr. P. Jahnke			
1 Kurse des Moduls / Courses					
Kurs Nr. / Code	Kursname / Course Title		Lehrform / Form of teaching	Kontaktzeit / Contact hours	
04-00-0124-vu	Mathematik für den Maschinenbau I		Vorlesung / Lecture	45 h (4 SWS)	
	Mathematik für den Maschinenbau I		Übung / Recitation	23 h (2 SWS)	
2 Lehrinhalt / Syllabus					
Lehrinhalt / Syllabus					
Vektorrechnung, Lineare Gleichungssysteme, Matrizenrechnung, lineare Abbildungen, Eigenwerte und -vektoren, Folgen, Reihen, Differential- und Integralrechnung in einer Veränderlichen, komplexe Zahlen.					
Vector calculus, systems of linear equations, linear mappings, eigenvalues and eigenvectors, sequences and infinite series, mappings and functions, differential and integral calculus of one variable, complex numbers.					
3 Lernergebnisse / Learning Outcomes					
Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein:					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Elementare Methoden der mathematischen Begriffsbildung und des logischen Schließens anzuwenden. 2. Die Grundzüge der linearen Algebra zu erklären und anzuwenden. 3. Die Grundzüge der analytischen Geometrie zu erklären und anzuwenden. 4. Die Grundzüge der Analysis einer Veränderlichen zu erklären und anzuwenden. 					
On successful completion of this module, students should be able to:					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Apply elementary mathematical methods, concepts, and logical reasoning. 2. Explain and apply basic principles of linear algebra. 3. Explain and apply basic principles of analytic geometry. 4. Explain and apply basic principles of calculus of one variable. 					
4	Voraussetzung für die Teilnahme / Prerequisites for participation Keine / none				
5	Prüfungsform / Assessment methods Klausur 90 min / Written exam 90 min.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Credit Points / Requirement for receiving Credit Points Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the examination.				
7	Benotung / Grading system Standard (Ziffernote) / Number grades				
8	Verwendbarkeit des Moduls / Associated study programme				

	Bachelor MPE Pflicht
9	Literatur / Literature Arbeitsbuch Mathematik für Ingenieure, Analysis und Lineare Algebra Band I, K. Graf Finck von Finckenstein, J. Lehn, H. Schellhaas, H. Wegmann; Höhere Mathematik I, K. Meyberg, P. Vachenauer; Skript zur Vorlesung, U. Reif Arbeitsbuch Mathematik für Ingenieure, Band I, K. Graf Finck von Finckenstein, J. Lehn, H. Schellhaas, H. Wegmann; Höhere Mathematik I, K. Meyberg, P. Vachenauer; lecture notes, U. Reif

Modulbeschreibung / Module description

Modulname / Module Title				
Technische Mechanik I (Statik)				
Engineering Mechanics I (Statics)				
Modul Nr. / Code	Credit Points	Arbeitsaufwand / Work load	Selbststudium / Individual study	Moduldauer / Duration
16-64-5190	6 CP	180 h	112 h	1 Semester
Sprache / Language: Deutsch / German		Modulverantwortliche/r / Module Co-ordinator		
Level (EQE/DQR): 6		Prof. Dr.-Ing. M. Oberlack		
1 Kurse des Moduls / Courses				
Kurs Nr. / Code	Kursname / Course Title	Lehrform / Form of teaching	Kontaktzeit / Contact hours	
-vl	Technische Mechanik I (Statik)	Vorlesung / Lecture	34 h (3 SWS)	
-gü	Technische Mechanik I (Statik)	Gruppenübung / Group Recitation	23 h (2 SWS)	
-hü	Technische Mechanik I (Statik)	Hörsaalübung / Lecture Hall Recitation	11 h (1 SWS)	
2 Lehrinhalt / Syllabus				
Kraftbegriff, allgemeine Kraftsysteme und Gleichgewicht starrer Körper, Schwerpunktsdefinition und -berechnung, Lagerreaktionen, Fachwerke, Balken, Rahmen, Bögen, Arbeitssatz der Statik, Grundlagen der Stabilitätstheorie, Haftung und Reibung. Definition of force, general systems of forces and equilibrium of rigid bodies, center of mass, reaction of the supports, statically determined system, trusses, beams, frames, curved beams, work principles, stability and friction.				
3 Lernergebnisse / Learning Outcomes				
Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein:				
<ol style="list-style-type: none"> Die Begriffe Kraft, Moment und Gleichgewicht zu unterscheiden und zu erklären. Statisch bestimmte Probleme zu analysieren, d.h. die Kräfte zu identifizieren, ihre Angriffspunkte und Wirkungen zu bestimmen und die Gleichgewichtsbedingungen zu erstellen. Lagerreaktionen in statisch bestimmten Systemen mithilfe von Gleichgewichtsbedingungen bzw. dem Prinzip der virtuellen Arbeit zu bestimmen. Innere Kräfte und Momente in Balken und Fachwerken zu berechnen. Schwerpunkte eines starren Körpers zu bestimmen. Gleichgewichtslagen eines beweglichen Systems zu bestimmen und ihre Stabilität zu analysieren. Statische Systeme mit Reibung und Haftung zu analysieren und entsprechende Kräfte zu bestimmen. 				
On successful completion of this module, students should be able to:				
<ol style="list-style-type: none"> Discern and explain the concept of force, moment, and equilibrium. Analyse statically determinate problems independently, i.e. to identify the forces, and determine their attack points and effects, and formulate equilibrium conditions. Ascertain the support reactions in statically determinate systems by means of equilibrium conditions or the principle of virtual work. Compute internal forces and moments in beams and trusses. Determine the center of gravity of a given rigid body. Determine the equilibrium positions of a given movable system and investigate their stability. Analyse static systems including static or kinetic frictions and calculate corresponding forces. 				

4	Voraussetzung für die Teilnahme / Prerequisites for participation
5	Prüfungsform / Assessment methods Klausur 90 min / Written exam 90 min
6	Voraussetzung für die Vergabe von Credit Points / Requirement for receiving Credit Points Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the examination.
7	Benotung / Grading system Standard (Ziffernote) / Number grades
8	Verwendbarkeit des Moduls / Associated study programme Bachelor MPE Pflicht WI Maschinenbau, Bachelor Mechatronik, Computational Engineering, BEd. Metalltechnik
9	Literatur / Literature Gross, Hauger, Schröder, Wall: Technische Mechanik I: Statik, 4. Auflage 2009, Springer Verlag.

Modulbeschreibung / Module description

Modulname / Module Title				
Technologie der Fertigungsverfahren				
Production Technology				
Modul Nr. / Code	Credit Points	Arbeitsaufwand / Work load	Selbststudium / Individual study	Moduldauer / Duration
16-09-5010	6 CP	180 h	146 h	1 Semester
Sprache / Language: Deutsch / German		Modulverantwortliche/r / Module Co-ordinator		
Level (EQE/DQR): 6		Prof. Dr.-Ing. E. Abele / Prof. Dr.-Ing. P. Groche		
1 Kurse des Moduls / Courses				
Kurs Nr. / Code	Kursname / Course Title	Lehrform / Form of teaching	Kontaktzeit / Contact hours	
-vl	Technologie der Fertigungsverfahren	Vorlesung / Lecture	34 h (3 SWS)	
2 Lehrinhalt / Syllabus				
Herstellung von Bauteilen durch Urformen, Umformen und Trennen, Abtragen und Schweißen, Zerspanung. Manufacturing of components by forming and machining, erosion and welding, as well as machining in general.				
3 Lernergebnisse / Learning Outcomes				
Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein:				
<ol style="list-style-type: none"> Alle industrielle Fertigungsverfahren im Bereich Metall- und Kunststoffverarbeitung zu benennen. Fertigungsverfahren systematisch zu vergleichen und zu bewerten. Die Herstellung von industriell gefertigten Produkten zu bewerten und zu gestalten, d.h. Vorschläge für alternative Fertigungsprozessketten zu erarbeiten. Produkte fertigungs- und montagegerecht zu gestalten. 				
On successful completion of this module, students should be able to:				
<ol style="list-style-type: none"> List all industrial production techniques in the metal and plastics manufacturing area. Follow through with a systematic comparison of alternative production methods. Optimize the production of industrially manufactured products, i.e. to develop alternative manufactured process chains. Form products appropriate for manufacturing and assembly. 				
4 Voraussetzung für die Teilnahme / Prerequisites for participation				
Keine / None				
5 Prüfungsform / Assessment methods				
Klausur 2 h / Written exam 2 h				
6 Voraussetzung für die Vergabe von Credit Points / Requirement for receiving Credit Points				
Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the examination.				
7 Benotung / Grading system				
Standard (Ziffernote) / Number grades				
8 Verwendbarkeit des Moduls / Associated study programme				
Bachelor MPE Pflicht				

Bachelor Mechatronik	
9	Literatur / Literature Vorlesungsskript ist während der Vorlesung erhältlich. Lecture notes are available during the course.

Modulbeschreibung / Module Description

Modulname / Module Title					
Werkstoffkunde I					
Material Science & Engineering I					
Modul Nr. / Code 16-08-3241	Credit Points 6 CP	Arbeitsaufwand / Work load 180 h	Selbststudium / Individual study 146 h	Moduldauer / Duration 1 Semester	Angebotsturnus / Semester WS
Sprache / Language: Deutsch / German		Modulverantwortliche/r / Module Co-ordinator Prof. Dr.-Ing. M. Oechsner			
Level (EQF/DQR): 6					
1	Kurse des Moduls / Courses				
	Kurs Nr. / Code	Kursname / Course Title	Lehrform / Form of teaching	Kontaktzeit / Contact hours	
	-vl	Werkstoffkunde I	Vorlesung / Lecture	34 h (3 SWS)	
2	Lehrinhalt / Syllabus				
<p>Grundlagen der Metall- und Legierungskunde sowie der Werkstoff- und Bauteileigenschaften: Einführung, Aufbau der Werkstoffe, Legierungskunde und metallkundliche Grundlagen, Eisen-Kohlenstoffdiagramm, Stahlsorten und Kennzeichnung von Stählen, Festigkeitscharakterisierung und -prüfung (statisch), überelastische Beanspruchungen, Härteprüfung, Wärmebehandlung, festigkeitssteigernde Mechanismen, Hochtemperaturwerkstoffe, Leichtmetalllegierungen, Kunststoffe, Verbundwerkstoffe.</p> <p>Basics of physical metallurgy and alloying, material and component properties: Introduction, material composition, physics of alloying and metallurgy basics, iron-carbon diagram, steel grade, and labeling, characterization and testing of material strength (static), elastic-plastic behavior, hardness testing, heat treatment, mechanisms of strength increasing, high temperature materials, light metal alloys, plastics, composites</p>					
3	Lernergebnisse / Learning Outcomes				
Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein:					
<ol style="list-style-type: none"> Den Aufbau der Atome nach dem Bohr'schen Atommodells zu erklären. Den kristallinen Aufbau von Metallen zu rekonstruieren und Kristallklassen und -gitter sowie Gitterfehler zu benennen. Zustandsdiagramme reiner Stoffe und binärer Gemische mit festen, flüssigen und gasförmigen Phasen zu analysieren sowie Keimbildung und Erstarrung qualitativ zu beschreiben. Materialgesetzmäßigkeiten für Diffusion, elastische und plastische Deformation zu bewerten und deren praktische Hintergründe und Anwendungen einzuschätzen. Methoden zur Charakterisierung und Beeinflussung von Festigkeitseigenschaften zu beurteilen. Aspekte des Eisen-Kohlenstoff-Diagramms zu differenzieren, sowie Ausscheidungen und Gefügestände daraus abzuleiten. Die Eigenschaften von metallischen und nichtmetallischen Werkstoffen zu benennen zu vergleichen und zu bewerten. Aufbau, Eigenschaften und Anwendungsgebiete für Leichtmetalllegierungen, Kunst- und Verbundwerkstoffe zu entwickeln sowie die Anforderungen an moderne Konstruktionswerkstoffe darzustellen. 					
After following this lecture the student will be able to:					
<ol style="list-style-type: none"> Explain atomic structure according to the Bohr model. Reconstruct the crystallographic structure of metals and label crystallographic classes, lattices and defects. Analyse phase diagrams of pure substrates and binary compounds with solid, liquid, and gaseous phases and describe nucleation and solidification in a qualitative way. 					

17

	<ol style="list-style-type: none"> Evaluate material laws for diffusion, elastic and plastic deformation and assess their practical reasons and usage. Rate methods to characterize and manipulate material strength properties. Distinguish aspects of iron-carbon diagram, and transfer based on this the existence of dispersions and the state of microstructure. Know, compare and assess the properties of metallic and non-metallic materials. Generate the composition, properties and fields of use of light metal alloys, plastics and composites and describe the requirements on modern state of the art materials.
4	Voraussetzung für die Teilnahme / Prerequisites for participation
5	Prüfungsform / Assessment methods Mündliche Prüfung (30 min) oder Klausur (60 min) / Oral (30 min) or written exam (60 min)
6	Voraussetzung für die Vergabe von Credit Points / Requirement for receiving Credit Points Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the examination.
7	Benotung / Grading system Standard (Ziffernote) / Number grades
8	Verwendbarkeit des Moduls / Associated study program Bachelor MPE Pflicht
9	Literatur / Literature M. Oechsner: Umdruck zur Vorlesung (Foliensätze und Skript). H. J. Bargel; Schulze: Werkstoffkunde, VDI-Verlag, 2012. E. Hornbogen: Werkstoffe, Springer-Verlag, 2012. Hornbogen et al.: Werkstoffe, Fragen und Antworten, Springer-Verlag, 2012. H. Iltschner: Werkstoffwissenschaften, Springer-Verlag, 2010. H. Blumenauer: Werkstoffprüfung, Dt. Verlag für Kunststoffindustrie, Stuttgart, 2012. D. Askeland: Materialwissenschaften, Spektrum Lehrbuch, 1996

18

Modulbeschreibung / Module description

Modulname / Module Title					
Mathematik für den Maschinenbau II					
Mathematics for Mechanical Engineering II					
Modul Nr. / Code 04-00-0115	Credit Points 8 CP	Arbeitsaufwand / Work load 240 h	Selbststudium / Individual study 172 h	Moduldauer / Duration 1 Semester	Angebotsturnus / Semester SS
Sprache / Language: Deutsch / German		Modulverantwortliche/r / Module Co-ordinator Prof. Dr. P. Jahnke			
Level (EQF/DQR): 6					
1	Kurse des Moduls / Courses				
	Kurs Nr. / Code	Kursname / Course Title	Lehrform / Form of teaching	Kontaktzeit / Contact hours	
	04-00-0076-vu	Mathematik für den Maschinenbau II	Vorlesung / Lecture	45 h (4 SWS)	
		Mathematik für den Maschinenbau II	Übung / Recitation	23 h (4 SWS)	
2	Lehrinhalt / Syllabus				
<p>Taylorreihen, Fourierreihen, Differentialrechnung in mehreren Veränderlichen, Extrema, Kurvenintegrale, Integrale im \mathbb{R}^n, Flächenintegrale, Integralsätze</p> <p>Taylor series, Fourier series, differential calculus of several variables, extrema, curve integrals, integrals on \mathbb{R}^n, surface integrals, integral theorems</p>					
3	Lernergebnisse / Learning Outcomes				
Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein:					
<ol style="list-style-type: none"> Die Grundzüge der Analysis mehrerer Veränderlicher zu erklären und anzuwenden. Die Grundzüge der Analysis mehrerer Veränderlicher exemplarisch auf natur- und ingenieurwissenschaftliche Probleme anzuwenden. <p>On successful completion of this module, students should be able to:</p> <ol style="list-style-type: none"> Explain and apply calculus of several variables. Apply calculus of several variables to sample problems in the natural and engineering sciences. 					
4	Voraussetzung für die Teilnahme / Prerequisites for participation				
Vorlesung Mathematik I empfohlen Course Mathematics I recommended					
5	Prüfungsform / Assessment methods				
Klausur 90 min / Written exam 90 min.					
6	Voraussetzung für die Vergabe von Credit Points / Requirement for receiving Credit Points				
Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the examination.					
7	Benotung / Grading system				
Standard (Ziffernote) / Number grades					
8	Verwendbarkeit des Moduls / Associated study programme				
Bachelor MPE Pflicht					
9	Literatur / Literature				
Arbeitsbuch Mathematik für Ingenieure, Analysis und Lineare Algebra Band I, K. Graf Finck von					

21

Finckenstein, J. Lehn, H. Schellhaas, H. Wegmann.

22

Modulbeschreibung / Module description

Modulname / Module Title					
Rechnergestütztes Konstruieren					
Computer Aided Design (CAD)					
Modul Nr. / Code 16-07-5020	Credit Points 4 CP	Arbeitsaufwand / Work load 120 h	Selbststudium / Individual study 75 h	Moduldauer / Duration 1 Semester	Angebotstermin / Semester SS
Sprache / Language: Deutsch / German			Modulverantwortliche/r / Module Co-ordinator Prof. Dr.-Ing. R. Anderl		
Level (EQF/DQR): 6					
1 Kurse des Moduls / Courses					
Kurs Nr. / Code	Kursname / Course Title		Lehrform / Form of teaching	Kontaktzeit / Contact hours	
-vl	Rechnergestütztes Konstruieren (CAD)		Vorlesung / Lecture	11 h (1 SWS)	
-ue	Rechnergestütztes Konstruieren (CAD)		Übung / Recitation	11 h (1 SWS)	
-tt	Rechnergestütztes Konstruieren (CAD)		Laborpraktikum / Laboratory practicum	23 h (2 SWS)	
2 Lehrinhalt / Syllabus					
Parametrische 3D CAD Systeme, PDM Systeme, 3D Handskizzen, Geometriemodelle, Einzelteilmodellierung mit Hilfe von Geometrieelementen, Features und Parametrik, Baugruppenmodellierung, Stücklisten, Toleranzen und Passungen, Technische Produktdokumentation, Zeichnungsnormen, Produktentwicklung in Teams					
Parametric 3D CAD systems, PDM systems, 3D hand sketching, geometric models, design of single parts with geometric elements, features and parametrics, assembly modeling, bill of materials, tolerances and surface fits, technical product documentation, drawing standards, product development in teams					
3 Lernergebnisse / Learning Outcomes					
Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein:					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Parametrische 3D CAD-Systeme und PDM Systeme zu verstehen und anzuwenden. 2. Einzelteile parametrisch zu modellieren und komplexe Baugruppen zu erzeugen. 3. Einzelteil- und Baugruppenzeichnungen zur technischen Produktdokumentation zu erstellen. 4. Generierte Daten mittels PDM Prozessen zu verwalten. 5. Komplexe Aufgabenstellungen der virtuellen Produktentwicklung im Team zu bearbeiten und zu lösen. 					
On successful completion of this module, students should be able to:					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Understand and apply parametric 3D CAD and PDM systems. 2. Design parametric single parts and complex assemblies. 3. Create engineering drawings for documentation. 4. Manage generated product data using PDM processes. 5. Work on and solve advanced tasks in virtual product development in teams. 					
4 Voraussetzung für die Teilnahme / Prerequisites for participation					
5 Prüfungsform / Assessment methods					
Sonderform: Semesterbegleitende Prüfungen / Continuous assessment procedure					

6	Voraussetzung für die Vergabe von Credit Points / Requirement for receiving Credit Points Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the examination.
7	Benotung / Grading system Standard (Ziffernote) / Number grades
8	Verwendbarkeit des Moduls / Associated study programme Bachelor MPE Pflicht Bachelor Mechatronik
9	Literatur / Literature Skriptum erwerbbar, Vorlesungsfolien, Online-Tutorial Dual-Mode: "Rechnergestütztes Konstruieren (CAD)" ist eine E-Learning-Vorlesung. Lecture notes can be purchased in the institute's secretarial office. Exercises and background theory are available on the website

Modulbeschreibung / Module description

Modulname / Module Title					
Technische Mechanik II (Elastostatik)					
Engineering Mechanics II (Elastostatics)					
Modul Nr. / Code 16-61-3011	Credit Points 6 CP	Arbeitsaufwand / Work load 180 h	Selbststudium / Individual study 112 h	Moduldauer / Duration 1 Semester	Angebotstermin / Semester SS
Sprache / Language: Deutsch / German			Modulverantwortliche/r / Module Co-ordinator Prof. Dr.-Ing. W. Becker		
Level (EQF/DQR): 6					
1 Kurse des Moduls / Courses					
Kurs Nr. / Code	Kursname / Course Title		Lehrform / Form of teaching	Kontaktzeit / Contact hours	
16-61-5010-vl	Technische Mechanik II (Elastostatik)		Vorlesung / Lecture	34 h (3 SWS)	
16-61-5010-gü	Technische Mechanik II (Elastostatik)		Gruppenübung / Group Recitation	23 h (2 SWS)	
16-61-5010-hü	Technische Mechanik II (Elastostatik)		Hörsaalübung / Lecture Hall Recitation	11 h (1 SWS)	
2 Lehrinhalt / Syllabus					
Spannungszustand im 2D und 3D, Verzerrungszustand, Elastizitätsgesetz, Festigkeitshypothesen, Balkenbiegung, Biegelinie, Schubfluss, Schiefe Biegung, Torsion, Arbeitsbegriff in der Elastostatik, Stabilität und Knickung					
Stresses in 2D and 3D representation, deformation and strain rate, Hooke's law, strength hypotheses, bending of beams, deflection curve, shear influence, torsion, energy principles in elastostatics, stability and buckling.					
3 Lernergebnisse / Learning Outcomes					
Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein:					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Statisch bestimmte und statisch unbestimmte Stabsysteme zu analysieren, d. h. die sich einstellenden Deformationen und Beanspruchungen zu bestimmen. 2. Ein-, zwei- und dreidimensionale Spannungszustände mathematisch korrekt zu beschreiben und die zugehörigen Hauptspannungen zu ermitteln. 3. Beliebige Verzerrungszustände mathematisch korrekt zu beschreiben und das lineare Elastizitätsgesetz anzuwenden. 4. Die Euler-Bernoullische Balkentheorie und die Timoshenko-Balkentheorie korrekt anzuwenden, insbesondere zur Laminiertung von Biegelinien, Schubdeformationen, resultierender Momentenverläufe und Querkraftverläufe. 5. Torsionsstabprobleme zu analysieren, und zwar insbesondere die kreiszylindrische Welle, dünnwandige geschlossene Profile und dünnwandige offene Profile. 6. Den Arbeitssatz und das Prinzip der virtuellen Kräfte anzuwenden, insbesondere auch auf statisch unbestimmte Systeme. 7. Einfache Stabilitätsprobleme zu analysieren und die Eulerschen Knickfälle anwenden zu können. 					
On successful completion of this module, students should be able to:					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Analyse statically determined and statically undetermined systems of bars. 2. Describe one-, two- and three-dimensional stress states in a mathematically correct manner and to identify the corresponding principal stresses. 3. Describe arbitrary strain states in a correct manner and to apply the linear elasticity law. 4. Apply Euler-Bernoulli's beam theory and Timoshenko's beam theory in a correct manner, in particular for the determination of the resulting bending and shear deformation and the resulting 					

	<p>distribution of moments and transversal forces.</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Analyse torsion shafts, in particular for a circular cross-section, thin-walled closed cross-sections and thin-walled open cross-sections. 6. Apply the theorem of work balance and the principle of virtual forces, in particular also for statically undetermined systems. 7. Analyse simple stability problems and to apply Euler's buckling cases.
	Voraussetzung für die Teilnahme / Prerequisites for participation Technische Mechanik I (Statik) empfohlen Engineering Mechanics I (Statics) recommended
5	Prüfungsform / Assessment methods Klausur 90 min / Written exam 90 min.
6	Voraussetzung für die Vergabe von Credit Points / Requirement for receiving Credit Points Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the examination.
7	Benotung / Grading system Standard (Ziffernote) / Number grades
8	Verwendbarkeit des Moduls / Associated study programme Bachelor MPE Pflicht WI Maschinenbau, Bachelor Mechatronik, Computational Engineering, BE, Metalltechnik
9	Literatur / Literature Gross; Hauger; Schnell; Schröder: Technische Mechanik 2, Elastostatik, Springer Verlag. Gross; Ehlers; Wriggers: Formeln und Aufgaben zur Technischen Mechanik 2, Springer Verlag.

Modulbeschreibung / Module description

Modulname / Module Title				
Maschinenelemente und Mechatronik I				
Machine Components and Mechatronics I				
Modul Nr. / Code 16-24-5010	Credit Points 8 CP	Arbeitsaufwand / Work load 240 h	Selbststudium / Individual study 173 h	Moduldauer / Duration 1 Semester
Sprache / Language: Deutsch / German		Modulverantwortliche/r / Module Co-ordinator Prof. Dr.-Ing. S. Rinderknecht		
Level (EQF/DQR): 6				
1 Kurse des Moduls / Courses				
Kurs Nr. / Code	Kursname / Course Title	Lehrform / Form of teaching	Kontaktzeit / Contact hours	
-vl	Maschinenelemente und Mechatronik I	Vorlesung / Lecture	45 h (4 SWS)	
-gü	Maschinenelemente und Mechatronik I	Gruppenübung / Group Recitation	11 h (1 SWS)	
-hü	Maschinenelemente und Mechatronik I	Hörsaalübung / Lecture Hall Recitation	11 h (1 SWS)	
2 Lehrinhalt / Syllabus				
<p>Mechatronische Systeme und Komponenten; Modelbildung; statisches und dynamisches Verhalten; Simulationswerkzeuge; mechanische Komponenten, Aktoren; Sensoren; Regler und Steuerungen; Synthese mechatronischer Systeme.</p> <p>Mechatronic systems and components; modelling; static and dynamic behaviour; simulation and corresponding tools; mechanical components, actuators; sensors; open and closed loop control; synthesis of mechatronic systems.</p>				
3 Lernergebnisse / Learning Outcomes				
<p>Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mechatronische Systeme und deren Komponenten zu modellieren und in Gleichungen bzw. Blockschaltbilder umzusetzen. 2. Ergebnisse zum statischen und dynamischen Verhalten mechatronischer Systeme mit dem Simulationswerkzeug MATLAB zu ermitteln und zu interpretieren. 3. Die mechatronischen Teilsysteme Aktoren, Sensoren und Regler zu beschreiben und ihre Funktion zu verstehen. 4. Das Verhalten der mechatronischen Komponenten zu beurteilen, so dass sie für Syntheseaufgaben vorbereitet sind. <p>On successful completion of this module, students should be able to:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Model mechatronic systems and their components and present them by equations and Block diagrams. 2. Find results for the static and dynamic behaviour of mechatronic systems with MATLAB and interpret these results. 3. Describe the mechatronic subsystems actuators, sensors, and controllers with respect to their function. 4. Evaluate the behaviour of the mechatronic components that they are prepared for the synthesis of mechatronic systems. 				
4 Voraussetzung für die Teilnahme / Prerequisites for participation				

5	Prüfungsform / Assessment methods Klausur 60 min + 80 min / Written exam 60 min + 80 min
6	Voraussetzung für die Vergabe von Credit Points / Requirement for receiving Credit Points Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the examination.
7	Benotung / Grading system Standard (Ziffernote) / Number grades
8	Verwendbarkeit des Moduls / Associated study programme Bachelor MPE Pflicht
9	Literatur / Literature Skriptum lectures notes

Modulbeschreibung / Module description

Modulname / Module Title				
Technische Thermodynamik I				
Technical Thermodynamics I				
Modul Nr. / Code 16-14-5010	Credit Points 6 CP	Arbeitsaufwand / Work load 180 h	Selbststudium / Individual study 112 h	Moduldauer / Duration 1 Semester
Sprache / Language: Deutsch / German		Modulverantwortliche/r / Module Co-ordinator Prof. Dr.-Ing. P. Stephan		
Level (EQF/DQR): 6				
1 Kurse des Moduls / Courses				
Kurs Nr. / Code	Kursname / Course Title	Lehrform / Form of teaching	Kontaktzeit / Contact hours	
-vl	Technische Thermodynamik I	Vorlesung / Lecture	34 h (3 SWS)	
-gü	Technische Thermodynamik I	Gruppenübung / Group Recitation	19 h (1.67 SWS)	
-hü	Technische Thermodynamik I	Hörsaalübung / Lecture Hall Recitation	15 h (1.33 SWS)	
2 Lehrinhalt / Syllabus				
<p>Grundbegriffe der Thermodynamik; thermodynamisches Gleichgewicht und Temperatur; Energieformen (innere Energie, Wärme, Arbeit, Enthalpie); Zustandsgrößen und Zustandsgleichungen für Gase und inkompressible Medien; erster Hauptsatz der Thermodynamik und Energiebilanzen für technische Systeme; zweiter Hauptsatz der Thermodynamik und Entropiebilanzen für technische Systeme; Exergieanalysen; thermodynamisches Verhalten bei Phasenwechsel; rechts- und linksläufiger Carnotscher Kreisprozess; Wirkungsgrade und Leistungszahlen; Kreisprozesse für Gasturbinen, Verbrennungsmotoren, Dampfkraftwerke, Kältemaschinen und Wärmepumpen.</p> <p>Fundamental terms of thermodynamics; thermodynamic equilibrium and temperature; different forms of energy (internal energy, heat, work, enthalpy); properties and equations of state for gases and incompressible substances; first law of thermodynamics and energy balances for technical systems; second law of thermodynamics and entropy balances for technical systems; exergy analysis; thermodynamic behaviour during phase change; the carnot cycle for power generation or refrigeration; energy efficiency and coefficient of performance; cyclic processes for gas turbines, combustion engines, power plants, refrigerators and heat pumps.</p>				
3 Lernergebnisse / Learning Outcomes				
<p>Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Die Beziehungen zwischen thermischen und kalorischen Zustandsgrößen und Systemzuständen zu erläutern und im Rahmen von Berechnungen thermischer Systeme anzuwenden. 2. Die verschiedenen Energieformen (z.B. Arbeit, Wärme, innere Energie, Enthalpie) zu unterschieden und zu definieren. 3. Technische Systeme und Prozesse mittels Energiebilanzen und Zustandsgleichungen zu analysieren. 4. Energieumwandlungsprozesse anhand von Entropiebilanzen und Exergiebetrachtungen zu beurteilen. 5. Das thermische Verhalten von Gasen, Flüssigkeiten und Festkörpern sowie entsprechende Phasenwechselvorgänge zu charakterisieren. 6. Diese Grundlagen (1.-5.) zur Untersuchung und Beschreibung von Maschinen (Turbinen, Pumpen etc.) und Energieumwandlungsprozessen (Verbrennungsmotoren, Dampfkraftwerken, Kältemaschinen, Wärmepumpen) einzusetzen. 				

	<p>On successful completion of this module, students should be able to:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Explain the relationships between thermodynamic properties and the thermodynamic state of a system and apply them within calculations of thermal system behaviour. 2. Distinguish between different types of energy (e.g. work, heat, internal energy, enthalpy) and define them. 3. Analyse technical systems and processes using energy balances and equations of state. 4. Assess energy conversion processes by means of an entropy balance or an exergy analysis. 5. Characterise the thermal behaviour of gases, liquids and solids and corresponding phase change processes. 6. Apply this basic knowledge (1.-5.) to examine machines (turbines, pumps etc.) and processes for energy conversion (combustion engine, power plants, refrigerators, heat pumps).
4	Voraussetzung für die Teilnahme / Prerequisites for participation Keine / None
5	Prüfungsform / Assessment methods Klausur 150 min / Written exam 150 min.
6	Voraussetzung für die Vergabe von Credit Points / Requirement for receiving Credit Points Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the examination.
7	Benotung / Grading system Standard (Ziffernote) / Number grades
8	Verwendbarkeit des Moduls / Associated study programme Bachelor MPE Pflicht Master ETIT MFT, Bachelor Mechatronik
9	Literatur / Literature P. Stephan; K. Schaber; K. Stephan; F. Mayinger: Thermodynamik, Band 1: Einstoffsysteme, Springer Verlag. Weitere Unterlagen (Folien, Aufgabensammlung, Formelsammlung etc.) sind im Moodle-System der TU Darmstadt abrufbar. P. Stephan; K. Schaber; K. Stephan; F. Mayinger: Thermodynamik, Band 1: Einstoffsysteme, Springer Verlag. Further material (slides, collection of exercises, table of formulas etc.) is available through the Moodle system of TU Darmstadt.

Modulbeschreibung / Module description

Modulname / Module Title				
Maschinenelemente und Mechatronik II				
Machine Elements and Mechatronics II				
Modul Nr. / Code 16-05-5020	Credit Points 8 CP	Arbeitsaufwand / Work load 240 h	Selbststudium / Individual study 150 h	Moduldauer / Duration 1 Semester
Sprache / Language: Deutsch / German		Modulverantwortliche/r / Module Co-ordinator Studiendekan/in des FB 16		
Level (EQE/DQR): 6				
1 Kurse des Moduls / Courses				
Kurs Nr. / Code	Kursname / Course Title	Lehrform / Form of teaching	Kontaktzeit / Contact hours	
-vl	Maschinenelemente und Mechatronik II	Vorlesung / Lecture	45 h (4 SWS)	
-ue	Maschinenelemente und Mechatronik II	Übung / Recitation	45 h (4 SWS)	
2 Lehrinhalt / Syllabus				
<p>Funktions-, beanspruchungs-, fertigungs- und montagegerechtes Gestalten von Bauteilen bzw. Verwenden von Maschinenelementen; Festigkeitsnachweise; Bauteilkopplungen und ihre Eigenschaften; Verbindungen; Federungen und Dämpfer; Kupplungen; Lagerungen;</p> <p>Design for function and manufacturing; calculation of strength and stresses; coupling of parts and their characteristics; connections; springs and dampers; couplings and clutches; bearings.</p>				
3 Lernergebnisse / Learning Outcomes				
<p>Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mechanische Baugruppen und Maschinen anhand von Zeichnungen zu analysieren, die Funktionen mittels Kraftflussdarstellungen zu erklären und die maßgeblichen Beanspruchungen der Bauteile und Maschinenelemente zu identifizieren und ihr Verhalten abzuschätzen. 2. Die Prinzipien der Kraftübertragung zwischen Bauteilen zu erklären und grundlegende Berechnungsgleichungen zu entwickeln. 3. Maschinenelemente und Bauteile entsprechend ihrer Eignung für spezielle Anforderungen und Randbedingungen auszuwählen. 4. Gestaltungsregeln und -richtlinien zu transferieren und auf neue Aufgabenstellungen anzuwenden. 5. Die Nutzung von Gestaltungsprinzipien, wie z.B. das Prinzip der Selbstverstärkung, in Maschinenelementen zu erkennen zu beschreiben und deren Eignung für spezifische Anwendungen zu beurteilen. 6. Einen Bauteilfestigkeitsnachweis nach DIN 743 durchzuführen, indem sie die Beanspruchung analysieren, die Bauteilgestaltung zur Ermittlung der Bauteilfestigkeit transferieren und beurteilen, ob die Bauteile der Beanspruchung standhalten. 7. Bauteiltoleranzen und Passungen fertigungsgerecht und entsprechend der Funktion auszuwählen und zu berechnen. 8. Zusammenhänge zwischen Bauteilverformungen, Belastung, Tragfähigkeit und Beanspruchung insbesondere in verspannten Systemen zu differenzieren, um das Verhalten der Systeme zu berechnen und vorauszusagen sowie die Gestaltungselemente zur Optimierung neu zu arrangieren. 9. Zwischen den Funktionen und Effekten der Energiespeicherung und Energiedissipation zu differenzieren und die verwendeten Wirkprinzipien zu erklären, um entsprechende Maschinenelemente auszuwählen. 10. In Form von Strichskizzen vorliegende konstruktive Aufgabenstellungen zu analysieren und die 				

<p>zu lösenden konstruktiven Probleme zu erkennen</p> <p>11. Für neue konstruktive Aufgabenstellungen Maschinenelemente funktions- und beanspruchungsgerecht auszuwählen, diese sinnvoll zu kombinieren und montagegerecht zu arrangieren sowie die angrenzenden Bauteile fertigungsgerecht zu gestalten.</p> <p>On successful completion of this module, students should be able to:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analyse components, assemblies and machines by means of drawings, explain the functions via flux of force diagrams, identify the relevant loads on the relevant components and machine elements, and estimate their behaviour. 2. Explain the principles of power transmission between components and develop basic calculation equations. 3. Choose the machine elements and components in accordance with their qualification for specific demands and boundary conditions. 4. Transfer design rules and principles and apply them to new tasks. 5. Identify and describe the utilisation of design principles, i.e. the principle of self-reinforcement and assess their suitability for specific uses. 6. Perform a calculation to verify the component strength on the basis of DIN 743 by analysing the stresses, transfer the component design for evaluation of the component strength, and assess if the components withstand the stresses. 7. Choose component tolerances and fittings suitable for production and accordant to function and calculate them. 8. Differentiate coherences between component deformation, strain, bearing capacity, and stresses particularly in braced systems in order to calculate the behaviour of the systems and to give predictions as well as rearrange the elements for improvement. 9. Differentiate between the functions and effects of energy storage and dissipation and explain the operating principles in order to chose appropriate mechanical elements. 10. Analyse constructive tasks on the basis of technical drawings and identify the scope of the problems that need to be solved. 11. Choose mechanical elements after design for function and manufacturing for constructive tasks, reasonably combine them and arrange them ready to assemble, and design the adjacent components suitable for production. 	
4 Voraussetzung für die Teilnahme / Prerequisites for participation	<p>Fähigkeiten und Fertigkeiten in Mechanik I und II, Werkstoffkunde, Technologie der Fertigungsverfahren</p> <p>abilities and skills of Mechanics I and II, material science, technology of operating procedures</p>
5 Prüfungsform / Assessment methods	<p>schriftlich 160min (Verständnisfragen 20min; Berechnung 80min; Konstruktion 60min) / Written exam 160min (comprehension questions 20min; calculation 80min; technical drawing 60min)</p>
6 Voraussetzung für die Vergabe von Credit Points / Requirement for receiving Credit Points	<p>Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the examination.</p>
7 Benotung / Grading system	<p>Standard (Ziffernote) / Number grades</p>
8 Verwendbarkeit des Moduls / Associated study programme	<p>Bachelor MPE Pflicht</p>
9 Literatur / Literature	<p>Skriptum zur Vorlesung (erhältlich im Buchhandel)</p> <p>Manuscript (can be purchased at bookshops)</p>

Literaturverzeichnis

- Änderungen im Bereich Didaktik (2011). Hg. v. Fachbereich Maschinenbau. Online verfügbar unter http://www.zfl.tu-darmstadt.de/media/zfl/bed_pdf/BEd-FB16-Technikdidaktik-Aenderungen-StPr-Sept11.pdf, zuletzt geprüft am 31.03.2016.
- APB TU Darmstadt (2015): Allgemeine Prüfungsbestimmungen der Technischen Universität Darmstadt (APB). 5. Novelle. Darmstadt. Online verfügbar unter http://www.intern.tu-darmstadt.de/media/dezernat_ii/ordnungen/apb_5_novelle.pdf, zuletzt geprüft am 07.03.2016.
- Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst (2015): Prognose zum Lehrerberarf in Bayern 2015. Eine Information des Bayerischen Staatsministeriums für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst. Online verfügbar unter http://www.km.bayern.de/epaper/Lehrerbedarfsprognose_2015_Hauptveroeffentlichung/index.html#14, zuletzt geprüft am 11.11.2015.
- Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst (2016): Sondermaßnahmen zum Erwerb einer Lehramtsbefähigung für das Lehramt an beruflichen Schulen. Online verfügbar unter <https://www.km.bayern.de/lehrer/stellen/berufliche-schulen/quereinsteiger.html>, zuletzt geprüft am 26.02.2016.
- Berelson, Bernard (1952): Content analysis in communication research. Glencoe, Ill.: Free Press (Foundations of communication research).
- Bloom, Benjamin S. (1972): Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich. Weinheim: Beltz (Betz Studienbuch).
- DAAD (2008): Lernergebnisse (learning outcomes) in der praxis. Ein Leitfaden. Originaltext: Declan Kennedy.
- Faßhauer, Uwe; Rützel, Josef (2013): Herausforderungen und Perspektiven für die Lehramtsausbildung für berufliche Schulen. In: Berufsbildung. Zeitschrift für Praxis und Theorie in Betrieb und Schule (Hg.): Lehrerbildung. Unter Mitarbeit von Josef Rützel und Uwe Faßhauer. Paderborn: EUSL-Verl.-Ges (Berufsbildung., Oktober 2013 - 67. Jahrgang), S. 2–5.
- Früh, Werner (2001): Inhaltsanalyse. Theorie und Praxis. 5. überarb. Aufl. Konstanz: UVK (Reihe Uni-Papers, Bd. 3).
- Gerholz, Karl-Heinz; Sloane, Peter F.E. (2008): Der Bolognaprozess aus curricularer und hochschuldidaktischer Perspektive. Eine Kontrastierung von beruflicher Bildung und Hochschulbildung auf Bachelor-Stufe. In: *bwp@* (14). Online verfügbar unter http://www.bwpat.de/ausgabe14/gerholz_sloane_bwpat14.pdf, zuletzt geprüft am 21.04.2016.
- Haasler, Bernd; Röben, Peter (2007): Qualifizierung von Berufs- und Wirtschaftspädagogen zwischen Professionalisierung und Polyvalenz. Zwischen Kirchturm und Atomium – Masterstudiengänge Berufspädagogik mit gewerblich-technischen Schwerpunkten an Universität und Pädagogischer Hochschule. In: *bwp@* (12). Online verfügbar unter http://www.bwpat.de/ausgabe12/haasler_roeben_bwpat12.shtml, zuletzt geprüft am 25.02.2016.
- Hartog, P.; Rhodes, E. C. (1936): An examination of examinations. London: McMillan 2nd edition.

Hascher, Tina (2014): Forschung zu Wiksamkeit der Lehrerbildung. In: Ewald Terhart, Hedda Bennewitz und Martin Rothland (Hg.): Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf. Münster, Westf: Waxmann, S. 542–571.

Hessisches Kultusministerium Lehrplan Maschinentechnik (2011): Lehrplan Zweijährige Fachschule Fachrichtung Maschinentechnik. Online verfügbar unter http://berufliche.bildung.hessen.de/p-lehrplaene-alt/fs/lp_2fs_technik_maschinentechnik.pdf, zuletzt geprüft am 25.04.2016.

Hochschuldidaktische Arbeitsstelle TU Darmstadt (2010): Formulierungshilfen für Modulhandbücher. Handreichung zur Verstärkung der Kompetenzorientierung. Unter Mitarbeit von Nina Hollender, Bärbel Beck, Deneke, Michael, Könekamp, Bärbel und Beate Kriegler. Hg. v. Hochschuldidaktische Arbeitsstelle. Technische Universität Darmstadt. Online verfügbar unter http://www.intern.tu-darmstadt.de/media/dezernat_ii/ordnungen/Handreichung.pdf, zuletzt geprüft am 08.03.2016.

Hochschulrektorenkonferenz (2006): "Zur Zukunft der Lehrerbildung in den Hochschulen". Beschluss des Plenums der HRK vom 21.2.2006. Unter Mitarbeit von Jan Rathjen und Birgit Schella. Bonn: HRK, Hochschulrektorenkonferenz (Beiträge zur Hochschulpolitik, 5/2006).

Ingenkamp, Karlheinz (Hg.) (1977): Die Fragwürdigkeit der Zensurenggebung. Texte und Untersuchungsberichte. 7. Aufl. Weinheim: Beltz (Beltz-Studienbuch).

Ingenkamp, Karlheinz (1997): Lehrbuch der pädagogischen Diagnostik. Studienausg., 4., neu ausgestattete Aufl. Weinheim, Basel: Beltz (Beltz Pädagogik).

Institut für allgemeine Pädagogik und Berufspädagogik an der TU Darmstadt: Allgemeines Forschungsprofil des Arbeitsbereiches Berufspädagogik mit dem Schwerpunkt Berufsbildungsforschung, Didaktik der beruflichen Bildung und Professionalisierung von Lehrenden. Laufende Projekte: Qualitätsmonitoring in der Lehrerausbildung an der TU Darmstadt. Online verfügbar unter http://www.abpaed.tu-darmstadt.de/bpaed/forschung_bp/forschung.de.jsp, zuletzt geprüft am 19.05.2016.

Kerschenbauer, Stephanie (2009): Lehramtsstudium Physik – Eine Untersuchung in Hinblick auf Qualität und Effizienz der Ausbildung. Diplomarbeit. Universität Wien, Wien.

Keuffer, Josef (2010): Reform der Lehrerbildung und kein Ende? Eine Standortbestimmung. In: *Erziehungswissenschaften* 21 21. Jahrgang 2010 (40), S. 51–67. Online verfügbar unter http://www.pedocs.de/volltexte/2010/2740/pdf/Keuffer_Josef_Reform_der_Lehrerbildung_2010_D_A.pdf, zuletzt geprüft am 12.04.2016.

KMK (2004): Standards Lehrerbildung: Bildungswissenschaften. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004. Online verfügbar unter http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Standards-Lehrerbildung.pdf, zuletzt geprüft am 12.04.2016.

KMK (2015): Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.10.2008 i. d. F. vom 11.06.2015. Online verfügbar unter http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2008/2008_10_16-Fachprofile-Lehrerbildung.pdf, zuletzt geprüft am 09.11.2015.

KMK Rahmenlehrplan Anlagenmechaniker für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik (2003): Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Anlagenmechaniker für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik/ Anlagenmechanikerin für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.05.2003. Online verfügbar unter <http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Bildung/BeruflicheBildung/rlp/AnlagenmechSaniHeizKlima.pdf>, zuletzt geprüft am 25.04.2016.

KMK Rahmenlehrplan Industriemechaniker (2004): Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Industriemechaniker/Industriemechanikerin. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 23.03.2004. Online verfügbar unter <http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Bildung/BeruflicheBildung/rlp/Industriemechaniker.pdf>, zuletzt geprüft am 22.04.2016.

Merzyn, Gottfried (2004): Lehrerausbildung - Bilanz und Reformbedarf: Schneider-Verl. Hohengehren.

Modulhandbuch B. Ed. (2014): Bachelorstudiengang Gewerblich-technische Bildung - Metalltechnik (Bachelor of Education). Modulhandbuch. Technische Universität Darmstadt, Darmstadt. Fachbereich Maschinenbau. Online verfügbar unter http://www.zfl.tu-darmstadt.de/media/zfl/bed_pdf/BEed_BF__Metalltechnik_Modulb_END_Mai2014.pdf, zuletzt geprüft am 12.11.2015.

Modulhandbuch B. Sc. (2015): Bachelorstudiengang Maschinenbau - Mechanical and Process Engineering (B.Sc.). Modulhandbuch. Technische Universität Darmstadt, Darmstadt. Fachbereich Maschinenbau. Online verfügbar unter http://www.maschinenbau.tu-darmstadt.de/media/maschinenbau/dokumente_2/studieren_1/neue_pruefungsordnungen_3__0_2014/Modulhandbuch_Bachelor_MPE_15_07_14.pdf, zuletzt geprüft am 12.11.2015.

Ordnung B. Ed. (2006): Studien- und Prüfungsplan Studiengang Bachelor of Education Gewerblich-technische Bildung Berufliche Fachrichtung Metalltechnik. Hg. v. Technische Universität Darmstadt. Online verfügbar unter http://www.zfl.tu-darmstadt.de/media/zfl/bed_pdf/bed_metalltechnik_stprpl_end_nov2006.pdf, zuletzt geprüft am 30.03.2016.

Ordnung B. Ed. (2009): Studien- und Prüfungsplan Ausführungsbestimmungen Bachelor of Education Metalltechnik. Hg. v. Technische Universität Darmstadt. Online verfügbar unter http://www.zfl.tu-darmstadt.de/media/zfl/bed_pdf/bed_metalltechnik_stprpl_end_dez2008.pdf, zuletzt geprüft am 15.03.2016.

Ordnung B. Ed. (2014): Ordnung des Studiengangs Gewerblich-technische Bildung – Metalltechnik Bachelor of Education (B.Ed.). Ordnung. Technische Universität Darmstadt, Darmstadt. Fachbereichsrat Maschinenbau. Online verfügbar unter http://www.zfl.tu-darmstadt.de/media/zfl/studienordnung/bed_ws1415/16-Dekane-042014-BEd-BF-Metalltechnik-AusfBest-Anhang-I-VI.pdf, zuletzt geprüft am 12.11.2015.

Ordnung B. Sc. (2014): Ordnung des Studiengangs Maschinenbau – Mechanical and Process Engineering Bachelor of Science. Ordnung. Technische Universität Darmstadt, Darmstadt. Fachbereichsrat Maschinenbau. Online verfügbar unter http://www.maschinenbau.tu-darmstadt.de/media/maschinenbau/dokumente_2/studieren_1/neue_pruefungsordnungen_3__0_2014/Modulhandbuch_Bachelor_MPE_15_07_14.pdf

4/Ordnung_Bachelorstudiengang_MPE_Maschinenbau_14_09_30.pdf, zuletzt geprüft am 12.11.2015.

Pietschmann, H. (1983): Ideen zur Neugestaltung der Lehrerausbildung. In: Arthur Scharmann, A. Hofstaetter und Werner Kuhn (Hg.): Deutsche Physikalische Gesellschaft Fachausschuss Didaktik der Physik. Vorträge der Frühjahrstagung 1983. Giessen, 23-25. März 1983. Hrsg. v. A. Scharmann, A. Hofstaetter, W. Kuhn. Giessen: Justus-Liebig- Univ Giessen, S. 460–469.

Pladdfeder: Zeitung der Fachschaft Maschinenbau. Online verfügbar unter <http://www.fs.maschinenbau.tu-darmstadt.de/masch/pladdfeder/index.de.jsp>, zuletzt geprüft am 04.04.2016.

Popper, Karl R. (1974): Objektive Erkenntnis. Ein evolutionärer Entwurf. 2. Aufl. Hamburg: Hoffmann und Campe (Kritische Wissenschaft).

Seeber, Susan (2013): Berufliche Lehrerbildung zwischen Polyvalenz und Professionalisierung. In: Berufsbildung. Zeitschrift für Praxis und Theorie in Betrieb und Schule (Hg.): Lehrerbildung. Unter Mitarbeit von Josef Rützel und Uwe Faßhauer. Paderborn: EUSL-Verl.-Ges (Berufsbildung., Oktober 2013 - 67. Jahrgang), S. 1.

Starch, D.; Elliot, E. C. (1913): Reliability of the grading of high school work in mathematics. In: School Review, Vol. 21, 254-259.

Tramm, Tade (2013): KMK-Standards für die Lehrerbildung im beruflichen Bereich im Korsett der Fächerkultur. In: Berufsbildung. Zeitschrift für Praxis und Theorie in Betrieb und Schule (Hg.): Lehrerbildung. Unter Mitarbeit von Josef Rützel und Uwe Faßhauer. Paderborn: EUSL-Verl.-Ges (Berufsbildung., Oktober 2013 - 67. Jahrgang).

von Prondezyznsky, A (2001): Evaluation der Lehrerausbildung in den USA: Geschichte, Methoden, Befunde. In: Edwin Keiner und Ulrich Bartosch (Hg.): Evaluation (in) der Erziehungswissenschaft. Weinheim: Beltz (Beltz Wissenschaft, 23).